JH Engenharia e Consultoria

INSPEÇÃO, ANÁLISE NUMÉRICA, ENSAIOS, DIAGNÓSTICO E EMISSÃO DE RELATÓRIO TÉCNICO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DO BLOCO DA PISCINA

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL, CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - FAUEPG

Ponta Grossa – PR
Julho/2025

JH Engenharia e Consultoria

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
1.1. OBJETIVO
2. FOLHA RESUMO
2.1. DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS
3. TERMO DE ENTREGA E USO
4. METODOLOGIA
4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS
4.2. CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS
4.3. CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO
4.4. CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO
4.5. CRITÉRIO PARA IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS EVENTOS
5. INSPEÇÕES
5.1. DATA DAS INSPEÇÕES
5.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
6. RELATÓRIO TÉCNICO FOTOGRÁFICO (RTF)
6.1. NÍVEL 02 – Piso superior
6.2. NÍVEL 01 – Piso inferior
7. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (END)
7.1. ESCLEROMETRIA
7.2. TEOR DE UMIDADE
7.3. PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO
7.4. POTENCIAL DE CORROSÃO
7.5. RESISTIVIDADE ELÉTRICA
7.6. ENSAIOS EM LABORATÓRIO
7.6.1. Velocidade de pulso ultrassônico
7.6.2. Resistividade elétrica superficial
7.6.3. Resistência à compressão axial
8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
9. PLANO DE MANUTENÇÃO
9.1. ESTRUTURAS DE CONCRETO
9.2. ESTRUTURAS DE AÇO
9.3. COBERTURA
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS
11. ENCERRAMENTO
ANEXO A: Projeto de mapeamento de anomalias, falhas e ensaios
ANEXO B: Projeto de recuperação
ANEXO C: Planilha orçamentária
ANEXO D: Memorial de análise numérica e retrodimensionamento estrutural
ANEXO E: Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)

1. INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação do cliente, Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa - FAUEPG, e de acordo com o contrato Nº 710/2025, a JH Engenharia e Consultoria apresenta o seguinte laudo técnico de inspeção de estruturas.

1.1 OBJETIVO

Consoante os termos da consulta, o presente trabalho tem por finalidade analisar as condições técnicas das estruturas de concreto armado do bloco da piscina da unidade, mediante o registro das manifestações patológicas constatadas por meio de inspeções e ensaios, bem como apresentar as especificações técnicas para o reparo e/ou recuperação dos elementos estruturais danificados, de modo a preservar a estabilidade e segurança das estruturas. Os serviços abrangem todas as estruturas de concreto armado em situação aparente, como pilares, vigas, lajes e contenções.

2. FOLHA RESUMO

- Nome da edificação: Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa - FAUEPG
- CNPJ: 08.574.460/0001-35
- Endereço da unidade: Rua Siqueira Campos, n.º 123 – Bairro Uvaranas
- Endereço da edificação: Avenida General Cavalcanti, 4748
- Área do Terreno: 357.162 m²
- Área total construída: 1.824,21 m²
- Ano do projeto de estruturas: 1983
- Motivo da solicitação: Inspeção extraordinária
- Nome do coordenador responsável da unidade: Sinvaldo Baglie – Presidente FAUEPG
- Classe de Agressividade Ambiental: CAA-II (moderada) com microclima CAA-III (forte)
- Construtora: Não informado
- Projetos de Arquitetura: Não informado
- Projetos de Estruturas: Roberto Frederico Merhy – CREA/PR 3.952/9
- Disponibilidade de projeto de estruturas: Sim
- Disponibilidade de projeto de arquitetura: Sim
- Disponibilidade de relatórios anteriores: Não
- Restrições ao tombamento: Não

2.1 DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS

A edificação do Bloco da Piscina, construída em 1983, possui aproximadamente 2.317 m² (dois mil, trezentos e dezessete metros quadrados) de área construída. O Bloco, composto por dois pavimentos em alvenaria e concreto armado, abriga uma piscina térmica semiolímpica de 25 m (vinte e cinco metros) de comprimento, construída em concreto e apoiada sobre o solo.

Estruturas de Concreto Armado: As estruturas de concreto armado do bloco da piscina são compostas por lajes pré-fabricadas, muro de arrimo, fundações, vigas, pilares, rampas e escadas.

Estruturas em Aço: As estruturas metálicas são compostas por coberturas em treliças e telhas. As estruturas de aço não são alvo dos serviços de inspeção e relatório técnico.

3. TERMO DE ENTREGA E USO

A reprodução, no todo ou em parte, deste documento é estritamente proibida sem a prévia autorização por escrito do autor, em conformidade com a Lei de Direitos Autorais (Lei nº 9.610/98). Essa medida visa garantir a proteção do bom uso das informações, da autoria, dos critérios e da metodologia desenvolvidos ao longo deste processo, assegurando a integridade da obra e os direitos do autor.

4. METODOLOGIA

A metodologia e conceitos adotados no presente trabalho fundamentam-se nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas de Inspeção Predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE) e em bibliografias especializadas da engenharia diagnóstica em edificações.

O corpo deste Laudo Técnico será composto por apontamentos e respectivo Relatório Técnico Fotográfico (RTF) composto por registro fotográfico.

É fundamental salientar que o RTF apresentado neste laudo tem caráter ilustrativo, visando documentar as principais manifestações patológicas observadas nas estruturas. Contudo, o RTF não abrange a totalidade dos eventos existentes na edificação, sendo imprescindível a consulta ao projeto de mapeamento de anomalias para a identificação completa e localização precisa de todas as ocorrências.

Menciona-se ainda que, a ordem ou sequência de disposição da documentação técnica fotográfica, não conferem com a cronologia das datas e ordem sequencial das inspeções.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS

Serão consideradas ANOMALIAS aquelas que prejudicam o desempenho, a funcionalidade, a vida útil prevista da edificação, a utilização, etc., decorrentes de erros de projetos, execução, especificação inadequada de materiais, informações defeituosas ou inexistentes sobre manutenção, uso e operação de sistemas.

As anomalias são classificadas conforme abaixo:

- **ENDÓGENAS**: Aquelas originárias de vícios de projeto, materiais e execução;
- **EXÓGENAS:** Aquelas decorrentes de danos causados por terceiros;
- **NATURAIS:** Causadas por fenômenos naturais (previsíveis ou não);

- **FUNCIONAIS:** Provenientes de degradação dos sistemas construtivos (fim da vida útil do material);

4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS

Serão consideradas FALHAS todos os danos decorrentes de uso e/ou operação inadequados, e/ou da inadequação da elaboração, planejamento, execução e controle do plano de manutenção predial, informações defeituosas ou inexistentes sobre manutenção, uso e operação de sistemas.

A falha está relacionada a procedimentos em processos sem aderência ou executados equivocadamente. Portanto, as falhas vinculam-se a problemas decorrentes de serviços de manutenção e operação das edificações.

As falhas são classificadas conforme descrito abaixo:

- **PLANEJAMENTO:** Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.
- **EXECUÇÃO:** Associada à manutenção provenientes de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.
- **OPERAÇÃO:** Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.
- **GERENCIAMENTO:** Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

A classificação quanto ao GRAU DE RISCO de uma anomalia ou falha será fundamentada considerando o grau de risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, sendo classificado como:

- **CRÍTICO:** Impacto irrecuperável, relativo ao risco contra a saúde, segurança do usuário e do meio ambiente bem como perde excessiva de desempenho.
- **REGULAR:** Impacto parcialmente recuperável relativo ao risco quanto à perda parcial de funcionalidade e desempenho.

- **MÍNIMO:** Impacto recuperável relativo a pequenos prejuízos, sem incidência ou a probabilidade de ocorrência dos riscos acima expostos.

4.4 CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO

A classificação das CONDIÇÕES DE USO será parametrizada pela análise das condições de uso da edificação e de seus sistemas construtivos, consoante aspectos técnicos previstos em projeto e conforme níveis de desempenho estimados.

Será classificado em:

- **USO REGULAR:** Quando a edificação inspecionada se encontra ocupada e utilizada de acordo com o uso previsto em projeto;
- **USO IRREGULAR:** Quando a edificação inspecionada se encontra ocupada e utilizada de forma irregular, com uso divergente do previsto no projeto.

4.5 CRITÉRIO PARA IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS EVENTOS

Para facilitar o entendimento do Laudo Técnico e localização dos eventos, todas manifestações patológicas estarão nomeadas nas fichas do RTF – Relatório Técnico Fotográfico – em seus respectivos ambientes ou locais. Todas as imagens exibidas no RTF estarão mapeadas em planta específica, denominada Planta de Mapeamento de Anomalias, em anexo a este relatório.

5. INSPEÇÕES

5.1 DATA DAS INSPEÇÕES

As inspeções foram realizadas fases, conforme indicado abaixo:

FASE 01

- 16/07/2025: Contato inicial com a equipe de engenharia da UEPG, momento que os problemas que motivaram a contratação foram expostos em campo. Neste dia foi realizado um cadastro das manifestações patológica encontradas e um planejamento de ações para os dois dias seguintes;
- 17/07/2025: Preparação de áreas de 10 áreas de teste, com demolição de pequenas localidades de concreto e/ou revestimento. Medição de profundidade de carbonatação e perda de seção das armaduras em regiões de armadura exposta;

- 18/07/2025: Medição de potencial de corrosão e de resistividade elétrica em cerca de 10 áreas de teste. Preparação de mais cerca de 6 áreas de teste, medição de profundidade de carbonatação e de perda de seção.

FASE 02

- 14/08/2025: Inspeção visual e mapeamento de anomalias e falhas, preparo de substratos para realização de ensaios complementares, ensaios de potencial de corrosão, medidas de perda de seção trasnversal;
- 15/08/2025: Ensaios de potencial de corrosão, resistividade, esclerometria, início de extração de testemunhos, abertura de janelas de inspeção e conferência de armaduras (construído x projetado);
- 16/08/2025: Mapeamento de anomalias, mapeamento de ensaios, extração de testemunhos, ensaios de esclerometria, ensaios de teor de umidade superficial, profundidade de carbonatação.

5.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Câmera fotográfica DSLR SONY modelo Alpha A33;
- Câmera fotográfica DSLR NIKON modelo D5000;
- Esclerômetro de reflexão SADT modelo HT225A;
- Perfuratriz diamantada HILTI modelo DD120;
- Aparato para ensaio de potencial de corrosão: voltímetro de alta impedância, eletrodo de referência cobre/sulfato de cobre;
- Medidor de resistividade PROCEQ modelo Resipod;
- Medidor de umidade de materiais AKSO modelo AK842
- Prancheta e demais materiais de anotação.

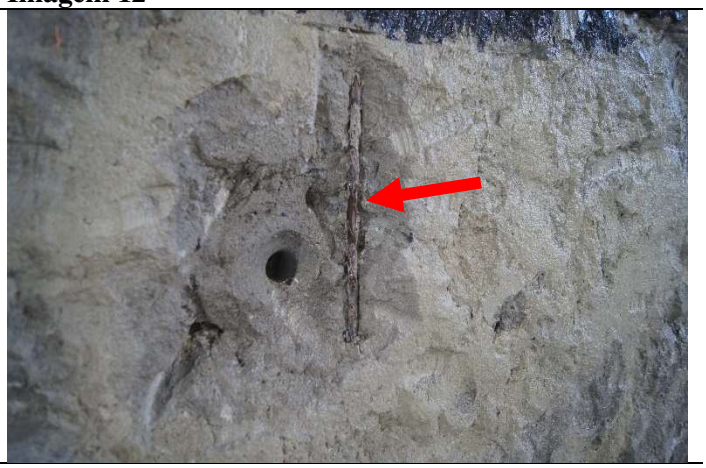
6. RELATÓRIO TÉCNICO FOTOGRÁFICO (RTF)

6.1 NÍVEL 02 – Piso superior

Local: Circulação e piscina

Imagem 01	**Imagem 02**
	
Vista geral nível 02 do bloco da piscina.	Vista geral área interna da piscina.
Imagem 03	**Imagem 04**
	
Vista geral de uma das paredes escarificadas (seta vermelha).	Ninhos de concretagem em todo comprimento das juntas de concretagem (seta vermelha)
Imagem 05	**Imagem 06**
	
Ninhos de concretagem em todo comprimento das juntas de concretagem (seta vermelha)	Medição de camadas de enchimento sobre a laje, de cima para baixo: camada de argamassa = 3 cm; camada de concreto 1 = 5 cm; camada de concreto 2 = 4 cm.

Local: Paredes internas da piscina

Imagem 07	**Imagem 08**
	
Detalhe de ninhos de concretagem em juntas de concretagem. Corrosão de armaduras (seta vermelha).	Junta de concretagem na parede de concreto (seta vermelha)
Imagem 09	**Imagem 10**
	
Início de processo corrosivo sem perda de seção transversal (seta vermelha).	Junta de concretagem na parte superior da parede de concreto (seta vermelha).
Imagem 11	**Imagem 12**
	
Junta de concretagem na parte superior da parede de concreto (seta vermelha).	Início de processo corrosivo sem perda de seção transversal (seta vermelha).

Local: Paredes internas da piscina e fachadas

Imagem 13	**Imagem 14**
	
Detalhe de ninhos de concretagem em juntas de concretagem. Corrosão de armaduras (seta vermelha).	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Armário área de permanência de atletas.
Imagem 15	**Imagem 16**
	
Fachadas em bom estado de conservação.	Fachadas em bom estado de conservação.
Imagem 17	**Imagem 18**
	
Fachadas em bom estado de conservação.	Fachadas em bom estado de conservação.

Local: Fachadas e escadas externas

Imagem 19	**Imagem 20**
	
Fachadas em bom estado de conservação.	Fachadas em bom estado de conservação.
Imagem 21	**Imagem 22**
	
Fachadas em bom estado de conservação.	Fachadas em bom estado de conservação.
Imagem 23	**Imagem 24**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Escadas externas.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Escadas externas.

Local: Escadas externas

Imagem 25	**Imagem 26**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Escadas externas.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Escadas externas.

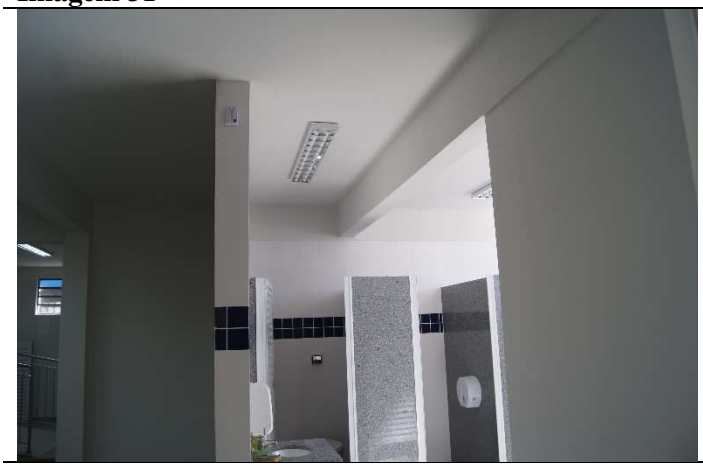
LISTA DE PARECERES TÉCNICOS

APONTAMENTO Nº 1			
NINHOS DE CONCRETAGEM			**IMAGEM**
Ninhos de concretagem em juntas de concretagem localizadas na parte superior da parede interna da piscina devido a falhas de tratamento de superfície, lançamento e compactação do concreto. Foi observado processo de corrosão de armaduras, com perda de seção inferior a 20%, nos ninhos de concretagem.			04, 05, 07, 10, 11
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Reparo de armaduras com processo de corrosão conforme ET-01		
APONTAMENTO Nº 2			
CAMADA DE REGULARIZAÇÃO ESPESSA			**IMAGEM**
Foi observado espessa camada de enchimento/regularização sobre as lajes pré-fabricadas do nível 100. Embora verificada camadas de enchimento de até 13 cm, não foram constatadas deformações visíveis ou fissuras devido a flexão nas lajes pré-fabricadas.			06
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Não se aplica
Especificação técnica para reparo:	Não se aplica		
APONTAMENTO Nº 3			
INÍCIO DE PROCESSO CORROSIVO EM ARMADURAS			**IMAGEM**
Início de processo corrosivo, sem perda de seção transversal, em armaduras de pilares e da parede de contenção interna da piscina. Embora observado cobrimentos inferiores a 1 cm, as armaduras localizadas abaixo da lâmina d'água apresentam apenas corrosão superficial sem perda de seção transversal.			09, 12
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Reparo de armaduras com processo de corrosão conforme ET-01		

APONTAMENTO Nº 4			
CORROSÃO DE ARMADURAS COM PERDA DE SEÇÃO INFERIOR A 20%			**IMAGEM**
Corrosão de armaduras por carbonatação, com perda de seção inferior a 20% e destacamento do concreto de cobrimento devido ao baixo cobrimento de armaduras.			14, 23, 24, 25, 26
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Reparo de armaduras com processo de corrosão conforme ET-01. Proteção de superfície conforme ET-04.		

6.2 NÍVEL 01 – Piso inferior

Local: Vestiário masculino e feminino

Imagem 27	**Imagem 28**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Pilar do vestiário masculino.	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Pilar do vestiário masculino.
Imagem 29	**Imagem 30**
	
Fissuras devido a corrosão (seta vermelha). Pilar do vestiário masculino.	Estruturas em bom estado de conservação (seta vermelha)
Imagem 31	**Imagem 32**
	
Estruturas em bom estado de conservação (seta vermelha)	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Pilar do vestiário feminino.

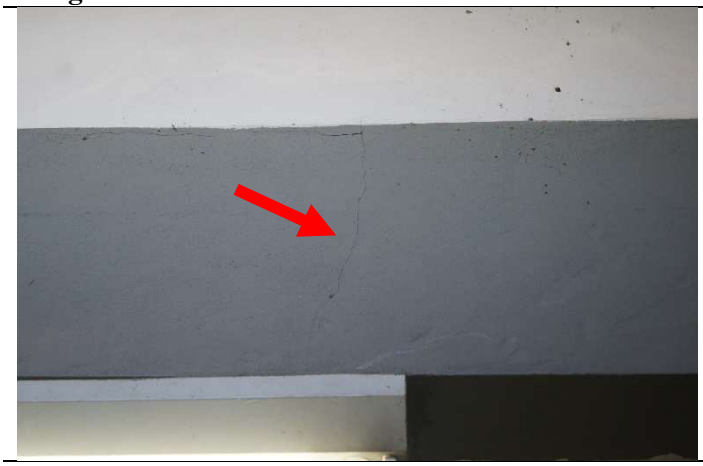
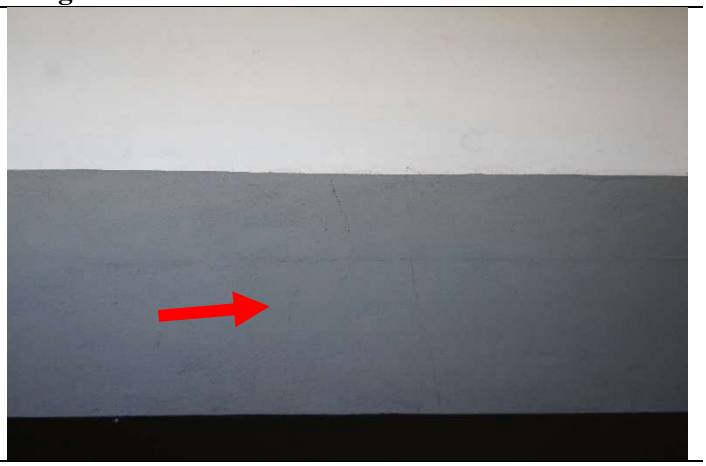
Local: Vestiário feminino e circulação entorno piscina.

Imagem 33	**Imagem 34**
	
Estruturas em bom estado de conservação (seta vermelha)	Ausência de ventilação e elevada umidade (seta vermelha). Contenções perimetrais.
Imagem 35	**Imagem 36**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Viga rampa vestiário feminino e pilar piscina.	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Viga rampa vestiário feminino.
Imagem 37	**Imagem 38**
	
Vista geral circulação no entorno da piscina. Umidade ascendente (seta vermelha)	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Viga perimetral sob parede da piscina.

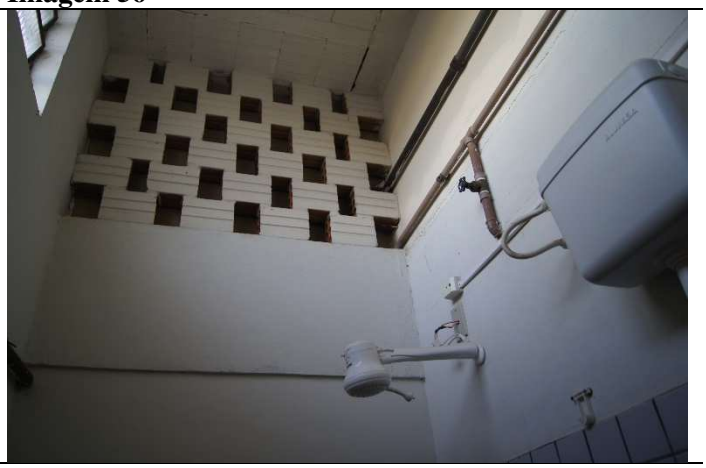
Local: Circulação

Imagem 39	**Imagem 40**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Parede externa da piscina.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Laje de vigotas.
Imagem 41	**Imagem 42**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Laje de vigotas.	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Viga rampa vestiário masculino.
Imagem 43	**Imagem 44**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Pilar da piscina.	Fissuras e manchas de lixiviação (seta vermelha). Viga perimetral superior piscina.

Local: Circulação

Imagem 45	**Imagem 46**
	
Ausência de ventilação e elevada umidade (seta vermelha). Contenções perimetrais.	Ausência de ventilação e elevada umidade (seta vermelha). Contenções perimetrais.
Imagem 47	**Imagem 48**
	
Fissuras verticais em vigas (seta vermelha). Vigas de travamento.	Fissuras verticais em vigas (seta vermelha). Vigas de travamento.
Imagem 49	**Imagem 50**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Vigas sob paredes da piscina.	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Vigas sob paredes da piscina.

Local: Circulação

Imagem 51	**Imagem 52**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Viga perimetral superior da piscina.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Pilar e vigas sob paredes da piscina.
Imagem 53	**Imagem 54**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Vigas sob paredes da piscina.	Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Vigas sob paredes da piscina.
Imagem 55	**Imagem 56**
	
Fissuras e manchas de lixiviação (seta vermelha). Viga perimetral superior piscina.	Estruturas em bom estado de conservação.

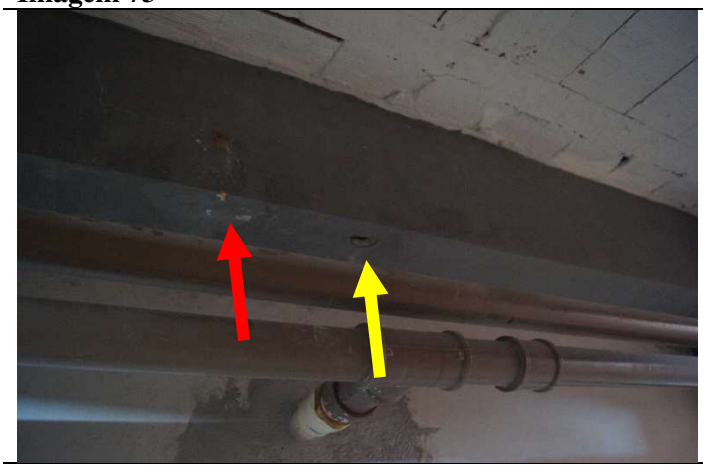
Local: Circulação

Imagem 57	**Imagem 58**
	
Fissuras verticais em vigas (seta vermelha). Vigas de travamento.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Viga perimetral superior da piscina.
Imagem 59	**Imagem 60**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Vigas sob paredes da piscina.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Lajes de vigotas.
Imagem 61	**Imagem 62**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Lajes de vigotas.	Vista geral circulação próxima a caldeira.

Local: Filtros e circulação

Imagem 63	**Imagem 64**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Pilar da casa de filtros.	Corrosão em bases de equipamentos, sugerindo presença frequente de água no piso (seta vermelha)
Imagem 65	**Imagem 66**
	
Corrosão avançada com perda de seção superior a 20% (seta vermelha). Viga perimetral superior da piscina.	Umidade ascendente (seta vermelha). Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta amarela)
Imagem 67	**Imagem 68**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Viga de travamento sobre acesso ao piso 2.	Infiltrações e destacamento do revestimento (seta vermelha). Contenções perimetrais.

Local: Sala de dança, circulação

Imagem 69	**Imagem 70**
	
Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Viga sala de dança.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Pilares entorno da piscina.
Imagem 71	**Imagem 72**
	
Fissuras e manchas de lixiviação (seta vermelha). Viga perimetral superior piscina.	Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta vermelha). Parede piscina.
Imagem 73	**Imagem 74**
	
Fissuras e manchas de lixiviação (seta vermelha). Corrosão de armaduras com perda de seção inferior a 20% (seta amarela). Viga perimetral superior piscina.	Armaduras expostas e com corrosão superficial, sem perda de seção (seta vermelha)

Local:

Imagem 75	**Imagem 76**
	
Infiltrações e destacamento do revestimento (seta vermelha). Contenções perimetrais.	Destacamento revestimento superior viga (seta vermelha). Dano apenas estético.

LISTA DE PARECERES TÉCNICOS

APONTAMENTO Nº 1			
CORROSÃO AVANÇADA			**IMAGEM**
Processo de corrosão por carbonatação avançada devido ao baixo cobrimento de armaduras em conjunto ambiente agressivo. Foi observado cobrimentos inferiores a 1 cm, perda de seção de armaduras longitudinais acima de 20% e seccionamento de armaduras transversais. A presença de umidade e gás cloro, aliada a baixa ventilação do local, podem ter contribuído para o avanço da corrosão nestas áreas. É importante salientar que as paredes de contenção da piscina apresentam o que aparenta ser um material de impermeabilização rígido. Embora as vigas de apoio das paredes da piscina apresentem processo de corrosão avançado, as paredes possuem apenas alguns pontos isolados de corrosão superficial, sugerindo que o material de impermeabilização esteja funcionando como uma barreira efetiva contra penetração de umidade e oxigênio.			27, 28, 29, 32, 35, 36, 38, 42, 49, 50, 53, 54, 59, 63, 65
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Regular
Especificação técnica para reparo:	Reparo de armaduras com processo de corrosão avançada conforme ET-01 e proteção de superfícies conforme ET-04.		

APONTAMENTO Nº 2			
INFILTRAÇÕES E DEGRADAÇÃO DO REVESTIMENTO			**IMAGEM**
Infiltrações, umidade ascendente e degradação generalizada do revestimento argamassado de estruturas de contenção perimetrais do bloco devido a falhas de impermeabilização. O local apresenta pouca ou nenhuma ventilação, tornando o ambiente insalubre para os ocupantes.			34, 37, 45, 46, 68, 75
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Regular
Especificação técnica para reparo:	Contratação de empresa especializada em impermeabilização e instalação de sistema de ventilação forçada conforme ET-02.		

APONTAMENTO Nº 3			
CORROSÃO DE ARMADURAS COM PERDA DE SEÇÃO INFERIOR A 20%			**IMAGEM**
Corrosão de armaduras por carbonatação, com perda de seção inferior a 20% e destacamento do concreto de cobrimento devido ao baixo cobrimento de armaduras. É importante salientar que as paredes de contenção da piscina apresentam o que aparenta ser um material de impermeabilização rígido. Este material, por sua vez, pode ter impedido a penetração de umidade e oxigênio, mitigando a corrosão destas estruturas.			39, 40, 41, 42, 51, 52, 58, 60, 61, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 74
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Reparo de armaduras com processo de corrosão conforme ET-01. Proteção de superfície conforme ET-04.		

APONTAMENTO Nº 4			
FISSURAS COM LIXIVIAÇÃO			**IMAGEM**
Fissuras e manchas de lixiviação em vigas periféricas da piscina, na altura da lâmina d'água, causada por falhas de impermeabilização da piscina.			44, 55, 71
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Contratação de empresa especializada em impermeabilização conforme ET-02. Nos locais com corrosão, reparo conforme ET-01 e proteção de superfícies conforme ET-04.		

APONTAMENTO Nº 5			
FISSURAS VERTICAIS EM VIGAS			**IMAGEM**
Fissuras verticais com abertura de 0,1 mm em vigas de travamento das áreas de circulação e salas de aula, possivelmente relacionadas com retração do concreto.			47, 48, 57
Classificação da Anomalia ou Falha:	Anomalia endógena	**Grau de Risco:**	Mínimo
Especificação técnica para reparo:	Estucamento de fissuras conforme especificação técnica ET-03		

7. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

A seguir serão apresentados os ensaios não-destrutivos (END) realizados nas estruturas inspecionadas. Todos os ensaios serão separados por tipo e localização, e no final de cada conjunto de ensaios será apresentado o parecer técnico com as conclusões acerca dos resultados.

7.1 ESCLEROMETRIA

Neste item serão apresentados os resultados dos ensaios de esclerometria, realizados conforme a NBR 7584. O ensaio de esclerometria tem por objetivo avaliar a dureza superficial do elemento de concreto por meio do uso do esclerômetro de reflexão (ou martelo de Schmidt). Com os índices esclerométricos em mãos é possível avaliar a homogeneidade do concreto e, por meio de correlações empíricas, estimar a resistência à compressão axial dos elementos inspecionados.

Os equipamentos utilizados nos ensaios estão descritos abaixo:

- Martelo de teste de concreto marca SADT modelo HT225A. Energia de impacto de 2,207 J (2,25 N.m), tipo "b" conforme NBR 7584.
- Prancheta e materiais de anotações.

Dados iniciais

- Índice esclerométrico médio na bigorna de calibração: 80,00;
- Coeficiente de correlação do aparelho (%): 1,00.

Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela a seguir.

ID ENSAIO	LOCAL	ELEMENTO	ÍNDICE ESCLEROMÉ-TRICO (Rb)				MÉDIAS	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ESTIMADA
ESC-01	Piscina	Parede piscina (face interna)	38	42	42	42	**Média**	48,1 MPa
			44	45	44	45	43	
			46	50	42	38	**Média efetiva**	
			48	42	46	40	43	
ESC-02	Circulação nível 1	Viga V1 (fundo piscina)	42	47	40	38	**Média**	50,4 MPa
			52	54	46	42	45	
			40	52	42	36	**Média efetiva**	
			47	46	51	38	44	

ID ENSAIO	LOCAL	ELEMENTO	ÍNDICE ESCLEROMÉ-TRICO (Rb)				MÉDIAS	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ESTIMADA
ESC-03	Circulação nível 1	Viga V1 (fundo piscina)	41	48	44	46	**Média**	52,7 MPa
			35	48	42	46	44	
			44	38	50	45	**Média efetiva**	
			43	38	46	44	45	
ESC-04	Circulação nível 1	P37	40	40	40	34	**Média**	43,7 MPa
			40	40	42	30	40	
			42	42	40	42	**Média efetiva**	
			42	47	40	42	41	
ESC-05	Circulação nível 1	P85	42	40	40	36	**Média**	41,6 MPa
			42	42	40	42	40	
			38	44	34	38	**Média efetiva**	
			36	44	36	38	40	
ESC-06	Escada entrada nível 2	Laje (-90º)	40	46	40	42	**Média**	50,4 MPa
			46	40	42	42	41	
			40	42	42	38	**Média efetiva**	
			42	38	38	40	40	
ESC-07	Escada entrada nível 2	Laje (-45º)	46	48	50	50	**Média**	> 60 MPa
			50	50	56	56	51	
			46	52	52	52	**Média efetiva**	
			55	58	46	48	51	
ESC-08	Escada entrada nível 2	Laje (-90º)	48	46	44	45	**Média**	> 60 MPa
			42	50	46	48	46	
			42	50	48	48	**Média efetiva**	
			46	44	45	50	46	
ESC-09	Escada entrada nível 2	Laje (-45º)	50	54	54	58	**Média**	> 60 MPa
			60	44	54	54	53	
			50	48	55	50	**Média efetiva**	
			55	52	46	56	52	
ESC-10	Piscina	Parede piscina (face interna)	40	38	36	38	**Média**	43,7 MPa
			42	44	46	42	41	
			42	44	40	42	**Média efetiva**	
			38	40	44	40	41	
ESC-11	Piscina	Parede piscina (face interna)	38	36	36	36	**Média**	35,5 MPa
			42	38	32	36	37	
			38	40	40	38	**Média efetiva**	
			36	38	38	36	37	
ESC-12	Piscina		36	34	36	38	**Média**	41,6 MPa
			38	40	48	40	39	

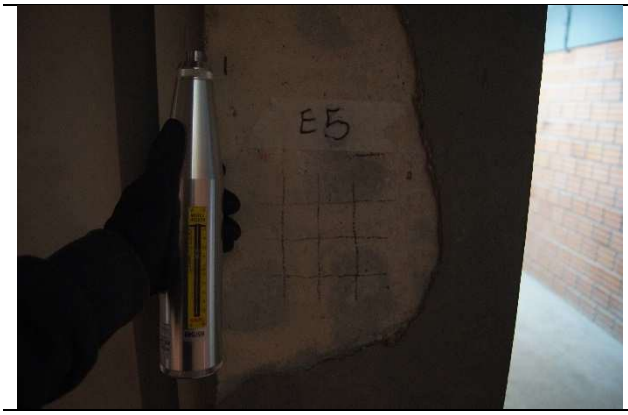
ID ENSAIO	LOCAL	ELEMENTO	ÍNDICE ESCLEROMÉ-TRICO (Rb)				MÉDIAS	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ESTIMADA
		Parede piscina (face interna)	34	36	46	30	**Média efetiva**	
			34	42	46	40	40	

Parecer técnico:

Com base na análise dos resultados de esclerometria, a estrutura apresenta uma homogeneidade regular, considerando sua idade e a tecnologia do concreto disponível no período de construção. Notavelmente, a homogeneidade é mais acentuada entre elementos estruturais que foram aparentemente construídos na mesma fase.

A resistência à compressão axial, calculada a partir do índice esclerométrico médio efetivo, superou significativamente o valor de projeto de 15 MPa. Os resultados indicam valores variando de 35 MPa a mais de 60 MPa. Esse aumento de resistência pode ser atribuído a presença de carbonatação (ver resultados de ensaios com fenolftaleína), que contribui para o refinamento de poros, aumentando consideravelmente a resistência superficial da camada carbonatada.

IMAGENS DOS ENSAIOS:

Ensaio 01	**Ensaio 02**
	
Ensaio 03	**Ensaio 04**
	
Ensaio 05	**Ensaio 06**
	
Ensaio 07	**Ensaio 08**
	

Ensaio 09	Ensaio 10
	
Ensaio 11	**Ensaio 12**
	

7.2 TEOR DE UMIDADE

Os ensaios de teor de umidade tiveram como objetivo a avaliação das condições de umidade em estruturas de concreto ou de revestimentos argamassados que as revestem.

Os equipamentos utilizados nos ensaios foram:

- Medidor de umidade AKSO modelo AK842;
- Prancheta e materiais de anotação.

Parâmetros de medição

- Faixa de medição (madeira): 7.0 a 57.0% (exatidão +/- 2%);
- Resolução: 0,1%;
- Temperatura: -20 a 60ºC;
- Umidade relativa: 0,0 a 99,9 %UR

Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela a seguir.

Nº DO ENSAIO	ID ESTRUTURA	ID. ENSAIO	MATERIAL	UMIDADE (%)
1	Contenção porção inferior (almoxarifado)	UMD-01	Argamassa	**5,3**
2	Contenção porção superior (almoxarifado)	UMD-02	Argamassa	**29,0**
3	Viga baldrame piscina (almoxarifado)	UMD-03	Argamassa	**4,4**
4	Viga fundo piscina (almoxarifado)	UMD-04	Argamassa	**29,0**
5	Viga fundo piscina (circulação/sala dança)	UMD-05	Argamassa	**5,1**
6	Parede piscina (circulação/sala dança)	UMD-06	Argamassa	**5,0**
7	Viga baldrame piscina (circulação/filtros)	UMD-07	Argamassa	**10,1**
8	Viga fundo piscina (circulação/filtros)	UMD-08	Argamassa	**6,1**
9	Viga fundo piscina (circulação/ filtros)	UMD-09	Argamassa	**2,8**
10	Viga fundo piscina (circulação/ filtros)	UMD-10	Argamassa	**2,2**
11	Viga baldrame piscina (circulação/ cozinha)	UMD-11	Argamassa	**5,4**
12	Viga baldrame piscina (circulação/ cozinha)	UMD-12	Argamassa	**5,4**
13	Viga fundo piscina (circulação/ cozinha)	UMD-13	Concreto	**2,5**
14	Viga fundo piscina (circulação/ cozinha)	UMD-14	Concreto	**3,1**
15	Viga baldrame piscina (circulação/depósito)	UMD-15	Argamassa	**4,8**
16	Viga fundo piscina (circulação/ depósito)	UMD-16	Argamassa	**5,1**
17	Viga fundo piscina (circulação/ depósito)	UMD-17	Argamassa	**3,3**
18	Contenção (circulação/vest. masc.)	UMD-18	Argamassa	**7,8**
19	Contenção (circulação/vest. masc.)	UMD-19	Argamassa	**11,0**

Nº DO ENSAIO	ID ESTRUTURA	ID. ENSAIO	MATERIAL	UMIDADE (%)
20	Viga fundo piscina (circulação/vest. fem.)	UMD-20	Argamassa	**8,3**
21	Viga fundo piscina (circulação/vest. fem.)	UMD-21	Argamassa	**3,3**
22	Parede piscina (circulação/vest. fem.)	UMD-22	Concreto	**2,7**

LEGENDA

Argamassa/concreto:

IDEAL: ≤ 1,5%;

REGULAR: ≥ 2% ≤ 4%;

ELEVADA: ≥ 4%

Parecer técnico:

Os resultados de teor de umidade superficial de materiais evidenciaram a presença de umidade ascendente nas estruturas perimetrais da piscina em contato com o solo. Nas vigas baldrame e nas vigas do fundo da piscina, por exemplo, foram observados teores de umidade que decrescem a medida em que se aumenta a distância do solo. Além do teor de umidade elevado, observa-se a degradação generalizada do revestimento argamassado próximo ao solo, fenômeno característico do processo de umidade ascendente por capilaridade.

Por outro lado, as estruturas de contenção perimetrais da unidade apresentam teores elevados de umidade independentemente da altura, sugerindo um processo de infiltração proveniente do aterro. O revestimento argamassado apresenta degradação generalizada e elevada pulverulência em toda a sua altura. Recomenda-se, portanto, a contratação de empresa especializada em projeto de impermeabilização conforme ET-02.

IMAGENS DOS ENSAIOS

Ensaio 01



Ensaio 02



Ensaio 03



Ensaio 04



Ensaio 05



Ensaio 06



Ensaio 07



Ensaio 08



Ensaio 09



Ensaio 10



Ensaio 11



Ensaio 12



Ensaio 13



Ensaio 14



Ensaio 15



Ensaio 16



Ensaio 17	Ensaio 18
	
Ensaio 19	**Ensaio 20**
	
Ensaio 21	**Ensaio 22**
	

7.3 PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO

O ensaio de profundidade de carbonatação tem como objetivo principal a avaliação da extensão da carbonatação no concreto. A carbonatação é um processo químico natural que ocorre quando o gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera reage com o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), presente no concreto. Essa reação transforma o hidróxido de cálcio em carbonato de cálcio ($CaCO_3$), diminuindo o pH do concreto de aproximadamente 12-13 para cerca de 8-9. A queda de pH, por sua vez, despassiva as armaduras, deixando-as vulneráveis à corrosão, principalmente em ambientes com alta umidade e presença de cloretos.

Para avaliação da profundidade de carbonatação uma solução de fenolftaleína (solução alcoólica a 1% ou 2%) foi aspergida na superfície do concreto avaliado. A avaliação dos resultados ocorre da seguinte maneira:

- **Concreto não carbonatado**: Onde o concreto apresenta pH alto (acima de 9,5), a solução de fenolftaleína reage e a coloração da superfície se torna rosa-púrpura;
- **Concreto carbonatado**: Na região onde o concreto foi carbonatado, o pH é baixo (menor que 9,5) e não ocorre alteração na cor, permanecendo o cinza original do concreto.

A profundidade da camada carbonatada é medida com o auxílio de um paquímetro ou régua.

Os equipamentos utilizados nos ensaios foram:

- Solução de fenolftaleína 1%;
- Paquímetro digital;
- Câmera fotográfica

Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela a seguir.

Nº	ELEMENTO ESTRUTURAL	ID AMOSTRA	FACE	CARBONATAÇÃO (mm)	FACE	CARBONATAÇÃO (mm)
1	Parede da piscina	CPP1	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**10,97**
2		CPP2	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**19,06**

Nº	ELEMENTO ESTRUTURAL	ID AMOSTRA	FACE	CARBONATAÇÃO (mm)	FACE	CARBONATAÇÃO (mm)
3		CPP3	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**
4		CPP4	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**
5		CPP5	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**19,01**
6		CPP6	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**
7		CPP7	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**7,23**
8		CPP8	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**5,12**
9	Viga borda superior piscina	CPV1	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**18,07**
10		CPV2	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**6,77**
11		CPV3	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**
12		CPV4	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**4,85**
13	Viga piso piscina	CPV5	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**5,44**
14	Pilares piscina	CPPL1	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**
15		CPPL2	Interna (piscina)	**0,00**	Externa (circulação)	**0,00**

LEGENDA

CONCRETO NÃO CARBONATADO;

CARBONATAÇÃO INFERIOR À ESPESSURA DE COBRIMENTO;

CARBONATAÇÃO SUPERIOR À ESPESSURA DE COBRIMENTO.

Parecer técnico:

Os resultados de avaliação da profundidade de carbonatação evidenciaram que a face interna de todas as amostras extraídas (voltadas para o interior da piscina) não apresentam processo de carbonatação. Este comportamento era esperado, uma vez que a presença permanente de água na piscina impede a penetração de CO_2 na estrutura.

As faces externas, por sua vez, apresentaram comportamentos distintos. Não foi evidenciado carbonatação nas amostras de pilares com presença de revestimento argamassado, sugerindo que o revestimento possa ter contribuído para mitigação da penetração de CO_2 na estrutura.

Por outro lado, faces externas de amostras sem revestimento argamassado apresentaram processo de carbonatação que superou, em todos os casos, a camada de cobrimento. Além disso, a amostra extraída da viga proxima ao solo (viga sob o piso da piscina – CPV5) apresentou carbonatação mesmo com presença de revestimento argamassado, possivelmente devido ao contato direto com a umidade do solo (conforme evidenciado nos ensaios de teor de umidade superficial).

É importante destacar que na face externa das paredes da piscina, embora constatado carbonatação em 5 das 8 amostras extraídas e avaliadas, não foram observadas áreas de corrosão significativas. Os pontos de corrosão identificados são isolados e ocorreram em regiões onde o cobrimento se encontrava perto de zero. Este comportamento pode sugerir que a impermeabilização presente nas paredes pode ter permitido a entrada de oxigênio, mas não de umidade (impermeabilizante aberto a difusão de vapor).

IMAGENS DOS ENSAIOS

Ensaio 01	**Ensaio 02**
	
Ensaio 03	**Ensaio 04**
	

Ensaio 05



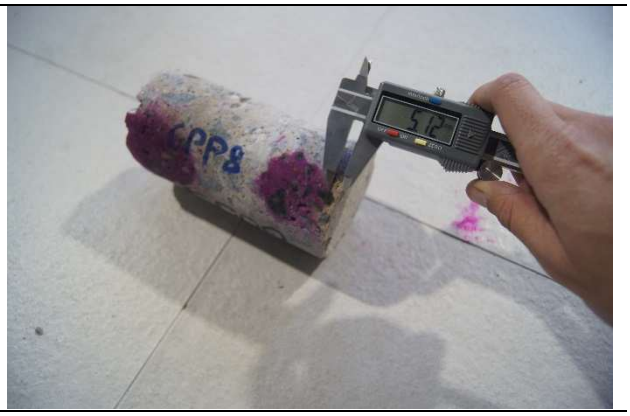
Ensaio 06



Ensaio 07



Ensaio 08



Ensaio 09



Ensaio 10



Ensaio 11



Ensaio 12



Ensaio 13



Ensaio 14



Ensaio 15



7.4 POTENCIAL DE CORROSÃO

O ensaio de potencial de corrosão tem como objetivo principal avaliar a probabilidade de ocorrência de corrosão nas armaduras embutidas no concreto. Este ensaio, considerado não-destrutivo, é realizado conforme a norma ASTM C876, utilizando-se um voltímetro de alta impedância e um eletrodo de referência de cobre/sulfato de cobre.

O procedimento consiste em medir a diferença de potencial elétrico entre o eletrodo de referência, posicionado na superfície do concreto, e a armadura da estrutura, à qual é conectado o voltímetro. As leituras são realizadas em uma malha de pontos previamente demarcada, cobrindo a área a ser inspecionada.

Os valores de potencial elétrico obtidos são analisados da seguinte forma:

- **Valores mais negativos que -350 mV**: Indicam uma alta probabilidade de corrosão ativa em andamento na armadura, estimada em mais de 90%;
- **Valores entre -200 mV e -350 mV**: Representam uma área de incerteza, onde o risco de corrosão é moderado e a probabilidade de corrosão em andamento é de aproximadamente 50%;
- **Valores mais positivos que -200 mV**: Sugerem que a corrosão é improvável, com menos de 10% de probabilidade de estar em atividade.

A avaliação dos resultados deste ensaio, em conjunto com outras inspeções (visuais e ensaios complementares), permite mapear as áreas com maior probabilidade de corrosão. Isso ajuda a priorizar as intervenções, direcionando os reparos para as regiões mais críticas da estrutura, evitando a perda de seção transversal das armaduras e garantindo a segurança e a durabilidade da edificação.

Os equipamentos utilizados nos ensaios foram:

- Multímetro de alta impedância;
- Eletrodo de referência cobre/sulfato de cobre;
- Prancheta e demais itens de anotação.

a) Resultados de medida de potencial de corrosão pontual:

Nº ENSAIO	ID ENSAIO	ELEMENTO	PONTO DE MEDIÇÃO	E_{corr} (mV)	PROBABILIDADE DE CORROSÃO
1	PCO-01	Pilar - P27	1	-429	**> 90%**
2	PCO-02	Pilar - P26	1	-364	**> 90%**
3			2	-230	**50%**
4			3	-276	**50%**
5			4	-108	**10%**
6	PCO-03	Pilar - P74	1	-302	**50%**
7	PCO-04	Viga Piso 2 - V120a	1	-202	**50%**
8	PCO-05	Viga piso piscina - V5b	1	-425	**> 90%**
9			2	-456	**> 90%**
10			3	-940	**> 90%**
11	PCO-06	Parede piscina	1	-421	**> 90%**
12			2	-407	**> 90%**
13	PCO-07	Viga piso piscina - V15c	1	-248	**50%**
14	PCO-08	Viga piso piscina - V15b	1	-216	**50%**
15	PCO-09	Viga piso piscina - V1d	1	-159	**50%**
16			2	-184	**50%**
17			3	-206	**50%**
18	PCO-10	Viga piso piscina - V1e	1	-194	**50%**
19	PCO-11	Viga piso piscina - V1g	1	-234	**50%**
20			2	-260	**50%**
21	PCO-12	Viga piso piscina - V1f	1	-335	**50%**
22			2	-360	**> 90%**
23	PCO-13	Viga piso piscina - V1i	1	-356	**> 90%**
24	PCO-14	Viga baldrame piscina - VB202_I	1	-514	**> 90%**
25			2	-457	**> 90%**
26			3	-397	**> 90%**

LEGENDA

PROBABILIDADE DE CORROSÃO = 10%;

PROBABILIDADE DE CORROSÃO = 50%;

PROBABILIDADE DE CORROSÃO = 90%.

Parecer técnico:

A avaliação dos potenciais de corrosão das armaduras, realizada em vinte e seis pontos de leitura, revelou que vinte e cinco deles indicam um processo corrosivo em andamento. Apenas um ponto de leitura apresentou uma probabilidade de corrosão de 10%. Os demais pontos analisados se situam nas faixas de incerteza (probabilidade de 50%) ou de alta probabilidade (acima de 90%), sugerindo a atividade de corrosão em curso nas armaduras.

Essa conclusão é reforçada pela inspeção visual, que identificou, em áreas adjacentes aos pontos de ensaio, manifestações patológicas como o destacamento do concreto de cobrimento, um indicativo claro da expansão volumétrica devido aos produtos da corrosão.

b) Resultado de mapeamento de potencial de corrosão em paredes internas da piscina:

MP 01

Barras horizontais	Barras verticais 1	2	3	4	5
A	-122	-125	-127	-121	-150
B	-115	-121	-112	-121	-133
C	-153	-133	-124	-131	-143
D	-418	-215	-153	-133	-123
E	-341	-226	-266	-163	-156

MP 02

Barras horizontais	Barras verticais 1	2	3
A	-227	-243	-160
B	-213	-213	-162
C	-225	-231	-158
D	-216	-206	-155
E	-217	-209	-161
F	-246	-280	-166

MP 03

Barras horizontais	Barras verticais 1	2	3	4	5
A	-75	-115	-230	-139	-123
B	-86	-76	-203	-154	-138
C	-96	-114	-133	-106	-105
D	-141	-124	-113	-96	-122

E	-120	-119	-106	-102	-103
F	-113	-97	-100	-100	-97

Parecer técnico:

O mapeamento dos potenciais de corrosão das armaduras das paredes da face interna da piscina indica que grande parte da área avaliada apresenta probabilidade de corrosão variando de baixa a incerta. Apenas um dos 63 pontos avaliados apresentou alta probabilidade de corrosão. Os resultados sugerem que a face interna das paredes da piscina não apresenta corrosão de armaduras em processo.

7.5 RESISTIVIDADE ELÉTRICA

O ensaio de resistividade elétrica é um método não destrutivo utilizado para avaliar a probabilidade de corrosão nas armaduras de estruturas de concreto, preconizada pela norma europeia UNE 83988-2. Ele se baseia no princípio de que a resistividade do concreto está diretamente relacionada à sua porosidade e umidade, que são fatores cruciais para a movimentação de íons e, consequentemente, para o processo de corrosão.

O método Wenner utiliza quatro eletrodos dispostos em linha reta e com espaçamento uniforme. Uma corrente elétrica constante é aplicada pelos dois eletrodos externos (eletrodos de corrente), enquanto a diferença de potencial é medida pelos dois eletrodos internos (eletrodos de potencial). A resistividade é então calculada automaticamente pelo equipamento com base na relação entre a diferença de potencial e a corrente elétrica.

A classificação do risco de corrosão conforme o Comité Euro-international Du Beton (CEB 192, 1989) é a seguinte:

- **Risco Desprezível**: Resistividade > 20 kOhm.cm;
- **Baixo Baixo**: Resistividade entre 10 e 20 kOhm.cm;
- **Alto Risco**: Resistividade entre 5 e 10 kOhm.cm;
- **Risco Muito Alto**: Resistividade < 5 kOhm.cm.

Valores baixos de resistividade indicam um concreto com alta umidade e permeabilidade, o que facilita a penetração de agentes agressivos, como cloretos, e aumenta a probabilidade de corrosão das armaduras.

Os equipamentos utilizados nos ensaios foram:

- Medidor de resistividade Resipod marca Proceq/Screening Eagle;
- Prancheta e demais itens de anotação.

Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela a seguir.

Nº	ID ENSAIO	ELEMENTO	RESISTIVIDADE ELÉTRICA (kΩ.cm)	RISCO DE CORROSÃO
1	RES-01	Pilar - P27	48,3	Desprezível
2	RES-02	Pilar - P26	21,9	Desprezível
3	RES-03	Pilar - P74	68,0	Desprezível
4	RES-04	Viga Piso 2 - V120a	29,0	Desprezível
5	RES-05	Parede piscina	57,0	Desprezível
6	RES-06	Pilar - P27	36,0	Desprezível
7	RES-07	Viga piso piscina - V15a	20,1	Desprezível
8	RES-08	Viga piso piscina - V5b	18,8	Baixo
9	RES-09	Viga piso piscina - V1e	18,8	Baixo
10	RES-10	Viga piso piscina - V1f	23,7	Desprezível
11	RES-11	Viga baldrame piscina - VB202_I	37,0	Desprezível

LEGENDA

Desprezível
Baixo
Alto
Muito alto

Parecer técnico:

A avaliação da resistividade das estruturas apresentou valores cima de 18 kΩ.cm, indicando um concreto com alta resistividade, baixa permeabilidade e risco desprezível a baixo para corrosão de armaduras. A elevada resistividade constatada pode estar relacionada a presença de carbonatação da camada superficial do concreto, conforme evidenciado nos ensaios de profundidade de carbonatação.

7.6 ENSAIOS EM LABORATÓRIO

Neste item serão apresentados os ensaios em laboratório, realizados nas amostras extraídas das estruturas de concreto da edificação alvo. A Tabela 1 apresenta a relação de amostras extraídas das estruturas.

Tabela 1: Relação de amostras extraídas da estrutura

Local	ID Corpo de prova	Dimensões	
		Ø (mm)	Altura (mm)
Parede da piscina	CPP1	7,50	11,40
	CPP2	7,50	10,70
	CPP3	7,50	6,96
	CPP4	7,50	13,08
	CPP5	7,50	14,40
	CPP6	7,50	15,20
	CPP7	7,50	15,15
	CPP8	7,50	12,20
Viga perimétrica superior parede piscina	CPV1	7,50	15,11
	CPV2	7,50	15,15
	CPV3	7,50	15,22
	CPV4	7,50	14,68
Viga apoio parede piscina	CPV5	7,50	15,21
Pilares da parede da piscina	CPPL1	7,50	7,90
	CPPL2	7,50	9,86

Os resultados de massa seca, massa submersa e absorção de água, conforme NBR 9778 (2005) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados de absorção de água NBR 9778 (2005)

ID Corpo de prova	Massa seca (g)	Massa submersa (g)	Absorção (%)
CPP1	1095,13	1133,05	3,46
CPP2	1022,7	1055,13	3,17
CPP3	664,97	686,7	3,27
CPP4	1242,94	1289,57	3,75
CPP5	1407,81	1445,11	2,65
CPP6	1483,38	1525,47	2,84
CPP7	1443,85	1485,77	2,90
CPP8	1132,25	1172,6	3,56
CPV1	1457,08	1500,4	2,97
CPV2	1490,12	1532,77	2,86

ID Corpo de prova	Massa seca (g)	Massa submersa (g)	Absorção (%)
CPV3	1499,91	1549,3	3,29
CPV4	1470,4	1503,53	2,25
CPV5	1467,27	1519,87	3,58
CPPL1	753,26	777,1	3,16
CPPL2	921,32	955,97	3,76

7.6.1 **Velocidade de pulso ultrassônico**

Neste item será apresentado os resultados dos ensaios de avaliação da qualidade do concreto pela velocidade de pulso ultrassônico (VPU). De acordo com Whitehurst (1951), a relação entre a VPU e a qualidade do concreto é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Relação entre a VPU e a qualidade do concreto (Whitehurst, 1951)

Velocidade de propagação da onda ultrassônica no concreto (km/s)	Qualidade do concreto
> 4,5	Excelente
3,5 a 4,5	Bom
3,0 a 3,5	Regular
2,0 a 3,0	Ruim
< 2,0	Péssimo

Os resultados obtidos em laboratório são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados de VPU em amostras de concreto extraídas da estrutural

ID Corpo de prova	VPU (km/s)	Qualidade do concreto
CPP1	4,15	Bom
CPP2	4,13	Bom
CPP3	4,49	Bom
CPP4	4,25	Bom
CPP5	4,43	Bom
CPP6	4,04	Bom
CPP7	4,33	Bom
CPP8	4,09	Bom
CPV1	4,24	Bom
CPV2	4,30	Bom
CPV3	4,25	Bom
CPV4	4,42	Bom
CPV5	4,18	Bom
CPPL1	4,09	Bom
CPPL2	4,23	Bom

Parecer técnico:

A avaliação da qualidade do concreto por meio da medição da velocidade de pulso ultrassônico resultou em um concreto de boa qualidade em todas as amostras avaliadas. Os resultados indicam um concreto com boa homogeneidade e compactação adequada.

7.6.2 Resistividade elétrica superficial

Neste item serão apresentados os resultados de avaliação da resistividade elétrica superficial. Os ensaios foram realizados conforme metodologia apresentada no item 7.5.

A classificação do risco de corrosão conforme o Comité Euro-international Du Beton (CEB 192, 1989) é a seguinte:

- **Risco Desprezível**: Resistividade > 20 kOhm.cm;
- **Baixo Baixo**: Resistividade entre 10 e 20 kOhm.cm;
- **Alto Risco**: Resistividade entre 5 e 10 kOhm.cm;
- **Risco Muito Alto**: Resistividade < 5 kOhm.cm.

Valores baixos de resistividade indicam um concreto com alta umidade e permeabilidade, o que facilita a penetração de agentes agressivos, como cloretos, e aumenta a probabilidade de corrosão das armaduras.

A Tabela 5 apresenta os resultados de avaliação do risco de corrosão por meio da medida de resistividade elétrica superficial das amostras extraídas da estrutura inspecionada.

Tabela 5: Resistividade elétrica superficial em amostras de concreto extraídas

ID Corpo de prova	Resistividade elétrica medida (kΩ.cm)	Resistividade elétrica corrigida (kΩ.cm)	Risco de corrosão
CPP1	27,5	N/A**	N/A
CPP2	30,1	N/A**	N/A
CPP3	N/A*	N/A**	N/A
CPP4	19,7	N/A**	N/A
CPP5	39,8	N/A**	N/A
CPP6	24,0	9,2	Elevado
CPP7	24,9	9,6	Elevado
CPP8	34,4	N/A**	N/A
CPV1	28,2	10,8	Moderado

ID Corpo de prova	Resistividade elétrica medida (kΩ.cm)	Resistividade elétrica corrigida (kΩ.cm)	Risco de corrosão
CPV2	33,0	12,7	Moderado
CPV3	22,2	8,5	Elevado
CPV4	29,9	N/A**	N/A
CPV5	22,9	8,8	Elevado
CPPL1	N/A*	N/A**	N/A
CPPL2	N/A*	N/A**	N/A

* Amostra muito baixa, impossibilitando a medição.
** Amostra muito baixa, impossibilitando a aplicação do fator de correção.

Parecer técnico:

A análise comparativa dos resultados de resistividade elétrica demonstrou uma divergência significativa entre os ensaios realizados *in situ* e a avaliação laboratorial das amostras extraídas da estrutura. Os ensaios de campo indicaram uma baixa a desprezível probabilidade de corrosão, sugerindo um concreto com alta resistividade superficial. Em contrapartida, os ensaios em laboratório nas mesmas amostras evidenciaram uma condição de risco de corrosão de moderado a elevado.

Essa discrepância pode ser atribuída ao fenômeno de carbonatação superficial do concreto, um processo químico que pode refinar a porosidade e aumentar temporariamente a resistividade da superfície. Este efeito tende a gerar um falso-positivo para a alta resistividade em ensaios superficiais, mascarando as condições de permeabilidade e o risco de corrosão do concreto interno, que foi precisamente identificado nas amostras ensaiadas em laboratório.

7.6.3 Resistência à compressão axial

Neste item serão apresentados os resultados dos ensaios de compressão axial das amostras de concreto extraídas da estrutura inspecionada. Os ensaios foram realizados conforme prescrito pela NBR 7680 (2015) e são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados de resistência à compressão axial de amostras extraídas da estrutura inspecionada

ID Corpo de prova	Resistência à compressão (MPa)	k1	k2	k3	k4	Resistência à compressão corrigida (MPa)
CPP1	11,40	-0,038	0,09	0,05	0	16,75
CPP2	10,70	-0,049	0,09	0,05	0	22,62
CPP3	6,96	-	0,09	0,05	0	-
CPP4	13,08	-0,021	0,09	0,05	0	22,86
CPP5	14,40	-0,007	0,09	0,05	0	27,94

ID Corpo de prova	Resistência à compressão (MPa)	k1	k2	k3	k4	Resistência à compressão corrigida (MPa)
CPP6	15,20	0	0,09	0,05	0	23,32
CPP7	15,15	0	0,09	0,05	0	15,95
CPP8	12,20	-0,03	0,09	0,05	0	19,28
CPV1	15,11	0	0,09	0,05	0	16,21
CPV2	15,15	0	0,09	0,05	0	26,13
CPV3	15,22	0	0,09	0,05	0	19,93
CPV4	14,68	-0,003	0,09	0,05	0	11,73
CPV5	15,21	0	0,09	0,05	0	15,38
CPPL1	7,90	-0,127	0,09	0,05	0	14,39
CPPL2	9,86	-0,063	0,09	0,05	0	18,10

Parecer técnico:

A avaliação da resistência à compressão axial do concreto, realizada por meio de ensaios em amostras extraídas da estrutura, demonstrou que a maioria dos resultados superou a resistência característica à compressão (f_{ck}) especificada em projeto.

No entanto, os ensaios revelaram uma grande dispersão de resultados entre as amostras. Os valores obtidos variaram de um máximo de 27,94 MPa a um mínimo de 11,73 MPa, resultando em uma resistência média de 19,00 MPa. Essa significativa variabilidade é um indicativo de ausência de controle tecnológico adequado durante a produção e o lançamento do concreto, além de possíveis deficiências no processo de cura, fatores que comprometem a uniformidade e a qualidade final do material na estrutura.

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Todo e qualquer serviço de reparo ou recuperação deverá ser realizado por empresa especializada em recuperação de estruturas, com mão de obra treinada e qualificada, seguindo as normas de segurança e saúde do trabalho. Toda a área de trabalho deverá ser isolada para que não haja a entrada de pessoas não autorizadas.

ET-01: RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM PROCESSO DE CORROSÃO DE ARMADURAS

Todo e qualquer serviço de reparo ou recuperação deverá ser realizado por empresa especializada em recuperação de estruturas, com mão de obra treinada e qualificada, seguindo as normas de segurança e saúde do trabalho. Toda a área de trabalho deverá ser isolada para que não haja a entrada de pessoas não autorizadas.

Reparos pontuais com profundidade de até 5 cm poderão ser executados sem a necessidade de escoramento da estrutura. Já os reparos generalizados em lajes (em grandes áreas), com profundidade maior que 5 cm ou em pilares, deverá ser realizado o escoramento de toda a estrutura do entorno com uso de escoras metálicas reguláveis e em quantidade suficiente para suportar as cargas atuantes. A base das escoras deverá estar estável para que não haja riscos e as escoras deverão ser dimensionadas pelo engenheiro/empresa responsável pela execução dos serviços.

É importante frisar que o relatório técnico fotográfico não é exaustivo, ou seja, não apresenta a totalidade das manifestações patológicas presentes em cada ambiente. Sendo assim, deve-se verificar os projetos de mapeamento de anomalias e de reparos, e considerar que pode haver áreas com corrosão onde o concreto de cobrimento ainda não foi destacado.

PROCEDIMENTOS DE REPARO

1) Preparação da superfície (escarificação):

Primeiramente deverá ser removido o concreto em todo o perímetro da anomalia. Devido ao baixo cobrimento de armaduras existente, deverá ser evitado o uso de disco para delimitação da área de reparo. Para remoção do concreto (escarificação), recomenda-se utilizar martelo rompedor com ponteira de aço até alcançar a espessura máxima do reparo, deixando a superfície rugosa (agregados graúdos expostos) e espaço de 2 cm no entorno da armadura a ser recuperada ou substituída, conforme o caso.

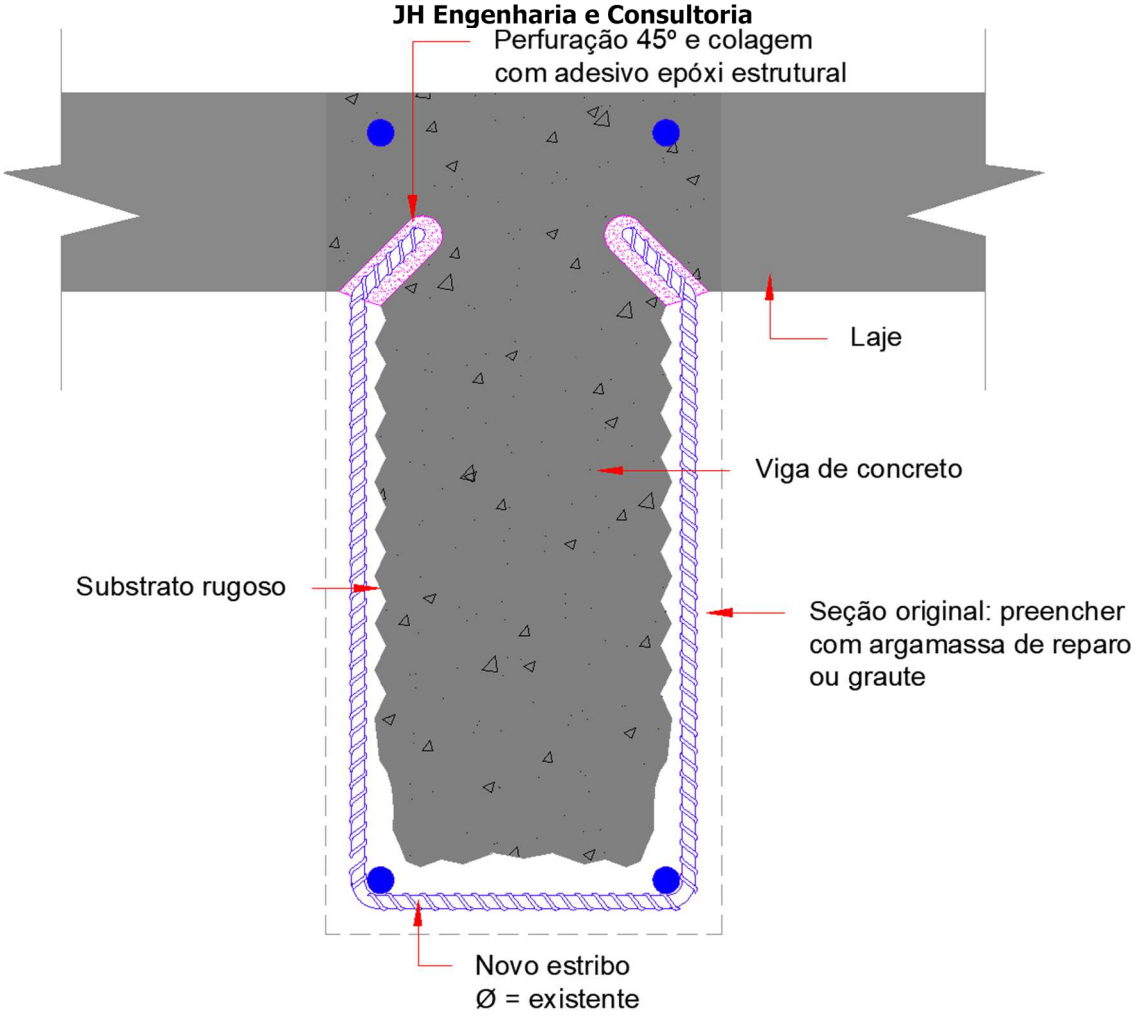
Deve-se prolongar a área de reparo em ao menos 10 cm além da armadura íntegra, sem processo de corrosão (ver esquemas genéricos de reparo a seguir).

2) Limpeza de armaduras:

Com a remoção do concreto efetuada, deverá ser feita limpeza da superfície do concreto com auxílio de hidrojateamento abrasivo ou ar comprimido de alta pressão, removendo incrustações e partículas soltas. A armadura deverá ser lixada e limpa de modo que não apresente pontos de oxidação, resíduos ou poeira.

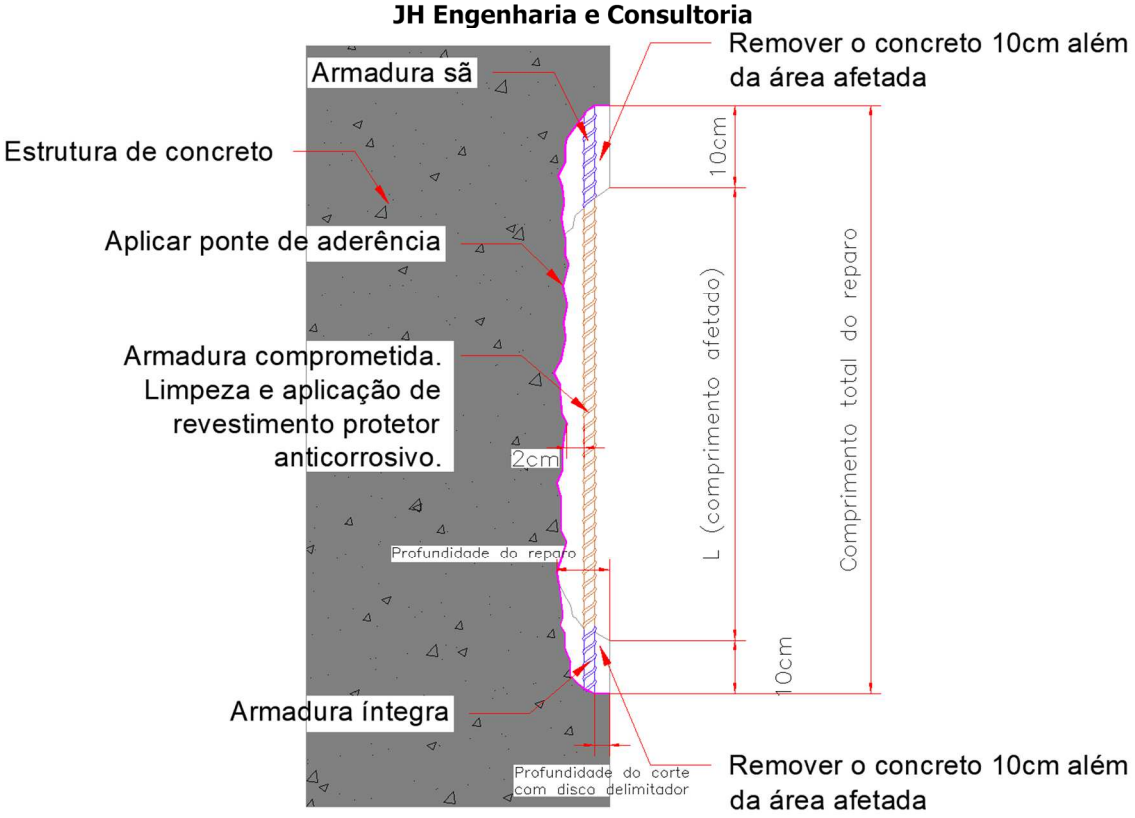
Caso constatado a redução de seção da armadura maior ou igual a 20% da seção real, a mesma deverá ser substituída. A medida de perda de seção poderá ser avaliada com uso de paquímetro. No caso de substituição da armadura, a nova armadura deverá ser soldada na existente.

A nova armadura longitudinal deverá possuir mesmo diâmetro da existente e possuir transpasse mínimo de 50Ø. Já no caso de substituição de armadura transversal (estribo), deverá ser realizada a substituição do estribo existente por novo estribo com diâmetro e espaçamento igual ao existente. O novo estribo deverá ser fixado por meio de perfuração com profundidade de 5 cm e colagem com adesivo epóxi estrutural (esquema abaixo).

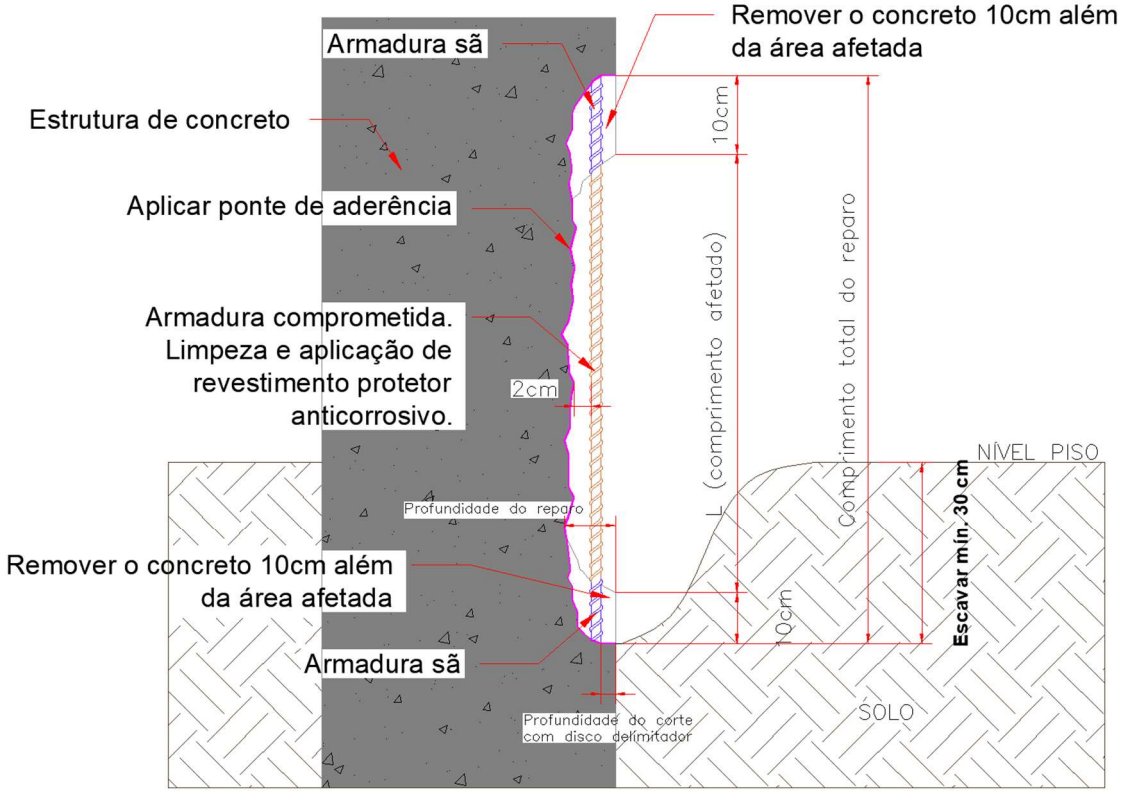


Substituição de estribos

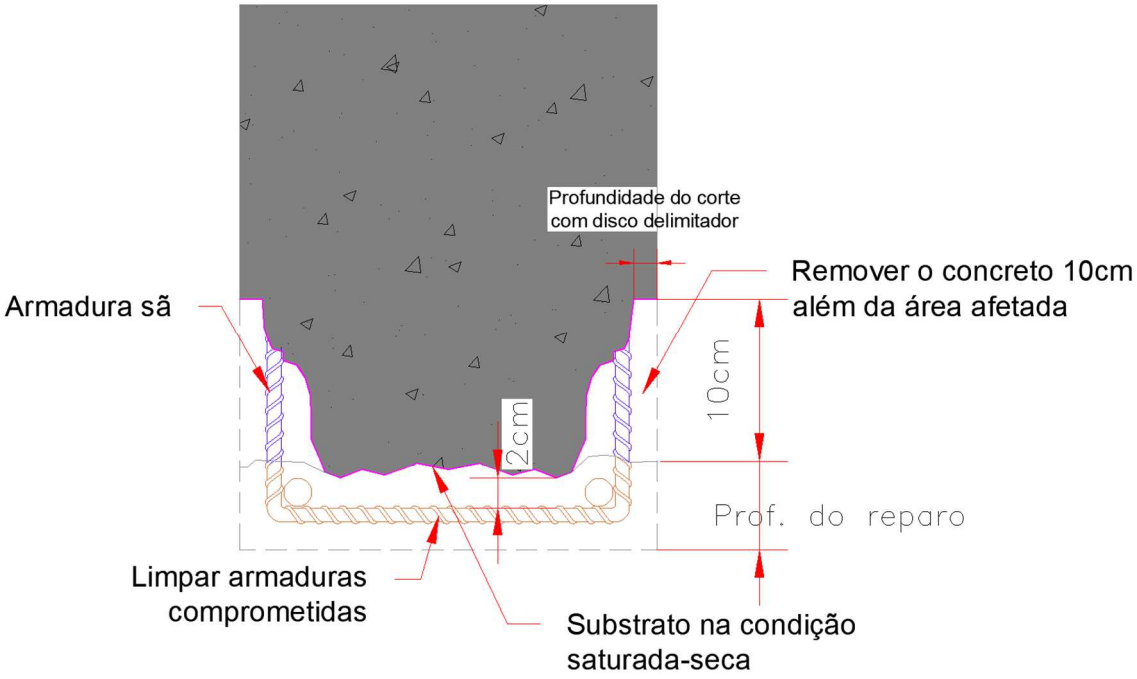
Esquemas genéricos de reparo:



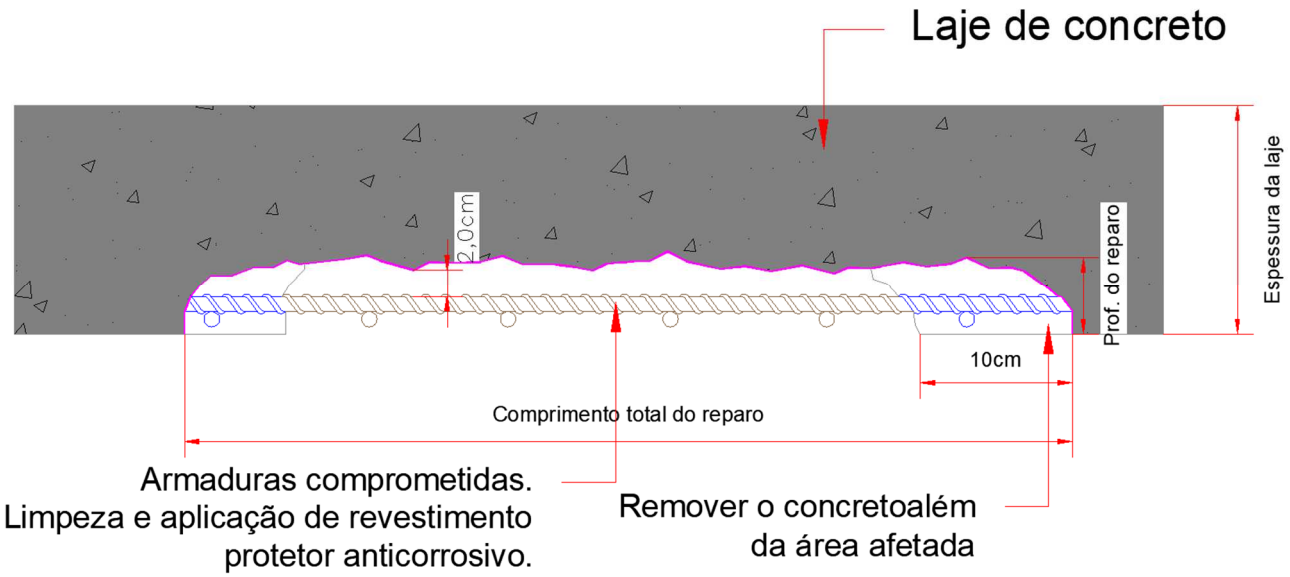
Esquema genérico em pilares



Esquema em pilares em contato com o solo



Esquema genérico em vigas



Esquema genérico em lajes

3) Preenchimento do reparo:

<u>Pequenos reparos (até 50 mm)</u>

Reparo da área comprometida utilizando argamassa polimérica tixotrópica, monocomponente, à base de cimento, com resistência à compressão axial mínima de 40 MPa e retração compensada. A argamassa de reparo deverá possuir agente inibidor de corrosão em sua composição e dispensar a aplicação de ponte de aderência.

Características técnicas mínimas:

Ensaio	Resultado
Resistência à compressão (1 dia)	> 20 MPa
Resistência à compressão (3 dias)	> 35 MPa
Resistência à compressão (7 dias)	> 40 MPa
Resistência à compressão (28 dias)	> 50 MPa
Resistência à flexão (28 dias)	~ 10 MPa
Resistência ao arrancamento (28 dias)	~ 2,00 MPa
Absorção capilar (72 h)	< 0,1 $Kg/m^2.hora^{-0,5}$

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- VIAPOL: EucoRepair VI 60;
- SIKA: SikaTop -122;
- MC-BALCHEMIE: Nafufill CR.

Mistura: O produto deve ser misturado apenas com água limpa. O pó deve ser adicionado à água e misturado até a obtenção de uma argamassa homogênea. Recomenda-se o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação (400 a 500 rpm). Para maiores quantidades faz-se necessária a utilização de misturadores de eixo vertical. Ou de acordo com a indicação do fabricante do produto selecionado.

Substrato: Deve ser realizada sua aplicação na condição SSS (superfície saturada seca) ou conforme orientação do fabricante. O substrato deve estar livre de poeira, detritos, graxa, óleo ou qualquer material que prejudique a aderência da argamassa de reparo.

Aplicação: Aplicar argamassa polimérica à base de cimento manualmente pressionando-a fortemente conta o substrato, envolvendo completamente a armadura, até chegar na espessura desejada.

Reparos profundos (50 a 100 mm por camada):

Reparo da área comprometida utilizando-se microconcreto (graute) pré-dosado à base de cimento e agregados com granulometria selecionada (Sika, MC, Viapol ou equivalente). O concreto de reparo deve ser aplicado sobre a ponte de aderência ainda fresca. A ponte de aderência pode ser dispensada caso concreto de reparo não necessite de tal tratamento. Existem modelos de produtos que dispensam até a aplicação de inibidor de corrosão em armaduras (verificar com fabricante).

Características técnicas mínimas:

Ensaio	Resultado
Resistência à compressão (1 dia)	> 20 MPa
Resistência à compressão (3 dias)	> 35 MPa
Resistência à compressão (7 dias)	> 40 MPa
Resistência à compressão (28 dias)	> 50 MPa
Resistência à flexão (28 dias)	~ 10 MPa
Resistência ao arrancamento (28 dias)	~ 2,00 MPa
Absorção capilar (72 h)	< 0,1 $Kg/m^2.hora^{-0,5}$
Flow	≥ 800 mm

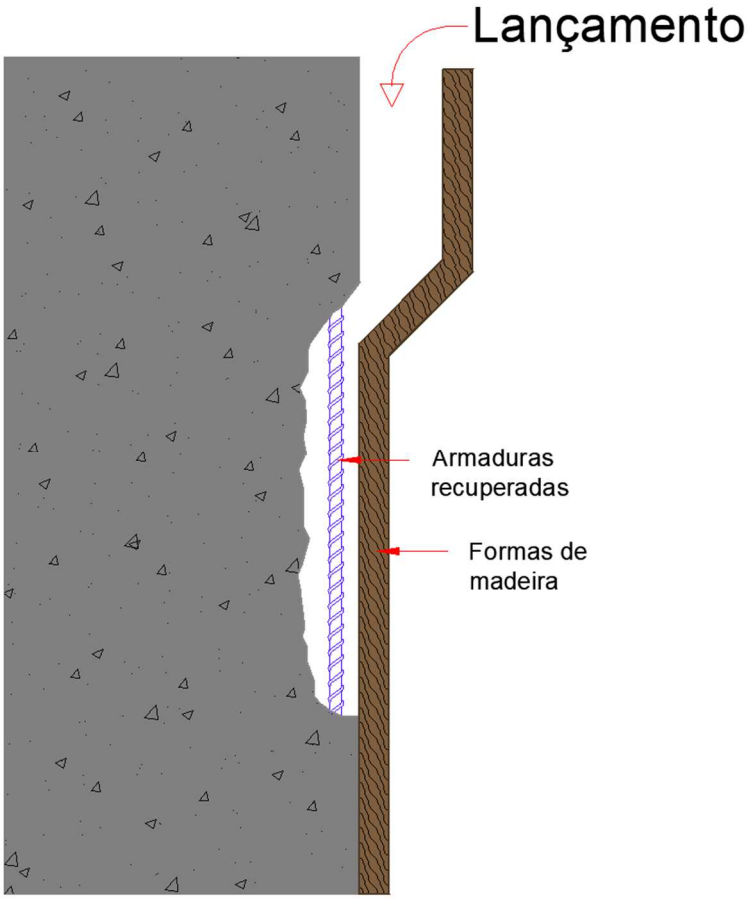
Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- VIAPOL: Eucograute BR (com adição de brita 0);
- SIKA: SikaGrout -212;
- MC-BALCHEMIE: Emcrekrete 40.

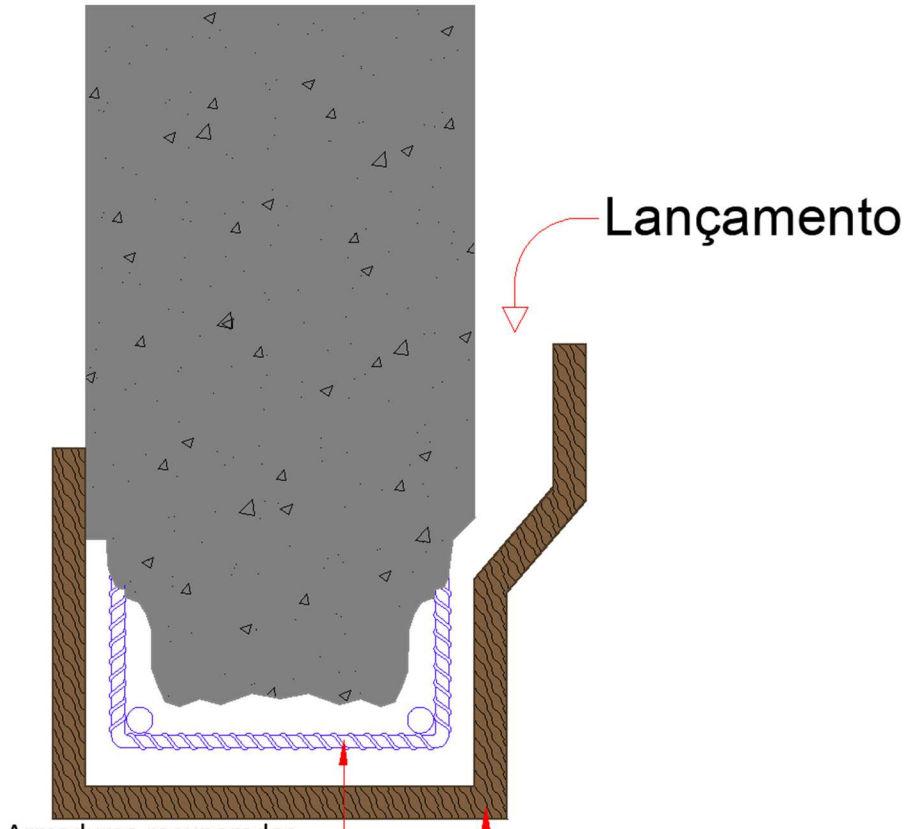
Nos casos em que haja necessidade de liberação imediata para utilização, recomenda-se a utilização do microconcreto “Nafufill Fast” da MC Bauchemie. O produto apresenta resistência à compressão > 20 MPa em apenas 2 horas.

Mistura: o produto deve ser misturado apenas com água. O pó deve ser adicionado à água e misturado até a obtenção de uma argamassa homogênea. O produto deve ser misturado em função da fluidez desejada.

Aplicação: o misturador deve ser colocado o mais próximo possível do local de aplicação. Deverá ser utilizada formas do tipo cachimbo para lançamento do microconcreto. A estanqueidade das formas é fundamental para permitir o fácil escoamento e o preenchimento contínuo dos espaços a serem grauteadas.



Esquema em pilares



Esquema em vigas

4) Acabamento e cura:

O acabamento poderá ser feito com desempenadeira de madeira, de feltro (espuma) ou de aço. Cura úmida por 7 dias. Nas primeiras 36 horas evitar radiação solar direta através de anteparos.

ET-02: CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM IMPERMEABILIZAÇÃO

Recomenda-se a contratação de empresa especializada em impermeabilização para reconstituição ou execução nos locais indicados nesta especificação técnica.

A empresa contratada deverá projetar e executar o novo sistema de impermeabilização conforme NBR 9574, 9575 e demais pertinentes. A empresa será responsável por definir o sistema mais adequado para o local, levando em consideração o clima da região, a sobrecarga gerada, a necessidade ou não de assentamento de revestimento cerâmico e avaliar possíveis interferências futuras, tais como perfurações, instalações de chumbadores, rufos, etc. Em todos os locais, o sistema de impermeabilização deverá avançar cerca de 30 cm acima da parede vertical do referido ambiente.

Após a execução do sistema de impermeabilização, deverá ser realizado o teste de estanqueidade conforme a NBR 9575, emitindo o laudo de estanqueidade com no mínimo 72h de duração ou por métodos eletrônicos (holiday-detector ou EFVM).

Locais a serem impermeabilizados:

- Contenções perimetrais: foi constatado que grande parte das contenções perimetrais da edificação apresentam processo de umidade ascendente e infiltração por pressão negativa devido ao aterro localizado na face externa da edificação. Para estas estruturas, recomenda-se a impermeabilização com argamassa polimérica com fibras, resistente a pressão negativa.
- Piscina: foram observadas manchas de umidade na parede da piscina, bem como manchas de infiltração e fissuras com lixiviação na viga perimetral superior da piscina. Nesta área, recomenda-se a impermeabilização com manta asfáltica ou argamassa polimérica com fibras.

Salienta-se que as recomendações do sistema de impermeabilização apresentada nesta especificação técnica não substituem a indicação da empresa especializada e projeto específico, servindo apenas como orientação inicial.

ET-03: ESTUCAMENTO DE FISSURAS

As estruturas afetadas por fissuras de retração deverão ser alvo de colmatação de fissuras por meio de estucamento com resina epóxi estrutural conforme procedimento descrito a seguir e projeto de mapeamento de áreas de recuperação em anexo.

1) Preparo do substrato:

Para possibilitar a aderência do produto de estucamento, deverá ser realizado a remoção completa do revestimento argamassado ou pintura numa faixa de 15cm ao longo da fissura a ser colmatada. Após a remoção completa do revestimento, o substrato deverá ser lixado com disco dotado de cerdas de aço;

2) Abertura da fissura:

A fissura deve ser aberta num perfil em forma de "V", utilizando ferramenta adequada (abre trinca – imagem abaixo) de forma a apresentar, uma vez aberta, dimensões adequadas para permitir a penetração do produto.



Por fim, deverá ser realizado limpeza, removendo poeira, graxa e outros resíduos.

3) Colmatação de fissuras:

A colmatação de fissuras deverá ser realizada em toda sua extensão utilizando adesivo estrutural à base de resina epóxi tixotrópica.

Características técnicas mínimas:

Ensaio	Resultado
Resistência à compressão (1 dia)	≥ 30 MPa
Resistência à compressão (3 dias)	≥ 40 MPa
Resistência à compressão (7 dias)	≥ 50 MPa
Resistência de aderência ao concreto	> 2,00 MPa
Tempo de trabalhabilidade	Mín. de 30 min.

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- VIAPOL: Viapoxi Adesivo TIX;
- SIKA: Sikadur Epoxi Tix;
- MC-BALCHEMIE: MC-Solid 1300 TX.

Recomenda-se iniciar a mistura após o preparo das superfícies a serem tratadas. Inicialmente efetuar a homogeneização dos componentes A e B em separado. Fazer, em seguida, a mistura de ambos, misturando-os na sua totalidade. A mistura pode ser feita com agitador mecânico de baixa rotação (400 a 500 rpm) por 3 minutos ou manualmente por 5 minutos até obter uma cor uniforme tendo cuidado para não elevar excessivamente a temperatura da mistura. O material misturado deve apresentar-se homogêneo e sem grumos. Consultar ficha técnica do produto escolhido.

A aplicação da resina deverá ser realizada com espátula metálica, sempre obedecendo o tempo máximo de utilização (*pot-life*) do produto adotado.

ET-04: PROTEÇÃO DE SUEPRFÍCIE

Devido ao baixo cobrimento de armaduras existente na estrutura de concreto, recomenda-se a aplicação de sistema de proteção de superfície para prevenção de penetração de agentes agressivos externos. O sistema de proteção deverá ser aplicado em todas as estruturas do piso 1 (inferior), sendo vigas, pilares e paredes externas da piscina.

APLICAÇÃO DE REALCALINIZADOR QUÍMICO

Primeiramente, devido a carbonatação existente, será necessário a aplicação de realcalinizador químico ou inibidor de corrosão por difusão/absorção capilar conforme procedimento descrito a seguir.

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- MC-BALCHEMIE: MC-Realc;
- CORTEC: MCI.

1) Preparação da superfície:

A superfície a ser tratada deve estar totalmente seca. Deve estar previamente limpa, livre de sujeira, óleos, produtos de cura, eflorescência e outros materiais que possam prejudicar o desempenho na penetração do produto. Resíduos de pintura antiga deverão ser limpos por meio de lixamento da superfície. Recomenda-se que a limpeza do substrato seja feita com jateamento de água com pressão efetiva mínima de 4.000 psi.

2) Aplicação:

O produto deve ser aplicado diretamente sobre o concreto carbonatado, em 5 demãos (ou conforme orientação do fabricante do produto adotado), com consumo de 150 ml/m² por demão, em intervalos de aprox. 30 minutos (consumo mínimo de 750 ml/m²). O produto pode ser aplicado por aspersão com pulverizador costal, pintado com trincha ou vassoura de pelo de cerdas flexíveis.

Antes da aplicação da primeira demão da solução realcalinizante, a superfície deve estar seca e com os poros do concreto abertos, para que o fenômeno da absorção seja potencializado. Após a 5ª demão, existirá uma grande diferença de concentração e de pH entre a superfície do concreto e as regiões mais internas carbonatadas.

APLICAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO

Após a aplicação do realcalinizador, deverá ser aplicado um sistema de proteção de superfície de base epóxi ou poliuretano, para barreira protetiva contra o ingresso de agentes agressivos, conforme procedimento descrito a seguir.

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

Primer

- WEBER SAINT-GOBAIN: Primer W.Floor;
- MC-BALCHEMIE: MC-DUR 1177 WV-A;
- VIAPOL: Flowprime AQ.

Revestimento

- ADVANCE TINTAS: ADEPOXI TW AWWA DF TAR Free;
- MC-BALCHEMIE: MC-DUR 2496 CTP;
- VIAPOL: VIAPOXI COAT.

1) Preparo da superfície:

A superfície deve ser preparada por intermédio de jateamento captivo, fresamento, ou polimento abrasivo, seguido por aspiração a vácuo. Pó e detritos devem ser removidos com aspirador de pó e contaminações de óleo ou graxa podem ser removidas com desengraxante.

2) Aplicação (Primer):

O produto pode ser aplicado com pincel, rolo ou spray airless. Para imprimação, recomendamos a cobertura de aproximadamente 150 – 200 g/m², dependendo da absorção do substrato e recomendação do fabricante do produto adotado.

Para aplicação do revestimento sobre o primer, deve ser aguardado período mínimo de 6 horas e máximo de 24 horas (à 20°C), ou conforme recomendação do fabricante do produto adotado.

3) Aplicação (Revestimento)

Misture inicialmente o componente A, com agitador elétrico (furadeira) de baixa rotação. Faça a homogeneização do componente B, da mesma forma anterior e adicione ao componente A. Prossiga a mistura dos componentes por um período de 3 até 5 minutos. Garanta que todo conteúdo dos

componentes nas proporções apresentadas foi incorporado à mistura. Após a homogeneização dos dois componentes (A + B), deve-se aguardar de 3 a 5 minutos para que o ar incorporado à mistura aflore e não gere bolhas durante a aplicação. Inicia-se um processo de reação química que é irreversível, portanto, todo o preparo da superfície deve ser realizado antes da mistura dos componentes.

Aplique sobre a superfície o produto entre duas 2 ou 3 demãos até atingir o consumo especificado pelo fabricante. O intervalo entre demãos deve ser de no mínimo 4 horas, observando as condições climáticas e indicação do fabricante. Os arremates devem ser realizados com pincel 3 polegadas.

A limpeza das ferramentas deverá ser realizada imediatamente após a aplicação utilizando solvente para epóxi. Aguardar a cura do produto por no mínimo 7 dias para liberação da área para execução de serviços leves.

9. PLANO DE MANUTENÇÃO

Com base na inspeção visual, ensaios não destrutivos e análise dos resultados dos ensaios em laboratório, é apresentado a seguir um plano de inspeção e manutenção preventiva para as estruturas existentes e que deverão ser realizadas a cada 2 anos.

9.1 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Recomenda-se a realização de inspeções preventivas de rotina a cada dois anos, abrangendo todos os elementos estruturais visíveis, tais como fundações, vigas, pilares, lajes, marquises, coberturas, muros de arrimo e demais construções relacionadas ao sistema.

A inspeção deverá contemplar, no mínimo, os seguintes itens:

- Identificação de anomalias e falhas, classificação quanto ao grau de risco, locação e quantificação das manifestações patológicas e eventuais necessidades de manutenção com o respectivo grau de criticidade: presença de fissuras ou trincas, corrosão de armaduras, lixiviação, integridade de apoios, deformações excessivas, sujidades, condições do sistema de proteção, falhas ou descontinuidades nas fixações e nas interfaces das estruturas em concreto com aço;
- Mapeamento de anomalias e falhas: mapear todas as manifestações patológicas com respectivo registro em planta baixa, de modo a identificar o local exato do apontamento informado;
- Realização de retirada de partes danificadas do elemento estrutural ou de seu revestimento para a verificação da extensão do dano, desde que não comprometa ou agrave as condições de estabilidade e estética, ou realização de ensaios e testes não destrutivos. Em ambos os casos, quando o técnico julgar necessário.
- Elaboração de Especificação Técnica (ET) para a correção das manifestações patológicas encontradas, contemplando: ambiente, precauções, preparo, procedimento detalhado de recuperação, citação de pelo menos três nomes comerciais de cada tipo de produto a ser empregado na recuperação;
- Elaboração de relatório: o laudo deverá conter a descrição de todas as manifestações patológicas identificadas, classificação, criticidade, prazos de intervenção e especificações técnicas para reparo, recuperação e/ou reforço que vier a ser necessário. Deverá ser apresentado Relatório Técnico Fotográfico (RTF) com as respectivas legendas

de cada imagem, as quais auxiliarão na identificação do local e das características das manifestações patológicas apontadas.

9.2 ESTRUTURAS DE AÇO

Recomenda-se a realização de inspeções preventivas de rotina a cada dois anos, abrangendo todos os elementos estruturais visíveis, tais como treliças de cobertura, pilares e telhas metálicas, contemplando, no mínimo:

- Identificação de anomalias e falhas, classificação quanto ao grau de risco, locação e quantificação das manifestações patológicas e eventuais necessidades de manutenção com o respectivo grau de criticidade: verificação da ocorrência de corrosão, verificação da flecha, torções, alinhamento das peças, apoios e solda;
- Mapeamento de anomalias e falhas: mapear todas as manifestações patológicas com respectivo registro em planta baixa, de modo a identificar o local exato do apontamento informado;
- Execução de ensaios não destrutivos ou semi-destrutivos: execução de ensaios visuais e dimensionais por ultrassom em, no mínimo, dez pontos, escolhidos aleatoriamente ou de acordo com o grau de agressividade do ambiente, para verificação da espessura das peças metálicas e identificação da presença de descontinuidades nas peças e ligações, conforme especificações da ABNT NBR 6002:2015. Execução de ensaios de determinação de espessura de tinta realizado com aparelhos portáteis (sistema não destrutível), para avaliação da espessura da camada de tinta protetora aplicada em substrato metálico e eventuais pontos de destacamento da película tinta seca, devendo tal ensaio ser executado em dez pontos escolhidos aleatoriamente ou de acordo com o grau de agressividade do ambiente, conforme especificações da ABNT NBR 10443:2008. Execução de ensaio de determinação de aderência da tinta, que deve ser realizado para permitir avaliar eventuais pontos de destacamento da película tinta seca em, no mínimo, dez pontos conforme NBR 11003:2023.
- Elaboração de Especificação Técnica (ET) para a correção das manifestações patológicas encontradas, contemplando: ambiente, precauções, preparo, procedimento detalhado de recuperação, citação de pelo menos três nomes comerciais de cada tipo de produto a ser empregado na recuperação;
- Elaboração de relatório: o laudo deverá conter a descrição de todas as manifestações patológicas identificadas, classificação, criticidade, prazos de intervenção e

especificações técnicas para reparo, recuperação e/ou reforço que vier a ser necessário. Deverá ser apresentado Relatório Técnico Fotográfico (RTF) com as respectivas legendas de cada imagem, as quais auxiliarão na identificação do local e das características das manifestações patológicas apontadas.

9.3 SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Recomenda-se a realização de inspeções preventivas de rotina a cada dois anos, abrangendo os ambientes sujeitos à infiltração, como paredes do tanque, lajes, paredes de contenção, elementos em contato com o solo e vazamento de equipamentos, contemplando, no mínimo:

- Identificação de anomalias e falhas, classificação quanto ao grau de risco, locação e quantificação das manifestações patológicas e eventuais necessidades de manutenção com o respectivo grau de criticidade: verificação da ocorrência de infiltrações e falhas do sistema de impermeabilização, umidade ascendente, destacamento de revestimento, formação de mofo e bolor, e presença de manchas;
- Mapeamento de anomalias e falhas: mapear todas as manifestações patológicas com respectivo registro em planta baixa, de modo a identificar o local exato do apontamento informado;
- Execução de ensaios não destrutivos: execução de ensaios de verificação do teor de umidade superficial com uso de equipamento portátil não destrutivo em, no mínimo, dez pontos, escolhidos aleatoriamente;
- Elaboração de Especificação Técnica (ET) para a correção das manifestações patológicas encontradas, contemplando: ambiente, precauções, preparo, procedimento detalhado de recuperação, citação de pelo menos três nomes comerciais de cada tipo de produto a ser empregado na recuperação;
- Elaboração de relatório: o laudo deverá conter a descrição de todas as manifestações patológicas identificadas, classificação, criticidade, prazos de intervenção e especificações técnicas para reparo, recuperação e/ou reforço que vier a ser necessário. Deverá ser apresentado Relatório Técnico Fotográfico (RTF) com as respectivas legendas de cada imagem, as quais auxiliarão na identificação do local e das características das manifestações patológicas apontadas.

9.4 SISTEMA DE COBERTURA

Recomenda-se a realização de inspeções preventivas de rotina a cada dois anos, abrangendo todos os componentes da cobertura, como telhas, fixações, vedações, calhas e tubos de queda.

A inspeção deverá contemplar, no mínimo, os seguintes itens:

- Identificação de anomalias e falhas, classificação quanto ao grau de risco, locação e quantificação das manifestações patológicas e eventuais necessidades de manutenção com o respectivo grau de criticidade: verificação da ocorrência de corrosão, perfurações, trincas, falhas de fixação e de vedação, deformações excessivas, obstrução de calhas ou tubos de quedas;
- Mapeamento de anomalias e falhas: mapear todas as manifestações patológicas com respectivo registro em planta baixa, de modo a identificar o local exato do apontamento informado;
- Elaboração de Especificação Técnica (ET) para a correção das manifestações patológicas encontradas, contemplando: ambiente, precauções, preparo, procedimento detalhado de recuperação, citação de pelo menos três nomes comerciais de cada tipo de produto a ser empregado na recuperação;
- Elaboração de relatório: o laudo deverá conter a descrição de todas as manifestações patológicas identificadas, classificação, criticidade, prazos de intervenção e especificações técnicas para reparo, recuperação e/ou reforço que vier a ser necessário. Deverá ser apresentado Relatório Técnico Fotográfico (RTF) com as respectivas legendas de cada imagem, as quais auxiliarão na identificação do local e das características das manifestações patológicas apontadas.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Laudo Técnico de Inspeção detalhou as condições das estruturas de concreto armado do Bloco da Piscina da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, identificando um conjunto de manifestações patológicas que comprometem a durabilidade e a vida útil da edificação.

O panorama geral da inspeção e dos ensaios complementares aponta para a predominância de manifestações patológicas associadas a falhas de projeto e/ou execução (anomalias endógenas), agravadas pela exposição ao ambiente altamente agressivo do local (microclima CAA-III forte).

Análise Geral das Manifestações Patológicas

- **Corrosão de Armaduras:** É a manifestação mais grave e generalizada, com destaque para a corrosão avançada em pilares e vigas do piso inferior (Nível 01). Esta corrosão é principalmente por carbonatação, em áreas com baixo cobrimento de armaduras (inferior a 1 cm);
- **Umidade e Infiltrações**: Foi constatada a presença generalizada de umidade ascendente por capilaridade nas vigas baldrame e vigas do fundo da piscina, bem como infiltrações em estruturas de contenção perimetrais. A umidade, aliada à baixa ventilação, cria um ambiente insalubre e acelera o processo corrosivo;
- **Qualidade do Concreto:** Os ensaios de esclerometria indicaram uma resistência superficial que superou o valor de projeto de 15 MPa , com resultados variando de 35 MPa a mais de 60 MPa. Os ensaios laboratoriais (VPU) confirmaram um concreto de boa qualidade e compactação adequada em todas as amostras. No entanto, a alta dispersão dos resultados de resistência à compressão axial corrigida (variando de 11,73 MPa a 27,94 MPa) sugere ausência de controle tecnológico adequado na época da construção;
- **Carbonatação e Corrosão:** As faces internas das paredes da piscina não apresentam carbonatação devido à presença constante de água. As faces externas, contudo, apresentaram carbonatação que superou a camada de cobrimento na maioria das amostras sem revestimento. Na parte interna da piscina, a corrosão avançada ocorre principalmente em regiões de baixo cobrimento, fora da lâmina d'água, sendo mitigada em áreas com aparente impermeabilização

Embora a edificação seja antiga e com um processo de degradação avançado e generalizado em pontos críticos, a estrutura não apresenta risco iminente de colapso no momento da inspeção. No entanto, é importante que as recomendações de reparo e recuperação apresentadas neste laudo sejam integralmente seguidas, especialmente as classificadas com grau de risco regular, a fim de interromper o avanço do processo corrosivo, garantir a durabilidade e prolongar a vida útil da edificação, além de assegurar a segurança dos usuários.

11. **ENCERRAMENTO**

Este Laudo Técnico de Inspeção das estruturas de concreto armado, referente à unidade Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico da Universidade Estadual de Ponta Grossa - FAUEPG, compreendendo um total de 63 páginas numeradas, acompanhadas de seus respectivos anexos, foi criteriosamente elaborado e é subscrito pela equipe técnica abaixo.

Ponta Grossa, 16 de outubro de 2025.

_____

João Henrique Vicenzi Sandri
CPF: 080.068.429-06
Engenheiro Civil, M.Sc.
CREA-SC: 129.834-6

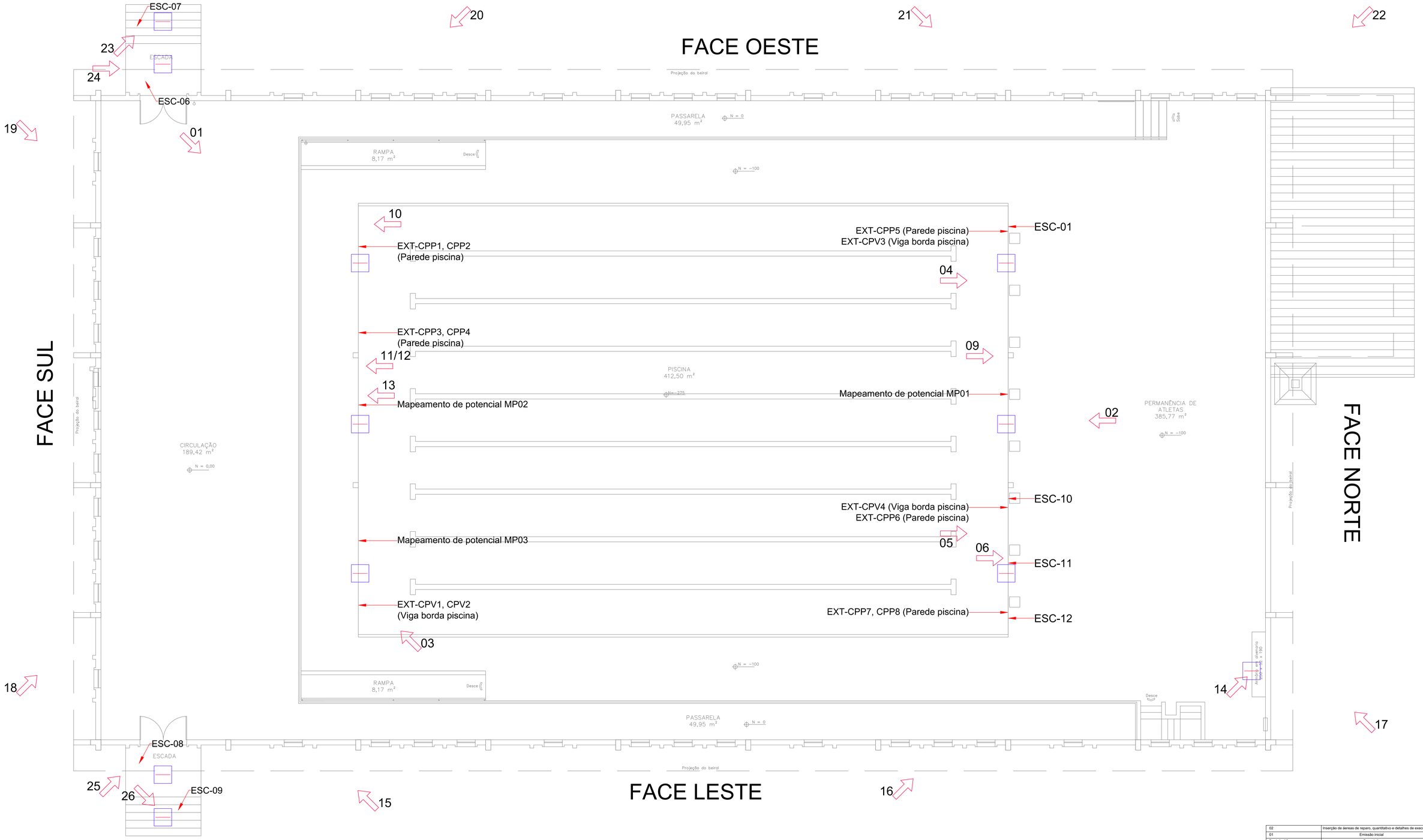
_____

Marcelo Henrique Farias de Medeiros
CPF: 020.978.674-48
Engenheiro Civil, Dr.
CREA-SP: 5062148090

_____

Ricardo Pieralisi
CPF: 071.775.169-48
Engenheiro Civil, Dr.
CREA-PR: 122403/D

ANEXOS



PLANTA BAIXA NÍVEL 2 - CIRCULAÇÃO, PISCINA, PASSARELAS, RAMPAS, ESCADAS, PERMANÊNCIA ATLETAS

MAPEAMENTO DE ANOMALIAS E FALHAS

Escala: 1/50

LAYERS DO PROJETO

Direção e nº imagem no relatório = JH-DIREÇÃO FOTO e JH-TXT_FOTO
Ensaio de Esclerometria = JH-END-Esclerometria
Ensaio de potencial de corrosão = JH-END-Potencial de corrosão
Ensaio de resistividade = JH-END-Resistividade
Ensaio de umidade = JH-END-Teor de umidade
Extração de testemunho = JH-Extração de testemunho
Alteração de layout = JH-ALTERAÇÃO LAYOUT
Corrosão de armaduras = JH-ANOMALIA-Corrosão de armadura
Umidade e degradação de revestimento = JH-ANOMALIA-Umidade e degradação de revestimento
Processo de infiltração com lixiviação = JH-ANOMALIA-Infiltração com lixiviação
Fissuras ou trincas em estruturas = JH-ANOMALIA-Fissuras

LEGENDA

- 100 Direção e numeração da imagem no relatório
- ESC Ensaio de esclerometria
- PCO Ensaio de potencial de corrosão
- RES Ensaio de resistividade
- UMD Ensaio de umidade
- EXT Extração de testemunho
- Alteração de layout (parede construída)
- Alteração de layout (parede demolida)
- Corrosão de armaduras
- UD Umidade e degradação de revestimento
- Processo de infiltração com lixiviação
- Fissuras ou trincas em estruturas

Revisão Nº	Descrição	Data
02	Inserção de áereas de reparo, quantitativo e detalhes de execução	10/10/2025
01	Emissão inicial	31/08/2025

JH Engenharia e Consultoria
Rua Paraná, 115 - Sala 02 - Rio dos Cedros - SC
CEP 89121-000
Fone (47) 9 9167-0468
Responsável Técnico: Engº. João Henrique Vicenzi Sandri
CREA SC 129.834-6

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

Obra: INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DO BLOCO DA PISCINA

Etapa: EXECUTIVO

Conteúdo: MAPEAMENTO DE ANOMALIAS E FALHAS

PLANTA BAIXA NÍVEL 2

Escala: INDICADA | Data: 10/10/2025 | Nº da folha: 01

NOS TERMOS DA LEI, É PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO UTILIZAÇÃO, ALTERAÇÃO OU INFORMAÇÕES A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.

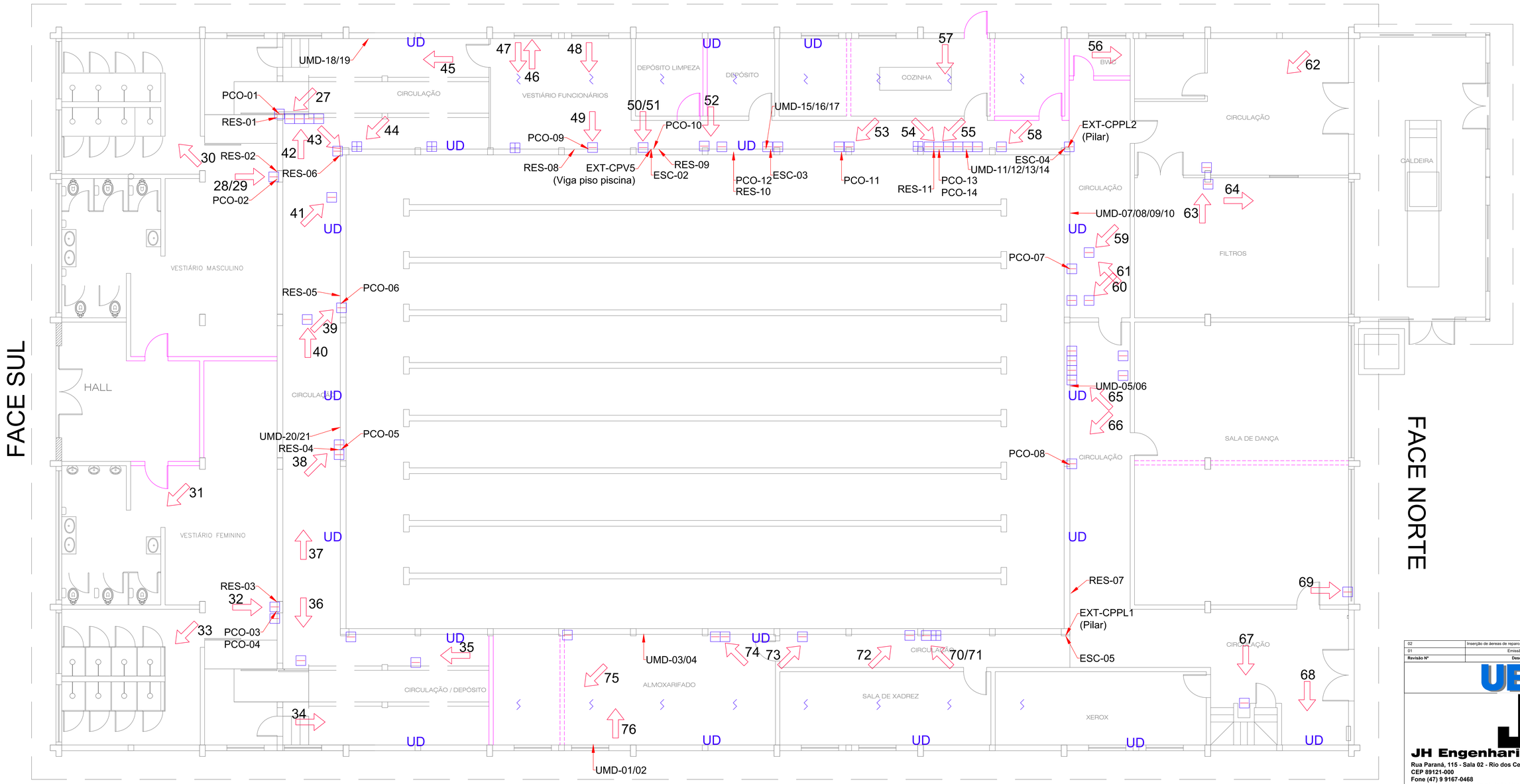
LEGENDA

- 100 Direção e numeração da imagem no relatório
- ESC Ensaio de esclerometria
- PCO Ensaio de potencial de corrosão
- RES Ensaio de resistividade
- UMD Ensaio de umidade
- EXT Extração de testemunho
- Alteração de layout (parede construída)
- Alteração de layout (parede demolida)
- Corrosão de armaduras
- UD Umidade e degradação de revestimento
- Processo de infiltração com lixiviação
- Fissuras ou trincas em estruturas

LAYERS DO PROJETO

Direção e nº imagem no relatório = JH-DIREÇÃO FOTO e JH-TXT_FOTO
Ensaio de Esclerometria = JH-END-Esclerometria
Ensaio de potencial de corrosão = JH-END-Potencial de corrosão
Ensaio de resistividade = JH-END-Resistividade
Ensaio de umidade = JH-END-Teor de umidade
Extração de testemunho = JH-Extração de testemunho
Alteração de layout = JH-ALTERAÇÃO LAYOUT
Corrosão de armaduras = JH-ANOMALIA-Corrosão de armadura
Umidade e degradação de revestimento = JH-ANOMALIA-Umidade e degradação de revestimento
Processo de infiltração com lixiviação = JH-ANOMALIA-Infiltração com lixiviação
Fissuras ou trincas em estruturas = JH-ANOMALIA-Fissuras

FACE OESTE



FACE LESTE

PLANTA BAIXA NÍVEL 1 - VESTIÁRIOS, SALAS DE AULA, FILTROS E CORREDORES TÉCNICOS

MAPEAMENTO DE ANOMALIAS E FALHAS
Escala: 1/50

NOS TERMOS DA LEI, É PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO OU UTILIZAÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTE PROJETO SEM AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.

Revisão Nº	Descrição	Data
02	Inserção de áreas de reparo, quantitativo e detalhes de execução	10/10/2025
01	Emissão inicial	31/08/2025

JH Engenharia e Consultoria
Rua Paraná, 115 - Sala 02 - Rio dos Cedros - SC
CEP 89121-000
Fone (47) 9 9167-0468
Responsável Técnico: Engº. João Henrique Vicenzi Sandri
CREA SC 129.834-6

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

Obra: INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DO BLOCO DA PISCINA
Etapa: EXECUTIVO

Conteúdo: MAPEAMENTO DE ANOMALIAS E FALHAS
PLANTA BAIXA NÍVEL 1

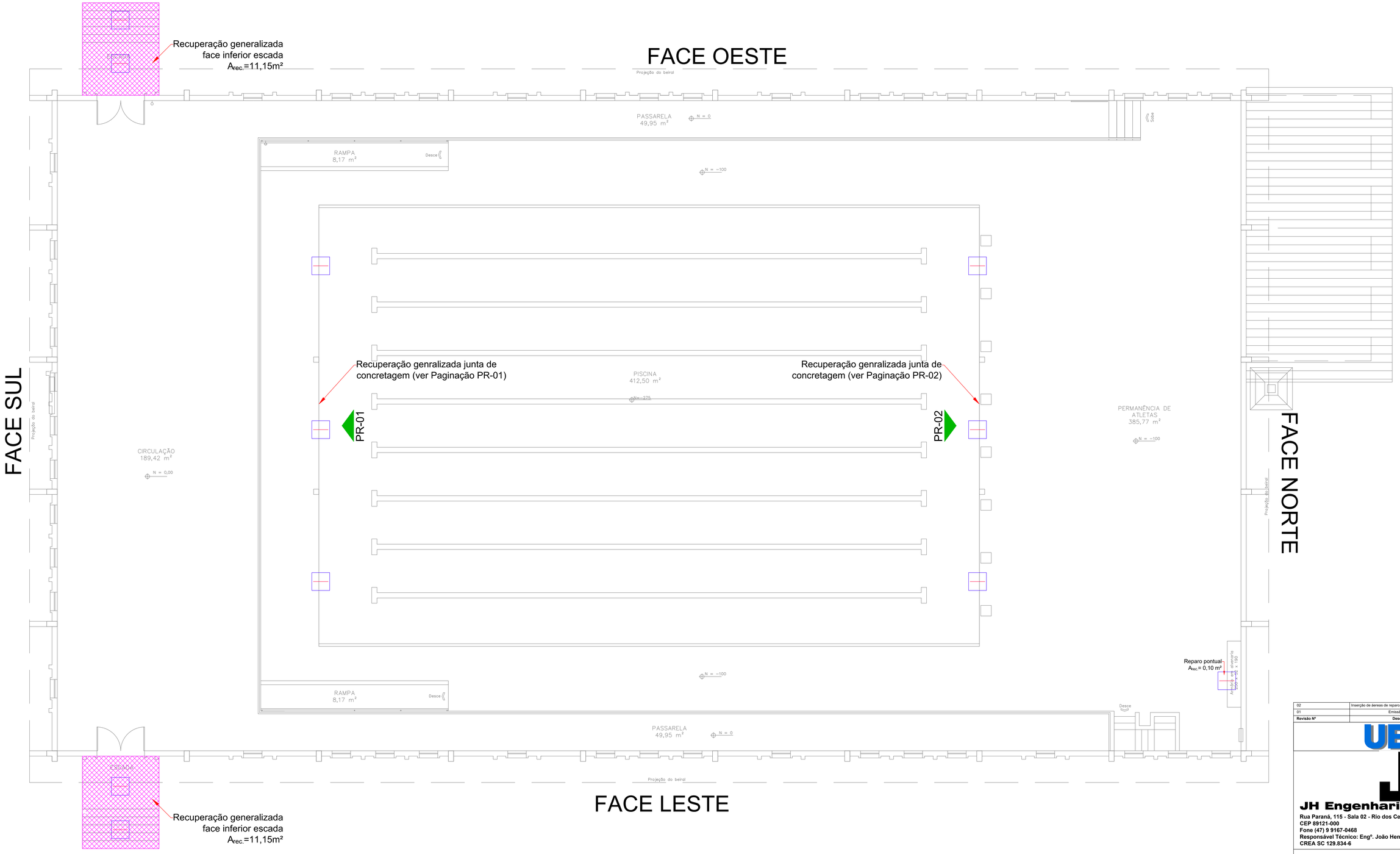
Escala:	Data:	Nº da folha:	
INDICADA	10/10/2025	02	

LEGENDA

- Corrosão de armaduras
- UD Umidade e degradação de revestimento
- Processo de infiltração com lixiviação
- Fissuras ou trincas em estruturas

QUANTITATIVO DE REPAROS			
Especificação técnica	**Reparo**	**Quantidade**	**Unidade**
ET-01	Reparo generalizado de corrosão de armaduras	102,27	m²
	Reparo pontual de corrosão de armaduras	6,97	m²
ET-02	Contratação de projeto de impermeabilização de contenções	265,50	m²
ET-03	Reparo de fissuras em vigas	10,00	m
ET-04	Proteção de sueprfície	803,2	m²

QUANTITATIVO DE MATERIAIS			
Especificação técnica	**Reparo**	**Unidade**	**Quantidade**
ET-01 (Recuperação generalizada)	Aço CA-50 12,5mm	kg	46,22
	Aço CA-50 5,0mm	kg	18,48
	Formas de madeira em chapa de compensado plastificado 18mm	m²	102,27
	Microconcreto fluído de alto desempenho Fck > 40 MPa 25kg	sc	84,00
ET-01 (Recuperação pontual)	Argamassa polimérica de reparo estrutural, bicomponente	kg	95,00
ET-03	Adesivo estrutural a base de resina epóxi, bicomponente tixotrópico	kg	4,00
ET-04	Realcalinizador químico por difusão e absorção 200L	TB	3,00
	Primer para revestimento epóxi	kit	35,00
	Revestimento epóxi bicomponente para estrutura de concreto	kit	6,00



PLANTA BAIXA NÍVEL 2 - CIRCULAÇÃO, PISCINA, PASSARELAS, RAMPAS, ESCADAS, PERMANÊNCIA ATLETAS

Mapeamento de recuperação de estruturas
Escala: 1/50

Revisão Nº	Descrição	Data
02	Inserção de áereas de reparo, quantitativo e detalhes de execução	10/10/2025
01	Emissão inicial	31/08/2025

JH Engenharia e Consultoria
Rua Paraná, 115 - Sala 02 - Rio dos Cedros - SC
CEP 89121-000
Fone (47) 9 9167-0468
Responsável Técnico: Engº. João Henrique Vicenzi Sandri
CREA SC 129.834-6

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

Obra: INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DO BLOCO DA PISCINA

Etapa: EXECUTIVO

Conteúdo: MAPEAMENTO DE RECUPERAÇÃO E REPARO
PLANTA BAIXA NÍVEL 2

Escala: INDICADA | Data: 10/10/2025 | Nº da folha: 01

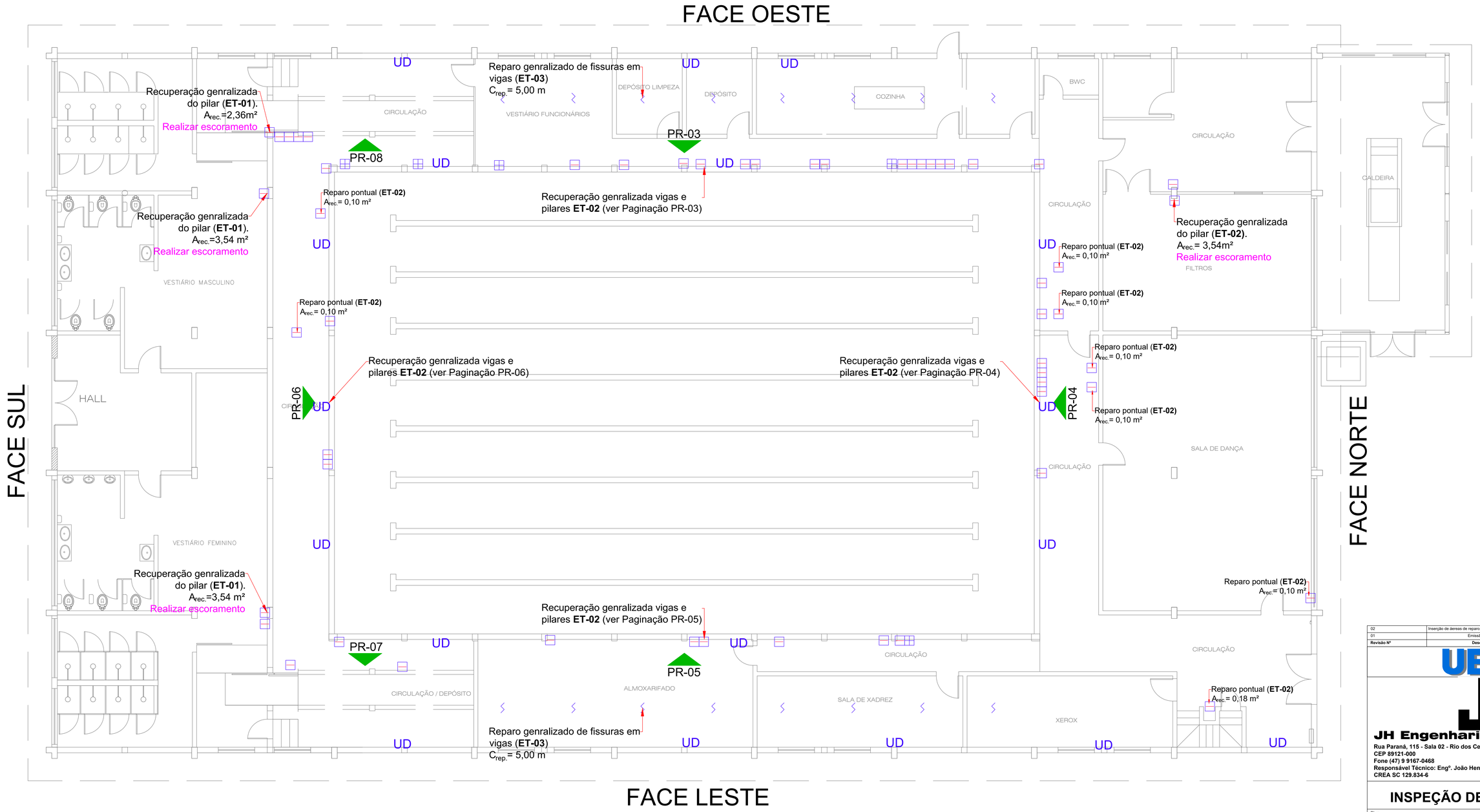
NOS TERMOS DA LEI, É PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO UTILIZAÇÃO, ALTERAÇÃO OU INFORMAÇÕES A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.

LEGENDA

- Corrosão de armaduras
- UD Umidade e degradação de revestimento
- Processo de infiltração com lixiviação
- Fissuras ou trincas em estruturas

QUANTITATIVO DE REPAROS			
Especificação técnica	**Reparo**	**Quantidade**	**Unidade**
ET-01	Reparo generalizado de corrosão de armaduras	102,27	m²
	Reparo pontual de corrosão de armaduras	6,97	m²
ET-02	Contratação de projeto de impermeabilização de contenções	265,50	m²
ET-03	Reparo de fissuras em vigas	10,00	m
ET-04	Proteção de sueprfície	803,2	m²

QUANTITATIVO DE MATERIAIS			
Especificação técnica	**Reparo**	**Unidade**	**Quantidade**
ET-01 (Recuperação generalizada)	Aço CA-50 12,5mm	kg	46,22
	Aço CA-50 5,0mm	kg	18,48
	Formas de madeira em chapa de compensado plastificado 18mm	m²	102,27
	Microconcreto fluído de alto desempenho Fck > 40 MPa 25kg	sc	84,00
ET-01 (Recuperação pontual)	Argamassa polimérica de reparo estrutural, bicomponente	kg	95,00
ET-03	Adesivo estrutural a base de resina epóxi, bicomponente tixotrópico	kg	4,00
ET-04	Realcalinizador químico por difusão e absorção 200L	TB	3,00
	Primer para revestimento epóxi	kit	35,00
	Revestimento epóxi bicomponente para estrutura de concreto	kit	6,00



PLANTA BAIXA NÍVEL 1 - VESTIÁRIOS, SALAS DE AULA, FILTROS E CORREDORES TÉCNICOS

Mapeamento de recuperação de estruturas

Escala: 1/50

Revisão Nº	Descrição	Data
02	Inserção de áereas de reparo, quantitativo e detalhes de execução	10/10/2025
01	Emissão inicial	31/08/2025

JH Engenharia e Consultoria
Rua Paraná, 115 - Sala 02 - Rio dos Cedros - SC
CEP 89121-000
Fone (47) 9 9167-0468
Responsável Técnico: Engº. João Henrique Vicenzi Sandri
CREA SC 129.834-6

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

Obra: INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DO BLOCO DA PISCINA

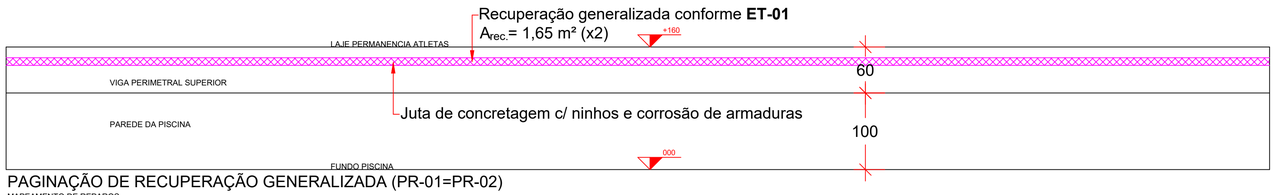
Etapa: EXECUTIVO

Conteúdo: MAPEAMENTO DE RECUPERAÇÃO E REPARO

PLANTA BAIXA NÍVEL 1

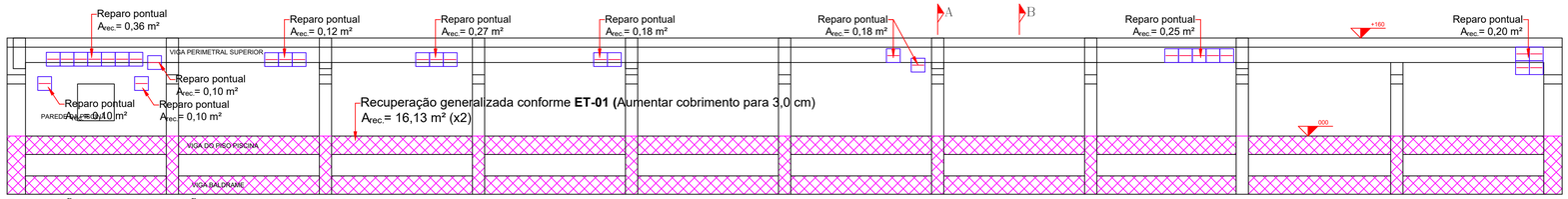
Escala: INDICADA | Data: 10/10/2025 | Nº da folha: 02

NOS TERMOS DA LEI, É PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO, UTILIZAÇÃO, ALTERAÇÃO OU INFORMAÇÕES A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.



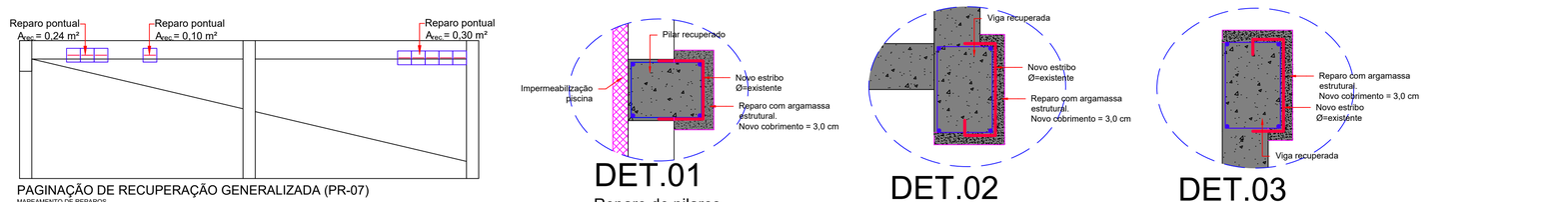
PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-01=PR-02)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50



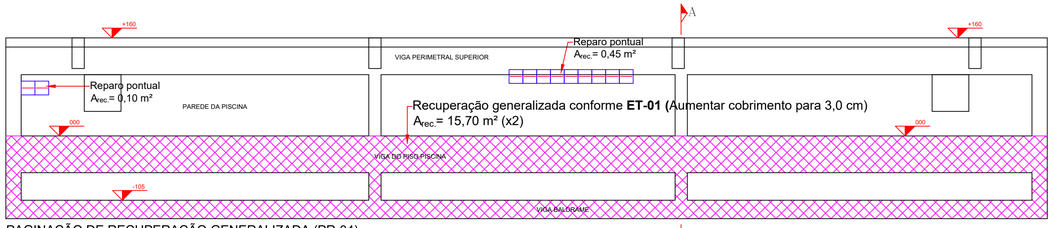
PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-03)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50



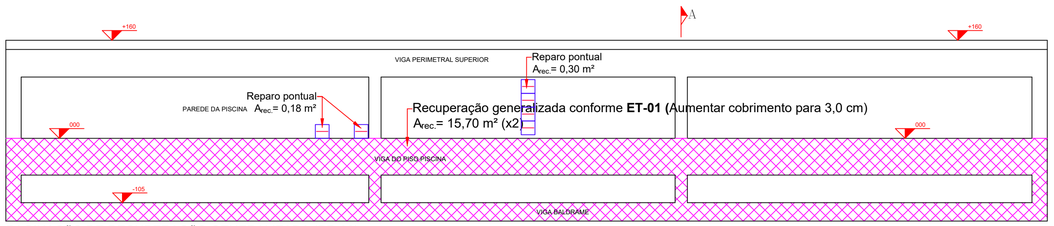
PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-05)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50



PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-04)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50

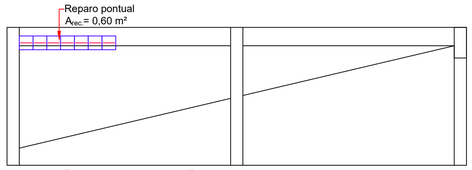


PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-06)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50

PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-07)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50



PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÃO GENERALIZADA (PR-08)

MAPEAMENTO DE REPAROS
Escala: 1/50

DET.01

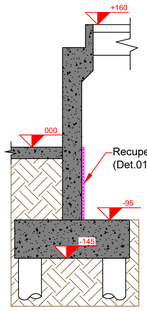
Reparo de pilares
Escala: 1/10

DET.02

Reparo de vigas piso piscina
Escala: 1/10

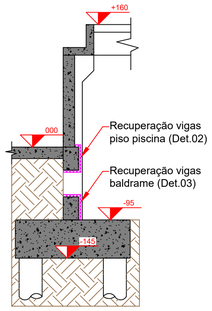
DET.03

Reparo de vigas baldrame
Escala: 1/10



CORTE A-A'

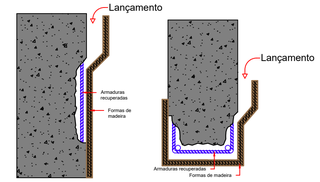
Mapeamento de reparos
Escala: 1/40



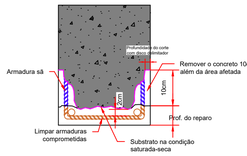
CORTE B-B'

Mapeamento de reparos
Escala: 1/40

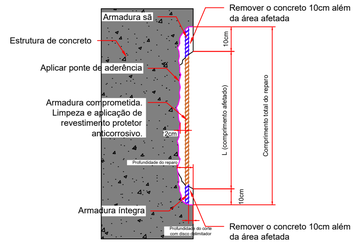
Reparos profundos



Reparos superficiais

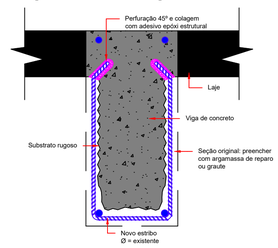


Reparos superficiais

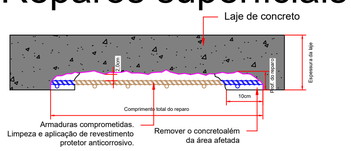


Reparos superficiais

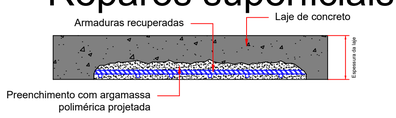
Reparos superficiais



Reparos superficiais



Reparos superficiais



PROCEDIMENTOS DE REPARO

Preparação da superfície (escarificação):

Primeiramente deverá ser removido o concreto em todo o perímetro da anomalia. Devido ao baixo cobrimento de armaduras existente, deverá ser evitado o uso de disco para delimitação da área de reparo. Para remoção do concreto (escarificação), recomenda-se utilizar martelo rompedor com ponteira de aço até alcançar a espessura máxima do reparo, deixando a superfície rugosa (agregados graúdos expostos) e espaço de 2 cm no entorno da armadura a ser recuperada ou substituída, conforme o caso.

Deve-se prolongar a área de reparo em ao menos 10 cm além da armadura íntegra, sem processo de corrosão (ver esquemas genéricos de reparo a seguir).

Limpeza de armaduras:

Com a remoção do concreto efetuada, deverá ser feita limpeza da superfície do concreto com auxílio de hidrojateamento abrasivo ou ar comprimido de alta pressão, removendo incrustações e partículas soltas. A armadura deverá ser lixada e limpa de modo que não apresente pontos de oxidação, resíduos ou poeira.

Caso constatado a redução de seção da armadura maior ou igual a 20% da seção real, a mesma deverá ser substituída. A medida de perda de seção poderá ser avaliada com uso de paquímetro. No caso de substituição da armadura, a nova armadura deverá ser soldada na existente.

A nova armadura longitudinal deverá possuir mesmo diâmetro da existente e possuir transpasse mínimo de 50Ø. Já no caso de substituição de armadura transversal (estribo), deverá ser realizada a substituição do estribo existente por novo estribo com diâmetro e espaçamento igual ao existente. O novo estribo deverá ser fixado por meio de perfuração com profundidade de 5 cm e colagem com adesivo epóxi estrutural (esquema abaixo).

Preenchimento do reparo:

Pequenos reparos (até 50 mm)

Reparo da área comprometida utilizando argamassa polimérica tixotrópica, monocomponente, à base de cimento, com resistência à compressão axial mínima de 40 MPa e retração compensada. A argamassa de reparo deverá possuir agente inibidor de corrosão em sua composição e dispensar a aplicação de ponte de aderência.

Características técnicas mínimas:

Ensaio	Resultado
Resistência à compressão (1 dia)	**> 20 MPa**
Resistência à compressão (3 dias)	**> 35 MPa**
Resistência à compressão (7 dias)	**> 40 MPa**
Resistência à compressão (28 dias)	**> 50 MPa**
Resistência à flexão (28 dias)	**~ 10 MPa**
Resistência ao arrancamento (28 dias)~ 2,00 MPa	
Absorção capilar (72 h)	**< 0,1 Kg/m².hora-0,5**

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- VIAPOL: EucoRepair VI 60;
- SIKA: SikaTop -122;
- MC-BALCHEMIE: Nafufill CR.

Mistura: O produto deve ser misturado apenas com água limpa. O pó deve ser adicionado à água e misturado até a obtenção de uma argamassa homogênea. Recomenda-se o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação (400 a 500 rpm). Para maiores quantidades faz-se necessária a utilização de misturadores de eixo vertical. Ou de acordo com a indicação do fabricante do produto selecionado.

Substrato: Deve ser realizada sua aplicação na condição SSS (superfície saturada seca) ou conforme orientação do fabricante. O substrato deve estar livre de poeira, detritos, graxa, óleo ou qualquer material que prejudique a aderência da argamassa de reparo.

Aplicação: Aplicar argamassa polimérica à base de cimento manualmente pressionando-a fortemente conta o substrato, envolvendo completamente a armadura, até chegar na espessura desejada.

Reparos profundos (50 a 100 mm por camada):

Reparo da área comprometida utilizando-se microconcreto (graute) pré-dosado à base de cimento e agregados com granulometria selecionada (Sika, MC, Viapol ou equivalente). O concreto de reparo deve ser aplicado sobre a ponte de aderência ainda fresca. A ponte de aderência pode ser dispensada caso concreto de reparo não necessite de tal tratamento. Existem modelos de produtos que dispensam até a aplicação de inibidor de corrosão em armaduras (verificar com fabricante).

Características técnicas mínimas:

Ensaio	Resultado
Resistência à compressão (1 dia)	**> 20 MPa**
Resistência à compressão (3 dias)	**> 35 MPa**
Resistência à compressão (7 dias)	**> 40 MPa**
Resistência à compressão (28 dias)	**> 50 MPa**
Resistência à flexão (28 dias)	**~ 10 MPa**
Resistência ao arrancamento (28 dias)~ 2,00 MPa	
Absorção capilar (72 h)	**< 0,1 Kg/m².hora-0,5**
Flow	**≥ 800 mm**

Sugestões de marcas comerciais (fabricante / produto):

- VIAPOL: Eucograute BR (com adição de brita 0);
- SIKA: SikaGrout -212;
- MC-BALCHEMIE: Emcrekrete 40.

CONSULTAR ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS NO RELATÓRIO TÉCNICO

02	Inserção de áereas de reparo, quantitativo e detalhes de execução	10/10/2025
01	Emissão inicial	31/08/2025
Revisão Nº	**Descrição**	**Data**

JH Engenharia e Consultoria
Rua Paraná, 115 - Sala 02 - Rio dos Cedros - SC
CEP 89121-000
Fone (47) 9 9167-0468
Responsável Técnico: Engº. João Henrique Vicenzi Sandri
CREA SC 129.834-6

INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

Obra: **INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DO BLOCO DA PISCINA**	Etapa: **EXECUTIVO**

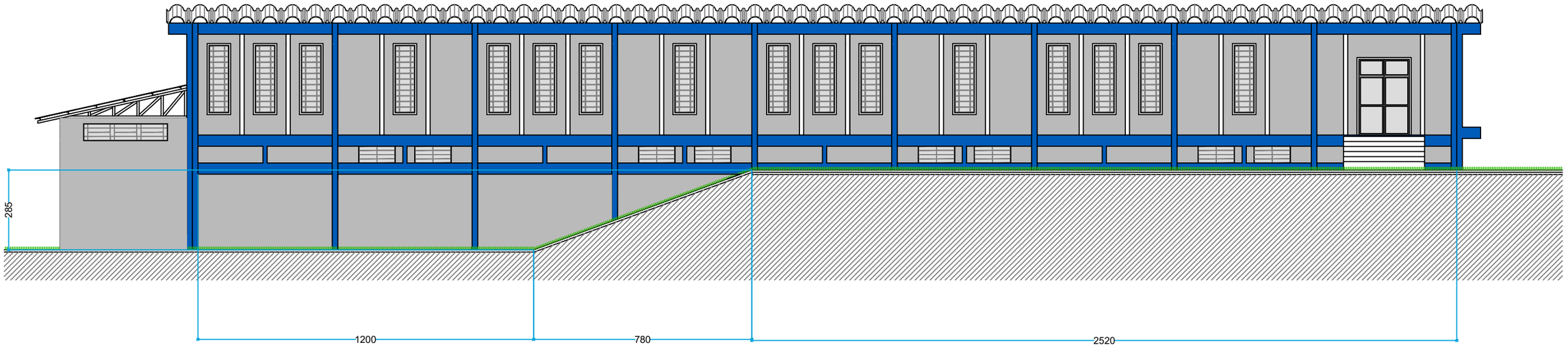
Conteúdo:

DETALHAMENTO DE RECUPERAÇÃO

PAGINAÇÃO DE RECUPERAÇÕES GENERALZIADAS

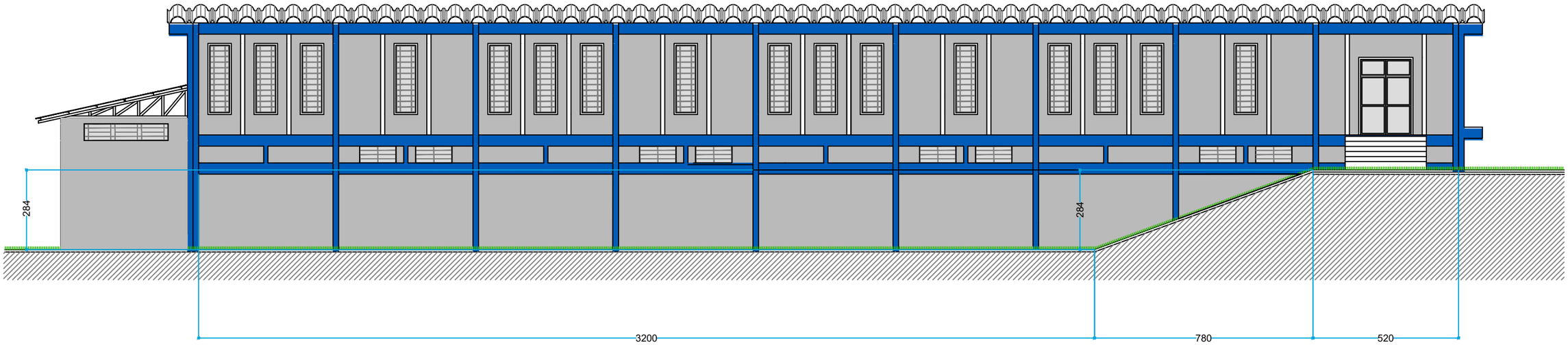
Escala:	Data:	Nº da folha:	
INDICADA	10/10/2025	01	

NOS TERMOS DA LEI, É PROIBIDA QUALQUER REPRODUÇÃO UTILIZAÇÃO, ALTERAÇÃO OU INFORMAÇÕES A TERCEIROS SEM AUTORIZAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO.



FACHADA LESTE – atual

ESCALA 1 : 150



FACHADA LESTE – proposta

ESCALA 1 : 150

UEPG Universidade Estadual de Ponta Grossa

proplan PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO

Projetado: Vanessa Tramontin da Silveira	Desenhado: Vanessa Tramontin da Silveira	Projeto: Remoção de terra e impermeabilização das paredes da piscina
Endereço da obra: Rua/n. º		Obra: Reforma Piscina
Resp. Técnico: Vanessa Tramontin da Silveira, Eng. civil, CREA/PR 230007/D	Diretor de Planejamento Físico: Guilherme Araujo Vuitik, Engenheiro Civil, CREA PR 114455/D	Título/subtítulo: Remoção de terra

Emissão	Escala	ART/RRT	Número de identificação	Folha	Revisão
28/09/2029	Indicada	1720266595417		1 de 2	01

A3



PLANTA BAIXA NÍVEL 1
ESCALA 1 : 150

Tratamento das paredes do piso térreo fachada leste e oeste:

Externas:
- Limpeza de superfície de parede com jato de alta pressão
- Raspagem/remoção de pintura e revestimento sem aderência
- Emboço em argamassa traço 1:2:8 para recompomposiçã/regularização
- Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica/membrana acrílica, 3 demãos
- Fundo selador acrílico, aplicação manual em parede, uma demão
- Pintura látex acrílica premium, aplicação manual em paredes, duas demãos

Internas sem contato com solo:
- Limpeza de superfície de parede com jato de alta pressão
- Raspagem/lixamento e remoção de pintura sem aderência
- Emboço em argamassa traço 1:2:8 para recompomposiçã/regularização
- Emassamento com massa látex em parede, uma demão, lixamento manual
- Fundo selador acrílico, aplicação manual em parede, uma demão
- Pintura látex acrílica premium, aplicação manual em paredes, duas demãos

Internas em contato com solo:
- Limpeza de superfície de parede com jato de alta pressão
- Raspagem/lixamento e remoção de pintura sem aderência
- Emboço em argamassa traço 1:2:8 para recompomposiçã/regularização
- Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica/membrana acrílica, 3 demãos
- Fundo selador acrílico, aplicação manual em parede, uma demão
- Pintura látex acrílica premium, aplicação manual em paredes, duas demãos

LEGENDA:
- Parede Externa com tratamento
- Parede interna em contado com o solo com tratamento
- Parede interna sem contado com o solo com tratamento

Universidade Estadual de Ponta Grossa

proplan
PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO

Projetado: Vanessa Tramontin da Silveira	Desenhado: Vanessa Tramontin da Silveira	Projeto: Remoção de terra e impermeabilização das paredes da piscina
Endereço da obra: Rua/n. º		Obra: Reforma Piscina
Resp. Técnico: Vanessa Tramontin da Silveira, Eng. civil, CREA/PR 230007/D	Diretor de Planejamento Físico: Guilherme Araujo Vuitik, Engenheiro Civil, CREA PR 114455/D	Título/subtítulo: Tratamento das paredes

Emissão	Escala	ART/RRT	Número de identificação	Folha	Revisão
28/09/2029	Indicada	1720266595417		2 de 2	01

A3