

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Thiago Machado Leal Severo

**ESTUDO DE CASO: PROBLEMAS EXECUTIVOS E
RECUPERAÇÃO DE PISCINAS COM PAREDES
ESTRUTURAIS DE VIDRO**

Porto Alegre
Fevereiro de 2024

THIAGO MACHADO LEAL SEVERO

**ESTUDO DE CASO: PROBLEMAS EXECUTIVOS E
RECUPERAÇÃO DE PISCINAS COM PAREDES
ESTRUTURAIS DE VIDRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Prof.^a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Fevereiro de 2024

THIAGO MACHADO LEAL SEVERO

**ESTUDO DE CASO DE RECUPERAÇÃO DE PISCINAS EM
EDIFICAÇÃO BEIRA-MAR**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 06 de fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientadora

Prof. José Alberto Azambuja (UFRGS)

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.^a Roberta Picanço Casarin (UFRGS)

Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ao avô Alberto Severo, cujos ensinamentos e lições me levaram ao sonho de me tornar engenheiro, como ele foi.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer àqueles que me fizeram quem sou e que me deram todas as ferramentas necessárias para ser quem eu quero ser e chegar onde desejo chegar. Obrigado Pai e Mãe por serem minha base, minha força, meus exemplos e meus professores. Espero um dia retribuir a vocês tudo que fizeram e, ainda fazem, por mim.

À família, o grande agradecimento pelas oportunidades, experiências e ensinamentos que a vida nos deu a felicidade de compartilhar. Em especial ao meu irmão Filipe, meu parceiro de todos os momentos.

Ao avô Alberto e avó Irma um carinho raro pois, foi através de seus ensinamentos, que meu sonho pela engenharia teve início. Desde as aulas de matemática com a vó Mima, até as longas horas de estradas discutindo física com o vô Severo. Com isso, aos dois eu deixo um agradecimento único, e é provável que eu jamais consiga retribuir. Vô, a ti desejo que este trabalho seja mais uma de suas leituras de aprendizado como as tantas que tiveste e que, hoje, infelizmente não está mais aqui para ler conosco.

À minha namorada Juliana, que esteve comigo desde o princípio do curso, sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis desta trajetória. Abrindo mão de diversas vivências e momentos, para que pudesse estar junto a mim vencendo cada batalha juntos. Sem ti ao meu lado, eu não estaria onde estou e não seria quem sou hoje, meus mais sinceros agradecimentos a tudo que fazes por mim. A ti minha paixão, dedico o meu amor, minha gana de vencer e meu desejo de realizar uma linda vida ao seu lado. Pois foi assim que sempre fomos, e é assim que sempre seremos: Juntos. Te amo.

Aos amigos que a graduação me deu ao longo destes anos, agradeço por me aceitarem como sou, por estarem ao meu lado e por me tranquilizar nos momentos mais difíceis. Em especial à grande amiga que a universidade me trouxe, Milena. Sem nossas conversas e parceria, a graduação não teria sido especial como foi.

Gostaria de agradecer, também, aos professores que tive nessa universidade e aos ensinamentos e contribuições que cada um teve na minha formação. Em especial, à minha orientadora Cristiane, muito obrigado por me auxiliar a colocar minhas ideias e conhecimentos em prática neste trabalho que tenho orgulho em apresentar.

Por último, gostaria de agradecer a mim por nunca desistir e sempre ter a resiliência de ir até o fim.

RESUMO

É evidente que, nos dias atuais, a contratação de profissionais desqualificados tem sido uma prática muito adotada por aqueles que buscam a reforma ou construção de uma edificação. A diferença dos custos de contratação de um profissional capacitado em relação a contratação de uma mão de obra incapaz faz com que se opte pelo risco de se executar uma obra ou um serviço com alguém que não se capacitou o suficiente para exercer tal função, ou mesmo se responsabilizar por ela. Este trabalho traz, através de um estudo de caso, a demonstração do quanto a economia na escolha pelos profissionais construtores acarreta um gasto não esperado após a entrega da obra. O estudo de caso trata-se da recuperação de quatro piscinas em uma edificação beira-mar já existente. A construção das piscinas exigia desafios grandes até para um engenheiro capacitado e experiente, dado que envolvia quatro piscinas apoiadas com paredes estruturais de vidro. Infelizmente, execução foi realizada por profissionais incapazes para tal, e este fato implicou uma série de manifestações patológicas nas piscinas. Após diversas tentativas de correção das diferentes manifestações patológicas, a decisão foi, então, pela busca de profissionais de conhecimento específico para o caso, através da contratação de uma empresa especializada em serviços de impermeabilização e instalação de vidros em piscinas. Tal feito trouxe um gasto não previsto para o proprietário, já que a decisão dos engenheiros responsáveis foi pela recuperação total da impermeabilização, do revestimento das piscinas e das paredes estruturais de vidro, tendo o reaproveitamento apenas das estruturas em concreto armado das mesmas. O trabalho pôde evidenciar os erros e acertos cometidos na construção e na recuperação das piscinas através da transcrição dos fatos que se deram após a decisão pelas obras de recuperação. Além disso, pôde apontar melhorias que poderiam ter sido feitas durante tal processo. Em síntese, esta monografia foi capaz de evidenciar equívocos e acertos em cada etapa do processo de recuperação das quatro piscinas, comprovando a importância da escolha de profissionais qualificados e que se responsabilizam pelo serviço prestado.

PALAVRAS CHAVE: impermeabilização, parede estrutural de vidro, revestimento cerâmico, piscinas, ética profissional

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação Estrutural de Piscinas	20
Figura 2 - Carregamentos em piscinas enterradas	21
Figura 3 - Carregamentos em piscinas apoiadas	21
Figura 4 - Detalhe de impermeabilização de ponto emergente	23
Figura 5 - Painel de seleção da utilização do vidro a ser dimensionado no software Cebrace	25
Figura 6 - Painel de seleção do tipo de visor do vidro a ser dimensionado no software Cebrace	25
Figura 7- Painel de preenchimento das dimensões do vão do vidro a ser dimensionado no software Cebrace	25
Figura 8- Painel de resultados de dimensionamento de vidro dimensionado através do software Cebrace	26
Figura 9 - Detalhe de junta entre estrutura de concreto e parede de vidro estrutural.....	28
Figura 10 - Execução de junta de movimentação.....	31
Figura 11 - Execução de junta de dessolidarização.....	31
Figura 12 - Verificação de aderência da argamassa colante em peças cerâmicas.....	33
Figura 13 - Localização município de Imbituba - SC.	36
Figura 14 - Localização das obras e distância até o mar	37
Figura 15 - Localização da construção das piscinas apoiadas.....	37
Figura 16 - Planta baixa das piscinas	38
Figura 17 – Vista corte frontal das piscinas	38
Figura 18 - Vista frontal das paredes estruturais de vidro.....	38
Figura 19 - Vista corte lateral de uma das piscinas	39
Figura 20 - Mapeamento dos pontos de infiltração	41
Figura 21- Ponto de vazamento junto à tubulação emergente.....	42
Figura 22 - Vazamentos junto à parede estrutural de vidro.....	43
Figura 23 - Peça cerâmica deslocada.....	44
Figura 24 – Eflorescências na parede de uma das piscinas avaliadas	45
Figura 25 - Falha de rejuntamento.....	45
Figura 26 - Peças cerâmicas sem preenchimento de argamassa colante adequado.....	46
Figura 27 - Peças cerâmicas sem preenchimento de argamassa colante adequado.....	46
Figura 28 - Grande quantidade de argamassa colante utilizada	47
Figura 29 - Presença de eflorescências nas paredes externas.....	47
Figura 30 - Presença de eflorescências e peça cerâmica deslocada.....	48
Figura 31 - Paredes estruturais de vidro instaladas	49

Figura 32 - Piscinas sem revestimentos.....	50
Figura 33 - Estrutura com revestimento removido e regularizada para receber o vidro	51
Figura 34 - Estruturas regularizadas	52
Figura 35 - Chumbação das tubulações emergentes de PVC	53
Figura 36 - Paredes estruturais de vidro instaladas nas estruturas regularizadas	54
Figura 37 - Estrutura regularizada com aplicação de primer para imprimação.....	55
Figura 38 - Diversas imagens do sistema de impermeabilização finalizado.....	56
Figura 39 - Teste de estanqueidade simultâneo das quatro piscinas	56
Figura 40- Impermeabilização no entorno da parede estrutural de vidro.....	57
Figura 41 - Aplicação de argamassa chapisco colante com desempenadeira dentada	58
Figura 42 - Instalação de tela hexagonal nas paredes das piscinas	59
Figura 43 - Teste de estanqueidade após conclusão do revestimento de argamassa.....	59
Figura 44 - Execução do assentamento das pastilhas cerâmicas	60
Figura 45 - Saco de argamassa colante utilizada.....	61
Figura 46 - Corte esquemático do fundo (piso) das piscinas.....	61
Figura 47 - Corte esquemático da parede vertical das piscinas.....	62
Figura 48- Corte esquemático da borda das piscinas	62
Figura 49 - Resquícios do sistema de impermeabilização executado inicialmente.....	63
Figura 50 - Estribos a mostra após a retirada do revestimento inicial da estrutura.....	65
Figura 51 - Linha de nivelamento do revestimento de argamassa	66
Figura 52 - Detalhamento do engaste das paredes estruturais de vidro.....	67
Figura 53 - Instalação das paredes estruturais de vidro.....	68
Figura 54 - Vista superior da execução da instalação das paredes estruturais de vidro	68
Figura 55 - Falhas na execução da concretagem	70
Figura 56 - Verificação da espessura das paredes estruturais de vidro	72
Figura 57 – Sugestão de posicionamento de juntas nos revestimentos de argamassa e cerâmico em planta baixa.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumos dos resultados obtidos no software	26
Tabela 2 - Resumo dos resultados obtidos no software.....	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. OBJETIVO PRINCIPAL	13
1.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	13
1.3. DELIMITAÇÃO	14
1.4. LIMITAÇÃO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. DEFINIÇÕES.....	15
2.1.1. Empuxo do solo	15
2.1.2. Empuxo da água.....	15
2.1.3. Sistemas de impermeabilização	15
2.1.3.1. Impermeabilização rígida	16
2.1.3.2. Impermeabilização flexível	17
2.1.3.2.1. <i>Manta asfáltica</i>	17
2.1.3.2.2. <i>Membrana de poliuretano</i>	18
2.2. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS	19
2.2.1. Piscinas enterradas	20
2.2.2. Piscinas apoiadas e suspensas	21
2.2.3. Impermeabilização de pontos emergentes	22
2.3. PAREDES ESTRUTURAIS DE VIDRO EM PISCINAS	23
2.3.1. Dimensionamento Estrutural.....	23
2.3.2. Vedação	27
2.4. REVESTIMENTO EM PISCINAS.....	28
2.4.1. Revestimento de argamassa	28
2.4.2. Revestimento cerâmico	29
2.4.2.1. Juntas no revestimento	30
2.4.2.2. Assentamento das peças	32
2.4.2.3. Manifestações patológicas	34
3. ESTUDO DE CASO	35
3.1. OBJETO AVALIADO	36
3.2. METODOLOGIA	39
3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INICIAIS	40
3.3.1. Vazamentos.....	40

3.3.2. Demais manifestações patológicas	43
3.3.2.1.No revestimento cerâmico	43
3.3.2.2.Paredes estruturais de vidro	48
3.4. SOLUÇÕES PROPOSTAS	49
3.4.1. Serviços iniciais	49
3.4.2. Instalação das paredes estruturais de vidro	53
3.4.3. Impermeabilização	54
3.4.4. Revestimento de argamassa	57
3.4.5. Revestimento cerâmico	60
4. ANÁLISE CRÍTICA	63
4.1. CONSTRUÇÃO DAS PISCINAS	63
4.1.1. Vazamentos	63
4.1.2. Demais manifestações patológicas	64
4.1.2.1.No revestimento cerâmico	65
4.1.2.2.Paredes estruturais de vidro	67
4.2. RECUPERAÇÃO DAS PISCINAS	69
4.2.1. Serviços iniciais	69
4.2.2. Paredes estruturais de vidro	71
4.2.3. Sistema de impermeabilização	73
4.2.4. Revestimentos	74
4.2.4.1.Revestimento de argamassa	74
4.2.4.2.Revestimento cerâmico.....	76
5. CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	80

1. INTRODUÇÃO

A construção civil sempre esteve entre os setores principais da vida em sociedade e sua evolução se deu juntamente com a própria evolução do homem. Desde a pré-história quando o homem precisava se proteger de animais e de intempéries, passando pelos aquedutos romanos, igrejas, catedrais e castelos na Idade Média, a Revolução Industrial, que trouxe o desenvolvimento de novas técnicas de construção, e até os dias de hoje com a construção dos arranha-céus mais altos da história, a construção civil sempre teve papel fundamental na vida humana.

Atualmente, há no mercado uma gama enorme de profissionais prestando serviços para o setor da construção civil, de engenheiros a serventes de obra. Com isso, quem decide por executar algum serviço, desde uma pequena reforma até a construção de um empreendimento, se vê com várias opções na hora de escolher o profissional para tal. Contudo, com este grande número de prestadores de serviço, encontrar alguém capacitado se torna algo difícil, mas nunca deixando de ser extremamente essencial. Muitas vezes, a mão de obra disponível opta por este tipo de trabalho por necessidade e não por aptidão ou desejo por este tipo de função, este então se mostra um agravante na busca por profissionais qualificados, pois na maioria das vezes esses apresentam menores orçamentos (CARVALHO, 2022).

No Brasil, o problema acaba sendo ainda mais acentuado, como evidencia Suda (2018, p.2):

A característica da população brasileira é de contratar serviços de mão-de-obra profissional não qualificada, essa postura alimenta a formação de um mercado de serviços despreparados, de processo de execução sem padrão e sem garantia, aliado a um baixo controle dos órgãos públicos, alimentando ainda mais esses procedimentos”.

Desta forma, entende-se que é algo cultural do brasileiro visar a economia na contratação de profissionais de construção civil, porém por serem leigos no assunto, não são capazes de entender que a longo prazo essa economia não existirá.

A economia na contratação de profissionais desqualificados, por vezes pode não apresentar problemas essencialmente perceptíveis durante a execução da obra, entretanto, executar serviços com profissionais não qualificados traz ao cliente insegurança e gastos além dos necessários, enfraquecendo o próprio mercado da construção civil. Visto que, ter uma mão de

obra capaz, acaba por se tornar uma economia a longo prazo, com garantia e agilidade no processo. Como descreveu Gimenez (2021, p. 1):

A maioria dos problemas na construção civil aparecem depois das obras acabadas, portanto, uma mão de obra qualificada pode controlar mais os erros que podem vir a acontecer, pois já foram preparados para tal acontecimento, e assim conseguem garantir uma melhor qualidade para a obra durante a construção

Obras de construção possuem diversas etapas e a sequência correta de execução das mesmas sempre deverá ser respeitada a fim de se obter o melhor desempenho das edificações. Entre estas etapas, a execução da estrutura de concreto armado e dos sistemas de impermeabilização se apresentam como duas de grande importância, devido ao alto índice de manifestações patológicas causadas pela má execução. Ambrósio (2004) expõe que muitas estruturas acabam apresentando desempenho precário, devido às falhas involuntárias de mão de obra, imperícias, incorreta utilização de materiais e entre outros fatores que acabam afetando a vida útil das estruturas.

Visando exemplificar a importância da contratação de projeto e mão de obra adequados a cada etapa da execução de uma edificação, este trabalho propõe realizar um estudo de caso da recuperação de piscinas apoiadas recém executadas em uma pousada na Praia do Rosa, Imbituba – SC.

1.1. OBJETIVO PRINCIPAL

O trabalho tem como objetivo principal analisar os projetos, técnicas de execução e tomadas de decisões baseadas em conhecimento técnico da construção civil, visando a não ocorrência de erros e falhas em um estudo de caso de execução de piscinas apoiadas, com parede estrutural de vidro, além de promover uma análise crítica das soluções tomadas para a recuperação das mesmas.

1.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Como objetivos secundários, o trabalho propõe analisar as soluções tomadas para a recuperação das piscinas tanto em caráter de projeto quanto de execução, em relação aos sistemas de impermeabilização, de revestimentos de argamassa e cerâmico e das paredes estruturais de

vidro. Além disso, busca-se externar a necessidade da contratação de profissionais qualificados para execução de obras de construção civil.

1.3. DELIMITAÇÃO

Este trabalho buscou coletar informações acerca da obra de construção de quatro piscinas através dos problemas e manifestações patológicas encontradas alguns meses após a conclusão e, através disso, evidenciar as soluções encontradas para corrigir tais problemas.

Os dados utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos entre os meses de abril e setembro de 2023, através de informações fornecidas pela empresa executora da recuperação, assim como os relatos do autor no acompanhamento da obra.

1.4. LIMITAÇÃO

O autor não acompanhou o processo de execução das piscinas. Com isso, esteve dependente apenas da análise das manifestações patológicas e problemas encontrados durante a recuperação das mesmas. Atualmente, o autor reside na cidade de Porto Alegre. Com isso, o acompanhamento de resultados e coleta de dados foi feita em datas específicas em que o mesmo se deslocou à Imbituba – SC.

Neste trabalho não será avaliada a estrutura, fundação ou estabilidade do terreno em que residem as piscinas, assim como não serão avaliadas as instalações hidráulicas das mesmas.

A empresa executante da impermeabilização e da instalação das paredes estruturais de vidro não autorizou o registro do método utilizado para realizar a vedação e a interface entre manta asfáltica e perfil de vidro, por se tratar de serviço em fase de patenteamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DEFINIÇÕES

Neste capítulo inicial serão descritas algumas definições importantes para o completo entendimento das explicações dadas na sequência.

2.1.1. Empuxo do solo

O empuxo do solo é entendido como a ação horizontal produzida por um maciço de solo sobre as estruturas que estão em contato com o mesmo (GERSCOVICH, 2010).

Os empuxos do solo podem ser ativos ou passivos, sendo que o empuxo ativo pode ser definido, de modo geral, como a força exercida pelo solo para derrubar (ou afastar) a estrutura que com ele está em contato. Já o empuxo passivo, ocorre quando a parede da estrutura se move em direção ao solo (MENESES, 2013).

2.1.2. Empuxo da água

O empuxo da água é a pressão exercida no fundo e nas paredes de estruturas causada pela água no interior das mesmas. Ou seja, a água dentro de uma estrutura exerce uma pressão hidrostática sobre tal, sendo a força resultante no fundo e a força nula na superfície do fluido. Essa força pode ser considerada como o empuxo passivo, quando o líquido presente nas faces internas de uma estrutura exerce uma força “empurrando” as paredes para fora (MENESES, 2013).

Meneses (2013) ainda destaca a importância de se considerar o empuxo hidrostático proveniente de águas vindas de lençóis freáticos sobre estruturas em contato com o solo.

2.1.3. Sistemas de impermeabilização

Granato (2002, p. 71) afirma que “A impermeabilização na construção civil tem como objetivo impedir a passagem indesejável de água, fluido e vapores, podendo contê-los ou dirigi-los para o local que se deseja.”. E, ainda, a NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT 2010, p. 6) complementa que a impermeabilização pode ser definida como “conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção”.

Tratando-se de projetos de impermeabilização, toda obra de construção civil, seja ela de uso público, coletivo ou privado, deve ter um projeto básico de impermeabilização realizado por um profissional habilitado (ABNT, 2010).

Ainda, a NBR 9575 (ABNT, 2010, p. 11) afirma que a impermeabilização deve ser projetada de modo a:

- a) evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;
- b) proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.

É de grande importância que seja trazido aqui as definições da NBR 9575 (ABNT, 2010) para pressões negativas e positivas:

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.

Estas definições acima são de extremo interesse para que seja compreendido quando deve ser aplicado determinado material impermeabilizante em cada caso.

2.1.3.1. Impermeabilização rígida

A definição de impermeabilização rígida, de acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010, p. 5) é “Conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação do elemento construtivo.”.

Portanto, é possível afirmar que este tipo de impermeabilização tem como grande característica a inabilidade em absorver deformações na estrutura em que foi aplicada.

Dentre os produtos utilizados na construção civil como materiais impermeabilizantes rígidos, podemos evidenciar os principais sendo a argamassa polimérica, a argamassa impermeável (com aditivos hidrofugantes) e a resina epóxi (PINHEIRO, 2019).

2.1.3.2. Impermeabilização flexível

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização flexível é:

Conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo. Para ser caracterizada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico

Logo, diferente da impermeabilização rígida, a impermeabilização flexível tem como característica a absorção às deformações sofridas pelas estruturas em que foram aplicadas. Stahlberg (2010), afirma que existem diversos materiais com diferentes graus de flexibilidade, sendo divididos em flexíveis e semi-flexíveis.

No Brasil, os sistemas de impermeabilização flexíveis mais utilizados são: manta asfáltica, membrana de poliuretano e sistemas acrílicos. Sendo a manta asfáltica o mais conhecido e mais utilizado de todos (FIBERSALS, 2023).

2.1.3.2.1. Manta asfáltica

Conforme citado anteriormente, a manta asfáltica é um dos sistemas de impermeabilização flexível mais utilizados no Brasil e a NBR 9952 (ABNT, 2007, p.2) define a manta asfáltica como um “produto pré-fabricado composto por asfalto como elemento predominante, reforçado com armadura e obtido por calandragem, extensão ou outros processos com características definidas”.

Para a execução de manta asfáltica, a NBR 9574 (ABNT, 2008) indica que o substrato deve ser preparado para a aplicação do sistema para que em seguida seja feita a aplicação de uma demão do produto de imprimação de forma homogênea.

Ainda, a NBR 9574 (ABNT, 2008) prescreve que, após a aplicação do produto de imprimação, a manta asfáltica deve ser aplicada através de:

- a) chama de maçarico a GLP (gás liquefeito de petróleo);
- b) asfalto a quente;
- c) adesivos;
- d) mantas autoadesivas.

Por fim, a NBR 9574 (ABNT, 2008, p.11) afirma que este tipo de impermeabilização deve possuir uma proteção afim de: “Promover proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plásticos nas áreas verticais. Nas horizontais, a proteção mecânica, armada ou não, deve ser executada sobre camada separadora e/ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.”.

2.1.3.2.2. Membrana de poliuretano

Tal qual a manta asfáltica, a membrana de poliuretano é um sistema de impermeabilização flexível, já que é capaz de absorver as deformações das estruturas e é estabelecida pela NBR 15487 - 1: Membrana de poliuretano para impermeabilização — Requisitos mínimos de desempenho - Parte 1: Lajes e coberturas em geral (ABNT, 2023, p. 2) como “membrana para impermeabilização à base de poliuretano, podendo ser constituída por produto monocomponente ou bicomponente” sendo a membrana bicomponente com processo de cura iniciado pela reação de dois componentes e a membrana monocomponente tendo processo de cura iniciado através da umidade do ar ou por evaporação do solvente, uma vez que esta apresenta apenas um componente em sua composição (ABNT, 2023).

Assim sendo, o poliuretano, popularmente chamado de “PU”, é um polímero que é muito utilizado na fabricação de diversos produtos no mundo devido à sua alta resistência (FIBERSALS, 2023). A NBR 9575 (ABNT, 2010) coloca a membrana de “PU” dentro da lista de impermeabilização do tipo polimérica pois, conforme dito, é um polímero. A sua alta resistência e elasticidade fizeram com que ele fosse estudado como alternativa de sistema de impermeabilização para lajes convencionais, lajes de cobertura expostas e áreas molhadas como banheiros e cozinhas e, também, em piscinas, sempre se tendo cuidado em relação ao tráfego sobre a superfície em que o produto será aplicado (FIBERSALS, 2023).

A execução da membrana de poliuretano se dá através da aplicação prévia de um *primer* para dar maior aderência à superfície. Feita a utilização do *primer*, a membrana de “PU” é aplicada com o auxílio de um rolo, sendo dadas de 3 a 4 demãos (de acordo com o fabricante) e o tempo de cura entre elas deve sempre ser seguido conforme determinação do fabricante (FIBERSALS, 2023).

Britez (2020) afirma que a membrana de “PU” é um sistema que dispensa a proteção mecânica e pode ser o acabamento final. Da mesma maneira, ele indica que o sistema é composto de várias camadas, desde o *primer*, passando por uma camada com tela estruturante (normalmente de poliéster) e finalizando com a própria membrana (esta pode ter uma camada antiderrapante sobre ela).

A principal desvantagem da utilização da membrana de poliuretano é o fato que, por ser um produto relativamente novo no mercado, há pouca mão de obra especializada para execução do serviço ficando, assim, mais sujeito a falhas de aplicação (FIBERSALS, 2023).

2.2. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM PISCINAS

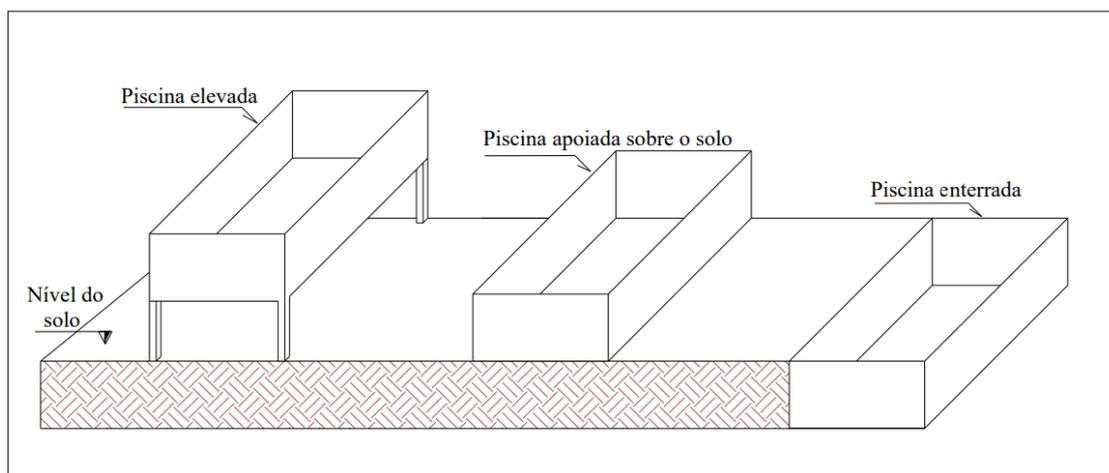
As piscinas tiveram sua primeira aparição na cidade de Mohenjo-daro (no atual Paquistão), entre os anos de 2.600 a.C. e 2.500 a.C., através da construção dos monumentos de grandes estabelecimentos de banho público realizados pelo povo, onde a água era usada para fins religiosos como purificar e renovar o bem-estar dos banhistas (PEREIRA, 1991).

As piscinas são muito similares aos reservatórios, sendo diferenciados apenas pelas suas utilidades. Enquanto os reservatórios são utilizados para armazenamento, tratamento ou distribuição de água, as piscinas estão fadadas a servir ao uso humano. O fato em comum entre um e outro é de que suas estruturas resistem a pressão hidrostática da água e devem possuir 100% de estanqueidade contra a passagem da mesma. Portanto, todas as piscinas devem ser projetadas e executadas a fim de sustentar a pressão estática e dinâmica da água em suas situações extremas, com capacidade máxima de água e de usuários (CARVALHO, 2002).

Ribeiro (2021), indica que, a fim de realizar a definição adequada do tipo de impermeabilização para piscinas, é de extrema importância realizar a correta verificação de quais ações atuam sobre a estrutura, conforme a posição da mesma ao solo. Com basenas três posições em que piscinas podem ficar em relação ao solo, pode-se entender qual o sistema de impermeabilização é mais

adequado para cada uma. Segundo Vasconcellos (1998 apud FLORES, 2016, p.17), as estruturas de piscinas podem ser classificadas como enterradas (toda sua altura abaixo do nível do terreno), apoiadas (base ao nível do solo) ou elevadas (sobre pilares, estruturas e edifícios), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Classificação Estrutural de Piscinas



Fonte: Flores (2016).

2.2.1. Piscinas enterradas

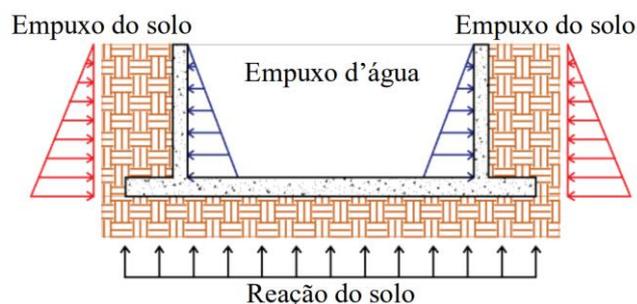
Conforme citado anteriormente, as piscinas enterradas são piscinas construídas abaixo do nível do solo, sendo ela parcial ou completamente subterrânea. Geralmente são construídas em materiais duráveis, principalmente o concreto. Seu processo construtivo se dá através da escavação do solo seguida da construção de sua estrutura dentro do próprio buraco escavado.

O fato importante de ser analisado nas piscinas enterradas, são as suas cargas atuantes:

- a) peso próprio da estrutura;
- b) empuxo da água;
- c) reação do solo;
- d) empuxo do solo;
- e) subpressão da água (quando há presença de lençóis freáticos).

Desta forma, as piscinas enterradas estão sujeitas à carregamentos simultâneos, conforme Figura 2.

Figura 2 - Carregamentos em piscinas enterradas



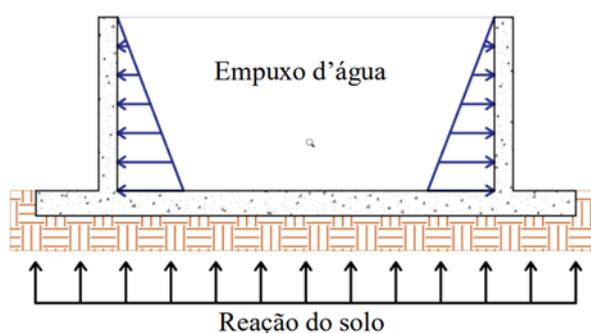
Fonte: Ribeiro (2021).

Segundo Neves (2020), todas as piscinas estão sujeitas a movimentações de suas estruturas e, logo, devem ser impermeabilizadas com sistemas flexíveis. Porém, quando a piscina enterrada está construída em um terreno que conta com lençol freático, a pressão negativa causada por essa presença faz com que a impermeabilização com sistemas flexíveis seja inadequada, uma vez que esta pressão fará com que a impermeabilização se solte da estrutura, criando bolsas d'água por trás do impermeabilizante (BAUER, 2010).

2.2.2. Piscinas apoiadas e suspensas

No caso de piscinas apoiadas no solo, há a presença de três carregamentos. Além do peso próprio da estrutura, há a presença do empuxo da água e também da reação do solo, conforme Figura 3.

Figura 3 - Carregamentos em piscinas apoiadas



Fonte: Ribeiro (2021).

As piscinas suspensas são estruturas semelhantes aos reservatórios suspensos, e devem ter uma estrutura dimensionada afim de sustentar os carregamentos sofridos por ela. Neste tipo de piscinas, as cargas atuantes são apenas duas: peso próprio da estrutura e o empuxo da água.

Também, em alguns casos, deve-se considerar as cargas provenientes das ações do vento (VASCONCELLOS, 1998).

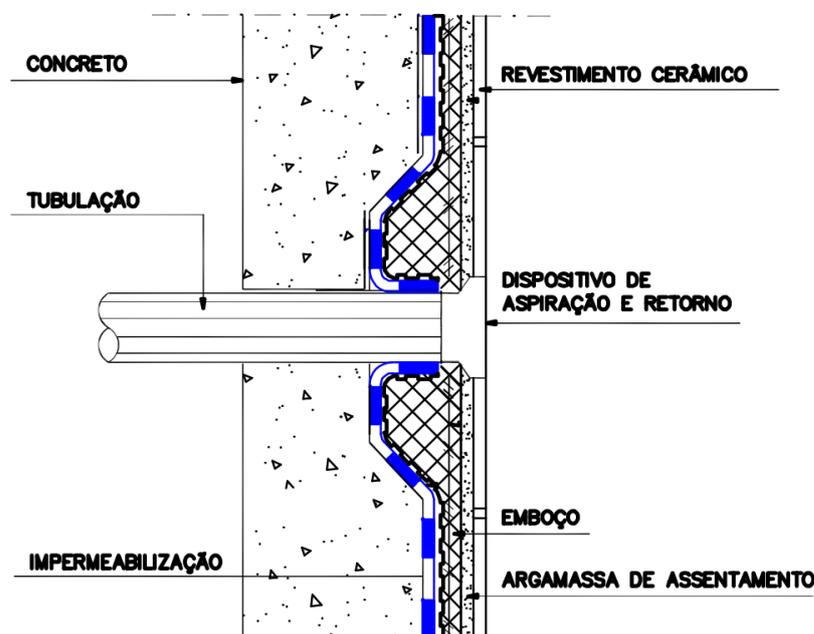
Conforme citado por Neves (2020) anteriormente, todas as piscinas estão sujeitas a movimentações e devem ser impermeabilizadas com sistemas flexíveis, principalmente as piscinas apoiadas e suspensas, uma vez que ambas não estão submetidas a esforços provenientes de pressões negativas.

2.2.3. Impermeabilização de pontos emergentes

A qualidade da água em piscinas deve possuir alguns requisitos de qualidade, sejam eles biológicos, químicos físicos e físico-químicos, conforme informa a NBR 10818: Qualidade da água de piscina — Procedimento (ABNT, 2016, p.1). Para isso, as piscinas contam com sistemas de motores para filtração, aspiração e limpeza em geral da água de seu interior. Estas ações são feitas através de tubulações que fazem a entrada e saída de água da piscina e necessitam de um cuidado especial quanto à impermeabilização (ROLIM, 2016). Ainda, de acordo com Britez (2020), a maioria das manifestações patológicas em piscinas ocorre na posição das tubulações emergentes nas paredes e pisos de piscinas e é, desta forma, de extrema importância que se dê a atenção necessária a estes pontos.

As emendas entre tubulações de PVC e o concreto ou a argamassa devem criar um vínculo entre as mesmas em razão da superfície do PVC ser muito lisa e pouco aderente. A maneira correta de se executar a impermeabilização nestes pontos se inicia na própria concretagem (ou regularização) da piscina. As regiões em que há presença das tubulações emergentes devem ser concretadas (ou regularizadas) com uma pequena declividade (Figura 4) a fim de que fique uma maior área da tubulação exposta para fora do concreto e, conseqüentemente, uma maior área de sua superfície podendo receber o material impermeabilizante (ROLIM, 2016).

Figura 4 - Detalhe de impermeabilização de ponto emergente



Fonte: Adaptado de Melnick (2023).

2.3. PAREDES ESTRUTURAIS DE VIDRO EM PISCINAS

As piscinas com paredes de vidro, popularmente conhecidas como “bordas infinitas”, tem se tornado cada vez mais presente nos designs arquitetônicos atuais e, com isso, no mercado urge a necessidade de profissionais qualificados que tenham respaldo técnico para projetar e executar tal sistema de vedação (PKO DO BRASIL, 2021).

2.3.1. Dimensionamento Estrutural

A NBR 7199: Vidros na construção civil — Projeto, execução e aplicações (ABNT, 2016, p. 26) define que para utilização em visores de piscinas e aquários deve ser utilizado o vidro laminado de segurança. O vidro laminado é definido pela NBR 14697: Vidro laminado (ABNT 2023, p. 3) como: “conjunto composto por duas ou mais chapas de vidro unidas por uma ou mais camadas intermediárias”. Desta forma, a mesma NBR 14697 (ABNT 2023, p. 3) também possui a seguinte definição para o vidro laminado de segurança: “vidro laminado que, em caso de quebra, a camada intermediária retém os fragmentos de vidro, limita o tamanho da abertura e reduz o risco de ferimentos”. Portanto, a norma brasileira exige que os vidros laminados utilizados em paredes estruturais de vidro possuam uma segurança maior que vidros laminados

comuns, trazendo assim, mais conforto ao usuário, ao projetista e o instalador do vidro. Na maioria das ocorrências, são utilizados vidros multilaminados, semelhantes aos vidros blindados, podendo chegar a pesar até 150kg/m² (PKO DO BRASIL, 2021).

Diversos fatores são levados em conta no dimensionamento da espessura necessária para um vidro que servirá como parede estrutural de uma piscina. Deve-se lembrar que esta parede estará sujeita a pressão positiva do empuxo da água (além de seu peso próprio) e que a mesma deve ser dimensionada para casos extremos de lotação máxima da piscina em questão. Condições como dimensões do vão a ser preenchido pelo vidro, forma de fixação e altura da lâmina da água são as principais informações necessárias para o correto cálculo de espessura do vidro. (VIDRO IMPRESSO, 2021).

A revista Vidro Impresso (2021) afirma que:

O primeiro passo para não errar na hora de fazer o cálculo da espessura, é estar atento às normas e proceder de acordo com a NBR 7199 - Projeto, execução e aplicação de vidro na Construção Civil (ABNT, 2016) e NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações (ABNT, 2023).

As principais empresas fabricantes de vidros estruturais utilizados como paredes de piscina indicam a utilização do *software* de Cálculo Cebrace (CEBRACE, 2023), desenvolvido de acordo com as normas brasileiras NBR 7199 (ABNT, 2016) e NBR 6123 (ABNT, 2023) e que segue conjuntamente algumas recomendações da norma francesa da DTU – 39 (CSTB, 2016). O *software* permite realizar o cálculo de espessura de vidros de fachadas, coberturas, visores de piscina, aquários e pisos de vidro. Porém, como trata-se de um *software* que leva em considerações as informações inseridas pelo técnico, a Cebrace não se responsabiliza erros ou imprecisões nas informações fornecidas pelo usuário (PKO DO BRASIL, 2021).

A utilização do *software* não é complexa, e a seguir está uma breve explicação da correta utilização do mesmo.

- 1º Passo – Escolher a utilização do vidro que pretende dimensionar: Visores de Piscina e Aquário (Figura 5).

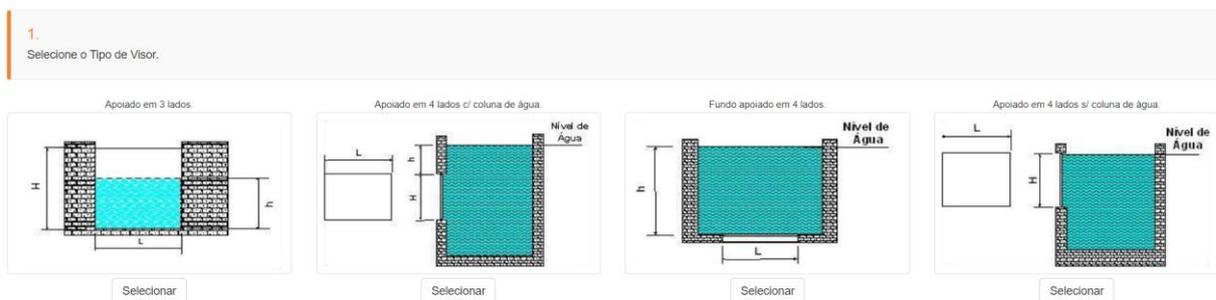
Figura 5 - Painel de seleção da utilização do vidro a ser dimensionado no *software* Cebrace



Fonte: Cebrace (2023).

- 2º Passo – Selecionar o tipo de visor (Figura 6), podendo ser:
 - apoiado em três lados;
 - apoiado em quatro lados com coluna d'água;
 - fundo apoiado em quatro lados;
 - apoiado em quatro lados sem coluna d'água.

Figura 6 - Painel de seleção do tipo de visor do vidro a ser dimensionado no *software* Cebrace



Fonte: Cebrace (2023).

- 3º Passo – Inserir os dados de dimensão do vidro (as informações necessárias podem variar de acordo com o tipo de visor escolhido, Figura 7).

Figura 7- Painel de preenchimento das dimensões do vão do vidro a ser dimensionado no *software* Cebrace

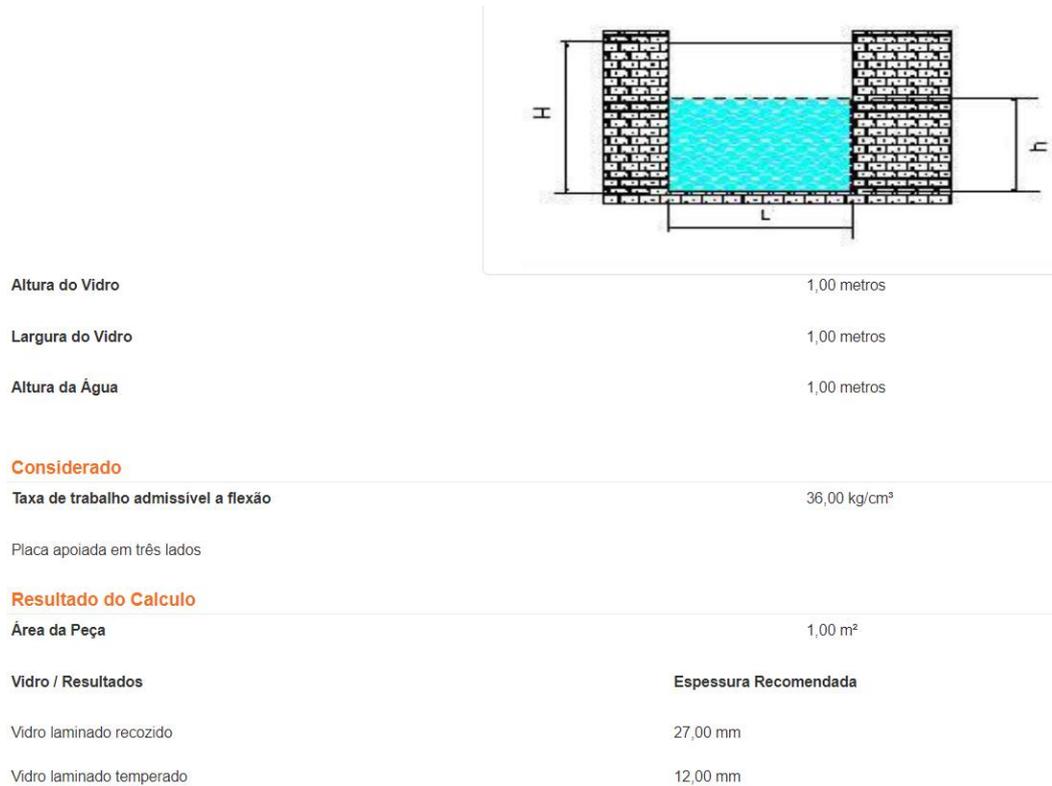
The image shows a form titled '2. Você selecionou **Apoiado em 3 lados**., Preencha os respectivos campos abaixo.' with three input fields:

- Altura (H)
- Largura (L) em metros
- Altura Água (h) em metros

Fonte: Cebrace (2023).

- 4º Passo – Preencher os dados do usuário e colheita dos resultados. Neste exemplo, foi definido um vão de 1,00m x 1,00m com altura de água de 1,00m para fins de exemplificação dos resultados obtidos (Figura 8) resumidos na Tabela 01.

Figura 8- Painel de resultados de dimensionamento de vidro dimensionado através do *software* Cebrace



Fonte: Cebrace (2023).

Tabela 1 - Resumos dos resultados obtidos no *software*

Dados de entrada	
Altura do Vidro (m)	1,00
Largura do Vidro (m)	1,00
Atura da Água (m)	1,00
Considerações	
Taxa de trabalho admissível a flexão	36,00 kg/cm ²
Visor	Apoiado em três lados
Resultados	
Vidro	Espessura recomendada
Laminado Recozido	27,00 mm
Laminado Temperado	12,00 mm

Fonte: Autor (2023).

2.3.2. Vedação

Conforme citado anteriormente, manter uma estrutura vedada e impermeabilizada é uma característica imprescindível para qualquer situação, ainda mais quando envolve piscinas. Com base nisso, o mercado da construção civil demanda empresas especializadas que prestem serviços de instalação de vidros estruturais em piscinas e que garantam uma correta vedação na interface entre a estrutura da piscina e os caixilhos que darão sustentação e fixação ao vidro. Por isso, a PKO do Brasil (2021,n.p.) afirma:

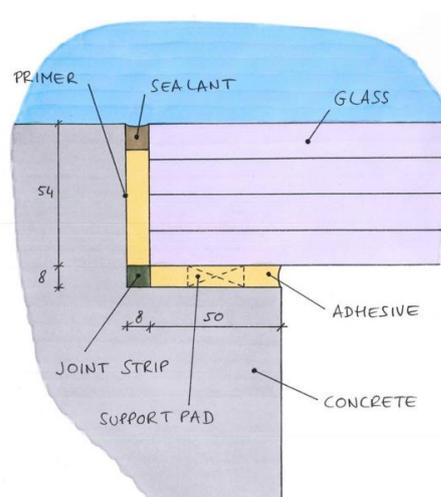
Construídas com uma tecnologia próxima das convencionais, com concreto, alvenaria, impermeabilização e sistema de drenagem, as piscinas com vidro envolvem uma engenharia mais sofisticada para garantir que não haverá vazamentos através do vidro e que este não sofrerá quebras. Por isso, a necessidade da contratação de uma empresa especializada para dimensionar a estrutura e a espessura correta dos vidros.

No Brasil, atualmente, não há uma norma específica que mencione instalação de vidros estruturais em piscinas, tampouco um grande acervo de pesquisas ou artigos no assunto. Pensando nisso, o autor buscou alguns artigos e pesquisas internacionais a fim de auxiliar no entendimento da vedação na interface entre vidro e estrutura da piscina.

Wever *et al.* (2016) descreve um estudo de caso da participação no projeto de uma piscina na cobertura de um edifício em Amsterdam (Holanda) com um fundo de vidro e uma parede de extremidade também de vidro, que segue integrada com a fachada da edificação.

É notável que, quanto à vedação, a preocupação fica por conta das juntas entre painéis de vidro e entre vidro e a estrutura da piscina. De acordo com Wever *et al.* (2016), toda a junta é um possível ponto de vazamento e, por isso, as aberturas na estrutura de concreto devem ser preenchidas com um painel de vidro apenas, visando minimizar a quantidade de juntas. O ponto de encontro entre o painel de vidro e a estrutura de concreto deve ser preenchida por um silicone estrutural adesivo, e ser revestida por um selante afim de evitar a entrada de água no silicone estrutural, conforme Figura 9.

Figura 9 - Detalhe de junta entre estrutura de concreto e parede de vidro estrutural



Fonte: Wever (2016).

2.4. REVESTIMENTO EM PISCINAS

2.4.1. Revestimento de argamassa

Segundo referenciado previamente, a NBR 9574 (ABNT, 2008) prevê a execução de uma proteção mecânica na aplicação da manta asfáltica. A partir disso, se dá a necessidade de uma camada de revestimento de argamassa posterior à camada de manta asfáltica. Da mesma forma, a camada de proteção mecânica é definida pela NBR 9575 (ABNT, 2010, p.3) como “estrato com a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes por sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra a ação deletéria destes esforços”.

De acordo com Cruz (2003 *apud* RIGHI, 2009, p.54), a proteção mecânica pode ser dividida em quatro grupos:

- a) Sistemas de impermeabilização que não necessitam de proteção mecânica, pois são materiais que possuem o acabamento superficial incorporado na fabricação.
- b) Proteção mecânica intermediária, que serve como camada de distribuição dos esforços e amortecimento das cargas na camada impermeabilizante. A sua execução deve ter uma espessura mínima de 1cm.
- c) Proteção mecânica final, utilizada para solicitações leves e normais. Estas proteções devem ser dimensionadas afim de suportar e distribuir os carregamentos normais sobre a camada impermeabilizante. Sua espessura mínima é de 3cm.

d) Proteção mecânica em superfície vertical, que tem como função a proteção da camada impermeabilizante de impactos, intemperismo e abrasão. Esta camada atua como camada intermediária para uma execução posterior de uma camada de revestimentos de acabamento. Em impermeabilizações flexíveis, estas camadas de proteção mecânica devem sempre ser armadas com telas metálicas fixadas de forma a não comprometer a camada impermeabilizante.

É importante salientar que a execução de impermeabilização flexível apresenta melhor desempenho com o uso de uma camada separadora. Camada essa que tem como função evitar que as tensões atuantes nas camadas de proteção mecânica, originadas por variações térmicas ou carregamentos, transmitam-se para a camada impermeabilizante. Com isso, impede-se que a movimentação da camada impermeabilizante cause patologias na proteção mecânica, devido a sua contínua expansão e retração (SOARES, 2014).

Um detalhe significativo a ser mencionado é a necessidade de execução de juntas de movimentação no revestimento de argamassa e que devem ser seguidas no posterior revestimento cerâmico. Camargo (2017) indica que, em piscinas, deve se executar juntas de movimentação de 1cm de largura nas seguintes condições:

- a) piscinas de até 12m não tem necessidade da presença de juntas;
- b) piscinas entre 12m e 20m deve-se executar uma junta no centro da mesma;
- c) piscinas de mais de 20m devem ter, no mínimo, três juntas de movimentação;
- d) deverá ter uma junta em toda espessura da camada do encontro entre piso e paredes (juntas de dessolidarização);
- e) deve-se executar, sempre, uma junta abaixo da borda acabada, percorrendo todo o perímetro da piscina.

2.4.2. Revestimento cerâmico

Conforme a NBR ISO 13006: Placas cerâmicas — Definições, classificação, características e marcação. (ABNT, 2020, p. 2) placas cerâmicas são placas finas compostas de argilas e/ou outras matérias-primas e são geralmente usadas como revestimento de pisos e paredes.

De acordo com a análise de Campante e Baia (2003), a estrutura dos revestimentos cerâmicos é concebida como um sistema que se desdobra em sucessivas camadas, constituindo um

conjunto que deve manifestar um comportamento monolítico, aderindo de maneira coesa ao substrato (emboço), que, por sua vez, adere à base (alvenaria ou concreto armado).

Esse sistema é composto por elementos específicos, a saber:

- a camada de fixação, que consiste em argamassa colante;
- as placas cerâmicas, representando a camada de cerâmica;
- as juntas, espaços entre as placas cerâmicas, preenchidos pelo rejunte nas juntas de assentamento ou pelo selante.

A compreensão fundamental reside na ideia de que essas camadas devem atuar de maneira integrada, formando uma corrente coesa. Qualquer elo fraco dentro dessa composição pode comprometer a solidez e o desempenho global do conjunto.

2.4.2.1. Juntas no revestimento

Tal qual acontece no revestimento de argamassa, o revestimento cerâmico deve possuir juntas de movimentação e de dessolidarização, seguindo as juntas já executadas nesta etapa prévia. Além das juntas de movimentação, o revestimento cerâmico possui as juntas de assentamento, localizadas entre as peças cerâmicas assentadas sobre a superfície.

Segunda Oliveira (2009), as juntas de assentamento e de movimentação devem permitir a absorção de deformações e a má execução delas pode estimular a presença de outras manifestações patológicas. As juntas de assentamento devem ser preenchidas pelo material denominado rejunte e sua principal função é cobrir o espaço entre as peças cerâmicas, protegendo-as da umidade e absorvendo as pequenas deformações ocorrentes. Há uma série de rejuntas disponíveis no mercado, entretanto, para a utilização em revestimentos de piscina, deve se fazer a escolha com extrema cautela, tendo como prioridade a escolha de materiais pouco porosos e com resistência elevada à produtos químicos, assim como variações de temperatura e de alcalinidade (pH) (ELIANE, 2022)

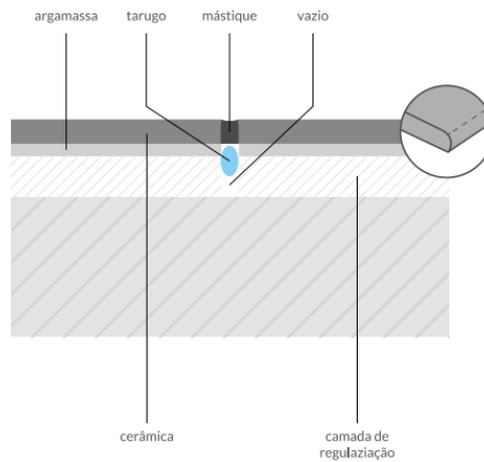
As juntas de movimentação e de dessolidarização se diferenciam das juntas de assentamento, pois possuem uma espessura maior (1cm) e tem como principal função dividir o sistema em blocos para absorver as maiores deformações (MENEZES, 2023).

Para garantir a vedação de tais juntas, é normalmente utilizado um limitador de profundidade (o mais utilizado é um tarugo de tarucel) que é posteriormente coberto por um selante de

poliuretano, também chamado de mastique. Este deve ser especificado em projeto e seguir um plano de manutenções para evitar degradações futuras (ELIANE, 2022)

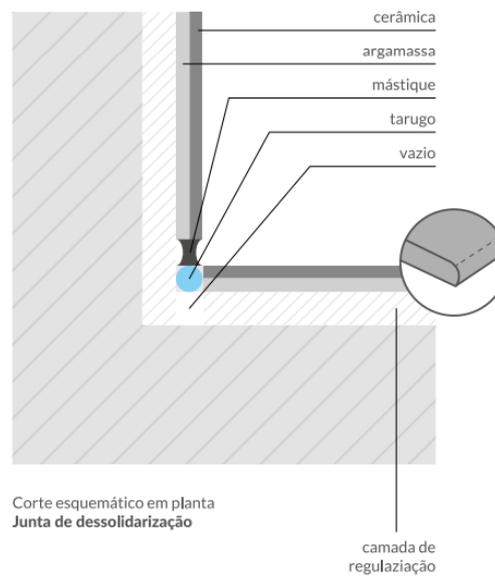
As Figuras 10 e 11 demonstram a correta execução das juntas de movimentação e de dessolidarização.

Figura 10 - Execução de junta de movimentação



Fonte: Eliane (2022).

Figura 11 - Execução de junta de dessolidarização



Fonte: Eliane (2022).

2.4.2.2. Assentamento das peças

O assentamento das peças cerâmicas deve ocorrer através da utilização de uma argamassa colante. É de extrema importância que se tome cuidado ao especificar a argamassa colante que será usada para o assentamento de peças em piscinas, uma vez que a escolha do material e a má execução podem acarretar a formação de manifestações patológicas (ELIANE, 2022).

A NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 1: Requisitos (ABNT, 2012, p.1) define a argamassa colante industrializada como: “produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento” e, além disso, evidencia os tipos e designações das argamassas colantes, conforme lista a seguir.

- a) Argamassa colante industrializada tipo I – AC I: Possui características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas, utilizada para assentamento de revestimentos internos.
- b) Argamassa colante industrializada tipo II – AC II: Possui características de adesividade que permitem absorver esforços provenientes de variações termo-higrométricas e do vento, utilizada para assentamento de revestimentos internos e externos.
- c) Argamassa colante industrializada tipo III – AC III: É o tipo mais utilizado, possui a maior aderência se comparada com as argamassas colante tipo I e II. Utilizada para assentamento de revestimentos de fachada, piscinas de água fria e quente e também para peças cerâmicas de grande dimensão.

Não existe, no Brasil, uma norma específica que se refira à assentamento de revestimentos cerâmicos em qualquer tipo de piscinas, contudo, a execução não foge do convencional e será descrita a seguir conforme o Manual de Especificação e Aplicação de Revestimentos Cerâmicos em Piscinas (ELIANE, 2022).

Primeiramente, deve ser feita a preparação da argamassa colante através da mistura da mesma, em um ambiente limpo, com a quantidade de água indicada pelo fabricante da argamassa colante até que seja obtida uma consistência firme e sem grumos. A argamassa deve, então, descansar durante o tempo especificado pelo fabricante.

A próxima etapa é a aplicação da argamassa colante com a utilização de uma desempenadeira dentada. Deve se aplicar uma camada de 3mm a 4mm com a parte lisa da desempenadeira e,

em seguida, utilizar o lado dentado para formar cordões de argamassa, em um ângulo de aproximadamente 60°. A NBR 13753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento (ABNT, 1996) indica que para revestimentos com placas de área maior que 900cm² é obrigatório a execução de dupla colagem na colagem do revestimento. Para isso, basta repetir o mesmo procedimento no tardo das placas cerâmicas.

Para a colagem das peças, deve se posicionar as mesmas na base de modo que os cordões de argamassa colante fiquem em sentido paralelo, fazendo-a deslizar aproximadamente 2cm sobre os cordões. As peças devem ser pressionadas com a mão e sofrer batidas com um martelo de borracha, a fim de esmagar os cordões e garantir melhor aderência.

De tempo em tempo, devem ser retiradas algumas peças para verificar a aderência da argamassa colante. Ao ser retirada, o verso da peça deve estar com preenchimento mínimo de 90% de sua área com argamassa colante, a fim de verificar uma boa aderência, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Verificação de aderência da argamassa colante em peças cerâmicas



Fonte: Eliane (2022).

2.4.2.3. Manifestações patológicas

O revestimento cerâmico tem a função de dar acabamento à superfície em que é executado e sua principal manifestação patológica que deve ser evitada é o deslocamento das peças cerâmicas. O deslocamento cerâmico é uma manifestação patológica preocupante visto que atinge a segurança dos usuários, uma vez que há diversos acidentes que possam resultar das peças soltas dentro da piscina, além de ter um alto custo para seu reparo (MENEZES, 2023).

A ocorrência do deslocamento se dá na perda de aderência do revestimento cerâmico em relação ao substrato ou a argamassa colante. De acordo com a empresa Quartzolit (2022) as principais causas desta falta de aderência em piscinas são:

- a) presença de umidade;
- b) movimentações estruturais;
- c) movimentações térmicas;
- d) utilização de materiais impróprios;
- e) erros de projeto;
- f) erros de execução.

Além do deslocamento, outra manifestação patológica muito comum em revestimentos cerâmicos é a eflorescência. Esta manifestação se dá através da formação de um pó branco na superfície dos revestimentos, pó este, que é nada mais do que depósitos cristalinos de cor esbranquiçada que surgem na superfície do revestimento através de reações químicas quando o substrato entra em contato com a água (NEVES, 2019).

Tecnicamente falando, a causa desta deposição é a presença da cal livre, que ocorre em todo o material que possui cimento. Isso se dá, pois, o cimento possui hidróxidos de cálcio e hidróxidos de magnésio em sua composição e, ao reagirem com o gás carbônico presente no ar, transformam-se na cal livre (carbonatação) (NEVES, 2019).

Por último, Neves (2019) afirma que a melhor maneira para se evitar a presença da eflorescência é evitar a passagem de água para a superfície que está suscetível à ocorrência da carbonatação e, a melhor maneira de se atingir tal objetivo, é impermeabilizar tais superfícies.

3. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo está detalhado o estudo de caso da recuperação de quatro piscinas apoiadas, executas em estrutura de concreto armado com paredes estruturais de vidro localizadas em um terreno na Praia do Rosa – Imbituba, Santa Catarina, Brasil.

As piscinas foram executas em uma casa de alto padrão na Praia do Rosa, com o intuito de fazer a alteração do uso da edificação de uma casa residencial para uma pousada de hospedagens. Com isso, a fim de ter as piscinas prontas para a alta temporada, as obras de construção das mesmas tiveram início em julho de 2022 e foram entregues em dezembro daquele mesmo ano.

Contudo, ao longo dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro foram constatados diversos vazamentos na estrutura das piscinas, causando muitos incômodos para o proprietário da edificação e para os clientes que estavam se hospedando na pousada. Além dos vazamentos, foram verificadas algumas manifestações patológicas no revestimento e nas paredes estruturais de vidro, acarretando uma desconfiança ainda maior do proprietário quanto ao produto entregue pelos seus contratados e, portanto, sua busca por uma solução junto aos mesmos.

Após diversas tentativas de correções paliativas dos vazamentos encontrados, a equipe responsável pela construção e entrega das piscinas foi desligada das funções pelo proprietário, uma vez que este não tinha confiança de que estes profissionais seriam capazes de solucionar os diversos pontos de vazamento e manifestações patológicas encontradas nas quatro piscinas entregues.

Por fim, o proprietário contratou profissionais especialistas na impermeabilização de piscinas com paredes estruturais de vidro, uma empresa que atua no mercado da construção civil do estado de Santa Catarina há mais de 25 anos.

Após a análise dos engenheiros da nova empresa contratada, foi decidido pela recuperação das quatro piscinas através da retirada das paredes estruturais de vidro e todo o revestimento das mesmas, assim deixando apenas as estruturas de concreto armado das piscinas expostas.

Portanto, a análise feita neste trabalho se dá início a partir do processo de decisão de recuperação das piscinas, trazendo registros das manifestações patológicas encontradas, pontos de infiltração e de falha das paredes estruturais de vidro. Assim como as soluções propostas pela nova empresa contratada e as decisões tomadas pelos engenheiros e pelo proprietário. Por

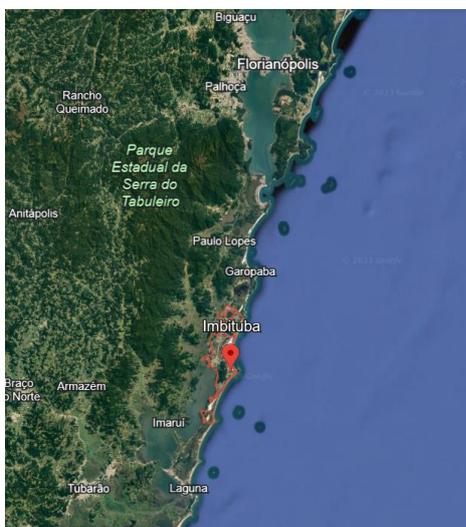
fim, foi feita uma análise crítica dos acontecimentos e indicações de melhorias que poderiam ter sido tomadas ao longo do processo, de modo a antever os problemas ocorridos.

A decisão da não verificação da estrutura original de concreto armado das piscinas veio da empresa especializada contratada, apesar de que esta estrutura sofreu agressões pelas falhas no sistema de impermeabilização, na opinião do autor. Como o estudo de caso visa acompanhar como ocorreu a recuperação da obra, a análise da estrutura de concreto armado não será objeto de estudo deste trabalho.

3.1. OBJETO AVALIADO

Conforme mencionado, as obras de recuperação das piscinas estão localizadas em um terreno à beira-mar na Praia do Rosa, município de Imbituba, Santa Catarina. O município de Imbituba fica localizado há cerca de 97km da capital Florianópolis, ele conta com diversas praias em sua extensão (Figura 13).

Figura 13 - Localização município de Imbituba - SC.



Fonte: Google Earth (2023).

A casa está localizada no cume de um dos morros da Praia do Rosa, há cerca de 400m do mar, com vista panorâmica de toda a praia (Figura 14).

Figura 14 - Localização das obras e distância até o mar



Fonte: Google Earth (2023).

Por estar localizada no cume do morro, o terreno acaba tendo uma topografia bem variável, sendo inclinado na posição em que as piscinas seriam construídas (Figura 15), com isso, foi realizado o nivelamento do terreno previamente à construção das piscinas.

Figura 15 - Localização da construção das piscinas apoiadas



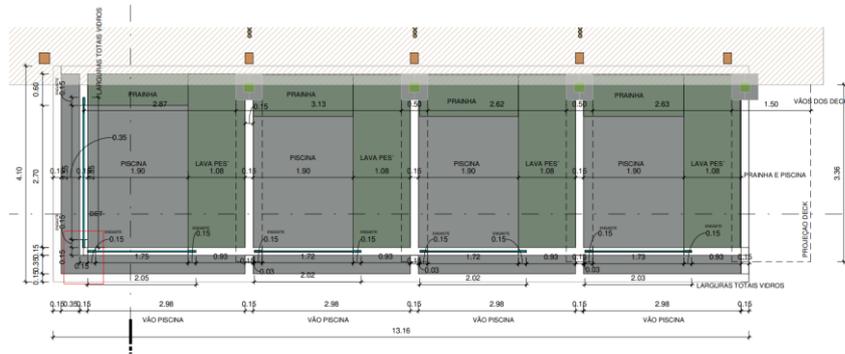
Fonte: Autor (2021).

Foram então projetadas quatro piscinas na edificação para uso dos hóspedes da pousada, onde cada uma das piscinas corresponde a um quarto privativo. O projeto contempla uma piscina de canto com duas paredes estruturais de vidro, prainha e lava pés e, ao lado, três piscinas iguais

com uma parede estrutural de vidro, prainha e lava pés cada uma. O projeto foi realizado por um escritório de arquitetura.

A Figura 16 ilustra a planta baixa das quatro piscinas.

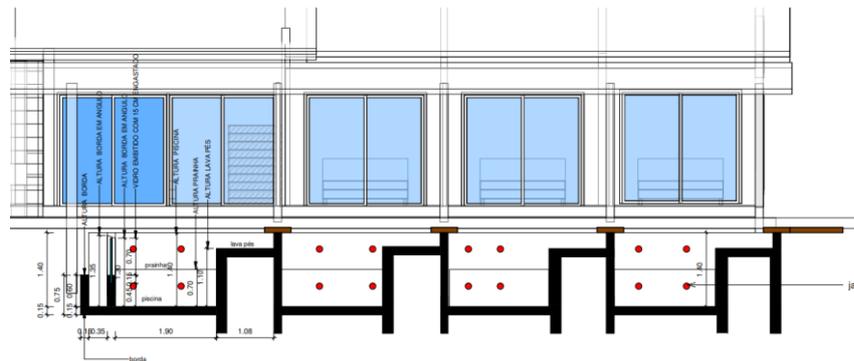
Figura 16 - Planta baixa das piscinas



Fonte: Escritório de arquitetura (2022).

A Figura 17 contempla a vista de corte frontal das quatro piscinas avaliadas.

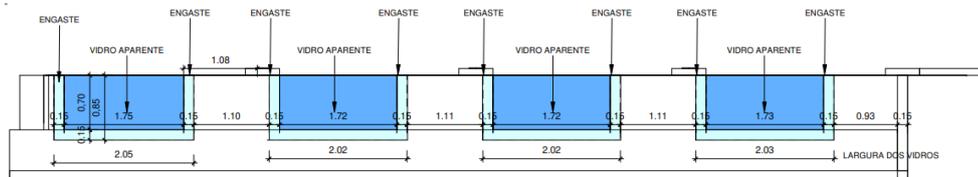
Figura 17 – Vista corte frontal das piscinas



Fonte: Escritório de arquitetura (2022).

A Figura 18 busca detalhar quatro das cinco paredes estruturais de vidro instaladas nas piscinas.

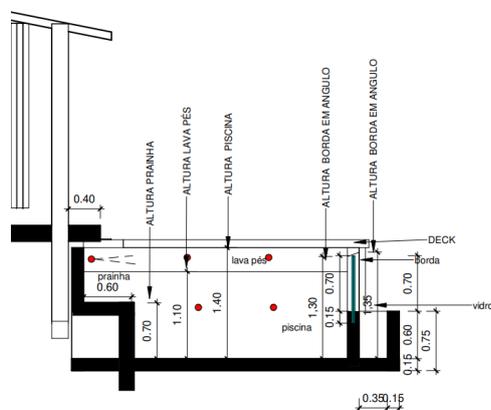
Figura 18 - Vista frontal das paredes estruturais de vidro



Fonte: Escritório de arquitetura (2022).

Por último, a Figura 19 demonstra a vista de corte lateral de uma das piscinas.

Figura 19 - Vista corte lateral de uma das piscinas



Fonte: Escritório de Arquitetura (2022).

3.2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, que se propõe a fazer a avaliação do ocorrido após a entrega das obras de construção das piscinas, das decisões tomadas pelos engenheiros contratados para a recuperação das piscinas e da execução das equipes responsáveis por tal recuperação, foram utilizadas três meios: registros feitos pela arquiteta responsável pelas obras de recuperação, memorial descritivo e projetos da empresa responsável pela execução da impermeabilização e do fornecimento e instalação das paredes estruturais de vidro e, por fim, imagens e acompanhamento do autor e de terceiros da execução das obras de recuperação das piscinas. A listagem a seguir esclarece as etapas da realização do trabalho.

1. Elucidação dos registros e manifestações patológicas: os registros feitos pela empresa executante das obras descrevem a situação em que se encontravam as piscinas no momento em que foi constatada a necessidade pela recuperação das mesmas de forma íntegra, excluindo soluções paliativas que vinham sendo feitas, sem resultado.
2. Exposição do memorial descritivo: o memorial descritivo entregue pela empresa especializada no mercado de impermeabilização é importante para avaliação do processo construtivo executado. Foi o memorial que serviu como guia para a execução da recuperação, pois neste há indicação das técnicas construtivas e os materiais que deveriam ser usados ao longo das obras.

3. Acompanhamento da obra: através do acompanhamento do autor em visitas esporádicas e imagens registradas por terceiros foi possível realizar a análise da execução das obras de recuperação em si.
4. Análise da execução da obra e cumprimento das diretrizes: análise crítica do autor descrevendo os fatos transcorridos nos passos anteriores e verificando se as técnicas e materiais empregados estavam de acordo com o memorial e possíveis melhorias durante o processo da obra.

3.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS INICIAIS

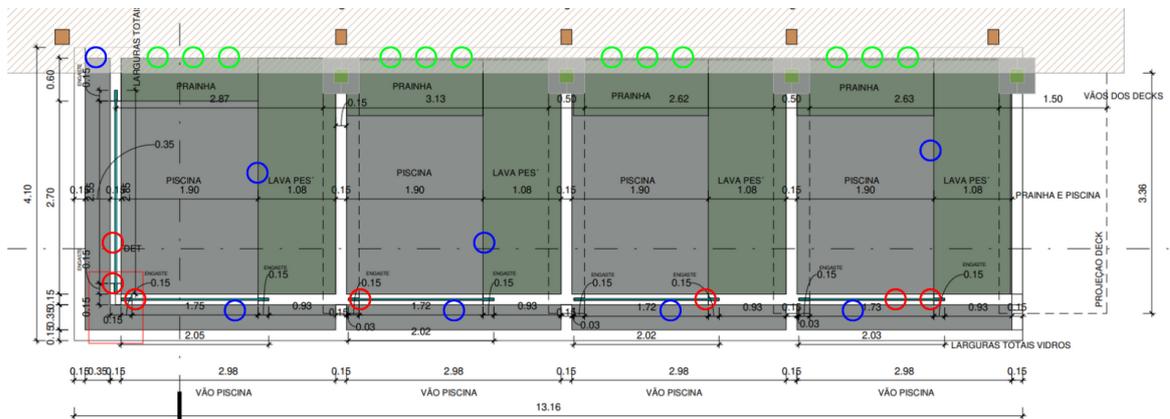
Neste capítulo estão abordadas as condições em que as piscinas se encontravam quando foi tomada a decisão pela recuperação das mesmas. Assim como estão apresentadas as manifestações patológicas encontradas quando as piscinas estavam em tais condições e, também, à medida que o início das recuperações se dera.

3.3.1. Vazamentos

Inicialmente, as primeiras contestações do cliente começaram com a percepção de que as piscinas estavam diminuindo seus níveis de água ao longo do dia e das noites, constatando vazamentos em alguns pontos. Foram identificados vazamentos na base das piscinas no encontro entre piso e parede, na interface entre paredes de concreto armado e paredes estruturais de vidro e também junto aos pontos emergentes de entradas de tubulações hidráulicas.

A Figura 20 busca ilustrar todos os pontos de vazamentos identificados pela empresa responsável pela execução da recuperação das piscinas.

Figura 20 - Mapeamento dos pontos de infiltração

**LEGENDA**

- Vazamentos nas paredes
- Vazamentos nos pontos de tubulações emergentes
- Vazamentos junto às paredes estruturais de vidro

Fonte: Autor (2023).

Portanto, foram identificados diversos pontos de vazamento que foram separados em três categorias:

- a) vazamentos nas paredes: pontos em que a água está escoando através das paredes revestidas com revestimento cerâmico;
- b) vazamentos nos pontos de tubulações emergentes: pontos em que o vazamento ocorre através da interface das tubulações emergentes com a estrutura de concreto armado;
- c) vazamentos junto às paredes estruturais de vidro: pontos onde a água está vertendo junto à interface das paredes estruturais de vidro e da estrutura de concreto armado.

Figura 21- Ponto de vazamento junto à tubulação emergente



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Ao início da retirada do revestimento cerâmico foi presumível apurar que o sistema de impermeabilização executado foi a membrana de poliuretano (não foi possível fazer a constatação exata do material utilizado e, tampouco, foi possível o contato com a empresa executante do serviço para esclarecimento). Com isso, é possível afirmar que os vazamentos tiveram ocorrência por duas razões:

- a) escolha incorreta do material impermeabilizante: em concordância com o que foi relatado na revisão bibliográfica do trabalho, a membrana de poliuretano, mesmo sendo um sistema de impermeabilização flexível, é um sistema relativamente novo e ainda há muita dificuldade em encontrar mão de obra capaz de realizar sua correta aplicação.
- b) erros na aplicação do material impermeabilizantes: foram encontrados diversos pontos de falhas na aplicação do material, principalmente em pontos críticos como os encontros entre piso e parede. Além disso, é provável que a superfície não tenha passado por uma preparação adequada para aplicação, a falta de aderência do material foi notada à medida que as peças cerâmicas foram sendo retiradas. Também há relatos do cliente de que os tempos de cura do material não foram respeitados pelos profissionais aplicadores.

Figura 22 - Vazamentos junto à parede estrutural de vidro



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

3.3.2. Demais manifestações patológicas

Conforme citado previamente, além dos vazamentos, também foram detectadas outras manifestações patológicas nas piscinas entregues em dezembro de 2022, citadas a seguir.

3.3.2.1. No revestimento cerâmico

À medida que as piscinas foram sendo utilizadas pelo cliente e seus hóspedes, elas foram apresentando, também, duas principais manifestações patológicas em seu revestimento cerâmico, detalhadas a seguir.

- a) Desplacamento cerâmico: primeiramente algumas peças acabaram por deslocar durante o uso das piscinas, causando um extremo desconforto ao cliente. A Figura 23 ilustra uma das peças que deslocou e, através da imagem, é possível verificar o erro na execução da colagem das peças, uma vez que a peça não está completamente preenchida

pela argamassa colante e que não foi identificado a utilização da desempenadeira dentada, conforme demanda a NBR 13753 (ABNT, 1996).

Figura 23 - Peça cerâmica deslocada



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

- b) Eflorescências: diversas paredes das piscinas apresentavam a presença da eflorescência em suas superfícies, principalmente nas paredes externas das piscinas. A Figura 24 ilustra uma dessas paredes. A causa pela qual as eflorescências ocorreram foi a falta de aplicação de material impermeabilizante nas paredes externas da piscina, permitindo que o revestimento de argamassa executado anteriormente ao revestimento cerâmico ficasse em contato com a água e, por consequência, possibilitasse a carbonatação do cimento presente na argamassa.

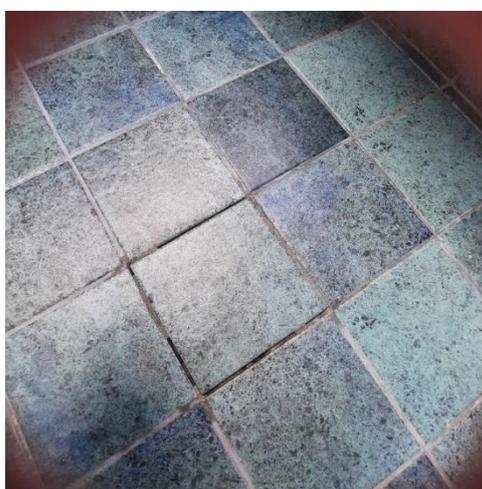
Figura 24 – Eflorescências na parede de uma das piscinas avaliadas



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

- c) Falha de rejuntamento: Mesmo que em menor quantidade se comparadas às outras manifestações patológicas, foram encontrados alguns pontos com falha de rejuntamento, conforme a Figura 25.

Figura 25 - Falha de rejuntamento



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Abaixo seguem algumas imagens de erros construtivos encontrados no momento da retirada das peças cerâmicas:

As Figuras 26 e 27 referem-se à má execução da colagem das peças cerâmicas, sem o preenchimento total das mesmas pela argamassa colante e sem a utilização da desempenadeira dentada no ato de colagem.

Figura 26 - Peças cerâmicas sem preenchimento de argamassa colante adequado



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Figura 27 - Peças cerâmicas sem preenchimento de argamassa colante adequado



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Na situação ilustrada pela Figura 28, é perceptível o uso exagerado de argamassa colante na colagem do revestimento cerâmico. É possível que este recurso tenha sido utilizado a fim de nivelar a borda da piscina, uma vez que o revestimento de argamassa não foi suficiente para o nivelamento. Esta figura elucida três erros em três etapas diferentes de execução, uma vez que

o desnível foi causado na concretagem da estrutura e não foi corrigido até o momento do revestimento final. Por isso o trabalhador, de maneira errônea, optou por “nivelar” com o aumento da espessura da argamassa colante.

Figura 28 - Grande quantidade de argamassa colante utilizada



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Assim como demonstrado anteriormente na Figura 24, a Figura 29 demonstra mais pontos de eflorescência ocorrendo nas paredes externas, desta vez na calha de captação da borda infinita de uma das piscinas:

Figura 29 - Presença de eflorescências nas paredes externas



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

A Figura 30 possui a representação de duas das manifestações patológicas encontradas, há tanto a presença de eflorescência nas paredes externas, quanto o deslocamento de uma das peças cerâmicas da borda de uma das piscinas.

Figura 30 - Presença de eflorescências e peça cerâmica deslocada



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

3.3.2.2. Paredes estruturais de vidro

Além das manifestações patológicas encontradas no revestimento cerâmico, as paredes estruturais de vidro apresentaram uma manifestação extremamente importante e perigosa: os vidros estavam abaulados, caracterizando que estavam à beira de um colapso estrutural devido aos esforços de flexão aos quais estavam sendo submetidas. O que colocaria a vida dos usuários em extremo risco.

Todas as 5 paredes estruturais de vidro instaladas na construção das piscinas eram compostas de duas lâminas de vidro de 4mm cada uma e essa foi a principal causa da interrupção do funcionamento e uso das piscinas pois, assim que os engenheiros contratados para a recuperação das piscinas verificaram as espessuras das lâminas instaladas, solicitaram o fechamento imediato já que as espessuras eram extremamente insuficientes para a segurança completa dos usuários. No decorrer do trabalho será apresentado o cálculo de espessura necessária para os vãos que precisaram ser preenchidos por novas paredes estruturais de vidro.

A Figura 31 evidencia que as paredes estruturais de vidro que estavam instaladas na piscina possuíam tal espessura. Espessura essa que veio, mais tarde, se apresentar como uma espessura extremamente ineficiente.

Figura 31 - Paredes estruturais de vidro instaladas



Fonte: Autor (2023).

3.4. SOLUÇÕES PROPOSTAS

Neste capítulo estão apresentadas as soluções propostas pela empresa contratada para a execução da impermeabilização e do fornecimento e instalação das paredes estruturais de vidro assim como o acompanhamento da execução de cada etapa da recuperação das piscinas.

A transcrição de tais soluções baseia-se no memorial descritivo e projetos fornecidos pela empresa, além do acompanhamento feito pelo autor e por terceiros.

3.4.1. Serviços iniciais

A primeira orientação dos engenheiros foi fazer a retirada de todas as paredes estruturais de vidro, assim como todo o revestimento cerâmico e o de argamassa, deixando apenas a estrutura de concreto armado exposta, como mostra a Figura 32.

Figura 32 - Piscinas sem revestimentos



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

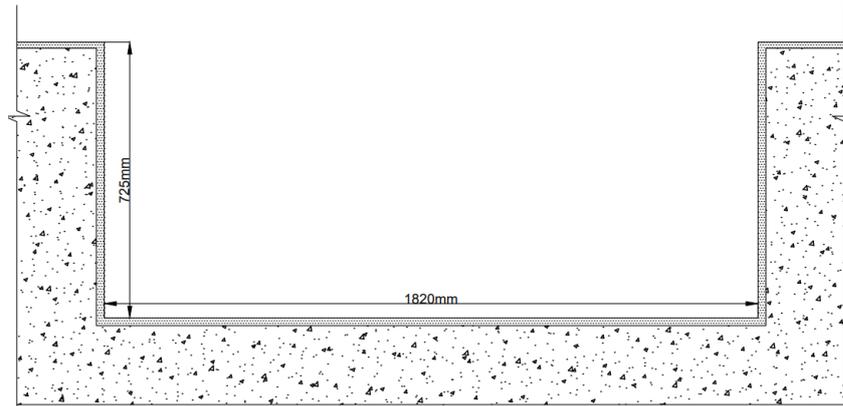
Feita a retirada de todos os revestimentos e paredes estruturais de vidro e considerando que a estrutura de concreto armado estava satisfatória (sem detalhamento de uma inspeção), o memorial descritivo da empresa contratada determinou que deveria ser realizada a regularização dos pisos e paredes das piscinas antes do início da etapa de impermeabilização. As instruções do memorial descritivo foram as seguintes:

- a) retirar as rebarbas das paredes e realizar o preenchimento das imperfeições da superfície com a utilização de areia fina, cimento e aditivo visando melhorar a aderência desta argamassa na superfície (aditivo Bianco, Vedacit);
- b) o piso deve ser regularizado, sem vazios ou rugosidade. A regularização deve ser feita com areia média traço 1:3 (cimento CP32 com areia e o mesmo aditivo). A camada de regularização do piso precisa ter espessura mínima de dois centímetros;
- c) o tempo de cura da regularização deve ser de, no mínimo, três dias para que seja dado início à etapa de impermeabilização;
- d) todos os cantos e arestas devem ser arredondados com tubos de PVC de 75 ou 100mm e limpos com esponja para retirada de rebarbas.

De acordo com o fabricante, o aditivo utilizado é uma resina sintética que possui como principal característica a melhora na aderência das argamassas ao substrato.

Cabe um ressalto especial à indicação da regularização dos vãos que receberiam, posteriormente, as paredes estruturais de vidro. Foram elaborados dois cortes esquemáticos para demonstrar as dimensões dos vãos que deveriam ser regularizados. A Figura 33 mostra o corte com vista frontal fornecido pela empresa contratada.

Figura 33 - Estrutura com revestimento removido e regularizada para receber o vidro



Fonte: Empresa de engenharia de impermeabilização (2023).

Além disso, o memorial indica que a estrutura deve estar nivelada, no prumo e no esquadro. Caso contrário, não seria possível a instalação das paredes estruturais de vidro, pois a obediência das dimensões determinadas é muito importante na fixação destes elementos.

A Figura 34 mostra como ficaram as piscinas após a regularização de suas estruturas.

Figura 34 - Estruturas regularizadas



Fonte: Escritório de arquitetura (2023).

Além da regularização dos pisos e paredes, foi indicado que nesta etapa deveria ser realizada a chumbação (fixação) das tubulações emergentes de PVC que fariam o tratamento da água e a função de hidromassagem. Não houve, contudo, uma descrição oficial (no memorial descritivo) quanto a realizar a chumbação com um rebaixo ao redor das tubulações, apenas que as tubulações deveriam ter espaçamento mínimo de 10cm entre elas e que deveria ser utilizado o

graute para realização do serviço. A Figura 35 elucida o momento da execução da chumbação. O rebaixo permitiria um melhor acabamento da impermeabilização nestas regiões críticas.

Figura 35 - Chumbação das tubulações emergentes de PVC



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Vale constatar que não há nenhuma indicação de necessidade de se realizar caimento nas bases das piscinas já que nenhuma delas possui ralo de fundo, apenas tubulações emergentes nas paredes verticais.

3.4.2. Instalação das paredes estruturais de vidro

Antes do início da abordagem das instalações, é preciso lembrar que a empresa que forneceu e instalou as paredes estruturais de vidro não autorizou que fossem dados detalhes do método utilizado por eles tanto para instalação das paredes quanto para a interface entre elas e o sistema de impermeabilização escolhido. Há pouca referência normativa ou acadêmica referente a instalações de vidros em piscinas e a empresa em questão está em processo de patente de seu método próprio e, com isso, não aceita que o método seja descrito no trabalho.

Foram instaladas quatro paredes estruturais de vidro de dimensões iguais de 725mm por 1680mm e uma parede estrutural de vidro de 725mm por 1820mm. Todas as cinco paredes são

feitas de vidro multilaminado com 4 lâminas de 10mm cada. As paredes foram instaladas com películas de proteção que precisaram ser mantidas até o final do processo, a fim de proteger o vidro contra riscos e arranhões. A Figura 36 apresenta as cinco paredes instaladas em seus respectivos vãos regularizados.

Figura 36 - Paredes estruturais de vidro instaladas nas estruturas regularizadas



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

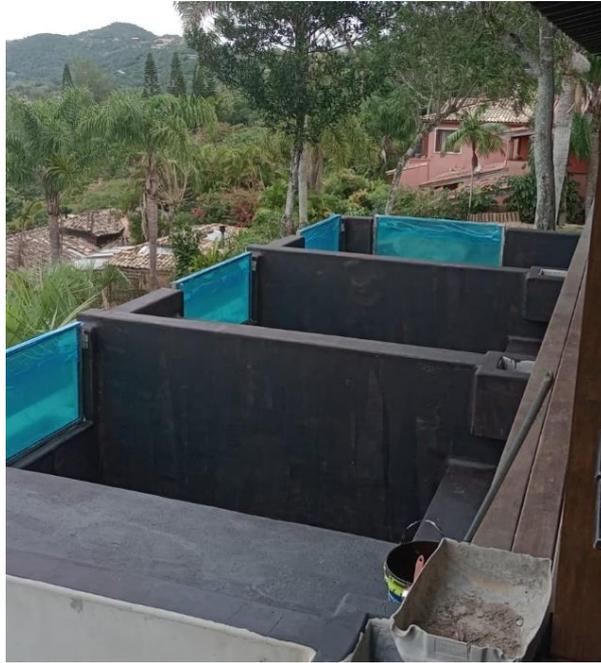
3.4.3. Impermeabilização

Para a impermeabilização das piscinas, a empresa optou pela utilização do sistema de manta asfáltica de espessura de 4 mm duplamente aderida (adoção de duas camadas). Contudo, em contraponto ao que demanda a NBR 15575 (ABNT, 2021), não foi elaborado projeto de impermeabilização completo para as piscinas, com os detalhamentos dos pontos críticos e definição das características das camadas.

A empresa não forneceu um memorial descritivo ou um procedimento próprio para a execução do sistema de manta dupla aderida, foi apenas fornecido um corte esquemático com todas as camadas da piscina. Porém, através do acompanhamento do autor e de terceiros é possível resumir que o processo se deu da maneira descrita a seguir.

- a) Aplicação de uma demão de primer para realizar imprimação da superfície, conforme Figura 37.

Figura 37 - Estrutura regularizada com aplicação de primer para imprimação



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

- b) Aplicação de asfalto a quente seguido da execução da manta asfáltica tipo III A 4mm com chama de maçarico à gás GLP. O resultado da instalação do sistema pode ser observado na Figura 38.

Figura 38 - Diversas imagens do sistema de impermeabilização finalizado



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

- c) Teste de estanqueidade do sistema por, no mínimo, 72h conforme previsto na NBR: 9574 (ABNT, 2008). Porém, a empresa recomendou que o teste fosse mantido por sete dias contínuos para efetividade total do sistema. O teste ocorreu por sete dias, conforme a Figura 39.

Figura 39 - Teste de estanqueidade simultâneo das quatro piscinas



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Em conformidade com o citado anteriormente, a empresa executora não autorizou o detalhamento do processo de impermeabilização das piscinas na interface entre paredes estruturais de vidro e a estrutura de concreto regularizada. Vale apenas o registro de que as paredes foram fornecidas com caixilhos formados por perfis de aço inoxidável em todo seu perímetro e a vedação foi feita através do acoplamento da manta asfáltica nestes perfis, com reforço de asfalto quente, conforme a Figura 40.

Figura 40- Impermeabilização no entorno da parede estrutural de vidro



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

3.4.4. Revestimento de argamassa

Conforme demanda a NBR 9574 (ABNT, 2008), a impermeabilização flexível deve possuir uma camada de proteção mecânica sobre ela, e a empresa executora do sistema de impermeabilização define o procedimento para a execução desta camada em seu memorial descritivo, descrito a seguir.

- a) Proteção mecânica do fundo da piscina deve ter espessura de 4cm, com camada separadora (geotêxtil 200g/m²) entre o sistema de impermeabilização e a proteção mecânica.
- b) Deve ser aplicado chapisco rolado ou, de preferência, argamassa chapisco colante com desempenadeira dentada nas paredes para dar maior aderência à proteção mecânica em superfícies verticais, conforme a Figura 41.

Figura 41 - Aplicação de argamassa chapisco colante com desempenadeira dentada



Fonte: Autor (2023).

- c) Aguardar cura de 24h e aplicar uma camada de revestimento de argamassa – cimento e areia, com traço 1:3, mais água 1:6 e aditivo (Murafan 39 da marca MC-Bauchemie). A função deste aditivo acrílico é de melhorar a aderência e trabalhabilidade da argamassa, além de auxiliar a evitar eflorescências (MC-BAUCHEMIE BRASIL, 2019).
- d) Instalação de tela hexagonal de aço de 1” e fio 22 ou 24mm nas paredes, a fim de estruturar a proteção mecânica em superfícies verticais, distribuindo os esforços e a tornando mais resistente. A instalação ocorreu conforme a Figura 42.

Figura 42 - Instalação de tela hexagonal nas paredes das piscinas



Fonte: Autor (2023).

- e) Após cura de 24h fazer a aplicação da segunda camada de revestimento de argamassa com a mesma mistura descrita no item “c” desta mesma lista.
- f) Após a cura do revestimento de argamassa, a empresa indicou a realização de mais um teste de estanqueidade nos mesmos moldes do teste realizado após a finalização da instalação do sistema de impermeabilização. Apenas após este segundo teste de sete dias é que estaria liberado a instalação do revestimento cerâmico. A Figura 43 demonstra o teste realizado sobre o revestimento de argamassa.

Figura 43 - Teste de estanqueidade após conclusão do revestimento de argamassa



Fonte: Escritório de arquitetura (2023).

Importante salientar que não houve orientação alguma da empresa contratada quanto à execução de juntas de movimentação ou de dessolidarização no revestimento de argamassa.

3.4.5. Revestimento cerâmico

Diferentemente das outras etapas do processo de recuperação das piscinas, a empresa contratada não passou nenhuma orientação quanto ao assentamento das pastilhas cerâmicas das piscinas. Foi de entendimento comum entre contratante e contratada que este serviço não era de escopo da contratada. Portanto, a reprodução dos fatos ocorridos nesta etapa das obras será feita apenas através do acompanhamento do autor e de terceiros.

No decorrer do acompanhamento da execução do assentamento do revestimento foi observado que a prática teve a utilização da desempenadeira dentada, fazendo o preenchimento completo das peças sem a utilização da dupla colagem, em concordância com a Figura 44.

Figura 44 - Execução do assentamento das pastilhas cerâmicas



Fonte: Autor (2023).

Tal qual a constatação do método de execução do assentamento cerâmico, foi identificada a marca e tipo da argamassa colante utilizada no assentamento das peças. Conforme a Figura 44 abaixo, foi utilizada a Argamassa *Cimentcola* flexível ACIII cinza da marca Quartzolit tipo ACIII-E, conforme a NBR 14081-1 (ABNT, 2012).

Figura 45 - Saco de argamassa colante utilizada



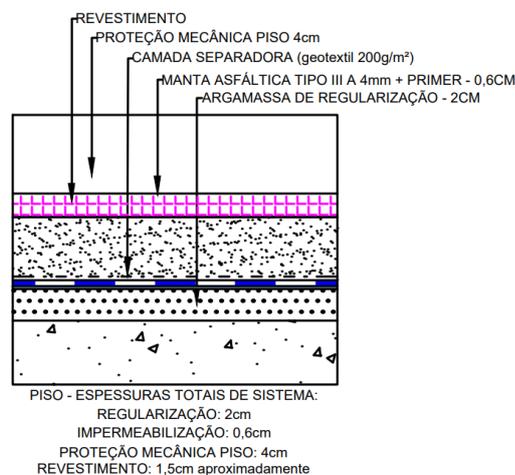
Fonte: Autor (2023).

Assim como a argamassa colante, também foi feita a averiguação do tipo e marca do rejunte utilizado no preenchimento das juntas de assentamento das pastilhas cerâmicas das piscinas. O rejunte utilizado foi o rejunte acrílico da marca Quartzolit.

Além dos materiais utilizados, foi apurado que, assim como no revestimento de argamassa, não foram executadas juntas de movimentação, de dessolidarização ou próxima a borda acabada.

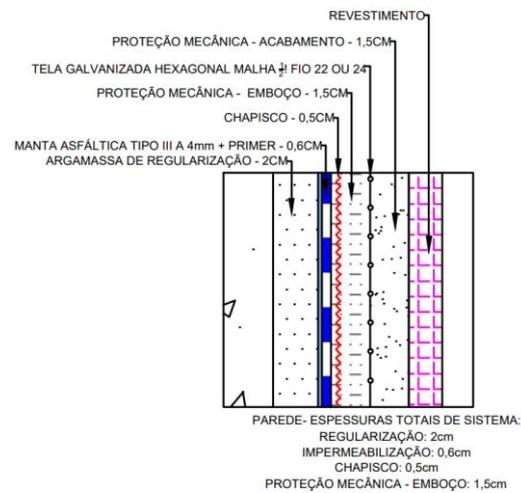
Por fim, o corte esquemático final do sistema completo foi fornecido pela contratada afim de elucidar cada etapa do trabalho de recuperação das piscinas e eles estão dispostos nas Figuras 46, 47 e 48.

Figura 46 - Corte esquemático do fundo (piso) das piscinas



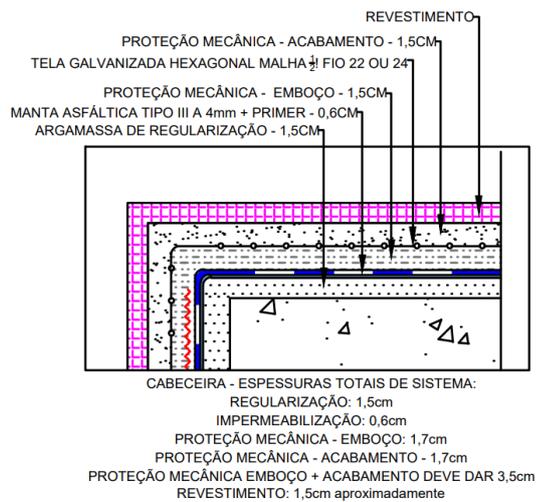
Fonte: Empresa de engenharia de impermeabilização (2023).

Figura 47 - Corte esquemático da parede vertical das piscinas



Fonte: Empresa de engenharia de impermeabilização (2023).

Figura 48- Corte esquemático da borda das piscinas



Fonte: Empresa de engenharia de impermeabilização (2023).

4. ANÁLISE CRÍTICA

Neste capítulo apresenta-se uma análise crítica de todos os processos pelo autor, desde o apontamento de erros e equívocos cometidos na construção das piscinas (estes descobertos através de manifestações patológicas e engenharia reversa) até os procedimentos indicados pela empresa executora da impermeabilização e as técnicas realmente colocadas em prática nas obras de recuperação das piscinas.

4.1. CONSTRUÇÃO DAS PISCINAS

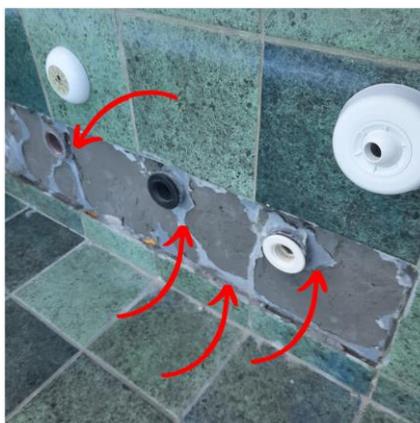
Nesta primeira etapa, será feita a análise da construção inicial das piscinas e de todos os equívocos cometidos pela equipe que acarretaram os vazamentos e manifestações patológicas descritos anteriormente neste trabalho.

4.1.1. Vazamentos

Em conformidade com os diversos pontos de vazamentos relatados anteriormente, é possível afirmar que a execução do sistema de impermeabilização das piscinas teve diversas falhas no decorrer do seu processo.

Através da retirada das pastilhas cerâmicas das piscinas foi capaz de identificar qual o sistema de impermeabilização que foi executado sobre as estruturas das piscinas. Pela coloração do produto aplicado, pôde se concluir que foi executado um sistema de impermeabilização flexível, presumidamente uma membrana de poliuretano, identificada na Figura 49.

Figura 49 - Resquícios do sistema de impermeabilização executado inicialmente



Fonte: Autor (2023).

Foi visto na revisão bibliográfica que o indicado para impermeabilização de piscinas apoiadas é a utilização de sistemas flexíveis, portanto, a membrana de “PU” atende este requisito. Todavia, é de entendimento do autor de que a escolha correta para o sistema de impermeabilização das piscinas seria a manta asfáltica, uma vez que a dificuldade em encontrar mão de obra qualificada para aplicação da membrana de poliuretano é muito grande, devido ao tempo de mercado do produto e a localização em que se situa a obra. Comprovando esta ideia, houve alguns relatos do cliente de erros durante a execução do sistema, a seguir descritos.

- a) Sem tempo de cura devido entre demãos: foi informado que foram aplicadas diversas demãos do produto, contudo, não foi dado o tempo de cura recomendado pelo fabricante.
- b) Teste de estanqueidade: não foi realizado teste de estanqueidade das piscinas pois, de acordo com os executantes, não seria possível realizar o teste sem a instalação do vidro (este só seria instalado após o revestimento cerâmico). O teste, porém, é obrigatório de acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008).
- c) Erros de execução: de todas as peças cerâmicas que foram retiradas, não foi encontrada a presença da tela de poliéster atrás de nenhuma delas. A tela é indicada como uma camada de reforço e deve ser utilizada principalmente para prevenir as deformações decorrentes da estrutura.
- d) Falta de zelo dos serviços: foram encontrados pontos em que a impermeabilização foi danificada na execução do revestimento cerâmico, principalmente junto às tubulações emergentes.

Portanto, é correto assegurar que, por mais que o sistema escolhido tenha sido flexível, tanto a escolha do sistema de impermeabilização quanto a própria execução do mesmo foram de extremo equívoco e descuido com o serviço que estava sendo prestado e o produto que deveria ser entregue ao cliente.

4.1.2. Demais manifestações patológicas

Tal qual os vazamentos encontrados, as demais manifestações patológicas tiveram papel fundamental na interdição das piscinas e na decisão pela recuperação das mesmas. Neste item está tratado pelo autor das razões pelas quais elas ocorreram e como poderiam ser prevenidas.

4.1.2.1. No revestimento cerâmico

Foi visto (Figura 23) que, durante o assentamento das pastilhas cerâmicas, não foi realizado o preenchimento total das peças em nenhum momento e, nem mesmo, teve constatada a utilização da desempenadeira dentada para tal e, de acordo com a NBR 13753 (ABNT, 1996), deve-se utilizar a desempenadeira dentada e fazer o preenchimento total das peças cerâmicas no momento do assentamento. Este fato é a razão pela qual muitas das peças acabaram sofrendo deslocamento. Também pode ter corroborado o fato de as piscinas não possuírem nenhuma junta de movimentação ou dessolidarização, dificultando a absorção das movimentações impostas ao revestimento cerâmico.

Além da falta de preenchimento das peças, tiveram pontos em que houve uso exagerado de argamassa colante na execução (Figura 28). Neste caso, é correto afirmar que o uso se deu, pois, no ato do assentamento cerâmico, foi necessário nivelar alguns pontos da estrutura, uma vez que a mesma foi executada com muitos erros de concretagem, como mostra a Figura 50. Nesta figura pode-se constatar a ausência de cobrimento dos estribos, erro de execução grave. Para a recuperação deste cobrimento, deveria ter sido realizado um grauteamento, recuperando as dimensões do elemento estrutural, o que não foi realizado.

Figura 50 - Estribos a mostra após a retirada do revestimento inicial da estrutura



Fonte: Empresa de arquitetura (2023).

Quando se realiza a concretagem de uma estrutura em concreto armado, além de ser necessária a conferência do posicionamento de todas as armaduras e espessuras de cobrimento, é de extrema importância que a mesma seja executada sempre no prumo, no esquadro e nivelada. A falta de prumo, nível e esquadro em uma estrutura pode causar tanto um problema estrutural devido à presença exagerada de excentricidades não previstas no dimensionamento da mesma, quanto problemas na execução dos serviços seguintes de revestimento dela. No caso das piscinas, além de poder ter algum dano estrutural (precisaria de uma avaliação de um engenheiro especialista para confirmar, o que não ocorreu), foi a falta de prumo, nível e esquadro que acarretaram em espessuras além das permitidas no revestimento de argamassa e no revestimento cerâmico, como mostra a Figura 51, indicando a espessura excessiva do revestimento de argamassa erroneamente usada para manter o esquadro e alinhamento da estrutura em sua regularização.

Figura 51 - Linha de nivelamento do revestimento de argamassa



Fonte: Escritório de arquitetura (2023).

Uma outra manifestação patológica encontrada nas piscinas foi a presença de eflorescências nas paredes e, como foi descrito anteriormente, sua ocorrência se dá na presença da cal livre no cimento e do contato da mesma com o gás carbônico (carbonatação). É aceitável que as eflorescências que surgiram nas paredes sejam, muito, em função das próprias falhas de impermeabilização das piscinas. Pode se dizer que, através dos vazamentos, a água das piscinas tenha ido de dentro para fora e, nas paredes externas, entrou em contato tanto com o

revestimento de argamassa quanto com a argamassa colante, sendo assim, através da pressão negativa, acabou por carregar estes sais para fora, trazendo estas eflorescências à tona.

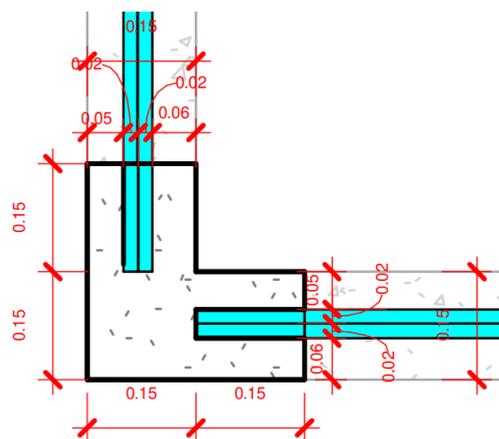
Além do fato de que a piscina não deveria ter a ocorrência de vazamentos, outra forma de se diminuir ou evitar a presença de eflorescências seria através da aditivação do revestimento de argamassa de regularização e da argamassa colante com um produto que possua função hidrofóbica, criando uma barreira contra a umidade e dificultando a ocorrência da reação química.

4.1.2.2. Paredes estruturais de vidro

As principais manifestações patológicas que impactaram na decisão da interdição e recuperação das piscinas foram as decorrentes da instalação das paredes estruturais de vidro. Foram dois fatos principais que transcorreram de falhas no dimensionamento e na instalação das paredes estruturais de vidro: os vazamentos e o abaulamento das paredes.

Os vazamentos tiveram origem pelo método de instalação das paredes que foi executado em discordância com o que constava no projeto executivo. A Figura 52 elucida o projeto executivo através do detalhe de engaste dos vidros que deveria ser executado.

Figura 52 - Detalhamento do engaste das paredes estruturais de vidro



Fonte: Escritório de arquitetura (2022).

É perceptível que a instalação das paredes deveria ser feita de maneira “embutida” na estrutura de concreto armado e, o que se viu executado, não seguiu esta determinação. A Figura 53 mostra a forma real em que a instalação ocorreu.

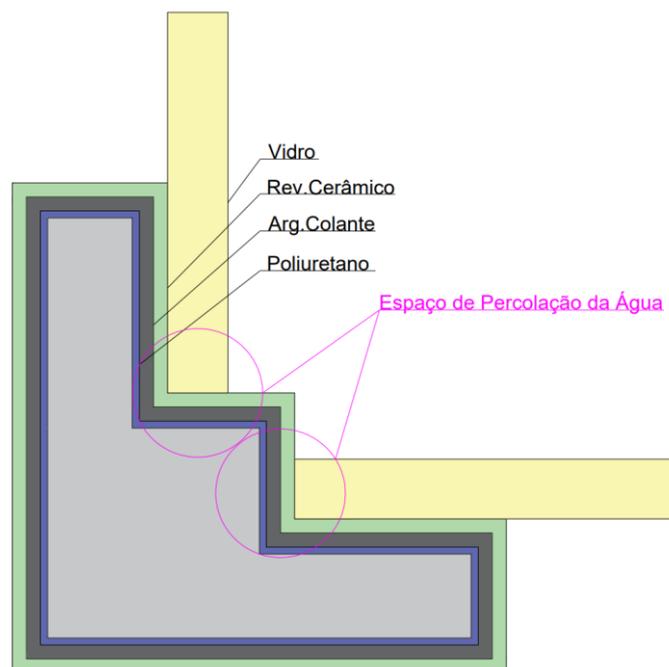
Figura 53 - Instalação das paredes estruturais de vidro



Fonte: Autor (2023).

Portanto, ao não seguir o próprio projeto, a empresa responsável pela construção das piscinas acabou permitindo a passagem da água e causando todos os danos ao cliente e seus hóspedes. A Figura 54 foi elaborada pelo autor para elucidar por onde se deu a passagem da água.

Figura 54 - Vista superior da execução da instalação das paredes estruturais de vidro



Fonte: Autor (2023).

Sendo assim, é correto afirmar que foi deixada uma camada entre a instalação do vidro e a membrana de “PU” sem vedação alguma contra a passagem da água, demonstrada na Figura 54. Como as paredes estruturais de vidro foram instaladas após o revestimento cerâmico, a área

entre o revestimento cerâmico e a membrana de poliuretano ficou exposta à percolação da água, o que ocasionou os vazamentos.

Além dos muitos vazamentos, ocorreram abaulamento em todas as paredes estruturais de vidro, caracterizando uma deformação excessiva devido aos esforços de flexão impostos pela água interna das piscinas. Tal ocorrência se deu devido às pequenas espessuras das paredes que, no projeto executivo (Figura 52), seriam compostas por duas lâminas de 20mm cada quando, na realidade, foram instaladas paredes compostas de duas lâminas de 4mm.

Este fato evidencia a falta de zelo com o cliente e com o serviço que estava sendo prestado, uma vez que a espessura executada foi extremamente menor do que a espessura presente no próprio projeto da empresa executora, além da irresponsabilidade com a vida dos usuários das piscinas.

Os cálculos de dimensionamento reais das paredes estruturais de vidro estão presentes neste trabalho no item 4.2.2.

4.2. RECUPERAÇÃO DAS PISCINAS

Nesta etapa do trabalho, foi realizada a análise dos fatos transcorridos, indicações feitas através do memorial descritivo e decisões tomadas ao longo do processo de recuperação das piscinas após a constatação da necessidade de tal.

4.2.1. Serviços iniciais

A primeira orientação dos engenheiros responsáveis foi pela retirada de todos os revestimentos das piscinas afim de reaproveitar apenas a estrutura em concreto armado já executada. É de entendimento do autor de que teria sido de maior prudência o contato com um engenheiro especialista para que fosse realizada uma avaliação das condições da estrutura de concreto armado. Além de ter sido encontrado muitos erros de concretagem (Figura 55), devido aos vazamentos, a estrutura ficou exposta à passagem de água no seu interior por praticamente 5 meses e é presumível que ela tenha tido sido comprometida de alguma maneira e que sua vida útil tenha sido diminuída.

Figura 55 - Falhas na execução da concretagem



Fonte: Escritório de Arquitetura (2023).

Após a retirada dos revestimentos, é essencial que seja realizada a regularização da estrutura para a melhor aplicação do sistema de impermeabilização. Não há como aplicar qualquer sistema de impermeabilização em uma estrutura que se encontrava nas condições em que as estruturas das piscinas se encontravam. Também, vale destacar que a estrutura estava com muitos problemas de prumo, nível e esquadro e, caso não fosse regularizada, teria grandes espessuras nos revestimentos posteriores ao sistema de impermeabilização.

É preciso apontar que a indicação do preenchimento dos vazios da estrutura com areia fina e cimento foi um equívoco grande da empresa contratada. Espaços na estrutura (como os demonstrados na figura 55) devem ser preenchidos por graute estrutural, assim como todas as regiões em que as armaduras ficaram expostas (figuras 50 e 55) a fim de não comprometer a vida útil da estrutura de concreto armado. Não foram verificadas, contudo, a presença de fissuras na estrutura, apenas erros de concretagem.

Em relação à regularização da estrutura realizada, vale destacar a indicação do uso do aditivo Bianco da marca Vedacit. A utilização deste aditivo melhorou o comportamento da argamassa de regularização, visto que o produto é uma resina sintética que proporciona melhor aderência à mistura e, também, melhor impermeabilidade. Isto auxiliará a evitar eflorescências e retrações da argamassa.

Já quando ao que se refere às chumbações das tubulações emergentes, deveria ter tido uma orientação mais clara quanto à declividade deixada ao redor das mesmas, conforme a Figura 4. No entanto, a assinalação do uso do graute estrutural para a execução da chumbação foi uma escolha acertada, uma vez que esta argamassa é de alta resistência estrutural e é muito utilizada na construção civil para preenchimentos de espaços vazios de difícil preenchimento, justamente por possuir uma plasticidade muito maior que o concreto.

4.2.2. Paredes estruturais de vidro

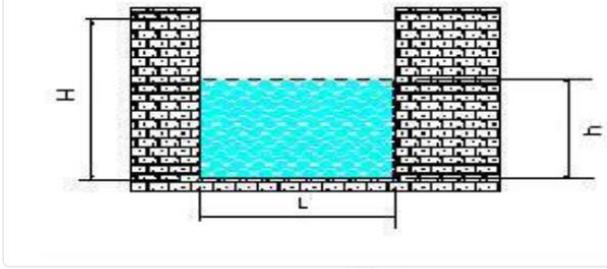
Mediante todos os fatos que foram expostos neste trabalho, é notório que as paredes estruturais de vidro merecem uma atenção especial na recuperação das piscinas. Era preciso encontrar alternativas melhores para o dimensionamento, fixação e vedação das paredes estruturais de vidro destas piscinas. Nesta etapa do trabalho será tratado apenas o dimensionamento dos vidros, a fixação e a vedação serão trazidas à tona juntamente à análise do sistema de impermeabilização.

Foram fornecidas cinco paredes estruturais de vidro, quatro de mesma medida e uma maior que as outras. Todas elas possuem a mesma espessura, sendo compostas por quatro lâminas de 10mm de vidro temperado, totalizando 40mm de espessura de vidro laminado temperado (espessura cinco vezes maior que as das paredes instaladas inicialmente).

A fim de verificar se a espessura escolhida atende às normas de dimensionamento, foi realizado um dimensionamento através do *software* Cebrace. A escolha da utilização deste *software* se deu pelo fato de ser gratuito e de fácil acesso e, apesar de ser fornecido por uma empresa comercial, sua utilização visa apenas a verificação da espessura escolhida pela contratada.

Foi feito o dimensionamento para a parede maior instalada, com dimensões de 72,5mm (considerado 73mm no *software*) por 1820mm e os resultados estão dispostos na Figura 56 e Tabela 2.

Figura 56 - Verificação da espessura das paredes estruturais de vidro



Altura do Vidro	0,73 metros
Largura do Vidro	1,82 metros
Altura da Água	0,73 metros
Considerado	
Taxa de trabalho admissível a flexão	36,00 kg/cm ²
Placa apoiada em três lados	
Resultado do Calculo	
Área da Peça	1,33 m ²
Vidro / Resultados	Espessura Recomendada
Vidro laminado recozido	52,00 mm
Vidro laminado temperado	23,00 mm

Fonte: Adaptado de CEBRACE (2024).

Tabela 2 - Resumo dos resultados obtidos no *software*

Dados de entrada	
Altura do Vidro (m)	0,73
Largura do Vidro (m)	1,82
Atura da Água (m)	0,73
Considerações	
Taxa de trabalho admissível a flexão	36,00 kg/cm ²
Visor	Apoiado em três lados
Resultados	
Vidro	Espessura recomendada
Laminado Recozido	52,00 mm
Laminado Temperado	23,00 mm

Fonte: Autor (2024).

Desta forma, então, é possível identificar que o *software* traz a necessidade da utilização de um vidro laminado temperado de 23mm de espessura total. Este valor é quase metade da espessura real instalada pela empresa contratada (40mm). Por mais que, em fins de verificação, pudesse ter sido instalada uma parede com espessura menor do que a real instalada, reduzindo um alto

custo para o cliente, é de entendimento do autor de que a empresa contratada atua no mercado há mais de 25 anos e que, se foi escolhida uma espessura maior do que a dimensionada, é porque as experiências deles em todos estes anos indicam que essa é a escolha a favor da segurança. Além disso, o *software* nos permite calcular apenas os esforços de flexão sofridos pelas paredes estruturais de vidro, sem considerar movimentações da água dentro da piscina ou esforços que os usuários possam fazer sobre elas e, tampouco, há referencial normativo que auxilie este dimensionamento. Este fato corrobora com a escolha da contratada pela instalação das paredes estruturais de vidro com 40mm de espessura.

4.2.3. Sistema de impermeabilização

Como solução para a impermeabilização da piscina, a contratada optou pela utilização do sistema de manta asfáltica 4mm duplo aderida. É um sistema flexível que realiza a impermeabilização através de dois fatores: aplicação de um berço asfáltico sobre a área (uma membrana asfáltica) juntamente com a manta sendo aderida através do uso do maçarico a gás GLP.

É correto afirmar que a escolha pelo sistema impermeabilizante foi feita de maneira assertiva, já que o sistema de manta asfáltica duplo aderido, além de ser um sistema flexível (indicado para piscinas apoiadas), garante a estanqueidade através dos dois métodos: com asfalto quente, que facilita a execução dos cantos e detalhes, e a manta, fixada através do aquecimento pelo maçarico. A execução em obra seguiu as diretrizes corretas das normas, por tratar-se de uma empresa especializada em impermeabilização.

Outro problema detectado na construção inicial das piscinas foi a fixação das paredes estruturais de vidro e a vedação na interface da estrutura de concreto armado e as mesmas. Por mais que a contratada não permita a descrição completa do seu procedimento de instalação e vedação, pode-se dizer que, diferentemente da construção inicial, os vidros foram instalados anteriormente à aplicação do sistema de impermeabilização e, por consequência, a vedação foi completa no entorno das paredes estruturais de vidro, pois tanto o asfalto quente como a manta asfáltica envolveram os perfis metálicos que apoiavam os vidros. O que comprova este fato são os dois testes de estanqueidade realizados por sete dias sem indício algum de vazamento.

4.2.4. Revestimentos

Aqui apresenta-se a análise dos revestimentos realizados nas piscinas posteriormente à aplicação da manta asfáltica duplo aderido, assim como melhorias que poderiam ter sido feitas durante o processo.

4.2.4.1. Revestimento de argamassa

A execução do revestimento de argamassa nas piscinas deveria seguir as premissas descritas no memorial descritivo da empresa contratada para a execução da impermeabilização, contudo, ela foi executada por terceiros.

A NBR 9574 (ABNT, 2008) afirma que sobre a execução de manta asfáltica deve-se executar uma camada de proteção mecânica, vem então, deste princípio, a necessidade de realização de um revestimento de argamassa sobre o sistema impermeabilizante.

O memorial descritivo indica que a proteção mecânica do piso de fundo e dos lava-pés das piscinas deve ser executada sobre uma camada separadora, indicada pelo uso de uma manta geotêxtil 200g/m². Esta prática segue a indicação da NBR 9574 (ABNT, 2008) e está correta a sua necessidade, porém, durante o acompanhamento do autor e de terceiros, não foi constatada a aplicação de tal manta anteriormente à execução da proteção mecânica, sendo assim, um erro de execução.

Para as paredes e bordas, foi indicado a aplicação de argamassa colante para chapisco através do uso da desempenadeira dentada. Esta prática permite uma melhor aderência da argamassa na superfície, sendo uma prática muito bem indicada no memorial descritivo. Todavia, não se faz necessária a aplicação no fundo ou nos lava-pés das piscinas, mas pode-se observar pela Figura 41 que na execução foi aplicada esta argamassa em toda a área. Não se pode afirmar, mas é presumível que essa tenha sido a razão pela qual a camada separadora não tenha sido instalada, conforme citado anteriormente, apesar de que estes materiais apresentem funções distintas. Concluindo, deveriam ter sido seguidas as instruções do memorial e utilizado a camada separadora.

Continuando com a proteção mecânica das bordas e paredes, foi estabelecida a necessidade da instalação de uma tela galvanizada hexagonal malha de aço 1” fio 22mm. A instalação dessa tela é item obrigatório, de acordo com a NBR 9574 (ABNT, 2008) para tornar o revestimento de argamassa mais estruturado. Sua indicação e execução foram de grande acerto.

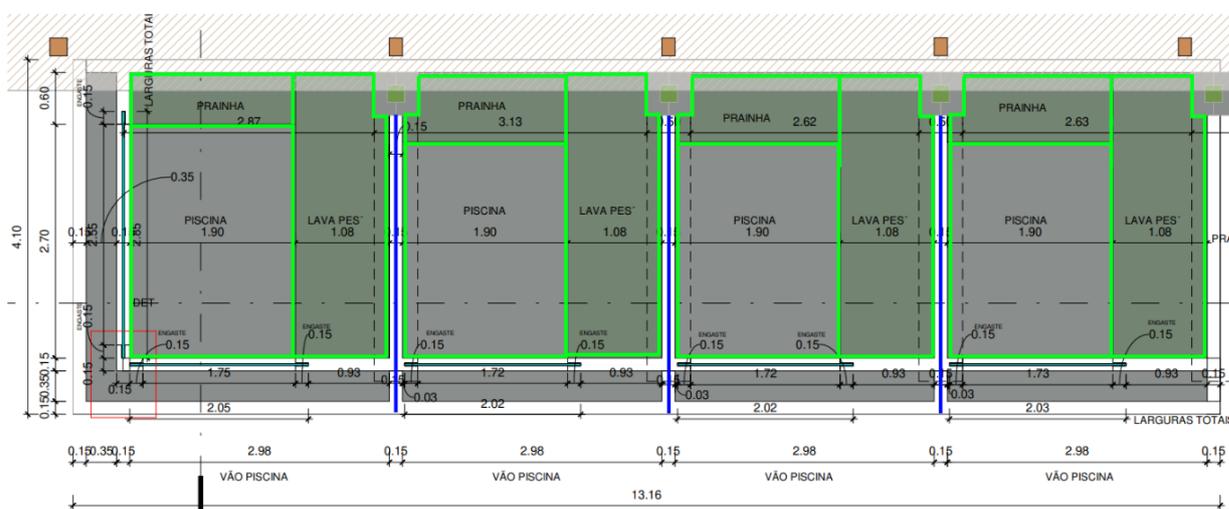
A determinação do uso do aditivo Murafan 39, da marca MC-Bauchemie Brasil, foi uma boa prática na execução do traço da argamassa utilizada para a proteção mecânica das piscinas. O aditivo trata-se de um adesivo líquido polimérico de base acrílica de alto desempenho e permite melhor aderência, melhora a trabalhabilidade e auxilia na prevenção da ocorrência de eflorescências.

Além da utilização do aditivo, uma boa prática que poderia ter sido adotada ao final da execução do revestimento de argamassa é a aplicação de um sistema que tenha como objetivo a criação de uma barreira estanque que impeça o transporte dos sais existentes na argamassa, evitando por completo a presença de eflorescências.

A execução do traço da argamassa com cimento e areia e a utilização do aditivo já é um forte aliado contra a formação de eflorescências. Contudo, caso o engenheiro e o proprietário optassem por uma maior segurança contra tal manifestação patológica, poderia ser aplicado um produto que impedisse a passagem da água “de dentro para fora” da argamassa. Sistemas de impermeabilização rígidos seriam indicados para essa situação, pois evitam a passagem da água através da pressão negativa, como a argamassa polimérica.

Outro ponto de melhoria na execução do revestimento de argamassa é a indicação da execução de juntas de movimentação e de dessolidarização e a Figura 57 abaixo indica as posições onde o autor entende que deveriam ter sido executadas juntas no revestimento de argamassa e que deveriam ser seguidas no revestimento cerâmico.

Figura 57 – Sugestão de posicionamento de juntas nos revestimentos de argamassa e cerâmico em planta baixa



LEGENDA

- Juntas de Dessolidarização
- Juntas de movimentação

Fonte: Autor (2024).

Conforme a legenda, há indicação de execução de juntas de dessolidarização em todo encontro de fundo e paredes, seja no piso, prainha ou lava-pés das piscinas. Além disso, conforme a indicação de que piscinas entre 12m e 20m de comprimento devem possuir juntas de movimentação, é de entendimento do autor que, por se tratarem de estruturas à beira mar e que possuem uma variação térmica considerável ao longo dos meses do ano, o ideal seria que fossem executadas juntas de movimentação na divisão de cada piscina já que, estruturalmente, são todas uma piscina só.

4.2.4.2. Revestimento cerâmico

Tal qual o revestimento de argamassa, o revestimento cerâmico deve seguir as mesmas juntas de movimentação e dessolidarização, seguindo os detalhes construtivos expressos nas Figuras 10 e 11.

Conforme mencionado juntamente às Figuras 10 e 11, as juntas podem ser executadas com um tarugo de tarucel, que serve como limitador de profundidade, e a aplicação do selante de silicone Sikasil®-401 Piscinas da marca Sika. Segundo o fabricante (SIKA, 2023) este selante possui elasticidade e flexibilidade, sendo muito utilizado em juntas de piscinas por possuir, também, resistência à água, ao cloro, ao ataque de fungos, ao intemperismo e às incidências de raios UV.

Como a vida útil deste material é de 5 anos, a manutenção preventiva deve ser feita com esta periodicidade, visando manter o desempenho do revestimento.

Conforme mencionado anteriormente, foi feita a utilização da Argamassa *Cimentcola* flexível ACIII cinza da marca Quartzolit tipo ACIII-E para o assentamento do revestimento cerâmico. Esta argamassa é uma argamassa colante industrializada tipo III, que possui a maior aderência se comparada com as argamassas colante tipo I e I, e seu uso, neste caso, está de acordo com as diretrizes da NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante — Projeto, execução, inspeção e aceitação — Procedimento (ABNT, 2017).

5. CONCLUSÃO

Ao concluir o estudo de caso e ao revisitar os objetivos principais e secundários estabelecidos para este trabalho de conclusão de curso, foi viável alcançar algumas conclusões quanto a importância da execução de projetos e tomadas de decisões baseados em conhecimento técnico e da necessidade da contratação de profissionais qualificados para a execução de obras de construção civil.

É inegável que no mercado da construção civil a contratação de profissionais sem mão de obra qualificada é uma cena comum nos dias de hoje. Contudo, a busca pela economia na contratação destes vem, algumas das vezes, a se tornar um caminho sem volta, com a necessidade da reconstrução completa da obra executada.

Foi constatado, ao longo do estudo de caso, que a falta de conhecimento técnico dos construtores das piscinas acarretou diversas manifestações patológicas e problemas para o proprietário das mesmas. Foram encontradas manifestações patológicas de menos impacto, como eflorescências, até manifestações patológicas que poderiam comprometer a vida dos usuários das piscinas, uma vez que as paredes estruturais de vidro foram dadas como inutilizáveis devido às suas pequenas espessuras e deformações apresentadas em apenas três meses de uso. Estes fatos demonstram a falta de profissionalismo dos construtores ao não admitir sua própria incapacidade de prestar o serviço vendido ao cliente.

Mesmo que com algumas melhorias de processo apontadas, a escolha por uma empresa especializada em impermeabilização e na instalação de paredes estruturais de vidro em piscinas se mostrou muito acertada no processo de recuperação das piscinas, uma vez que cada etapa deste foi cumprido seguindo as normas e diretrizes corretas. O memorial descritivo foi elaborado pela empresa em questão de maneira profissional e demonstra o zelo com o serviço prestado ao cliente, assim como a qualidade e conhecimento que comprovou através da execução das incumbências de seu contrato.

Em suma, podemos concluir quanto a obras de engenharia civil, sejam elas das mais simples até as mais complexas, é essencial que ela seja executada por profissionais capacitados e que se responsabilizem por suas decisões. Toda escolha sobre cada processo e etapa de uma obra deve ser feita de acordo com o conhecimento técnico dos responsáveis, já que cada decisão

equivocada pode originar manifestações patológicas que podem trazer diversas adversidades e custos pós-obra para o proprietário em questão.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, T. da S. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. Trabalho de conclusão de curso: São Paulo, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização — Seleção e Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952**: Manta asfáltica para impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7199**: Vidros na construção civil — Projeto, execução e aplicações. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10818**: Qualidade de água de piscina - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755**: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante — Projeto, execução, inspeção e aceitação — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 13006**: Placas cerâmicas — Definições, classificação, características e marcação. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14697**: Vidro laminado. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15487 - 1**: Membrana de poliuretano para impermeabilização — Requisitos mínimos de desempenho. Parte 1: Lajes e coberturas em geral. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BAUER, E., VASCONCELOS, P.H.C.; GRANATO, J.E. **Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico**. In: ISAIA, G. C. (editor) Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. São Paulo: Ed. IBRACON, 2010.

BRITTEZ, A. **Projeto, Execução e Recuperação de Piscinas e Espelhos d'água (Impermeabilização e Revestimentos)**. YouTube, 2020. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=gnSG9DexbyI&t=3245s> . Acesso em 11/2023.

BRITTEZ, A. **Retaprene - O que é Membrana de Poliuretano?**. YouTube, 2020. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3DTKKjTXZjE> . Acesso em 11/2023.

CAMARGO, C. A. **Recomendações para execução de piscinas com revestimento cerâmico em estruturas de concreto armado**. Monografia - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CAMPANTE, E. F.; BAIA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CARVALHO, A. G. **A necessidade de qualificação da mão de obra na construção civil – Trabalho de Conclusão de Curso**, UNA. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31974/1/TCC%20-%20OFICIAL%20%28altera%C3%A7%C3%B5es%29.pdf> > Acesso em 05/2023.

CARVALHO, R. **Vai entrar água**. Tecnologia Téchné. Ed.59 2002. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/59/artigo285221-1.aspx> Acesso em 10/2023

Cebrace. Cálculo de Espessura para Vidros. Disponível em: < <https://www.cebrace.com.br/CalculoEspessura/#\>>. Acesso em: 10/2023.

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. **NF DTU 39 Travaux de Vitrierie – Miroiterie**. Paris – França, 2018.

ELIANE. **Manual de Especificação e Aplicação de Revestimentos Cerâmicos em Piscinas**. Santa Catarina, 2022. Disponível em: < <https://www.mymohawkbr.com/portal-de-marketing/docs/20220721045238-manual-piscina-eliane-2022.pdf>>. Acesso em: 11/ 2023.

FLORES, D. **Piscinas usuais de edificações**: estudo comparativo do dimensionamento de uma piscina enterrada em concreto armado e alvenaria estrutural. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2016.

GERSCOVICH, D. M. S. **EMPUXOS DA TERRA**. Faculdade de Engenharia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GIMENEZ, D. de S.; QUARESMA, J. E. **Importância da mão de obra qualificada na engenharia civil**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v1i1.949>; Acesso em 05/2023.

GRANATO, J.E. **Patologias das Construções**. São Paulo: Editora 2B Educação, 2002.

MC-BAUCHEMIE BRASIL, **Murafan 39 - Adesivo polimérico de base acrílica de alto desempenho para chapiscos e argamassas**. São Paulo, 2019. Disponível em:< https://www.mc-bauchemie.com.br/assets/downloads/products/ptBR/fichas_tecnicas/Murafan%2039.pdf>, Acesso em 01/2024.

MENESES, M.B.B. **Análise e dimensionamento de um reservatório cilíndrico em betão armado**. Lisboa: Técnico Lisboa, 2013.

MENEZES, G. N. C. **Investigação e análise das manifestações patológicas típicas em piscinas**: um estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

NEVES, A. **Confira as melhores técnicas para impermeabilizar piscinas**, 2020. Disponível em: < <https://www.blok.com.br/blog/como-impermeabilizar-piscina>>. Acesso em: 10/2023

NEVES, A. **Eflorescência: Saiba tudo sobre essa manifestação patológica**, 2019. Disponível em: < <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia> >. Acesso em: 11/2023

OLIVEIRA, W. E. A. **Patologia das Construções - Revestimentos Cerâmicos**. Monografia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PEREIRA, A.B. de Bragança, **A Etnografia da Índia Portuguesa**. Vol.1. Editora: AsianEducationalServices,1991.

PINHEIRO, I. Os 8 principais sistemas de impermeabilização. **Blog Inova Civil**, [S.l.], 10/2023. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/os-principais-sistemas-deimpermeabilizacao/>. Acesso em: 10/2023.

PKO do Brasil. Piscina com Parede de Vidro: Critérios Importantes para a Segurança do Projeto. Disponível em: <https://pkodobrasil.com.br/blog/piscina-com-parede-de-vidro-criterios-importantes-para-a-seguranca-do-projeto/><^>. Acesso em: 10/2023.

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 11/2023.

RIBEIRO, D. D.; DOS SANTOS, A. F. C. **Diretrizes para execução de um adequado sistema de impermeabilização em piscinas apoiadas sobre o solo e enterradas**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 26, n. 26, p. 1-12, set. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/574>>. Acesso em 10/2023.

RIGHI, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ROLIM, Franklin Corrêa. **Projeto de impermeabilização em piscinas e terraços**. Artigo (Obtenção de Título de Engenheiro Civil) - UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

SOARES, F. F. **A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. Projeto de Graduação em Engenharia Civil- Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

SUDA, M. K. E. **A problemática da qualificação de mão de obra na construção civil** - Artigo Científico. 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/8807>> Acesso em 05/2023

Tudo sobre impermeabilização flexível. **Blog FiberSals**. [S.l.], [2023?]. Disponível em: [Tudo sobre impermeabilização flexível \(fibersals.com.br\)](https://fibersals.com.br). Acesso em: 11/2023.

Tudo sobre impermeabilização com poliuretano. **Blog FiberSals**. [S.l.], [2023?]. Disponível em <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-poliuretano/>> . Acesso em: 11/2023.

VASCONCELOS, Z.L. **Critérios para projetos de reservatórios paralelepípedicos elevados de concreto armado**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

Vidro Impresso. Espessura do Vidro: Saiba a Importância do Cálculo Correto. Disponível em: <<https://vidroimpresso.com.br/noticia-setor-vidreiro/espessura-do-vidro:-saiba-a-importancia-do-calculo-correto#:~:text=Largura%20x%20altura%20x%20KG%20da%20espessura%20%3D%20peso%20do%20vidro&text=Outro%20ponto%20importante%20que%20todo,conseguir%20lucrar%20em%20cada%20projeto>>. Acesso em: 10/2023.

WEVER, T. et al. *Swimming Pools of Glass*. *Conference on Architectural and Structural Applications of Glass – Ghent University*, Gante, Bélgica, 2016.