



vedaminas
MasterSeal



vedaminas
MasterSeal

Engenharia Civil

Não Destrutivo
Construção
Equipamento de teste



Equipamentos de Perícias e Laudos

(61) 99880-6010
enc.engenhariaeconstrucao@gmail.com
danilomagalhaesd2@gmail.com

 Danilo Magalhaes
 Danilo Magalhaes
 @danilomagalhaesd2



Cliente: **CODEVASF - BA**

Endereço: Av. Deolinda Martins, 166 - Santo Antônio, Guanambi - BA,

Área: Barragem de Cova da Mandioca, (montante, jusante, galerias).

R. Téc: Danilo teixeira magalhães Crea: 27464/D-
DF

Data: 06/09/2022

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053
vedaminas@gmail.com / www.masterchem.com.br

PERFIL DOS PROFISSIONAIS

DANILO TEIXEIRA MAGALHÃES, Bacharel em Engenharia Civil pelo UniCEUB – Centro Universitário de Brasília, atualmente diretor executivo da empresa ENC- Engenharia. Atuando na elaboração de perícias técnicas, projetos, orçamento/planejamento de obras e fazendo acompanhamento técnico de obras.

-

JORGE MARQUES, Bacharel em Engenharia Civil pela Fumec, consultor especializado em Patologias da Construção, Impermeabilização, Recuperação de Estruturas, Estabilização e CONTENÇÃO de solos, Ensaio não Destrutivo e Tecnologia do Concreto.

LAUDO TÉCNICO

Brasília

2022

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053
vedaminas@gmail.com / www.masterchem.com.br



1

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | OBJETIVO | 10 |
| 2 | LOCALIZAÇÃO | 11 |
| 2.1 | Dados gerais | 11 |
| 3 | LEVANTAMENTO HISTÓRICO “ANAMNESE” | 12 |
| 4 | DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA | 15 |
| 4.1 | Especificação da estrutura | 15 |
| 5 | METODOLOGIA DE INSPEÇÃO | 16 |
| 6 | INSPEÇÃO DE VISUAL | 20 |
| 6.1 | Relatório fotográfico da inspeção galeria de acesso, galeria de drenagem, acesso a barragem. | 53 |
| 7 | ENSAIOS TECNOLÓGICOS E RESULTADOS | 73 |
| 7.1 | Ensaio de esclerometria | 73 |
| 7.2 | Pacometria | 88 |
| 7.3 | Ultrassonografia estrutural | 96 |
| 7.3.1 | Calibração do ultrassom U910 | 96 |
| 7.3.2 | Método de ensaio defeitos e falhas | 100 |
| 7.3.3 | Método de ensaio de resistência por ultrassom | 131 |
| 7.4 | Resistividade do concreto | 143 |

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



2

| | | |
|-------|---|-----|
| 7.4.1 | Calibração do equipamento | 143 |
| 7.4.2 | Determinação da resistividade elétrica do concreto..... | 144 |
| 7.5 | Termografia | 159 |
| 8 | GRAU DE RISCO ADOTADO..... | 167 |
| 8.1.1 | Metodologia GUT | 172 |
| 9 | ANÁLISE E CONCLUSÃO..... | 175 |
| 10 | PROPOSTA DE CORREÇÃO | 181 |
| 11 | ENCERRAMENTO | 209 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Localização da barragem de cova de mandioca Guanambi-BA | 11 |
| Figura 2 – Perfil da barragem de cova de mandioca..... | 15 |
| Figura 3- Esquematização da metodologia utilizada | 18 |
| Figura 4 – Redução da vida útil através de anomalias e falhas | 20 |
| Figura 5 – Tipos de anomalias | 21 |
| Figura 6 – Inspeção em barco a montante..... | 24 |
| Figura 7 – Mapa de fendas e trincas identificadas no maciço..... | 25 |
| Figura 8 - Brecha encontrada na barragem, apontar a câmera do celular | 26 |
| Figura 9 – Relatório fotográfico inspeção a montante | 27 |
| Figura 10 – Vídeo 01 colocar a câmera para ler o QR code | 44 |
| Figura 11 – Vídeo 02 colocar a câmera para ler o QR code | 45 |
| Figura 12 – Vídeo 03 colocar a câmera para ler o QR code | 46 |
| Figura 13 – Espessura da parede de paramento a montante | 48 |
| Figura 14 – Locação dos vazamentos..... | 48 |
| Figura 15 – Patologias geradas pela falta de intervenção..... | 49 |
| Figura 16 - Anomalias e falhas encontradas entre o acesso e a drenagem..... | 53 |
| Figura 17 – Vazamentos e patologias estrutura coberta de eflorescência | 54 |
| Figura 18 – Galeria de drenagem insalubre e vazamentos | 55 |



4

| | |
|---|----|
| Figura 19 – Diafragmas coberto de eflorescência e vazamentos..... | 56 |
| Figura 20 - Vegetação no túnel de acesso, registo de descarga oxidado | 57 |
| Figura 21 - Túnel da galeria insalubre, vazamentos e patologias | 58 |
| Figura 22 - Vazamentos e patologias..... | 59 |
| Figura 23 – Vídeo galeria da adutora | 60 |
| Figura 24 - Oxidação e perda de seção da armação | 61 |
| Figura 25 – Destacamento do concreto e perda de seção da armação | 62 |
| Figura 26 - Perda de secção da armação | 63 |
| Figura 27 – Falta de cobrimento gerado pelo destacamento da seção de concreto . | 64 |
| Figura 28 – Grande destacamento da secção de concreto..... | 65 |
| Figura 29 - Oxidação e destacamento | 66 |
| Figura 30 - Anomalias na galeria de tomada de água..... | 67 |
| Figura 31 – Acesso da barragem sem a limpeza, encostar câmera no QR code..... | 68 |
| Figura 32 – Acesso após a limpeza, descida pela parte a jusante..... | 69 |
| Figura 33 – Tubulação da válvula de alívio | 70 |
| Figura 34 – Processo de manutenção..... | 72 |
| Figura 35 – Bigorna esclerômetria de aferição..... | 74 |
| Figura 36- Aferição do esclerômetro | 75 |
| Figura 37- Planilha de esclerometria ensaio 1 | 81 |



5

| | |
|--|----|
| Figura 38- Planilha de esclerometria ensaio 2 | 81 |
| Figura 39- Planilha de esclerometria ensaio3 | 82 |
| Figura 40- Planilha de esclerometria ensaio 4 | 82 |
| Figura 41- Planilha de esclerometria ensaio 5 | 83 |
| Figura 42- Planilha de esclerometria ensaio 6 | 83 |
| Figura 43- Planilha de esclerometria ensaio 7 | 84 |
| Figura 44- Planilha de esclerometria ensaio 8 | 84 |
| Figura 45- Planilha de esclerometria ensaio 9 | 85 |
| Figura 46- Planilha de esclerometria ensaio 10 | 85 |
| Figura 47 - Comparativo de resistência..... | 86 |
| Figura 48 - Comparação de durezas..... | 86 |
| Figura 49 - Resultados da esclerômetria..... | 87 |
| Figura 50 – Resultados média da esclerômetria | 87 |
| Figura 51 – Resultados da pacometria..... | 89 |
| Figura 52: Pacômetria CD000 | 89 |
| Figura 53: Pacômetria CD001 | 90 |
| Figura 54 - Pacômetria CD002 | 90 |
| Figura 55 - Pacômetria CD003..... | 91 |
| Figura 56 - Pacômetria CD004..... | 91 |



6

| | |
|---|-----|
| Figura 57 - Pacômetria CD005..... | 92 |
| Figura 58 - Pacômetria CD006..... | 92 |
| Figura 59- Pacômetria CD007..... | 93 |
| Figura 60 - Pacômetria CD008..... | 93 |
| Figura 61 - Pacômetria CD009..... | 94 |
| Figura 62 - Certificado de Calibração U910 | 97 |
| Figura 63 -Certificado de Calibração U910 | 98 |
| Figura 64 - Certificado de Calibração U910 | 99 |
| Figura 65 - 1º Ensaio de ultrassonografia | 102 |
| Figura 66 – Diagrama ensaio 01 falhas de integridade | 103 |
| Figura 67 - 2º Ensaio de ultrassonografia | 104 |
| Figura 68 - Diagrama ensaio 02, falhas de integridade..... | 105 |
| Figura 69 - 3º Ensaio de ultrassonografia | 106 |
| Figura 70 - Diagrama 03, falhas de integridade | 107 |
| Figura 71 - 4 ° Ensaio de ultrassonografia | 108 |
| Figura 72 - Diagrama 04, falha de integridade | 109 |
| Figura 73 – 5º Ensaio de ultrassonografia | 110 |
| Figura 74 - Diagrama 05, não foi identificado anomalias | 111 |
| Figura 75 - 6º Ensaio de ultrassonografia | 112 |



7

| | |
|---|-----|
| Figura 76 - Diagrama 06, anomalias e falhas estruturais. | 113 |
| Figura 77 – 7º Ensaio de ultrassonografia | 114 |
| Figura 78 - Diagrama 07, anomalias e falhas estruturais | 115 |
| Figura 79 - 8º Ensaio de ultrassonografia | 116 |
| Figura 80 - Diagrama 08, anomalias e falhas estruturais | 117 |
| Figura 81 – 9º Ensaio de ultrassonografia | 118 |
| Figura 82 - Diagrama 09, de anomalias e falhas estruturais | 119 |
| Figura 83 - 10º Ensaio de ultrassonografia | 120 |
| Figura 84 – Diagrama 10, anomalias e falhas estruturais | 121 |
| Figura 85 - 11º Ensaio de ultrassonografia | 122 |
| Figura 86 - Diagrama 11, anomalias e falhas estruturais | 123 |
| Figura 87 - 12 º Ensaio de ultrassonografia | 124 |
| Figura 88 – Diagrama 12, anomalias e falhas estruturais | 125 |
| Figura 89 - 13º Ensaio de ultrassonografia | 126 |
| Figura 90 - Diagrama 13, sem anomalias e falhas estruturais | 127 |
| Figura 91 - 14º Ensaio de ultrassonografia | 128 |
| Figura 92 - Diagrama 14, anomalias e falhas estruturais | 129 |
| Figura 93 - 15º Ensaio de ultrassonografia | 130 |
| Figura 94 - Diagrama 15, anomalias e falhas estruturais | 131 |



8

| | |
|---|-----|
| Figura 95 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 01 | 134 |
| Figura 96 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 02 | 134 |
| Figura 97 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 03 | 135 |
| Figura 98 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 04 | 135 |
| Figura 99 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 05 | 135 |
| Figura 100 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 06 | 136 |
| Figura 101 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 07 | 136 |
| Figura 102 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 08 | 136 |
| Figura 103 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 09 | 137 |
| Figura 104 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 10 | 137 |
| Figura 105 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 11 | 137 |
| Figura 106 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 12 | 138 |
| Figura 107 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 13 | 138 |
| Figura 108 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 14 | 138 |
| Figura 109 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 15 | 139 |
| Figura 110 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 16 | 139 |
| Figura 111 - Comparativo de resistências obtidas com a norma atual..... | 140 |
| Figura 112 - Gráfico comparativo | 141 |
| Figura 113 – Comparação resistência obtida x resistência do estudo de viabilidade | 141 |

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



| | |
|---|-----|
| Figura 114 - Probabilidade de corrosão do equipamento utilizado..... | 156 |
| Figura 115 - Resultado obtidos probabilidade de corrosão | 157 |
| Figura 116 - Resultados do ensaio de resistividade | 158 |
| Figura 117 - Tabela de valores de pontuação da classificação método GUT. | 172 |
| Figura 118 – classificação das patologias | 173 |
| Figura 119 –Desempenho da estrutura X por manutenção..... | 178 |
| Figura 120 – Degradação da estrutura..... | 179 |
| Figura 121 – Custos por avanço de corrosão..... | 179 |
| Figura 122 – Curva de custo para cada etapa | 180 |
| Figura 123 - Passos de tratamento de estrutura | 181 |
| Figura 124 - Corte de concreto..... | 182 |
| Figura 125 - Demolição | 183 |
| Figura 126 - Escovação de armaduras | 183 |
| Figura 127 - Pintura de ferragens..... | 184 |
| Figura 128 - Forma de Concretagem | 185 |



1 OBJETIVO

O presente laudo técnico tem como finalidade executar uma inspeção preliminar na barragem de Cova da Mandioca, localizada na cidade de Urandi-BA. O documento visa analisar através de ensaios técnicos a integridade da estrutura, sua qualidade e principalmente gerar parâmetros para analisar as condições de uso e vida útil do objeto de estudo. Através de ensaios tecnológicos não destrutivos, este trabalho é regido pelas normas ABNT NBR 6118:2014, ABNT NBR 8802:2019, norma nacional de inspeção do IBAPE, ABNT NBR 15424:2016, ABNT NBR 7584:2012, ABNT NBR 16292:2014, e pacometria estrutural.

Após a coleta dos ensaios, será elaborado o presente laudo técnico, com a finalidade de analisar a integridade e qualidade da estrutura existente. O mesmo deverá atender as normas de engenharia, garantindo a sua vida útil e segurança para os usuários.

Quantificar as manifestações patológicas apresentadas na barragem, notadas pelo cliente, sinalizando uma possível perda de desempenho e funcionalidade da estrutura.

O documento visa analisar as causas das manifestações patológicas, os motivos e identificá-las. Também engloba a vistoria da barragem, com o intuito de detectar manifestações patológicas que possam contribuir para o surgimento das anomalias na estrutura.

Por fim, são apresentadas as recomendações referentes ao surgimento das manifestações, possíveis reparos e medidas de prevenção e correção, a fim de evitar novas doenças.

O Laudo Técnico está devidamente registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA/DF.



2 LOCALIZAÇÃO

2.1 Dados gerais

A barragem está localizada em Urandi – BA.

Coordenadas: -14.768471, -42.796674

Abaixo, localização da estrutura objeto do laudo.

Figura 1- Localização da barragem de cova de mandioca Guanambi-BA



Fonte: Google mapas



3 LEVANTAMENTO HISTÓRICO “ANAMNESE”

As informações coletadas e informadas aqui foram retiradas do documento gerado em março de 1991, ESTUDOS DE VIABILIDADE DO MACIÇO EM CONCRETO COMPACTADO A ROLO, fornecido pela empresa CODEVASF, (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO), à barragem construída no município de Urandi-BA

- Estudo de viabilidade da barragem foi fornecido pela CODEVASF em março de 1985;
- A empresa ECOPLAN, realizou o estudo de viabilidade no ano de 1985;
- Documentação analisada (análise crítica da viabilidade da barragem) pela empresa HIDROPLAN, em fevereiro de 1991;
- Decisão do estudo barragem de concreto compactado a rolo (CCR);
- O local do eixo se situa a aproximadamente 15km da cidade de Espinosa-MG que, por sua vez, se situa a 250km ao norte de Montes Claros, pela rodovia BR-122, no município de Urandi -BA;
- Duração da obra relatada no plano de 36 meses;

No estudo geotécnico, contatou-se que os agregados foram substituídos para as escavações obrigatórias da fundação da barragem, por jazidas indicadas no leito do rio e nas ombreiras, em razão das pequenas distâncias de transporte. Na época, havia baixa resistência das matérias primas no local.

Segue abaixo os quantitativos de construção da barragem na época:

- Escavação em solo •.....••• 22.580 m²;



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



13

- Escavação em rocha 16.400 m;
- CCR 72.675 'm3;
- Concreto do paramento ... 3.460 m;
- Concreto de selo 725 m:3;
- Área de limpeza da fundação 8.000 m2;
- Custo total da obra ECOPLAN.
- US\$ 4.831.477; Parte realizada em solo;
- US\$ 3.748.060; parte realizada em CCR;
- **Concreto utilizado na construção:**
- Mescla em estado fresco:
- Slump na faixa de 140 ~ 20mm;
- Teor de ar incorporado 4,0 ~ 0,51.
- Tempo de inicio de pega ajustado para 6 + 1h, com auxílio de aditivo plastificante retardador de pega;
- A mescla bem argamassada para evitar o fenômeno de segregação.
- Concreto com f'c = 150kgf/cm2 aos 28 dias de idade, **APRO.15MPA**
- Mescla utilizada usada na face a montante da barragem e demais locais;
- Slump na faixa de 100 ~ 20mm;



vedaminas
MasterSeal



ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



14

- Teor de ar incorporado 4,0 ~ 0,5 l ;
- Tempo de início de pega ajustado para 3 + 1h, com auxílio de aditivo plastificante retardador de pega.



5 METODOLOGIA DE INSPEÇÃO

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, consiste em inspeção visual na barragem, ensaios tecnológicos, coleta de dados fornecidos pelos ensaios, análise da estrutura e elaboração do laudo técnico.

As vistorias possuem o objetivo de investigar e detectar eventuais anomalias e averiguar as possíveis manifestações e falhas das regiões em estudo, com obtenção de características que as classifiquem quanto às causas, origens e grau de risco.

Os ensaios tecnológicos foram executados com o intuito de obter parâmetros de normatização e verificação do dimensionamento, integridade e qualidade do concreto, resistência, dimensões realizadas pelo responsável técnico. Estes ensaios tecnológicos foram empregados de acordo com a proposta enviada e aceita pelo contratante.

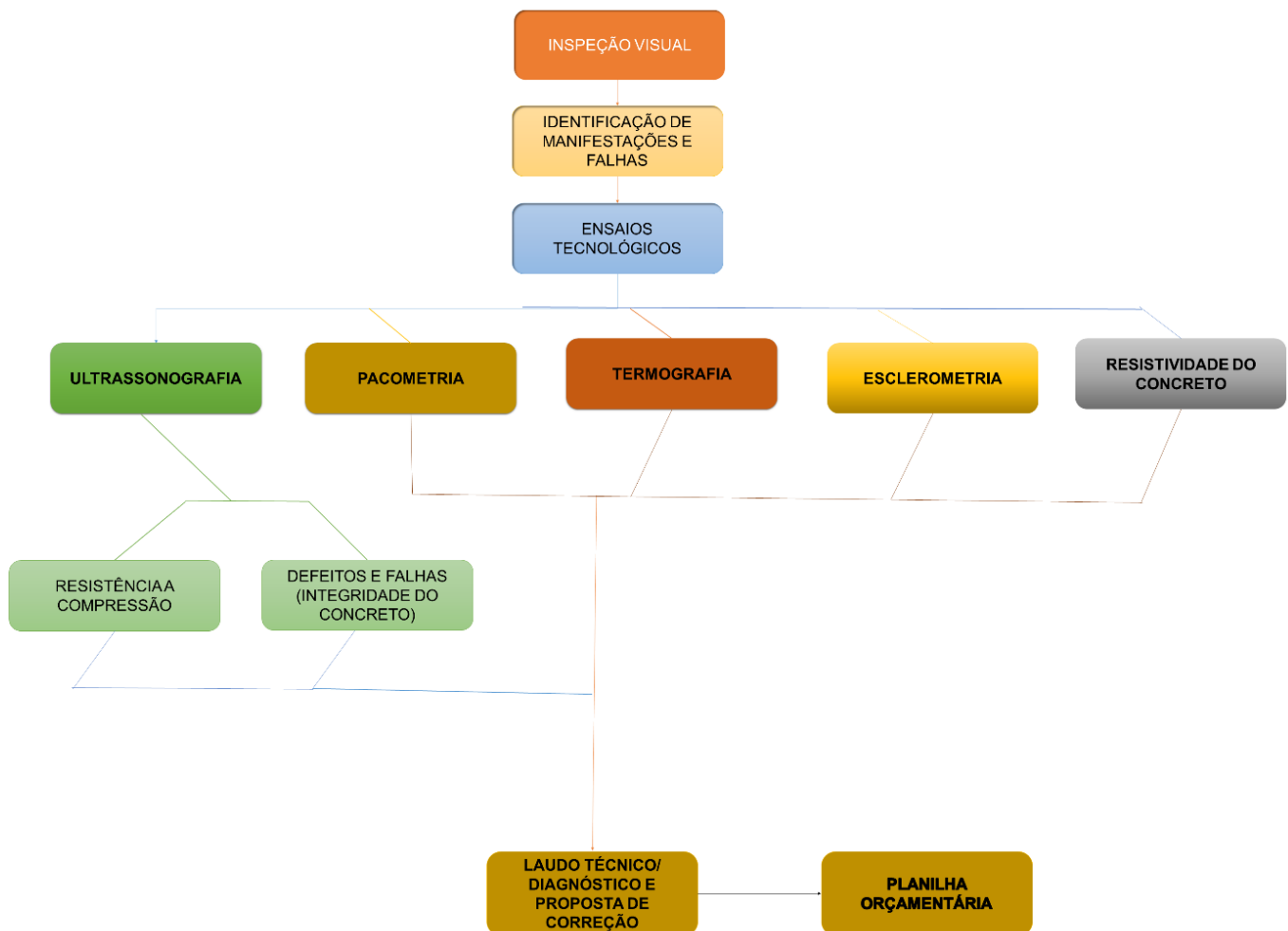
A seguir, são apresentados os ensaios:

- Ensaios de Esclerometria, Conforme a ABNT NBR 7584:2012 — Concreto endurecido — Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio. Com o intuito de analisar a resistência superficial do concreto e também a homogeneidade dos elementos estruturais e verificação de dimensões e detalhamento quanto a ABNT NBR 6118:2014.
- Pacômetria: foi realizada para verificação do cobrimento empregado nos elementos estruturais, posição da armadura, espaçamento e distribuição dos vergalhões dentro da peça.
- Ensaios de ultrassom, segundo a ABNT NBR 8802:2019
 - Ensaio de resistência do concreto armado por onda ultrassônica;



- Ensaios de defeitos e erros de concretagem em elementos estruturais;
- Ensaios de ultrassom segundo a ABNT NBR 8802:2019
- Ensaios de defeitos e erros de concretagem em elementos estruturais.
- Ensaio de resistividade do concreto pelo método dos quatro eletrodos. O método Wenner “Este parâmetro permite avaliar a permeabilidade a gases e líquidos dos compostos cimentícios”. Como a medida de resistividade elétrica não é destrutiva, é possível a realização de várias medidas em uma única peça e ao longo do tempo, sem que isso prejudique o concreto;
- Termográfica infravermelha – Procedimento; Ensaio ABNT NBR 16292:2014 – Ensaios não destrutivos – Termográfica – Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas, ABNT NBR 15424:2016 – Ensaios não destrutivos – Termográfica – Terminologia;

Figura 3- Esquemática da metodologia utilizada



Organograma 1- esquematização da metodologia utilizada

A metodologia adotada neste trabalho, fundamenta-se também na Norma Básica para Perícias de Engenharia– IBAPE.

De acordo com a Norma de Inspeção– IBAPE/SP, são três os níveis de rigor:

- **Nível 1:** vistoria para identificação de anomalias aparentes, elaborada por profissional habilitado e capacitado.

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



Equipamentos de Perícias e Laudos



19

▪ **Nível 2:** vistoria para identificação de anomalias aparentes identificadas com auxílio de equipamentos, elaborada por profissionais de diversas especialidades. Nele se enquadram edifícios de múltiplos andares, comerciais, residenciais e mistos, centros comerciais, galpões industriais, etc.

▪ **Nível 3:** vistoria para a identificação de anomalias aparentes e ocultas, constatáveis com o auxílio de equipamentos, incluindo testes e ensaios locais e/ou laboratoriais específicos, elaborada por profissionais de diversas especialidades. Neste se enquadram os imóveis com suspeitas de vícios ocultos significativos.

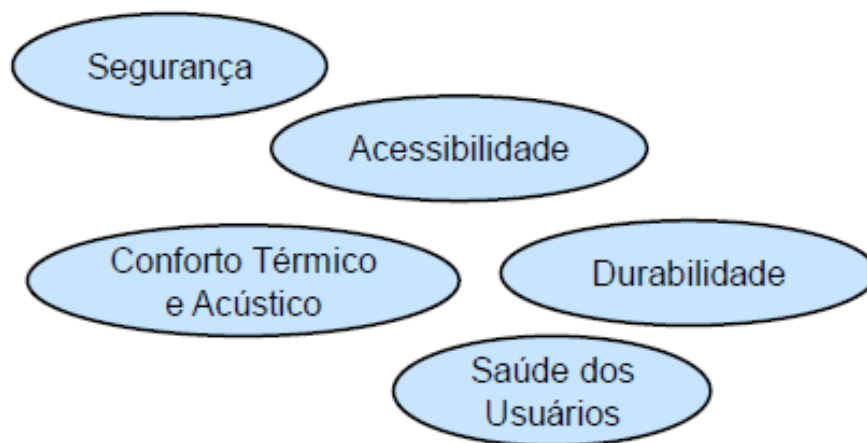
O nível de rigor adotado para o presente trabalho é de **Nível 3**, para as atividades de inspeção desenvolvidas in loco, por profissional habilitado, uma vez que os objetos de estudo em questão apresentam vícios e anomalias aparentes e também não detectáveis na inspeção visual, com suspeitas de vícios ocultos significativos.



6 INSPEÇÃO DE VISUAL

As anomalias e falhas constituem nas conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos e redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e luminoso; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na ABNT NBR 15575. As não conformidades podem estar relacionadas a desvios técnicos e de qualidade da construção e/ou manutenção da estrutura. Não são capazes de atender aos parâmetros de conformidade previstos para os sistemas construtivos e equipamentos instalados, tais como: dados e recomendações dos fabricantes, manuais técnicos em geral, projetos e memoriais descritivos, normas, etc.

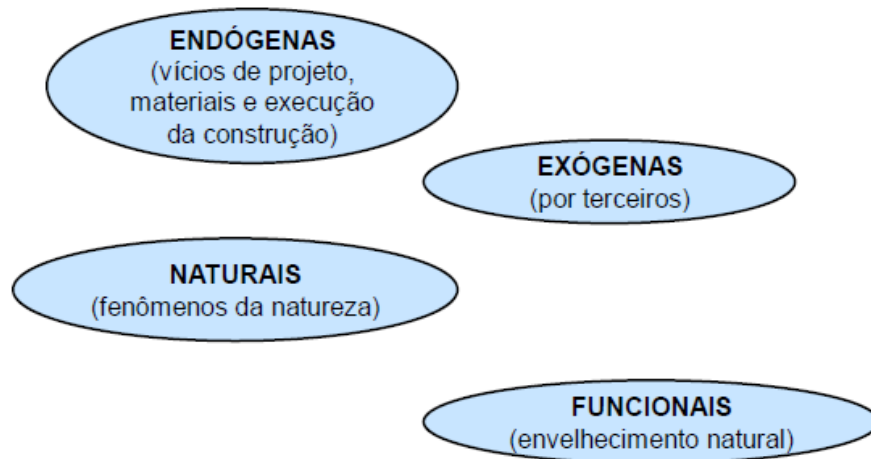
Figura 4 – Redução da vida útil através de anomalias e falhas



Fonte: Elaborado pelo autor

As anomalias podem ser endógenas, exógenas, naturais ou funcionais, conforme mostrado no esquema destacado na página posterior na Figura 5 – Tipos de anomalias.

Figura 5 – Tipos de anomalias



Fonte: Elaborado pelo autor

Nas figuras dos subtítulos abaixo, mostram as **anomalias e falhas exógenas, funcionais**. Ao longo de toda a estrutura, essas são originárias de falhas no sistema de manutenção e cuidados, aquelas de degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e consequente término da vida útil.

As falhas podem ser classificadas em:

De 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.

De Execução: Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.



De Operacionais: Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.

De Gerenciais: Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

Falhas encontradas na barragem de cova de mandioca:

- **De Planejamento;**
- **De Execução;**
- **De Gerenciais.**

A manifestação dos problemas de umidade pode ocorrer em todos os componentes e elementos construtivos. Contudo, ela nem sempre está associada a uma única causa, sendo, em geral, resultante de um conjunto de fatores com predominância de um deles.

Classificação dos problemas de umidade encontrados barragem:

- Eflorescências;

É a formação de depósito salino na superfície de qualquer elemento da edificação, como o resultado da exposição a intempéries. Quimicamente falando, sais de metais alcalinos (sódio e potássio) ou alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água.

- Escorrimento e/ou gotejamento de água líquida;
- Água condensada;
- Fissuras e trincas e deslocamento do concreto;
- Empoçamento de água;



Prejuízo estético e funcional - Degradações indevidas na barragem podem afetar a saúde do usuário:

- Gripes;
- Rinites alérgicas e asma;
- Choques eletrostáticos;
- Desconforto térmico;
- Artrites;
- Doenças bronco pulmonares.

A umidade pode acarretar outros problemas, às vezes mais sérios do que suas próprias manifestações, como:

- Transporte eventual de materiais ou organismos indesejáveis;
- Formação de sujeiras difíceis de limpar, etc.



A seguir, temos a ilustração da realização de uma inspeção visual ao longo de toda barragem. Na parte a montante foi realizado por barco, na parte jusante realizado no corpo, e na parte interna da barragem.

Figura 6 – Inspeção em barco a montante



Fonte: Elaborado pelo autor

Durante a inspeção realizada a montante, foram identificadas 39 aberturas ao longo do corpo a montante da barragem, conforme mostrado no desenho abaixo.

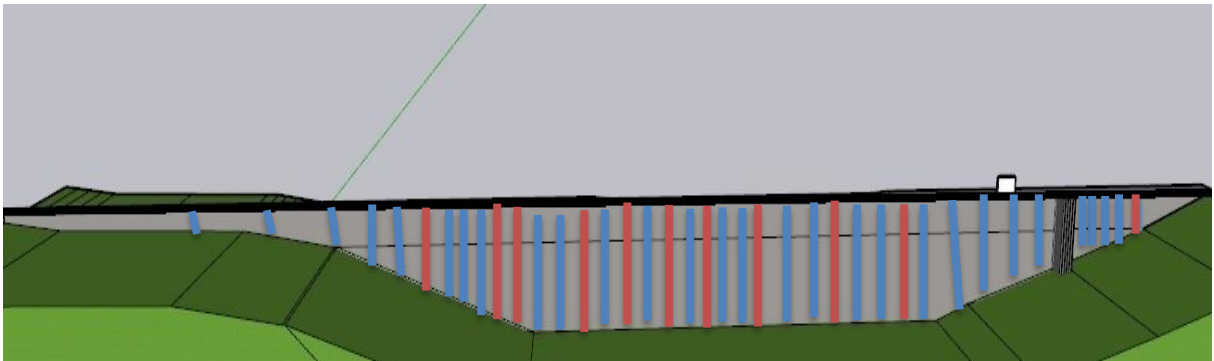
Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



Fendas em **azul**:

Brechas em **vermelho**:

Figura 7 – Mapa de fendas e trincas identificadas no maciço.



Fonte: Elaborado pelo autor

As aberturas são classificadas em:

- Fissura – abertura até 0,5 mm. Atinge a pintura, massa corrida e azulejo e sua gravidade é menor.
- Trinca – de 0,5mm a 1,5 mm. Um pouco mais perigosa que as fissuras, sendo mais profunda e acentuada.
- Rachadura – 1,51 mm a 5,0 mm. Mais complexa, requer uma manutenção mais especializada. Neste caso, ocorre a ruptura do elemento, causando a divisão do sólido em duas partes com abertura grande, pronunciada, profunda e acentuada.
- Fenda – de 5,0mm a 10,00 mm. Grande abertura com ruptura do elemento e divisão do sólido em duas partes.
- Brecha – acima de 10,00 mm



Durante a inspeção, foi constatado 11 brechas e o restante entre trincas, fendas e rachaduras, fendas ao longo da barragem. Segue vídeo de uma das brechas encontradas na barragem

Figura 8 - Brecha encontrada na barragem, **apontar a câmera do celular**



Fonte: Elaborado pelo autor

As brechas e fendas encontradas facilitam a percolação de água no maciço, causando anomalias na estrutura da barragem, como as citadas a partir da página 14. Seguem abaixo as fotos das fendas e brechas, trincas e rachaduras encontradas em contato direto com a água.





Equipamentos de Perícias e Laudos



27

Cabe enfatizar que esta inspeção foi realizada de pequeno barco a remo “canoa”. Devido ao balançar da mesma, pode ter causado um desfoco em algumas fotos.

Figura 9 – Relatório fotográfico inspeção a montante

| | |
|---|---|
|  | <p>1º fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm</p> |
|  | <p>2º fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm</p> |



Equipamentos de Perícias e Laudos



28



3° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



4° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm



Equipamentos de Perícias e Laudos



29



5° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm



6° fenda em contato direto com água largura entre de 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



30



7° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



8° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



31



9° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



10° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



32



11° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



12° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



33



13° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



14° Rachadura – 1,5 mm a 5,0 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



34



15° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



16° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



35



17° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.





18° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



36

| | |
|---|---|
|  | <p>19° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.</p> |
|  | <p>20° Brecha em contato direto com água largura de acima de 10,00 mm.</p> |



Equipamentos de Perícias e Laudos



37



21° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



22° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



23° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



24° trinca em contato direto com água largura entre 0,5mm a 1,5 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



39



25° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



26° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



40

| | |
|---|---|
|  | <p>27° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.</p> |
|  | <p>28° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.</p> |



Equipamentos de Perícias e Laudos



41



31° a 30 e a 29 também são fendas em contato direto com água, largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



32° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



42



33° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



34° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



43

| | |
|---|---|
|  | <p>35° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.</p> |
|  | <p>36° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.</p> |

Fonte: Elaborado pelo autor

Seguem abaixo as consequências da falta de manutenção, reparos e cuidados na galeria de drenagem.

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



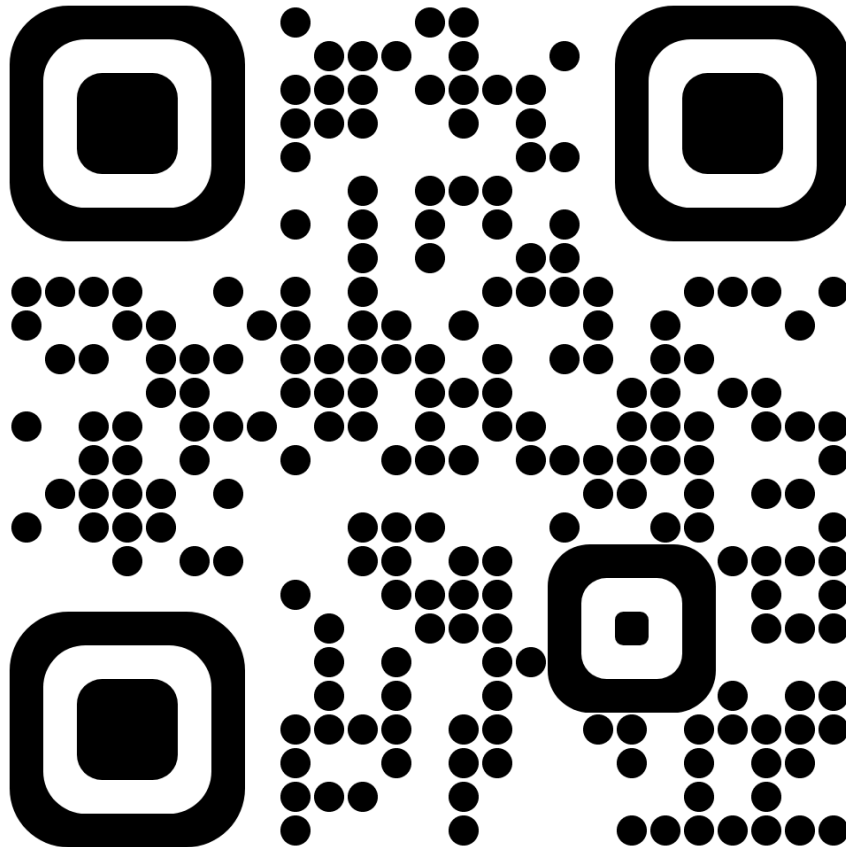
Figura 10 – Vídeo 01 colocar a câmera para ler o QR code



Fonte: Elaborado pelo autor

O vídeo apresentado no QR code, mostra a água jorrando pelo maciço coberto de eflorescência e bolor.

Figura 11 – Vídeo 02 colocar a câmera para ler o QR code



Fonte: Elaborado pelo autor

No vídeo do QR code listado na



Figura 11 e

Figura 12, vemos a quantidade de vazamentos ocasionados pelas trincas, fendas e brechas na parte montante, ocasionado também pela falta de impermeabilização direta e indireta da estrutura de concreto. Também mostra a falta de instalações elétricas e de exator, tornando o ambiente insalubre.

Figura 12 – Vídeo 03 colocar a câmera para ler o QR code

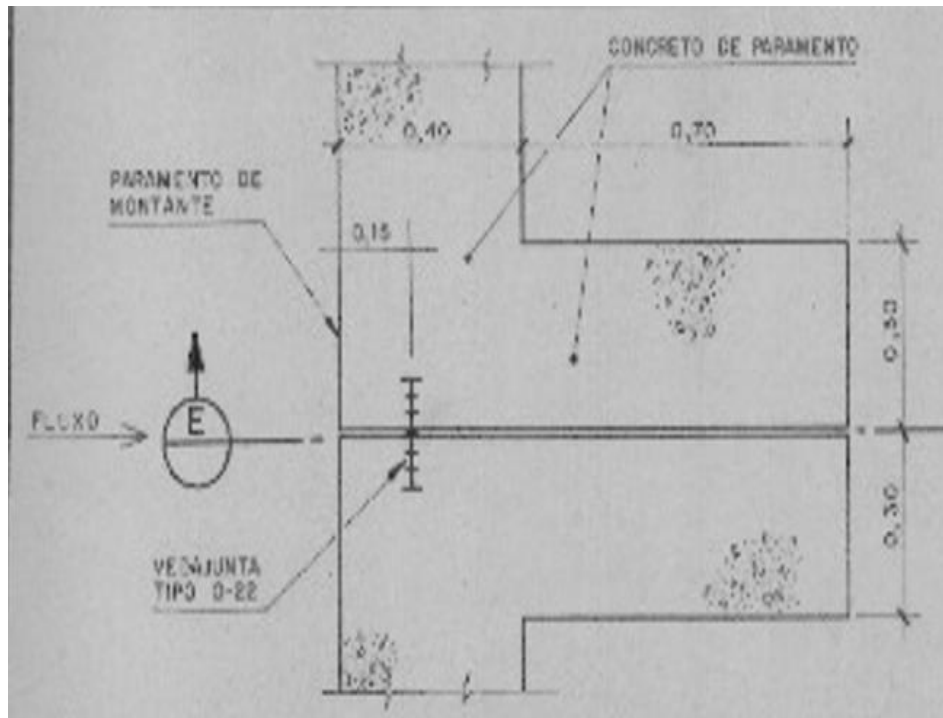


Fonte: Elaborado pelo autor

A foto listada abaixo na Figura 14, mostra a quantidade de vazamentos encontrados na parte interna a montante da obra de arte, situação em estado de degradação, que já ultrapassa o concreto de paramento com espessura entre 40cm e 110cm, dependendo do local, mostrado na Figura 13.

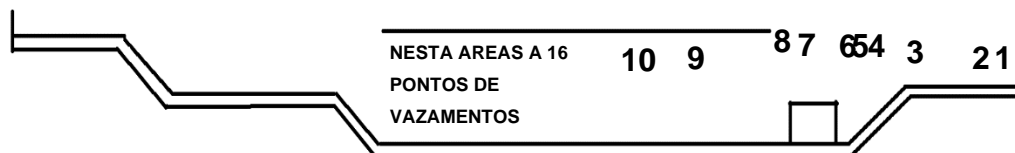


Figura 13 – Espessura da parede de paramento a montante



Fonte: CODEVASPF

Figura 14 – Locação dos vazamentos





Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

Foram identificados 26 vazamentos ao longo da parte montante mostrados nos 3 vídeos acima e também nas imagens a seguir:

Figura 15 – Patologias geradas pela falta de intervenção

| | |
|---|--|
|  | <p>Vazamentos logo em frente ao acesso à galeria de drenagem, lixiviação do concreto.e eflorescência</p> <p>LIXIVIAÇÃO: é quando a água transporta e dilui carregando hidróxido de cálcio, ou $\text{Ca}(\text{OH})_2$. para fora da superfície de concreto</p> |
| FOTO B | |
|  | <p>Vazamentos na escada a direita, bolor as manchas brancas são o hidróxido de cálcio, "concreto perdendo resistência"</p> |



Vazamentos a 13m a esquerda do acesso à galeria de drenagem, LIXIVIAÇÃO: é quando a água transporta e dilui carregando hidróxido de cálcio, ou $\text{Ca}(\text{OH})_2$. para fora da superfície de concreto

FOTO D



Vazamentos a 15m a esquerda do acesso à galeria de drenagem, bolor as manchas brancas são o hidroxido de calcio, "concreto perdendo "resistência", formação de estalactites.



Vazamentos a 40m a esquerda do acesso à galeria de drenagem, bolor as manchas brancas são o hidróxido de cálcio, "concreto perdendo "resistência", formação de estalactites.

FOTO F



13 vazamentos contabilizados ao decorrer de aproximadamente 15m, bolor as manchas brancas são o hidróxido de cálcio, "concreto perdendo "resistência", formação de estalactites.

FOTO G

Vazamentos próximos a escadaria a esquerda bolor as manchas brancas são o hidróxido de cálcio, "concreto perdendo resistência".

FOTO H

Vazamentos próximos a escadaria a esquerda, bolor as manchas brancas são o hidróxido de cálcio, "concreto perdendo resistência".

Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



53

6.1 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DA INSPEÇÃO GALERIA DE ACESSO, GALERIA DE DRENAGEM, ACESSO A BARRAGEM.

Figura 16 - Anomalias e falhas encontradas entre o acesso e a drenagem



Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



Equipamentos de Perícias e Laudos



54

Figura 17 – Vazamentos e patologias - estrutura coberta de eflorescência



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 – Galeria de drenagem insalubre e vazamentos



Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



56

Figura 19 – Diafragmas coberto de eflorescência e vazamentos



Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



57

Figura 20 - Vegetação no túnel de acesso, registo de descarga oxidado



Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



Equipamentos de Perícias e Laudos



58

Figura 21 - Túnel da galeria insalubre, vazamentos e patologias



Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



59

Figura 22 - Vazamentos e patologias

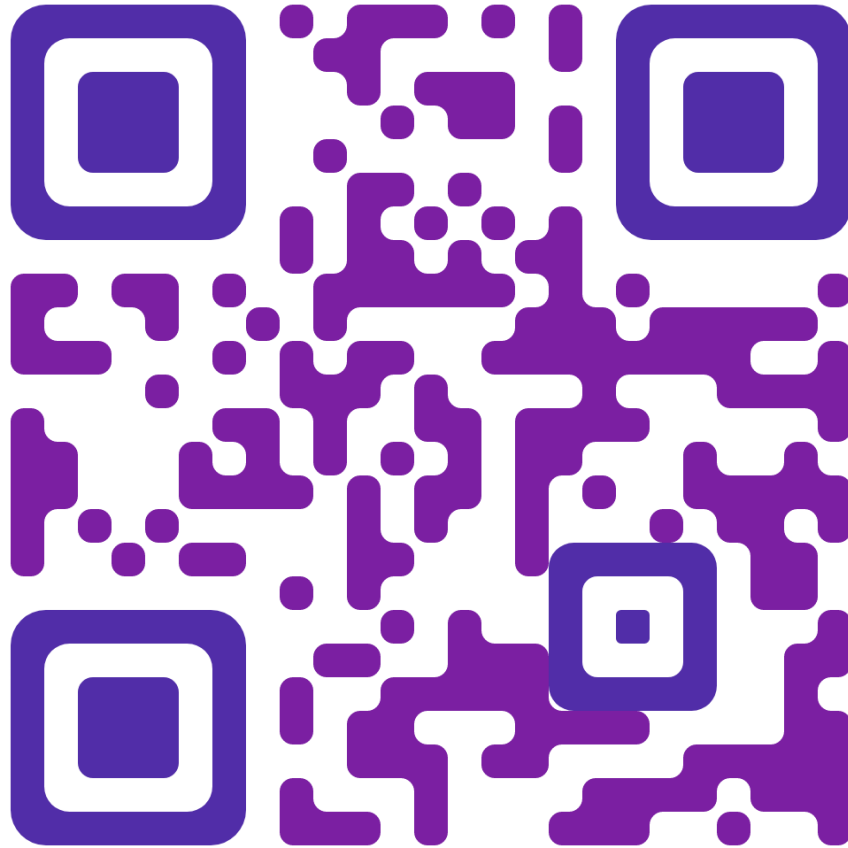


Fonte: Elaborado pelo autor

Além da falta de manutenção e cuidados, que geraram as anomalias, patologias e falhas no sistema da barragem, seguem abaixo fotos de destacamento do concreto perda de seção do aço na galeria de tomada de água. Essa pode ter sido ocasionada pelo fenômeno que chamamos de carbonatação, causando assim a despassivação da armadura e gerando os deslocamento do concreto.



Figura 23 – Vídeo galeria da adutora



Fonte: Elaborado pelo autor

Seguem as fotos da armação desprotegida e sem a sua camada de proteção mecânica, ocasionada por destacamento de concreto e falta de impermeabilização positiva. As barras encontradas são de 16mm de diâmetro, embora estejam com sua seção reduzida devido a oxidação, com espaçamento variando entre 08cm e 13cm.

Figura 24 - Oxidação e perda de seção da armadura



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 – Destacamento do concreto e perda de seção da armação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26 - Perda de secção da armação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27 – Falta de cobertura gerado pelo destacamento da seção de concreto



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28 – Grande destacamento da secção de concreto



Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



66

Figura 29 - Oxidação e destacamento



Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 30 - Anomalias na galeria de tomada de água



Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe enfatizar a falta de instalações (elétrica, hidráulica e de exalta, na galeria de drenagem) e a degradação dos sistemas existentes.

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



A barragem não conta com os seus medidores de segurança e há perda de seção na tubulação de alívio e na válvula barragem. Além disso, não possui uma escada de acesso, dificultando a chegada até a galeria de acesso. O acesso só foi possível após a limpeza da vegetação. Estas informações podem ser visualizadas nas figuras abaixo e nas anteriores listadas neste capítulo.

Figura 31 – Acesso da barragem sem a limpeza, encostar câmera no QR code



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 32 – Acesso após a limpeza, descida pela parte a jusante



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 – Tubulação da válvula de alívio



Fonte: Elaborado pelo autor

O surgimento de problemas patológicos em dada estrutura indica, em última instância e de maneira geral, a existência de uma ou mais falhas durante a execução de uma das etapas da construção, manutenção e término vida útil, além de apontar para falhas também no sistema de controle de qualidade próprio a uma ou mais atividades.

Por conseguinte, saliento a importância da manutenção. Ignorar ou negligenciar essas patologias é um acúmulo de deficiências e custos, que a um certo ponto, pode vir a tornar-se insuportável, ou mesmo inviável de reversão. Fatores como

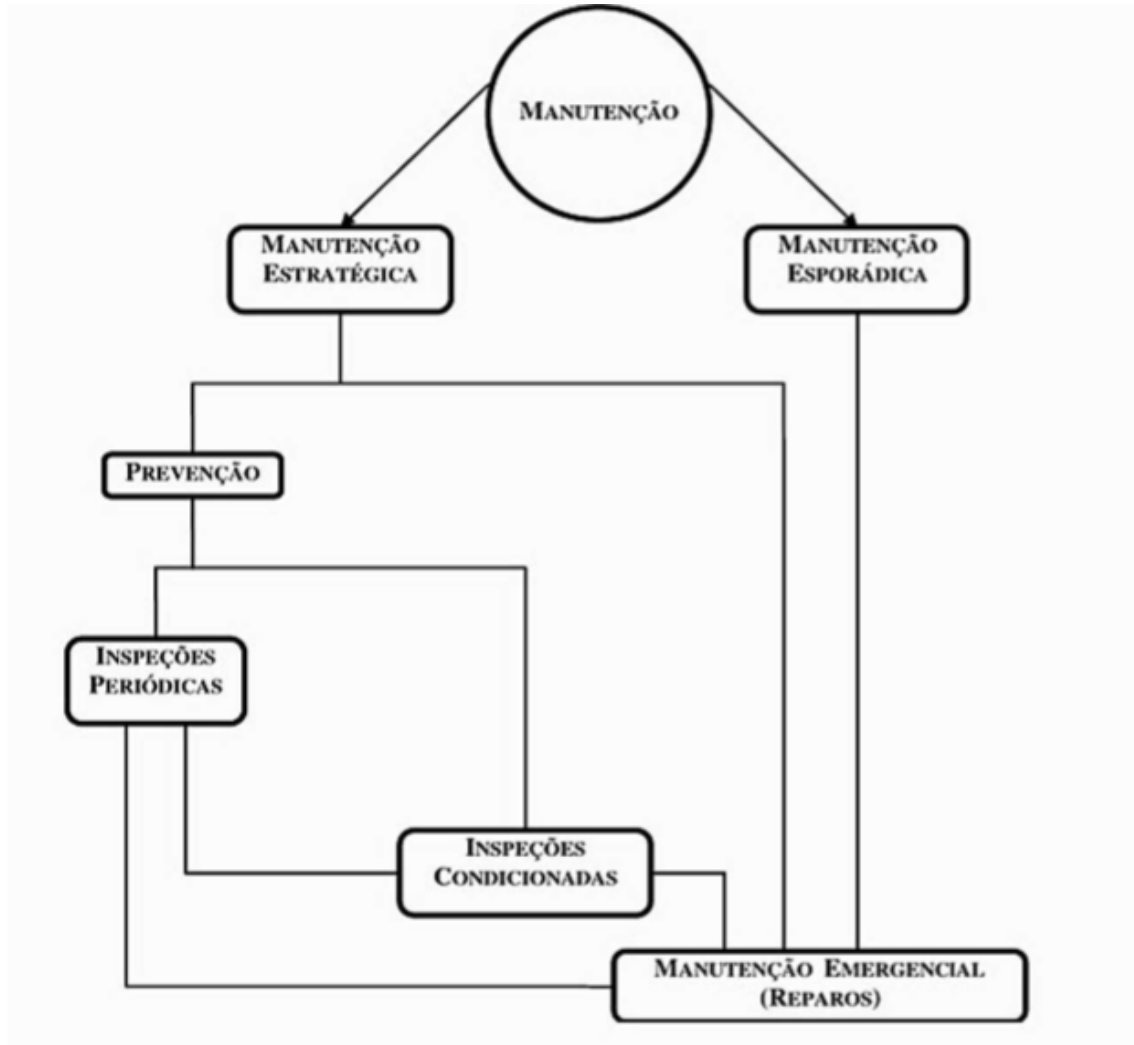


troca do sistema de impermeabilização e proteção mecânica podem evitar gastos e custo não previstos, instalações e acesso às áreas para fazer manutenção.

Trechos como o de British Standards 3811, de 1984, “manutenção estrutural a combinação de todas as ações de caráter técnico e/ ou administrativo que tenham por fim garantir ou restabelecer, para uma determinada estrutura, as condições necessárias para que esta desempenhe, capazmente, as funções para as quais foi concebida”.

Abaixo, mostro os tipos de manutenção e inspeção para elas:

Figura 34 – Processo de manutenção



Fonte: Elaborado pelo autor

Essas anomalias implicam em falha no processo de manutenção e cuidados com a vida útil da barragem de covas de mandioca. Essas manifestações encontradas na parte montante da barragem, são refletidas na parte interna na galeria de drenagem, acesso e dissipação. A barragem encontra-se com difícil acesso e muita vegetação, animais e peixes, sapos e principalmente morcegos morando em suas galerias, apresentando fungos, bolor, lixiviação do concreto, eflorescência e estalactite gerado pela infiltração de água no maciço.



7 ENSAIOS TECNOLÓGICOS E RESULTADOS

7.1 ENSAIO DE ESCLERÔMETRIA

Este ensaio é executado seguindo os procedimentos prescritos na NBR 7584/2012: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão- Método de ensaio.

Ele é baseado no princípio do ricochete e consiste em realizar impactos na superfície da estrutura e medir o retorno da força aplicada após o impacto. O equipamento utilizado é chamado de, ENC- ESCLEROMETRO TIPO N, número de série 20220630005.

O objetivo do ensaio é medir a dureza superficial do concreto endurecido, com intuito de avaliar a qualidade desse material, estabelecendo uma correlação com a resistência.

A norma determina que, para a execução dos ensaios, as superfícies do concreto devem estar secas ao ar livre, limpas e preferencialmente planas. Superfícies irregulares, ásperas, curvas ou talhadas não fornecem resultados homogêneos e devem ser evitadas, bem como superfícies de concreto úmidas ou carbonatadas. Além disso, as áreas ensaiadas devem estar afastadas de regiões afetadas por segregação, exsudação, concentração excessiva de armadura, juntas de concretagem, cantos, arestas, etc.

A calibração do Esclerômetro Analógico Medidor De Dureza ZC3-A Modelo Tipo N, com energia de impacto de 2,207 Nm (ou 2,207 J), foi feita numa bigorna de aço. Com $E_{aço} = 2050000 \text{ kgf/cm}^2$, o Índice Esclerômetro esperado é 80 com 16kg de massa, mostrada abaixo.

Figura 35 – Bigorna esclerômetria de aferição



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 36- Aferição do esclerômetro

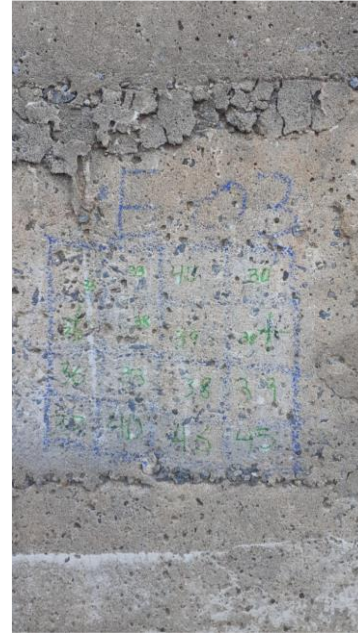
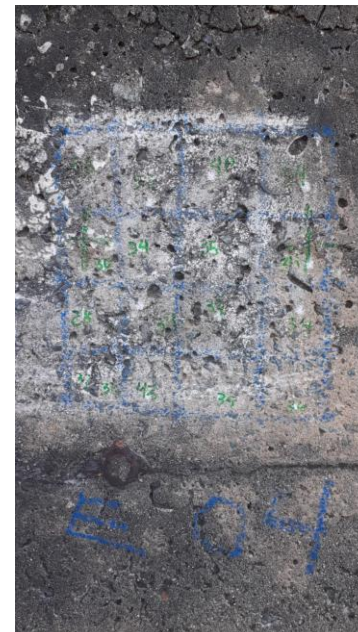


Fonte: Elaborado pelo autor

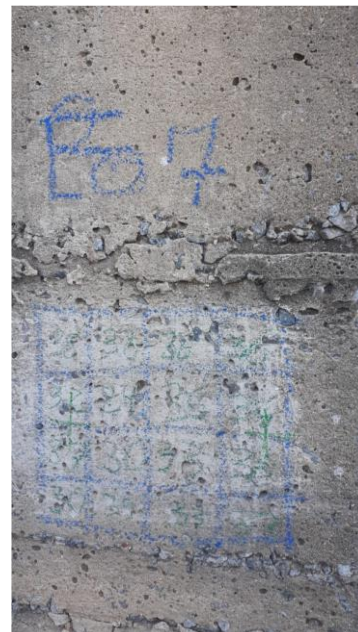
As áreas de ensaio foram definidas com inspeção visual, na parte montante da estrutura, devidamente preparada por meio de polimento enérgico com disco de carborundum, através de movimentos circulares, conforme exigido pela norma.

Abaixo serão mostradas as fotos dos ensaios e preparação da seção de esclerometria realizadas ao longo da estrutura.

ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E01**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E02**

ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E03**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E04**

ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E05**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E06**

ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E07**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E08**



Equipamentos de Perícias e Laudos



80

ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E09**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E10**

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC




Equipamentos de Perícias e Laudos




81

Figura 37- Planilha de esclerometria ensaio 1

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E01 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 41 | | |
| P2 | 36 | | |
| P3 | 41 | | |
| P4 | 38 | | |
| P5 | 38 | | |
| P6 | 36 | | |
| P7 | 32 | | |
| P8 | 35 | | |
| P9 | 36 | | |
| P10 | 34 | | |
| P11 | 38 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 40,22 |
| P12 | 37 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 33,24 |
| P13 | 34 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 4 |
| P14 | 38 | IE | 36,67 |
| P15 | 40 | IEf | 36,67 |
| P16 | 31 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 36,00 |
| MÉDIA | 36,56 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 38- Planilha de esclerometria ensaio 2

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E02 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 42 | | |
| P2 | 40 | | |
| P3 | 36 | | |
| P4 | 38 | | |
| P5 | 40 | | |
| P6 | 33 | | |
| P7 | 31 | | |
| P8 | 38 | | |
| P9 | 38 | | |
| P10 | 43 | | |
| P11 | 33 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 41,94 |
| P12 | 41 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 34,66 |
| P13 | 31 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 6 |
| P14 | 38 | IE | 39,70 |
| P15 | 42 | IEf | 39,70 |
| P16 | 46 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 40,00 |
| MÉDIA | 38,13 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.




Equipamentos de Perícias e Laudos




82

Figura 39- Planilha de esclerometria ensaio3

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E03 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 36 | | |
| P2 | 33 | | |
| P3 | 40 | | |
| P4 | 30 | | |
| P5 | 32 | | |
| P6 | 38 | | |
| P7 | 39 | | |
| P8 | 38 | | |
| P9 | 36 | | |
| P10 | 33 | | |
| P11 | 38 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 40,91 |
| P12 | 39 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 33,81 |
| P13 | 32 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADO | 7 |
| P14 | 40 | IE | 38,22 |
| P15 | 46 | IEf | 38,22 |
| P16 | 45 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 39,00 |
| MÉDIA | 37,19 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 40- Planilha de esclerometria ensaio 4

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-----------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E04 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 36 | | |
| P2 | 32 | | |
| P3 | 40 | | |
| P4 | 34 | | |
| P5 | 30 | | |
| P6 | 34 | | |
| P7 | 35 | | |
| P8 | 34 | | |
| P9 | 28 | | |
| P10 | 34 | | |
| P11 | 37 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 38,23 |
| P12 | 34 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 31,59 |
| P13 | 32 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADO | 5 |
| P14 | 43 | IE | 34,18 |
| P15 | 39 | IEf | 34,18 |
| P16 | 34 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (M | 32,00 |
| MÉDIA | 34,75 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



Equipamentos de Perícias e Laudos




83

Figura 41- Planilha de esclerometria ensaio 5

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E05 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 41 | | |
| P2 | 37 | | |
| P3 | 40 | | |
| P4 | 40 | | |
| P5 | 38 | | |
| P6 | 38 | | |
| P7 | 40 | | |
| P8 | 37 | | |
| P9 | 45 | | |
| P10 | 42 | | |
| P11 | 38 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 42,83 |
| P12 | 32 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 35,40 |
| P13 | 40 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 6 |
| P14 | 43 | IE | 38,80 |
| P15 | 32 | IEf | 38,80 |
| P16 | 40 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 40,00 |
| MÉDIA | 38,94 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 42- Planilha de esclerometria ensaio 6

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E06 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 36 | | |
| P2 | 40 | | |
| P3 | 42 | | |
| P4 | 41 | | |
| P5 | 41 | | |
| P6 | 43 | | |
| P7 | 45 | | |
| P8 | 46 | | |
| P9 | 44 | | |
| P10 | 39 | | |
| P11 | 33 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 44,76 |
| P12 | 35 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 36,99 |
| P13 | 36 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 7 |
| P14 | 42 | IE | 41,11 |
| P15 | 38 | IEf | 41,11 |
| P16 | 50 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 44,00 |
| MÉDIA | 40,69 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.




Equipamentos de Perícias e Laudos




84

Figura 43- Planilha de esclerometria ensaio 7

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E07 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 38 | | |
| P2 | 38 | | |
| P3 | 36 | | |
| P4 | 36 | | |
| P5 | 32 | | |
| P6 | 29 | | |
| P7 | 35 | | |
| P8 | 35 | | |
| P9 | 37 | | |
| P10 | 30 | | |
| P11 | 33 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 37,61 |
| P12 | 38 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 31,08 |
| P13 | 30 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 5 |
| P14 | 35 | IE | 33,91 |
| P15 | 33 | IEf | 33,91 |
| P16 | 32 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 32,00 |
| MÉDIA | 34,19 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 44- Planilha de esclerometria ensaio 8

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E08 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 33 | | |
| P2 | 31 | | |
| P3 | 32 | | |
| P4 | 30 | | |
| P5 | 32 | | |
| P6 | 35 | | |
| P7 | 30 | | |
| P8 | 30 | | |
| P9 | 31 | | |
| P10 | 33 | | |
| P11 | 32 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 35,48 |
| P12 | 33 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 29,32 |
| P13 | 32 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADO | 1 |
| P14 | 38 | IE | 31,87 |
| P15 | 32 | IEf | 31,87 |
| P16 | 32 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 28,00 |
| MÉDIA | 32,25 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.




Equipamentos de Perícias e Laudos




85

Figura 45- Planilha de esclerometria ensaio 9

|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E09 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 39 | | |
| P2 | 39 | | |
| P3 | 33 | | |
| P4 | 36 | | |
| P5 | 32 | | |
| P6 | 32 | | |
| P7 | 32 | | |
| P8 | 37 | | |
| P9 | 30 | | |
| P10 | 33 | | |
| P11 | 38 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 37,74 |
| P12 | 33 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 31,19 |
| P13 | 36 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADO: | 4 |
| P14 | 32 | IE | 33,58 |
| P15 | 31 | IEf | 33,58 |
| P16 | 36 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 28,00 |
| MÉDIA | 34,31 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 46- Planilha de esclerometria ensaio 10


|  RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA | | | |
|--|--------|-------------------------------|------------|
| CONSTANTE DO EQUIPAMENTO: | | k | 1,00 |
| Ensaio E10 | | Posição do equipamento | Horizontal |
| Pontos | Rebote | | |
| P1 | 30 | | |
| P2 | 31 | | |
| P3 | 33 | | |
| P4 | 40 | | |
| P5 | 35 | | |
| P6 | 33 | | |
| P7 | 33 | | |
| P8 | 37 | | |
| P9 | 33 | | |
| P10 | 39 | | |
| P11 | 35 | DESPREZA OS QUE DIFERE >10% | 37,95 |
| P12 | 36 | DESPREZA OS QUE DIFERE <10% | 31,36 |
| P13 | 31 | TOTAL DE PONTOS DESPREZADOS | 5 |
| P14 | 37 | IE | 35,25 |
| P15 | 32 | IEf | 35,25 |
| P16 | 37 | RESISTÊNCIA SUPERFICIAL (Mpa) | 34,00 |
| MÉDIA | 34,50 | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

Para simplificação dos resultados, foi elaborado um comparativo da dureza superficial encontrada com o fck da época e não foi encontrado nenhum ensaio com dureza inferior a 15Mpa, como listado na planilha abaixo:

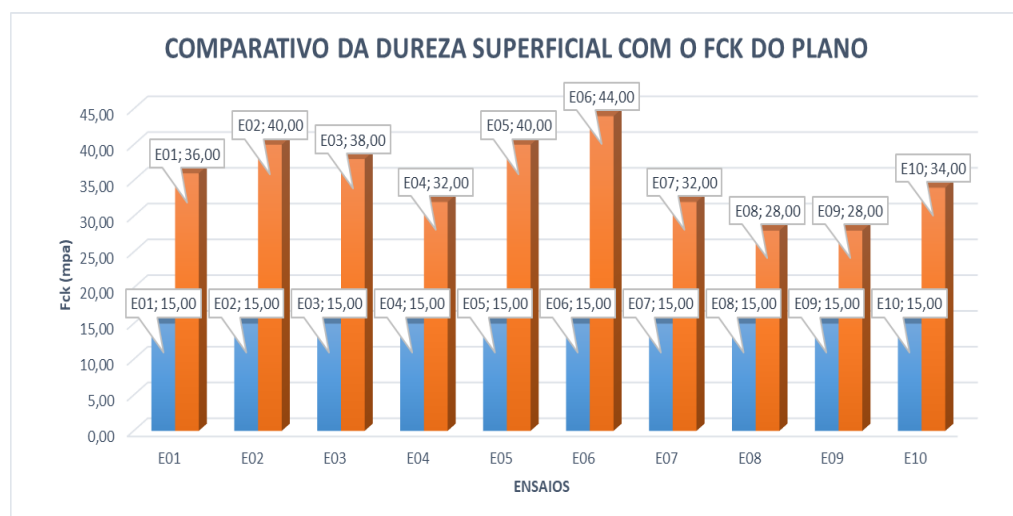
Figura 47 - Comparativo de resistência

|  ENC Engenharia na Construção | | NOME | Resistência Superficial | | Fck do relatório da CODEVASP ano 1991 |
|--|--------|-----------|-------------------------|--|---------------------------------------|
| ITENS | ENSAIO | FCK (Mpa) | | | Fck mínimo (Mpa) |
| 1 | E01 | 36,00 | > | | 15,00 |
| 2 | E02 | 40,00 | > | | 15,00 |
| 3 | E03 | 38,00 | > | | 15,00 |
| 4 | E04 | 32,00 | > | | 15,00 |
| 5 | E05 | 40,00 | > | | 15,00 |
| 6 | E06 | 44,00 | > | | 15,00 |
| 7 | E07 | 32,00 | > | | 15,00 |
| 8 | E08 | 28,00 | > | | 15,00 |
| 9 | E09 | 28,00 | > | | 15,00 |
| 10 | E10 | 34,00 | > | | 15,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Segue o gráfico com o comparativo dos resultados:

Figura 48 - Comparação de durezas



Fonte: Elaborado pelo autor



Também foi realizada uma comparação com a norma ABNT NBR 6118:2014, para o grau de agressividade 2. NÃO FOI ENCONTRADO nenhuma dureza inferior à norma, Figura 49.

Figura 49 - Resultados da esclerometria

|  | | NOME | Resistência Superficial | | GRAU DE AGRESSIVIDADE 2 | (%) | PEÇAS QUE ATENDEM A ABNT NBR 6118:2014 |
|---|--------|-----------|-------------------------|------------------|-------------------------|-----|--|
| ITENS | ENSAIO | FCK (Mpa) | | Fck mínimo (Mpa) | | | |
| 1 | E01 | 36,00 | > | 25,00 | 144,00% | | ● |
| 2 | E02 | 40,00 | > | 25,00 | 160,00% | | ● |
| 3 | E03 | 38,00 | > | 25,00 | 152,00% | | ● |
| 4 | E04 | 32,00 | > | 25,00 | 128,00% | | ● |
| 5 | E05 | 40,00 | > | 25,00 | 160,00% | | ● |
| 6 | E06 | 44,00 | > | 25,00 | 176,00% | | ● |
| 7 | E07 | 32,00 | > | 25,00 | 128,00% | | ● |
| 8 | E08 | 28,00 | > | 25,00 | 112,00% | | ● |
| 9 | E09 | 28,00 | > | 25,00 | 112,00% | | ● |
| 10 | E10 | 34,00 | > | 25,00 | 136,00% | | ● |

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi calculada uma média da dureza superficial do concreto, realizada nos pontos ensaiados para obter a média destacada abaixo.

Figura 50 – Resultados média da esclerometria

| | |
|---|-------|
| Resistência superficial média da estrutural (Mpa) | 35,20 |
|---|-------|

Fonte: Elaborado pelo autor

Além das manifestações patológicas apresentadas no capítulo de inspeção visual, “trincas, fendas e brechas, etc...”, **informo ainda, que a resistência superficial do concreto é medida em uma profundidade de até 2cm e geralmente é muito maior do que a resistência real do concreto.**



Deste modo, foram realizados 10 ensaios estruturais, dos quais foram retirados a dureza superficial do concreto dentre essas unidades. Muitos fatores podem majorar os resultados obtidos in situ, sendo eles ocasionadas pela idade do concreto, profundidade de carbonatação, condições de umidade, condições da superfície ensaiada, além do tipo de cimento e agregado, etc.

7.2 PACOMETRIA

A pacometria é um ensaio não destrutivo, realizado in loco que utiliza o Pacômetro, aparelho que detecta a posição da barra de aço na estrutura de concreto armado e fornece o diâmetro da barra e a espessura do cobrimento e espessura da camada de proteção, por meio de indução magnética.

Funções:

- I. Medir com precisão a espessura da camada protetora do vergalhão;
- II. Localizar a posição, tendência e distribuição das barras de aço;
- III. Medir a camada protetora da barra de aço e estimar o diâmetro da barra de aço;

NÃO FOI ENCONTRADO DIAMETRO INFERIOR A ABNT NBR 6118

Na galeria de tomada de água, as barras encontradas foram de 16mm e estão expostas ao ambiente externo e ao meio agressor, como informado na inspeção visual. Além disso, estão com perda de seção e os menores cobrimentos encontrados nos diagramas abaixo e na planilha também foram nesta área e devem ser tratados e reparados com urgência, a fim de garantir a vida útil da estrutura.

No corpo montante da barragem, não foram encontrados cobrimentos inferiores ao grau de agressividade 2, (30mm) e diâmetros inferiores a 20mm.



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



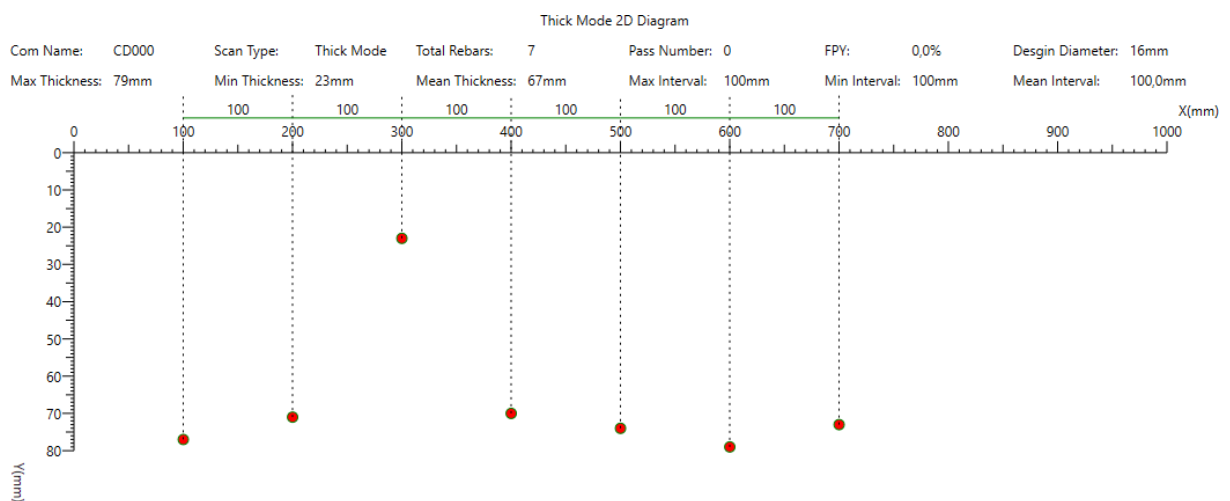
89

Figura 51 – Resultados da pacometria

| PACOMETRIA | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|--------------------|
| Profissional: | | Danilo Teixeira Magalhães | | | | | | | | | |
| Nº | ENSAIO | ESPESSURA DA CAMADA DE PROTEÇÃO (mm) | | | | | | | | | BARRAS CONTADAS |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1 | CD000 | 77 | 71 | 70 | 74 | 79 | 73 | | | | 6 |
| 2 | CD001 | 74 | 71 | 70 | | | | | | | 3 |
| 3 | CD002 | 75 | | | | | | | | | 1 |
| 4 | CD003 | 28 | 24 | 27 | 25 | 24 | 25 | | | | 6 |
| 5 | CD004 | 33 | 29 | 31 | 31 | 31 | | | | | 5 |
| 6 | CD005 | 25 | 24 | 25 | | | | | | | 3 |
| 7 | CD006 | 49 | 49 | 52 | 52 | 52 | 50 | | | | 6 |
| 8 | CD007 | 60 | 55 | 52 | 54 | 49 | 52 | 55 | | | 7 |
| 9 | CD008 | 43 | 61 | 59 | 60 | | | | | | 4 |
| 10 | CD009 | 75 | | | | | | | | | 1 |
| 11 | CD010 | 62 | | | | | | | | | 1 |
| 12 | CD011 | 70 | | | | | | | | | 1 |
| 13 | CD012 | 70 | 63 | 57 | | | | | | | 3 |
| 14 | CD013 | 61 | | | | | | | | | 1 |
| 15 | CD014 | 60 | | | | | | | | | 1 |
| 16 | CD015 | 73 | | | | | | | | | 1 |
| 17 | CD016 | 35 | 39 | 40 | | | | | | | 3 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 52: Pacômetria CD000



Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



vedaminas
MasterSeal



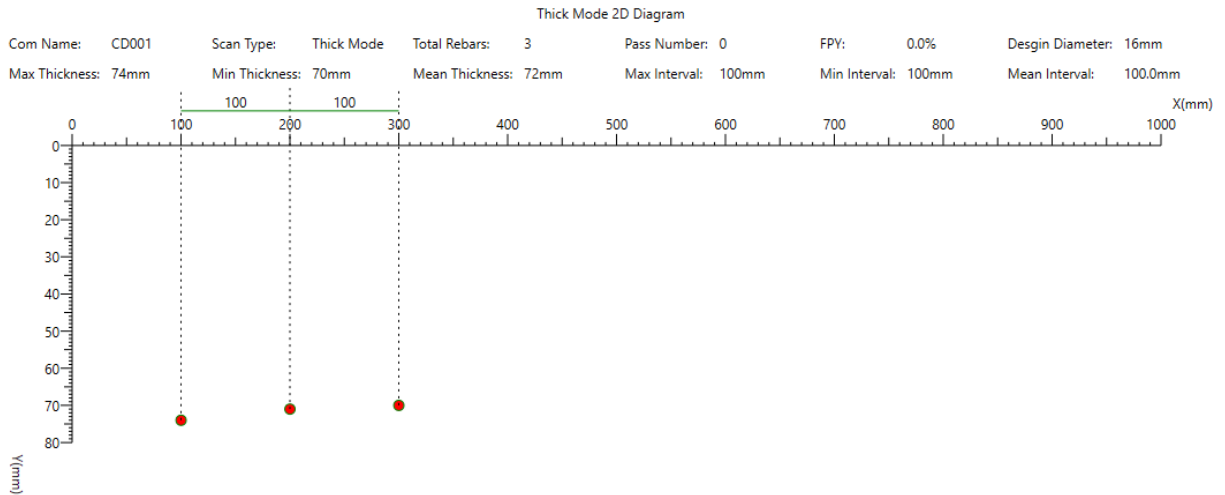
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



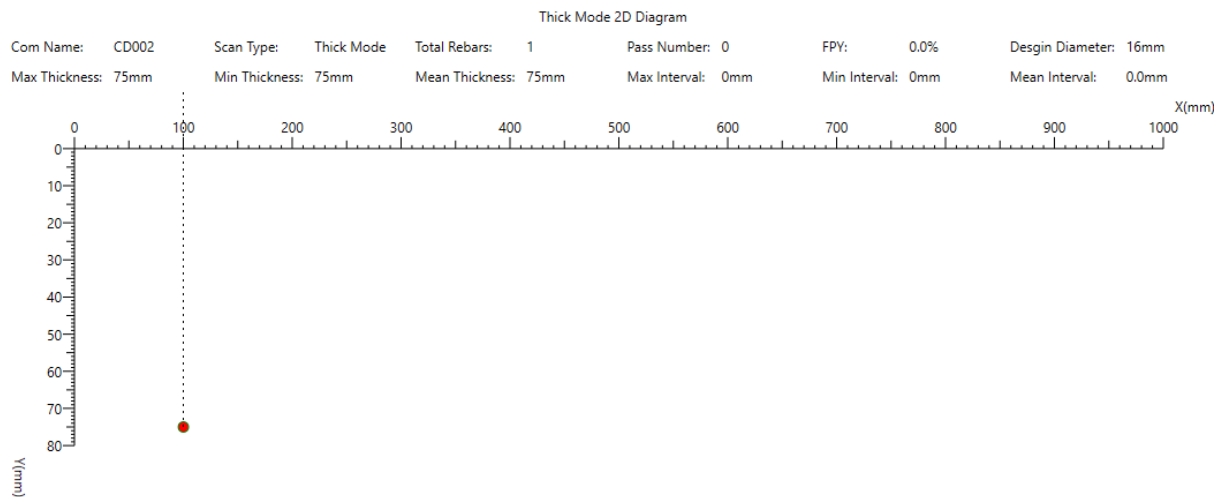
90

Figura 53: Pacômetria CD001



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 54 - Pacômetria CD002



Fonte: Elaborado pelo autor



vedaminas
MasterSeal



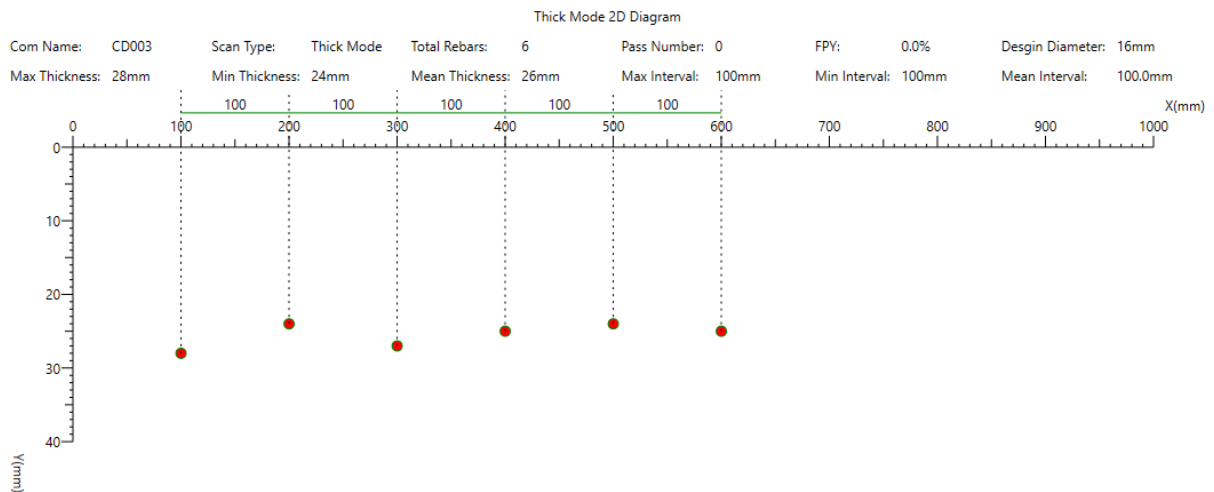
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



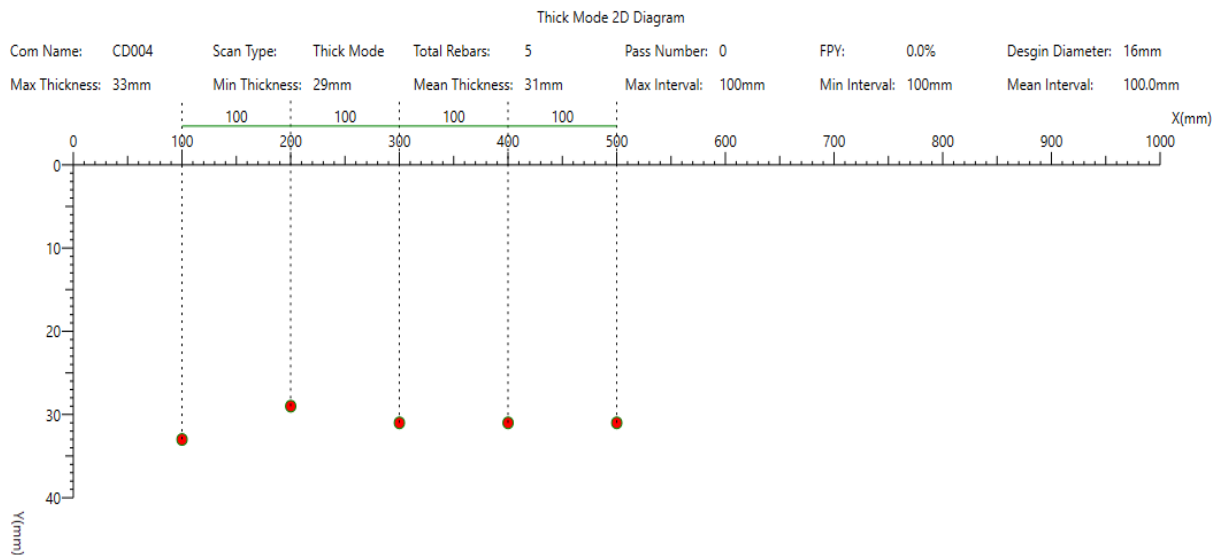
91

Figura 55 - Pacômetria CD003



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 56 - Pacômetria CD004



Fonte: Elaborado pelo autor



vedaminas
MasterSeal



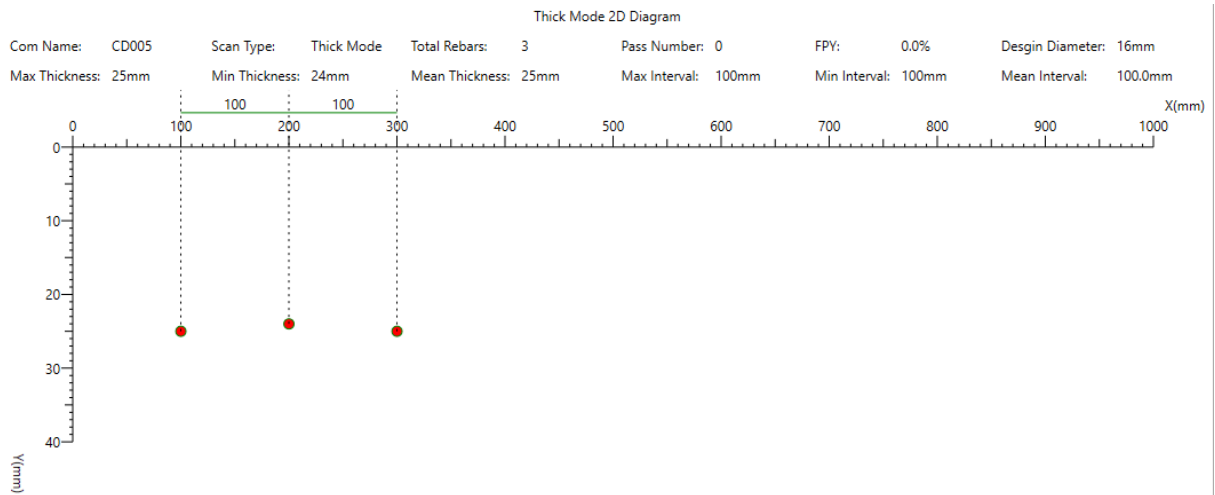
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



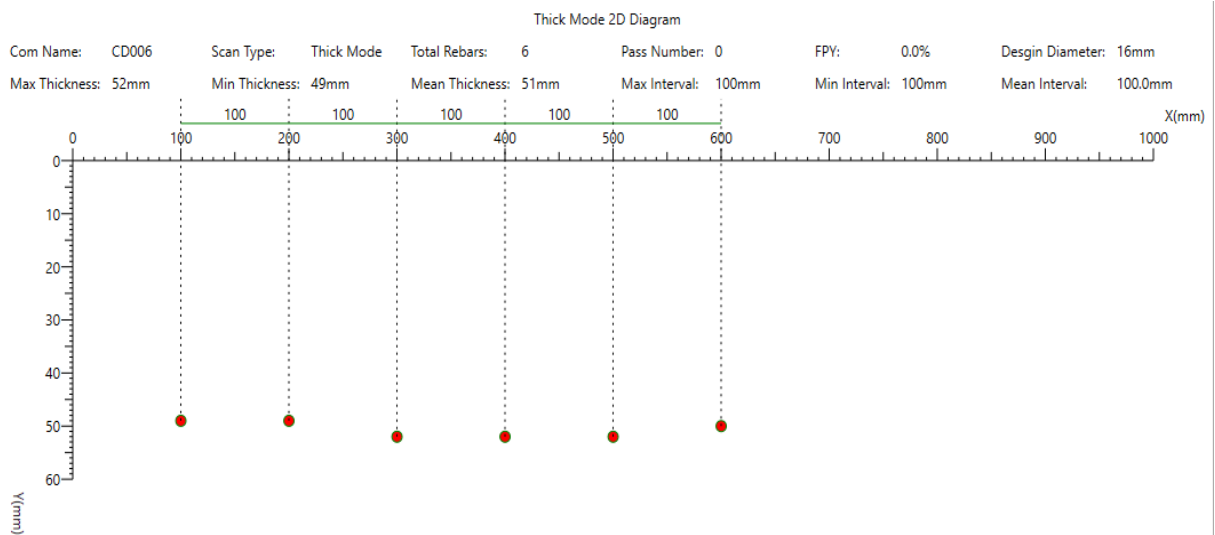
92

Figura 57 - Pacômetria CD005



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 58 - Pacômetria CD006



Fonte: Elaborado pelo autor



vedaminas
MasterSeal



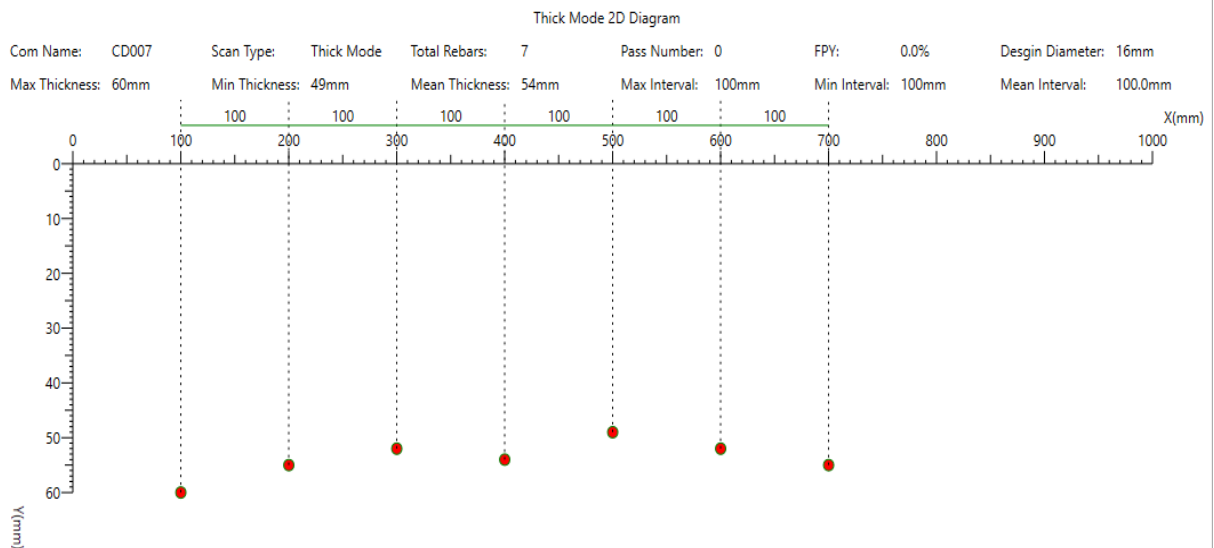
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



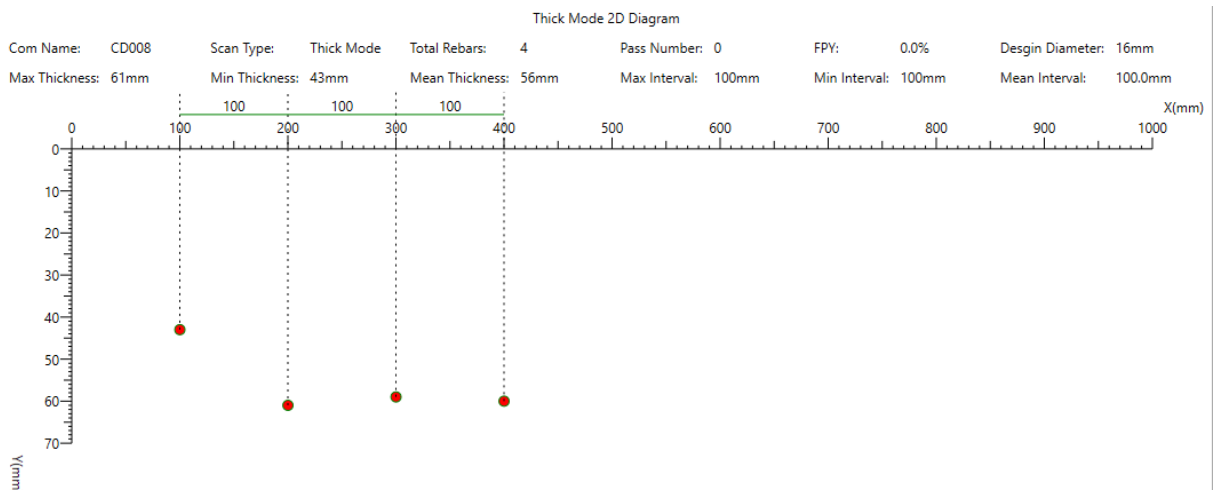
93

Figura 59- Pacômetria CD007



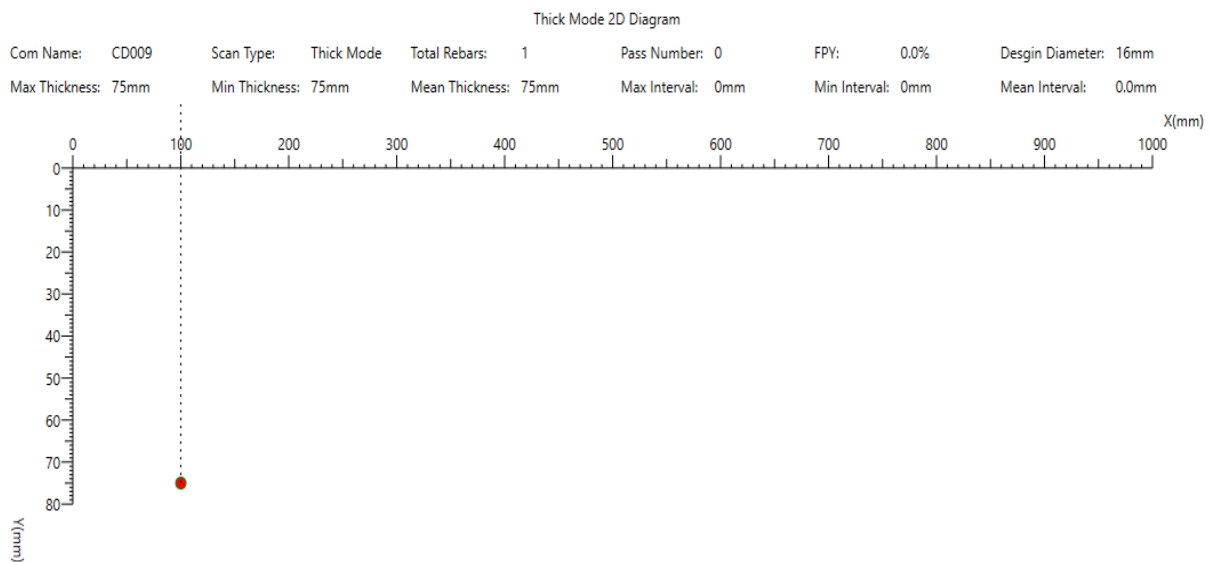
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 60 - Pacômetria CD008



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 61 - Pacômetria CD009



Fonte: Elaborado pelo autor

Nos modelos dos diagramas acima, são mostrados os que mais se assemelham com a armadura encontrada na barragem, lembrando que o intuito era encontrar o cobrimento das barras e diâmetros. Estes foram retirados dos ensaios e é possível identificar a camada de proteção da armação variando. Portanto, informo que os cobrimentos menores que 30mm encontrados e destacados nas figuras acima, devem ser ajustados a ABNT NBR 6118, para se enquadrar aos critérios de segurança e vida útil da estrutura.

Na tabela 7.2 da ABNT NBR 6118:2014 é possível observar que para o grau de agressividade II, o cobrimento mínimo seria de 30mm.

| Tipo de estrutura | Componente ou elemento | Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1) | | | |
|----------------------------------|--|--|----|-----|-----------------|
| | | I | II | III | IV ^c |
| | | Cobrimento nominal mm | | | |
| Concreto armado | Laje ^b | 20 | 25 | 35 | 45 |
| | Viga/pilar | 25 | 30 | 40 | 50 |
| | Elementos estruturais em contato com o solo ^d | 30 | | 40 | 50 |
| Concreto protendido ^a | Laje | 25 | 30 | 40 | 50 |
| | Viga/pilar | 30 | 35 | 45 | 55 |

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.



7.3 ULTRASSONOGRAFIA ESTRUTURAL

Ensaio de ultrassonografia, conforme a ABNT NBR 8802:2019 — Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica.

Foram realizados 15 ensaios ao longo de toda a estrutura, dentre eles os listados abaixo:

- I. Ensaio de defeitos e erros de concretagem em elementos estruturais integridade e qualidade do concreto;
- II. Resistência pelo método ultrassônico;

Esse subtítulo começa pela identificação do equipamento, método de cálculo e por seguinte, serão apresentados os resultados de forma simplificada.

7.3.1 Calibração do ultrassom U910



97

Figura 62 - Certificado de Calibração U910



1/

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 188707-101

Cliente: Danilo Teixeira Magalhaes Engenharia
 Contato: Danilo Teixeira Magalhães – enc.engenhariaeconstrucao@gmail.com
 Q Quadra 12 Conjunto 11 Lote, 06
 73355-211 – Setor Residencial Leste (Planaltina) – Brasília – DF

Item: "Concrete ultrasonic detector"

Referência: Ficha de aprovação de orçamento de 24.01.2022

DESCRIÇÃO DO ITEM

"Concrete ultrasonic detector", marca Gaotiejian, modelo GTJ-U910 e série n° 1151.

Obs.: Registrado no LME sob n°^(s) 0087/22.

RESULTADOS

"Sound time"

| Unidade | VI | VR | Erro | U | k | V _{eff} |
|---------|--------|-----|-------|----|------|------------------|
| µs | 346,00 | 353 | -7,00 | 13 | 2,87 | 4 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 63 -Certificado de Calibração U910



Fonte: Elaborado pelo autor



vedaminas
MasterSeal



ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



99

Figura 64 - Certificado de Calibração U910



Fonte: Elaborado pelo autor



7.3.2 Método de ensaio defeitos e falhas

Quando o requisito do projeto é maior do que o valor presumido da resistência do componente (ou o limite superior do valor presumido), ele é considerado inferior ao requisito do projeto.

Quando as matérias-primas, proporção de mistura, qualidade interna e distância de teste do concreto são fixas, os valores medidos pelos parâmetros acústicos, como a velocidade de propagação ultrassônica, a amplitude da primeira onda e a frequência do sinal recebido, devem ser basicamente os mesmos. Se houver determinados defeitos na área local do concreto estrutural, como vazios, áreas não compactas, etc, o valor do tempo de som medido desviará ou mudará - Amplitude e frequência diminuídas. Com base nas mudanças desses parâmetros, informar defeitos ou não.

O método de correspondência de ultrassom é usado na detecção e desenha grades equidistantes nas duas superfícies (x, y) de teste relativas dos componentes a serem testados e numerados, para determinar a localização correspondente dos pontos de teste. Tempo acústico, amplitude e frequência de cada ponto de medição são medidos em uma determinada ordem e analisados e processados.

Processamento de Dados

Classifica a amplitude, frequência ou velocidade do som calculada a partir do tempo do som em ordem de grande para pequeno em cada ponto de medição em uma área de pesquisa, "pense nos dados aparentemente pequenos por trás como suspeitos". Então, o máximo desses dados suspeitos é calculado com seus dados anteriores para calcular o valor médio e o desvio padrão. O valor de julgamento da situação anormal é calculado e substituído

7.3.2.1 Resultados dos defeitos e falhas do concreto, integridade e qualidade

Foram realizados 15 ensaios de integridade do concreto defeitos e falhas, listados neste subtítulo, os quais são mostrados nos ensaios 12/15 que foram

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



101

encontradas anomalias de velocidade, anomalias de amplitudes, evidenciando falhas em sua integridade em 80% das amostras ensaiadas. Portanto, a estrutura deverá receber tratamento, pois estas anomalias podem ter ocorrido pela penetração de água no maciço, deixando assim vazios ocasionados pelas expulsões dos finos do concreto pela água, evidenciadas no capítulo de inspeção visual.

LEGENDA DOS DIAGRAMAS

- Anomalias de velocidade: **VERMELHO**
- Anomalias de amplitude: **AMARELO**
- Anomalia de amplitude e velocidade: **VERMELHO ESCURO**



Equipamentos de Perícias e Laudos



102

Figura 65 - 1º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 68.63 | 34.04 | 117.19 | 2.914 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | -0.43 | 36.81 | 39.06 | -470.587 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.43 | 36.32 | 273.44 | -470.587 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 1.73 | 38.52 | 39.06 | 115.942 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | -0.77 | 36.96 | 1250.00 | -258.065 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -0.70 | 36.49 | 5625.00 | -285.714 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | -0.45 | 35.80 | 78.13 | -444.444 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | -0.80 | 35.62 | 117.19 | -250.000 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | -0.70 | 36.32 | 78.13 | -285.714 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | -0.45 | 35.26 | 117.19 | -444.444 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | -0.45 | 36.32 | 78.13 | -444.444 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | -0.65 | 36.49 | 117.19 | -307.693 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | -0.45 | 35.44 | 78.13 | -444.444 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -0.45 | 35.80 | 117.19 | -444.444 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -0.45 | 36.81 | 78.13 | -444.444 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | -0.45 | 34.87 | 117.19 | -444.444 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.70 | 36.49 | 78.13 | -285.714 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -0.45 | 35.62 | 117.19 | -444.444 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -1.30 | 35.80 | 78.13 | -153.846 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | -1.95 | 36.49 | 117.19 | -102.564 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -0.45 | 36.32 | 78.13 | -444.444 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.45 | 36.81 | 117.19 | -444.444 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | -0.45 | 35.44 | 78.13 | -444.444 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -0.50 | 35.26 | 117.19 | -400.000 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.45 | 35.44 | 78.13 | -444.444 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -6.55 | 28.02 | 117.19 | -30.534 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.85 | 35.26 | 78.13 | -235.294 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | -0.85 | 36.81 | 117.19 | -235.294 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.45 | 34.67 | 78.13 | -444.444 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -1.00 | 36.49 | 117.19 | -200.000 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -0.90 | 36.49 | 78.13 | -222.222 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.60 | 36.15 | 117.19 | -333.333 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -1.25 | 35.80 | 9960.94 | -160.000 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | -1.20 | 36.49 | 9960.94 | -166.667 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -0.45 | 35.26 | 9960.94 | -444.444 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | -1.05 | 36.32 | 9960.94 | -190.476 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 2.10 | 36.15 | 9960.94 | 95.238 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -0.45 | 36.49 | 9960.94 | -444.444 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.45 | 35.62 | 9960.94 | -444.444 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -0.55 | 35.44 | 9960.94 | -363.637 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -0.50 | 35.62 | 9960.94 | -400.000 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.70 | 36.49 | 9960.94 | -285.714 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -1.25 | 36.49 | 9960.94 | -160.000 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -4.35 | 26.61 | 9960.94 | -45.977 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -0.85 | 35.80 | 9960.94 | -235.294 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -0.85 | 36.32 | 9960.94 | -235.294 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -0.45 | 36.32 | 9960.94 | -444.444 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -0.45 | 35.80 | 9960.94 | -444.444 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -0.60 | 36.32 | 9960.94 | -333.333 |

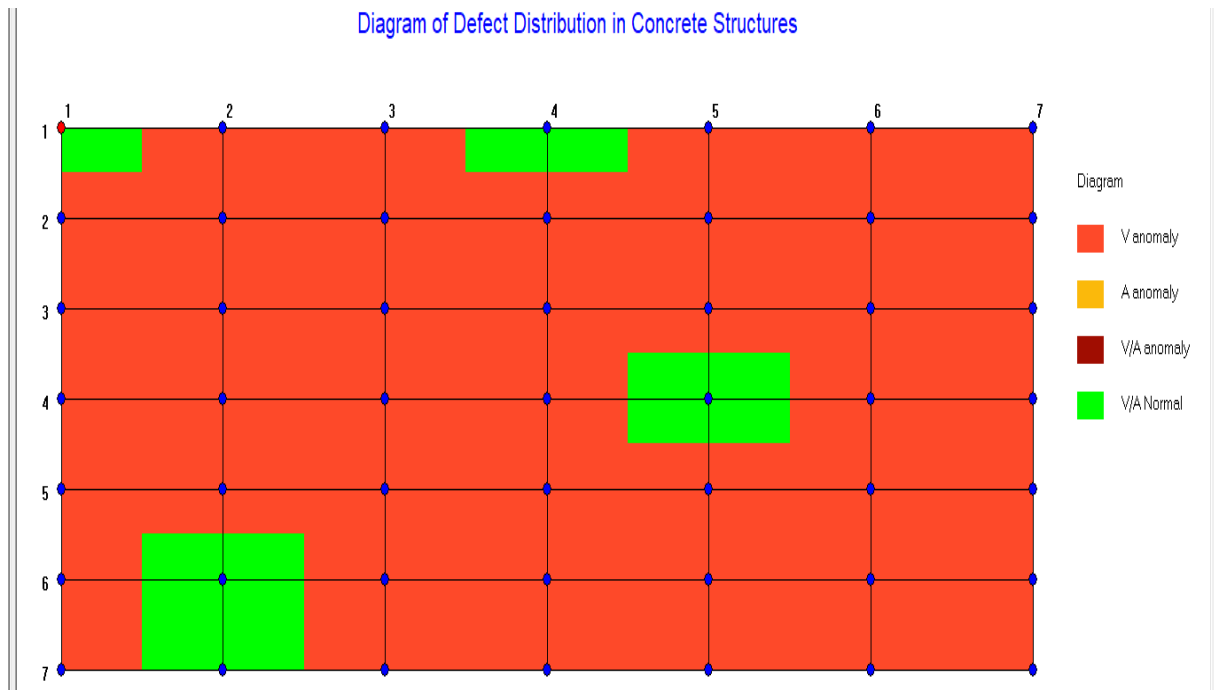
Fonte: Elaborado pelo autor

Os pontos vermelhos na planilha indicam anomalias e falhas na estrutura de concreto.

O diagrama da Figura 65 mostra a área de ensaio quase em seu todo, coberta de anomalias de velocidade, ocasionadas por desvios das ondas no concreto poroso da barragem.

Figura 66 – Diagrama ensaio 01 falhas de integridade

Diagram of Defect Distribution in Concrete Structures



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 67 mostra também anomalias de velocidade causada por desvios das ondas dentro do maciço.



Equipamentos de Perícias e Laudos



104

Figura 67 - 2º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 89.72 | 55.82 | 39.06 | 2.229 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 2539.06 | 4.533 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 3867.19 | 4.533 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 1992.19 | 4.533 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 9257.81 | 4.533 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 9414.06 | 4.533 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 44.13 | 24.00 | 3281.25 | 4.533 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 44.13 | 24.00 | 2539.06 | 4.533 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 44.13 | 51.96 | 117.19 | 4.533 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 44.13 | 52.30 | 2539.06 | 4.533 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 44.13 | 52.30 | 117.19 | 4.533 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 44.13 | 48.61 | 2539.06 | 4.533 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 44.13 | 50.02 | 117.19 | 4.533 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -1.38 | 35.03 | 2539.06 | -145.455 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -0.47 | 34.12 | 117.19 | -421.054 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | -0.42 | 33.71 | 2539.06 | -470.589 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.47 | 33.27 | 117.19 | -421.054 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -0.63 | 34.12 | 2539.06 | -320.000 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -0.42 | 34.12 | 117.19 | -470.589 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 2.13 | 33.71 | 2539.06 | 94.118 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -1.22 | 34.26 | 117.19 | -163.266 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.67 | 34.12 | 2539.06 | -296.297 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | -0.58 | 34.26 | 117.19 | -347.826 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -1.38 | 34.39 | 2539.06 | -145.455 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.42 | 33.71 | 117.19 | -470.589 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -1.17 | 34.52 | 2539.06 | -170.213 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.42 | 33.71 | 117.19 | -470.589 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 3.92 | 35.62 | 2539.06 | 50.955 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.47 | 34.12 | 117.19 | -421.054 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -0.47 | 33.71 | 2539.06 | -421.054 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -0.42 | 33.27 | 117.19 | -470.589 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.42 | 34.12 | 2539.06 | -470.589 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -0.92 | 34.52 | 117.19 | -216.216 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | -0.42 | 33.71 | 9960.94 | -470.589 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 2.08 | 34.52 | 9960.94 | 96.386 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 0.98 | 34.12 | 9960.94 | 205.128 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -0.42 | 33.71 | 9960.94 | -470.589 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 2.08 | 34.26 | 9960.94 | 96.386 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.47 | 33.12 | 9960.94 | -421.054 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -0.42 | 34.12 | 9960.94 | -470.589 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -1.67 | 34.39 | 9960.94 | -119.403 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.42 | 33.71 | 9960.94 | -470.589 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -0.67 | 34.26 | 9960.94 | -296.297 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -0.58 | 33.85 | 9960.94 | -347.826 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -0.58 | 34.12 | 9960.94 | -347.826 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -1.42 | 34.26 | 9960.94 | -140.351 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -1.27 | 34.12 | 9960.94 | -156.863 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -0.42 | 33.71 | 9960.94 | -470.589 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -0.42 | 34.12 | 9960.94 | -470.589 |

Fonte: Elaborado pelo autor

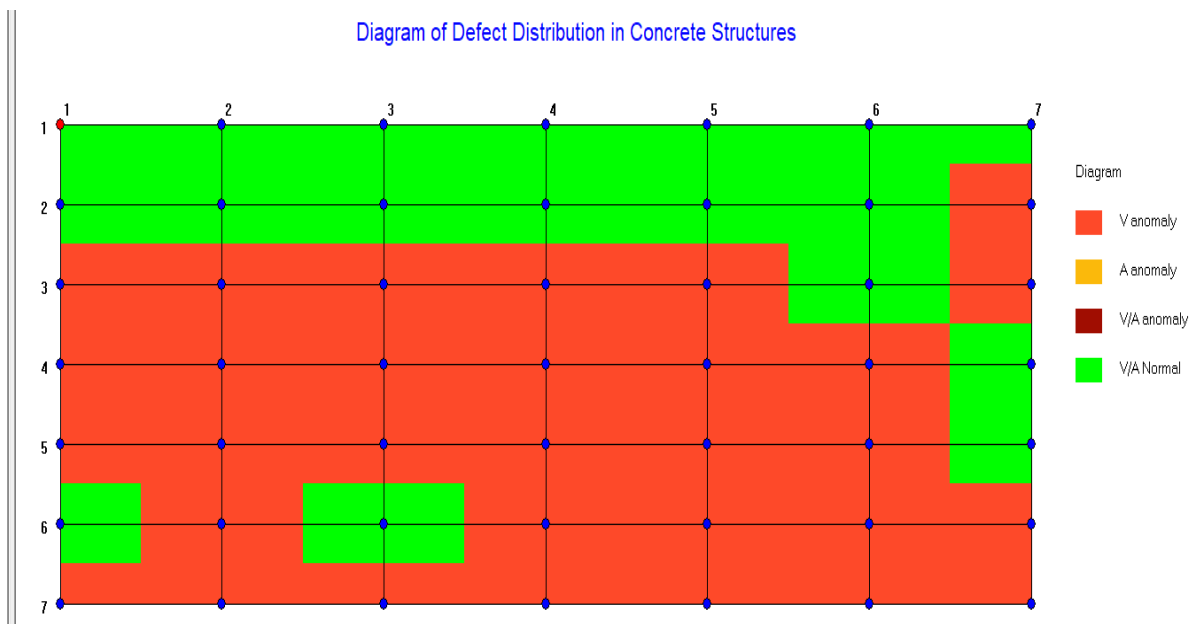
Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Diagrama da planilha abaixo, mostrando grande quantidade de anomalias também de velocidade.

Figura 68 - Diagrama ensaio 02, falhas de integridade



Fonte: Elaborado pelo autor

Já na planilha 03, mostrada na Figura 69, há anomalias tanto de velocidade quanto de amplitude. Para o terceiro ensaio realizado na parte a montante da barragem, as anomalias de amplitudes podem indicar vazios no concreto, impedindo que as ondas cheguem ao transdutor receptor, o mesmo pode ocorrer com as de velocidade.



Figura 69 - 3º Ensaio de ultrassonografia

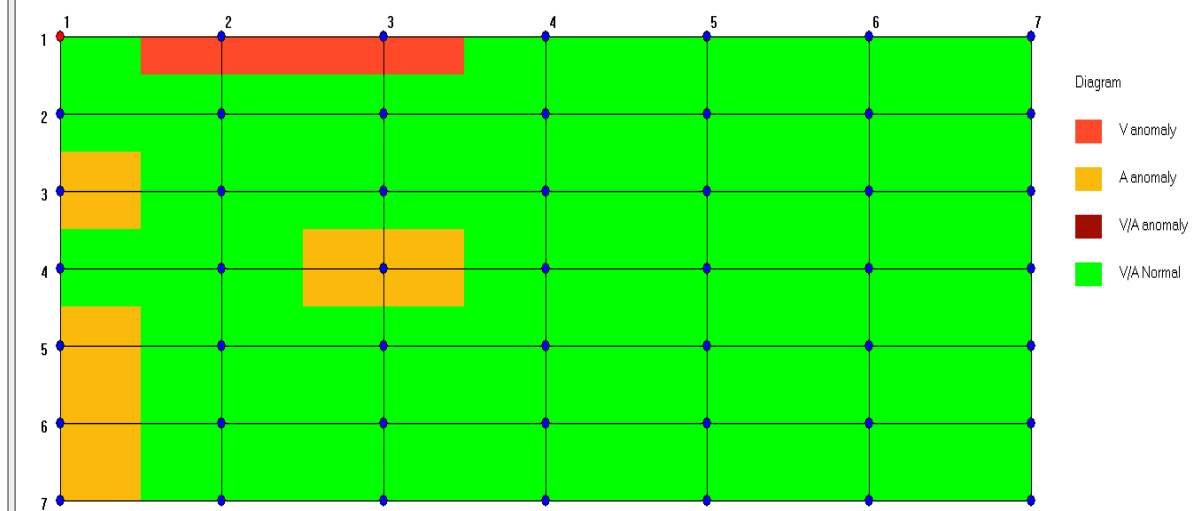
| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(µs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 71.65 | 39.08 | 390.63 | 2.791 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | -0.45 | 34.32 | 7460.94 | -444.445 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.45 | 35.56 | 3437.50 | -444.445 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 64.60 | 30.46 | 8867.19 | 3.096 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 63.55 | 28.63 | 1953.13 | 3.147 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 4.15 | 36.89 | 39.06 | 48.193 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 63.55 | 30.04 | 507.81 | 3.147 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 61.10 | 28.88 | 7382.81 | 3.273 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 2.15 | 34.52 | 507.81 | 93.023 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 62.60 | 27.25 | 7382.81 | 3.195 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 65.90 | 25.96 | 507.81 | 3.035 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 63.90 | 24.02 | 7382.81 | 3.130 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 62.40 | 27.54 | 507.81 | 3.205 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 63.90 | 26.94 | 7382.81 | 3.130 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 63.90 | 14.90 | 507.81 | 3.130 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 64.15 | 28.88 | 7382.81 | 3.118 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 61.25 | 29.82 | 507.81 | 3.265 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 62.45 | 28.88 | 7382.81 | 3.203 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 4.05 | 34.12 | 507.81 | 49.383 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 64.35 | 26.30 | 7382.81 | 3.108 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 65.95 | 30.04 | 507.81 | 3.033 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 4.10 | 36.59 | 7382.81 | 48.780 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 65.15 | 28.88 | 507.81 | 3.070 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 63.90 | 7.54 | 7382.81 | 3.130 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 63.90 | 7.54 | 507.81 | 3.130 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 63.90 | 25.60 | 7382.81 | 3.130 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 63.15 | 30.04 | 507.81 | 3.167 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 62.45 | 29.60 | 7382.81 | 3.203 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 4.25 | 35.15 | 9960.94 | 47.059 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 64.95 | 27.25 | 9960.94 | 3.079 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 3.95 | 36.38 | 9960.94 | 50.633 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 63.90 | 14.90 | 9960.94 | 3.130 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 62.70 | 25.96 | 9960.94 | 3.190 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 66.30 | 28.37 | 9960.94 | 3.017 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 78.90 | 21.52 | 9960.94 | 2.535 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 58.85 | 28.88 | 9960.94 | 3.398 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 63.05 | 29.36 | 9960.94 | 3.172 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 62.40 | 26.94 | 9960.94 | 3.205 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 63.90 | -2.00 | 9960.94 | 3.130 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 61.35 | 28.88 | 9960.94 | 3.260 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 61.05 | 27.25 | 9960.94 | 3.276 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 67.15 | 28.63 | 9960.94 | 2.978 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 4.95 | 37.65 | 9960.94 | 40.404 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 3.15 | 33.12 | 9960.94 | 63.492 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 63.90 | 34.12 | 9960.94 | 3.130 |

Fonte: Elaborado pelo autor

O diagrama abaixo mostra anomalias de amplitude e velocidade de onda

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

Figura 70 - Diagrama 03, falhas de integridade
Diagram of Defect Distribution in Concrete Structures



Fonte: Elaborado pelo autor

A planilha da Figura 65 mostra a área de ensaio quase em seu todo, coberta de anomalias de velocidade, ocasionadas por desvios das ondas no concreto poroso da barragem.



Equipamentos de Perícias e Laudos



108

Figura 71 - 4 ° Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 71.32 | 37.10 | 390.63 | 2.804 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 59.35 | 35.30 | 2343.75 | 3.370 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.45 | 38.36 | 2148.44 | -444.445 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 59.35 | 37.37 | 2109.38 | 3.370 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 49.65 | 49.14 | 2382.81 | 4.028 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -1.20 | 38.60 | 2148.44 | -166.667 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | -0.45 | 39.67 | 390.63 | -444.445 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 59.35 | 7.00 | 2109.38 | 3.370 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | -0.45 | 38.60 | 390.63 | -444.445 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | -1.15 | 39.67 | 2109.38 | -173.913 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 59.35 | 36.25 | 390.63 | 3.370 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | -0.45 | 38.82 | 2109.38 | -444.445 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | -0.45 | 38.36 | 390.63 | -444.445 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -0.45 | 38.60 | 2109.38 | -444.445 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -0.45 | 38.60 | 390.63 | -444.445 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 59.35 | 39.46 | 2109.38 | 3.370 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.45 | 38.82 | 390.63 | -444.445 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -0.45 | 39.46 | 2109.38 | -444.445 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -0.45 | 39.04 | 390.63 | -444.445 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 59.35 | 37.10 | 2109.38 | 3.370 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -1.20 | 39.04 | 390.63 | -166.667 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.45 | 38.36 | 2109.38 | -444.445 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 59.35 | 37.10 | 390.63 | 3.370 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -0.45 | 39.04 | 2109.38 | -444.445 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.45 | 38.82 | 390.63 | -444.445 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -0.45 | 39.04 | 2109.38 | -444.445 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.40 | 38.36 | 390.63 | -500.000 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | -0.45 | 39.46 | 2109.38 | -444.445 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.45 | 38.82 | 390.63 | -444.445 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -0.45 | 38.60 | 2109.38 | -444.445 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 59.35 | 37.10 | 390.63 | 3.370 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.45 | 38.36 | 2109.38 | -444.445 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -0.45 | 38.36 | 9882.81 | -444.445 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 74.35 | 38.60 | 9960.94 | 2.690 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -0.45 | 37.63 | 9960.94 | -444.445 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | -0.45 | 37.88 | 9960.94 | -444.445 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.45 | 38.60 | 9960.94 | -444.445 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.45 | 38.36 | 9960.94 | -444.445 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -0.45 | 38.60 | 9960.94 | -444.445 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -0.45 | 39.67 | 9960.94 | -444.445 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -0.45 | 39.87 | 9960.94 | -444.445 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -0.45 | 39.04 | 9960.94 | -444.445 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 59.35 | 35.30 | 9960.94 | 3.370 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -0.45 | 38.60 | 9960.94 | -444.445 |

Fonte: Elaborado pelo autor

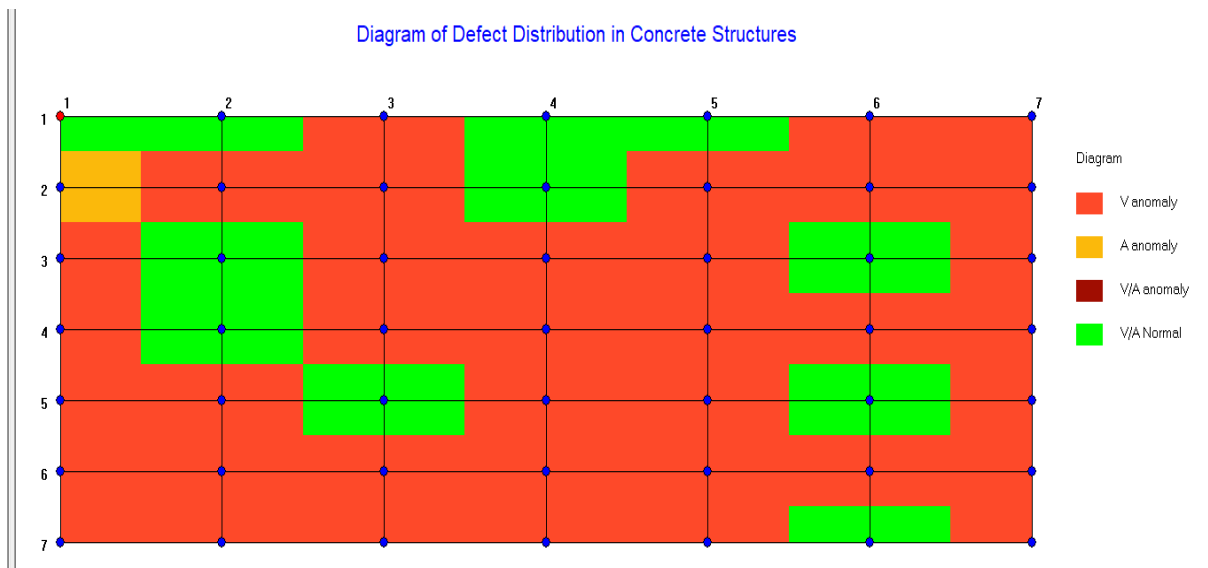
Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Anomalias de amplitude e velocidade de onda:

Figura 72 - Diagrama 04, falha de integridade



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 74, é possível evidenciar uma seção onde não foram encontradas anomalias (verde).



Equipamentos de Perícias e Laudos



110

Figura 73 – 5º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 51.08 | 43.64 | 39.06 | 3.916 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 5468.75 | 0.320 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 5312.50 | 0.320 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 39.06 | 0.320 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 39.06 | 0.320 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 39.06 | 0.320 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.16 | 117.19 | 0.320 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 625.13 | 42.79 | 117.19 | 0.320 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 4570.31 | 0.320 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 117.19 | 0.320 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 625.00 | 0.320 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 625.13 | 43.64 | 9960.94 | 0.320 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 575.22 | 35.65 | 9960.94 | 0.348 |

Fonte: Elaborado pelo autor

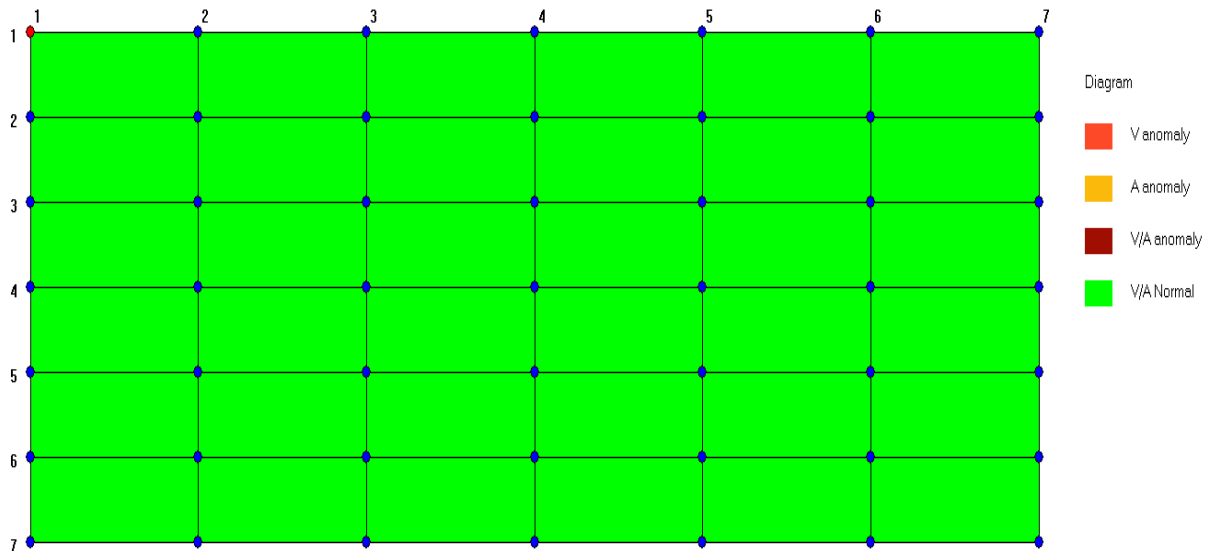
Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 74 - Diagrama 05, não foi identificado anomalias

Diagram of Defect Distribution in Concrete Structures



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama sem anomalias e falhas Figura 74.

A planilha da Figura 75 evidencia a área de ensaio quase em seu todo, coberta de anomalias de velocidade, ocasionadas por desvios das ondas no concreto poroso da barragem.



Equipamentos de Perícias e Laudos



112

Figura 75 - 6º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 64.95 | 41.12 | 312.50 | 3.079 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | -0.45 | 37.04 | 2851.56 | -444.446 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.65 | 37.04 | 39.06 | -307.693 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | -0.45 | 37.04 | 390.63 | -444.446 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | -0.45 | 36.60 | 390.63 | -444.446 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -0.45 | 37.46 | 390.63 | -444.446 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | -0.45 | 37.67 | 39.06 | -444.446 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | -0.45 | 36.60 | 390.63 | -444.446 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | -0.48 | 32.32 | 390.63 | -421.052 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | -0.87 | 32.49 | 8554.69 | -228.572 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | -1.12 | 32.81 | 1445.31 | -177.778 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | -0.42 | 30.87 | 5937.50 | -470.591 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | -2.03 | 32.15 | 390.63 | -98.765 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -0.48 | 32.15 | 9609.38 | -421.052 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -0.42 | 31.80 | 39.06 | -470.591 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | -1.62 | 31.80 | 390.63 | -123.077 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.57 | 32.15 | 390.63 | -347.827 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -1.67 | 31.80 | 390.63 | -119.403 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 1.02 | 32.96 | 390.63 | 195.122 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | -0.42 | 31.80 | 117.19 | -470.591 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -0.42 | 31.62 | 390.63 | -470.591 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -7.87 | 27.54 | 1835.94 | -25.397 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | -0.48 | 31.62 | 390.63 | -421.052 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -0.42 | 30.87 | 390.63 | -470.591 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.48 | 32.32 | 5742.19 | -421.052 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 2.08 | 30.67 | 9882.81 | 96.385 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.57 | 32.15 | 117.19 | -347.827 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | -0.42 | 31.80 | 8554.69 | -470.591 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.48 | 31.26 | 390.63 | -421.052 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -0.48 | 31.62 | 390.63 | -421.052 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -0.67 | 31.80 | 1367.19 | -296.297 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.48 | 31.44 | 390.63 | -421.052 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -0.42 | 31.80 | 742.19 | -470.591 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | -0.87 | 32.49 | 390.63 | -228.572 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -1.77 | 32.32 | 8984.38 | -112.676 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | -1.02 | 32.81 | 2851.56 | -195.122 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -0.42 | 32.32 | 9414.06 | -470.591 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -0.42 | 31.44 | 390.63 | -470.591 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.48 | 32.32 | 7070.31 | -421.052 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -0.42 | 31.80 | 390.63 | -470.591 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -0.48 | 32.32 | 3906.25 | -421.052 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.57 | 32.49 | 390.63 | -347.827 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -0.42 | 32.49 | 7929.69 | -470.591 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -0.78 | 33.12 | 390.63 | -258.065 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -1.02 | 32.49 | 390.63 | -195.122 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -1.82 | 32.49 | 39.06 | -109.589 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 4.02 | 34.52 | 5507.81 | 49.689 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -1.07 | 32.81 | 390.63 | -186.047 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -4.42 | 38.26 | 390.63 | -45.198 |

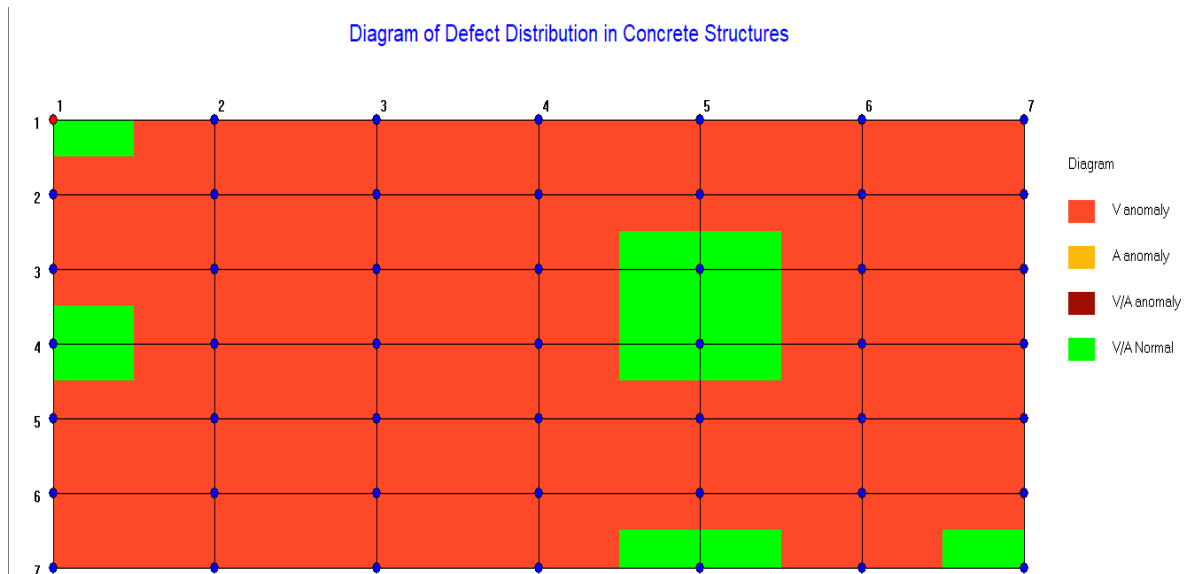
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 76 - Diagrama 06, anomalias e falhas estruturais.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura acima é possível observar o tamanho da patologia encontrada na amostra.

Na Figura 77, vemos o ensaio e as anomalias e falhas encontradas na amostra 07, pontos destacados em vermelho.



Equipamentos de Perícias e Laudos



114

Figura 77 – 7º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(µs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 1.03 | 35.85 | 468.75 | 195.122 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 92.53 | 0.00 | 468.75 | 2.162 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 69.58 | 27.96 | 8554.69 | 2.875 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 92.53 | 21.58 | 468.75 | 2.162 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 92.53 | 9.54 | 9960.94 | 2.162 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 92.53 | 13.98 | 4531.25 | 2.162 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 92.53 | 9.54 | 390.63 | 2.162 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 92.53 | 9.54 | 468.75 | 2.162 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 92.53 | 24.61 | 468.75 | 2.162 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 92.53 | 13.98 | 3710.94 | 2.162 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 92.53 | 18.06 | 390.63 | 2.162 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 92.53 | 6.02 | 468.75 | 2.162 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 92.53 | 21.58 | 7343.75 | 2.162 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 92.53 | 16.90 | 5898.44 | 2.162 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 92.53 | 13.98 | 5000.00 | 2.162 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 92.53 | 9.54 | 468.75 | 2.162 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 92.53 | 16.90 | 39.06 | 2.162 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 92.53 | 26.44 | 39.06 | 2.162 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 92.53 | 20.00 | 39.06 | 2.162 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 92.53 | 9.54 | 468.75 | 2.162 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 92.53 | 18.06 | 7226.56 | 2.162 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 92.53 | 9.54 | 468.75 | 2.162 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 98.22 | 22.61 | 468.75 | 2.036 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 83.28 | 31.62 | 507.81 | 2.402 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 98.22 | 16.06 | 6757.81 | 2.036 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 98.22 | -2.00 | 468.75 | 2.036 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 98.22 | 24.44 | 468.75 | 2.036 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 98.22 | 23.58 | 9531.25 | 2.036 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 98.22 | 20.92 | 468.75 | 2.036 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 98.22 | 14.90 | 6601.56 | 2.036 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 98.22 | 26.30 | 468.75 | 2.036 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 98.22 | 21.52 | 625.00 | 2.036 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 98.22 | -2.00 | 507.81 | 2.036 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 98.22 | 30.87 | 468.75 | 2.036 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 98.22 | 28.10 | 468.75 | 2.036 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 98.22 | 24.02 | 468.75 | 2.036 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 98.22 | 26.30 | 468.75 | 2.036 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 98.22 | 24.44 | 468.75 | 2.036 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 98.22 | 22.08 | 468.75 | 2.036 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 98.22 | 18.83 | 1289.06 | 2.036 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 98.22 | -2.00 | 7226.56 | 2.036 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 98.22 | 11.98 | 507.81 | 2.036 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 98.22 | -2.00 | 39.06 | 2.036 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 98.22 | 18.83 | 7890.63 | 2.036 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 98.22 | 7.54 | 468.75 | 2.036 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 98.22 | 16.06 | 6523.44 | 2.036 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 98.22 | -2.00 | 468.75 | 2.036 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 98.22 | 24.02 | 468.75 | 2.036 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 98.22 | 7.54 | 39.06 | 2.036 |

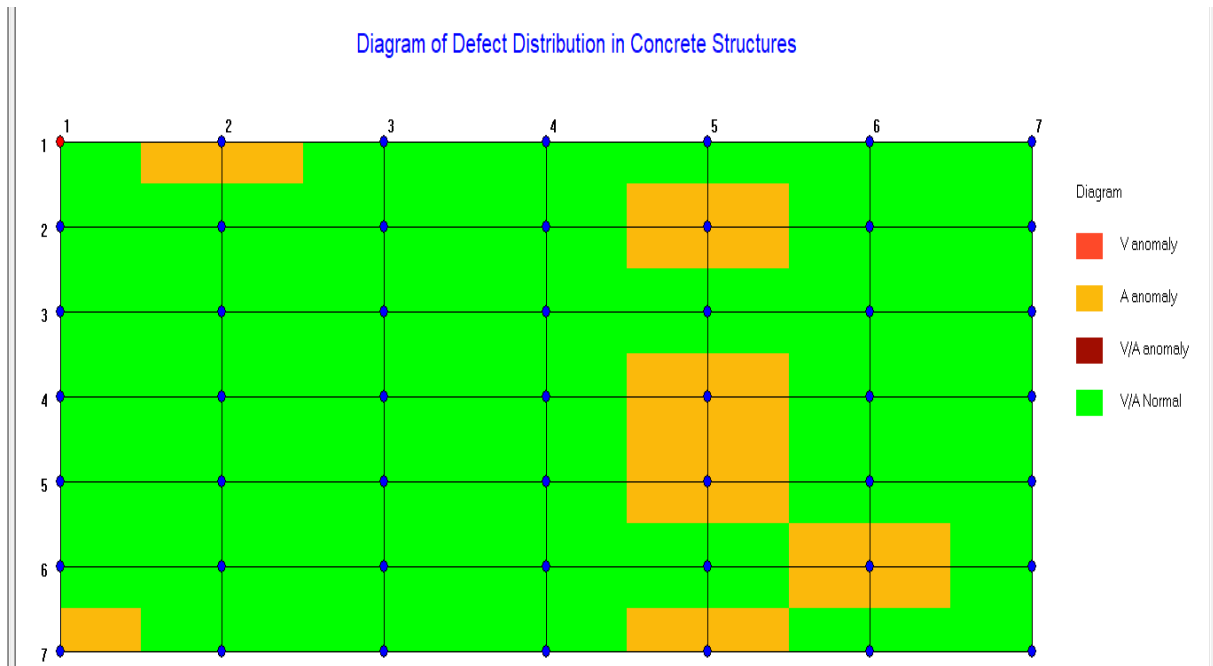
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br/a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 78 - Diagrama 07, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

O diagrama 07, mostra falhas e anomalias de amplitude.

Na planilha do ensaio 08, observamos uma amostra na qual não foi identificada anomalias e falhas em sua integridade.



Equipamentos de Perícias e Laudos



116

Figura 79 - 8º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(µs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 145.88 | 46.00 | 5351.56 | 1.371 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 38.38 | 32.02 | 39.06 | 5.212 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 78.13 | 5.212 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 38.38 | 32.02 | 39.06 | 5.212 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 468.75 | 5.212 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 390.63 | 5.212 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 5781.25 | 5.212 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 9960.94 | 5.212 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 9843.75 | 5.212 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 78.13 | 5.212 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 38.38 | 32.02 | 78.13 | 5.212 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 390.63 | 5.212 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 5742.19 | 5.212 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 390.63 | 5.212 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 7421.88 | 5.212 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 4414.06 | 5.212 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 390.63 | 5.212 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 4453.13 | 5.212 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 351.56 | 5.212 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 4570.31 | 5.212 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 117.19 | 5.212 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 38.38 | 26.00 | 5468.75 | 5.212 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 38.38 | 32.02 | 390.63 | 5.212 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 5039.06 | 5.212 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 38.38 | 32.02 | 39.06 | 5.212 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 1289.06 | 5.212 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 38.38 | 26.00 | 1484.38 | 5.212 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 5507.81 | 5.212 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 6796.88 | 5.212 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 6796.88 | 5.212 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 78.13 | 5.212 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 38.38 | 32.02 | 39.06 | 5.212 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 39.06 | 5.212 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 781.25 | 5.212 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 38.38 | 32.02 | 39.06 | 5.212 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 38.38 | 26.00 | 390.63 | 5.212 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 38.38 | 32.02 | 6015.63 | 5.212 |

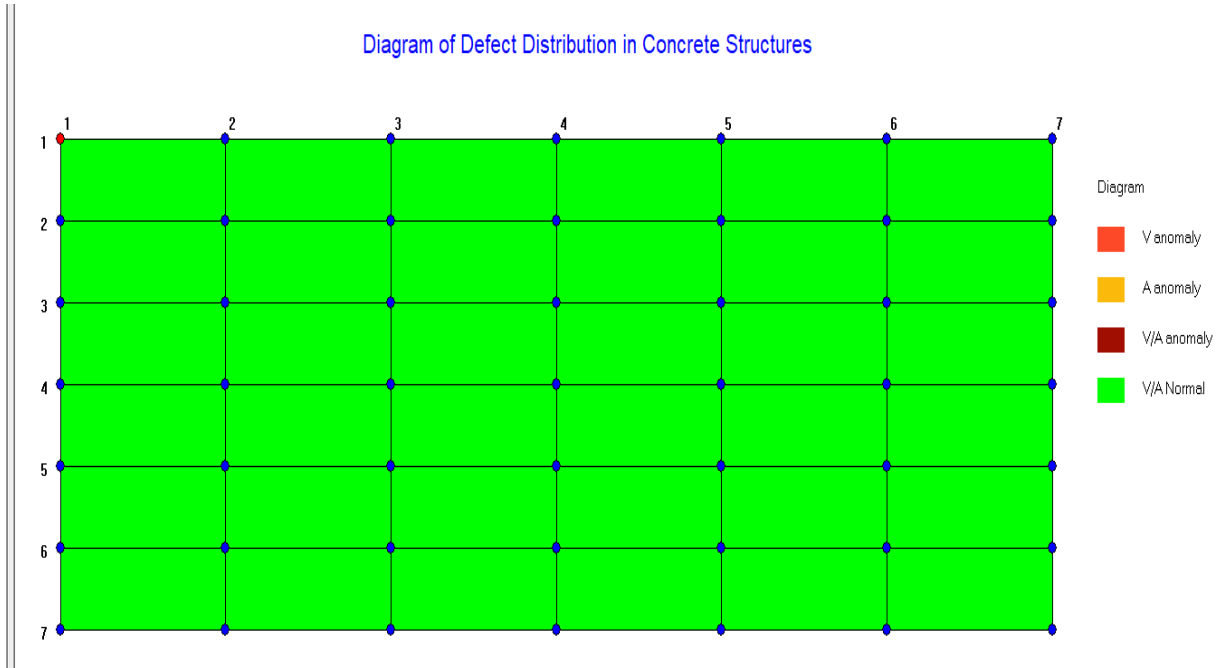
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 80 - Diagrama 08, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama 08, sem falhas e anomalias no concreto.

A Figura 81 mostra o ensaio e as anomalias e falhas encontradas na amostra 09, pontos destacados em vermelho.



Equipamentos de Perícias e Laudos



118

Figura 81 – 9º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 79.55 | 51.50 | 78.13 | 2.514 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 39.06 | 8.791 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 39.06 | 8.791 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 78.13 | 8.791 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 8164.06 | 8.791 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 8398.44 | 8.791 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 22.75 | 31.50 | 390.63 | 8.791 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 39.06 | 8.791 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 7031.25 | 8.791 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 78.13 | 8.791 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 22.75 | 37.52 | 3945.31 | 8.791 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 39.06 | 8.791 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 8515.63 | 8.791 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 22.75 | 31.50 | 5312.50 | 8.791 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -1.00 | 37.02 | 7968.75 | -200.001 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | -1.55 | 36.35 | 390.63 | -129.032 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.45 | 35.77 | 390.63 | -444.444 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -0.45 | 36.06 | 390.63 | -444.444 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -0.60 | 35.77 | 390.63 | -333.332 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | -0.45 | 35.62 | 390.63 | -444.444 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 1.00 | 35.77 | 2070.31 | 199.999 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.45 | 36.06 | 1953.13 | -444.444 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | -0.95 | 36.21 | 4453.13 | -210.526 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -0.45 | 35.77 | 39.06 | -444.444 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.85 | 36.62 | 156.25 | -235.294 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 14.45 | 36.21 | 507.81 | 13.841 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.45 | 36.21 | 1562.50 | -444.444 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | -5.70 | 31.67 | 390.63 | -35.088 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.40 | 33.15 | 507.81 | -500.000 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -0.45 | 34.71 | 39.06 | -444.449 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -58.10 | 32.80 | 390.63 | -3.442 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.95 | 35.39 | 390.63 | -210.527 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -2.85 | 27.94 | 1289.06 | -70.176 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | -6.40 | 27.94 | 39.06 | -31.250 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -1.05 | 36.15 | 39.06 | -190.476 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | -0.45 | 34.27 | 2656.25 | -444.449 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -0.45 | 34.71 | 39.06 | -444.449 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -0.85 | 35.26 | 390.63 | -235.295 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.85 | 35.12 | 468.75 | -235.295 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -8.80 | 27.30 | 507.81 | -22.727 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -1.50 | 34.85 | 3476.56 | -133.333 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.45 | 34.12 | 390.63 | -444.449 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -4.25 | 25.44 | 390.63 | -47.059 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -1.50 | 34.71 | 7148.44 | -133.333 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -0.95 | 34.27 | 507.81 | -210.527 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -0.45 | 33.32 | 4687.50 | -444.449 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -0.60 | 34.71 | 507.81 | -333.335 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -0.80 | 34.56 | 507.81 | -250.000 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -3.30 | 27.94 | 507.81 | -60.606 |

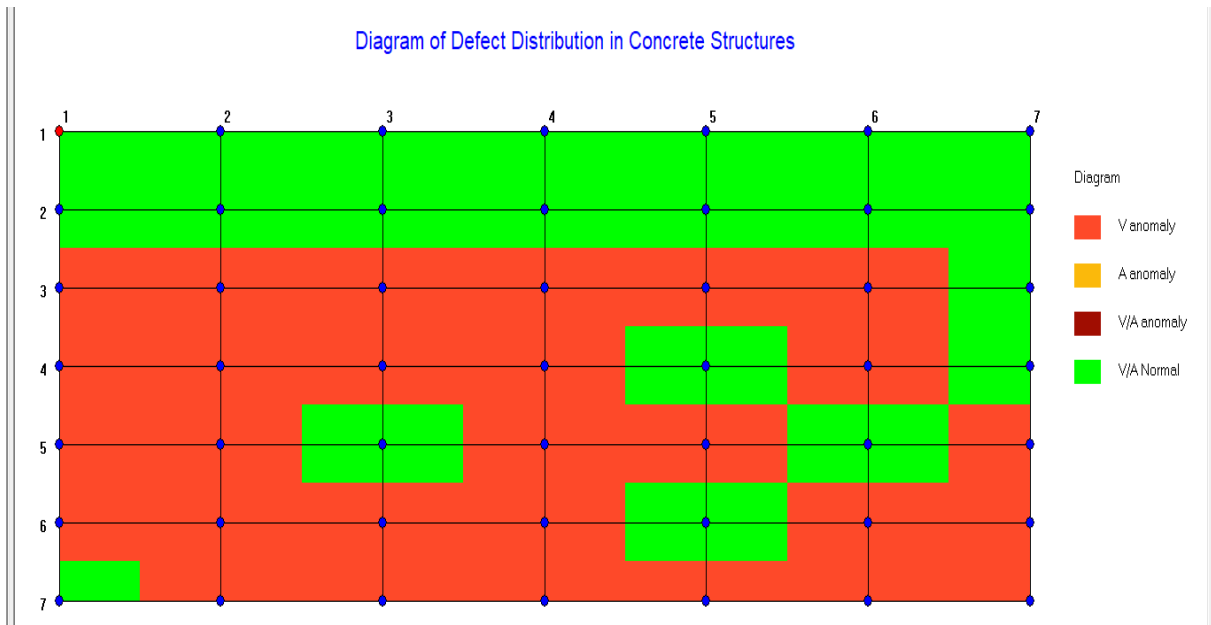
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 82 - Diagrama 09, de anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama 09, coberto de anomalias de velocidade, amostra atacada por agentes agressores.

Uma pequena anomalia foi identificada na amostra 10, lista abaixo.



Equipamentos de Perícias e Laudos



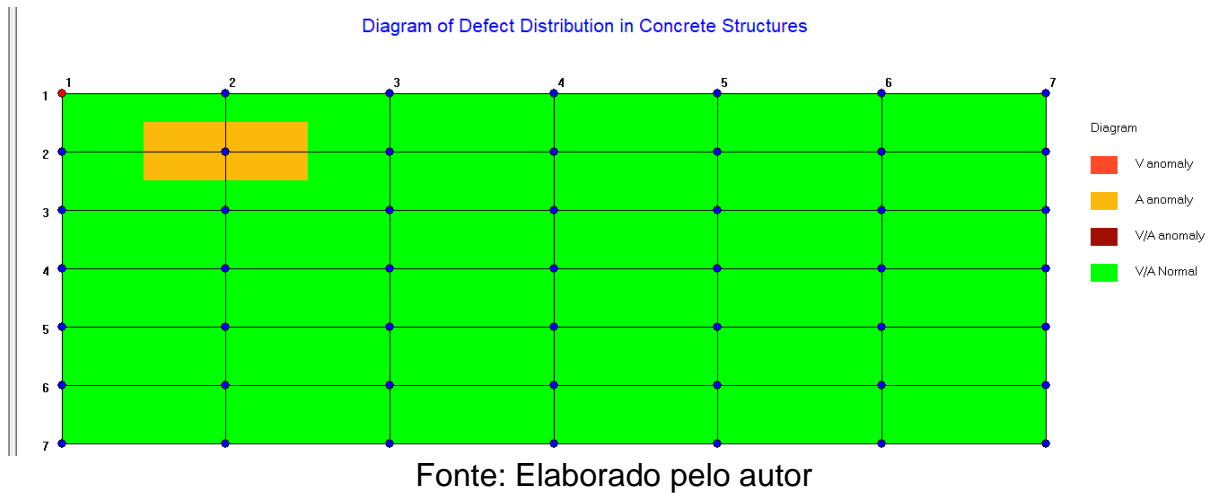
120

Figura 83 - 10º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 70.25 | 34.88 | 9296.88 | 2.847 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 57.88 | 30.44 | 390.63 | 3.456 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 3.58 | 38.32 | 429.69 | 55.944 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 79.03 | 34.88 | 468.75 | 2.531 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 79.03 | 30.44 | 5781.25 | 2.531 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 58.63 | 33.25 | 4687.50 | 3.412 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 64.03 | 13.54 | 390.63 | 3.124 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 64.03 | 24.83 | 39.06 | 3.124 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 79.03 | 4.00 | 5781.25 | 2.531 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 64.03 | 33.25 | 429.69 | 3.124 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 3.98 | 39.12 | 429.69 | 50.314 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 6.08 | 33.54 | 312.50 | 32.922 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 79.03 | 10.02 | 390.63 | 2.531 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 5.02 | 38.96 | 5781.25 | 39.801 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 64.03 | 22.06 | 468.75 | 3.124 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 79.03 | 13.54 | 5781.25 | 2.531 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 62.97 | 28.61 | 429.69 | 3.176 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 64.03 | 34.10 | 5742.19 | 3.124 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 64.03 | 35.82 | 5781.25 | 3.124 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 79.03 | 29.58 | 5781.25 | 2.531 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 5.23 | 36.04 | 429.69 | 38.278 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 79.03 | 34.88 | 39.06 | 2.531 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 79.03 | 28.61 | 390.63 | 2.531 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 3.83 | 39.12 | 5781.25 | 52.288 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 64.03 | 20.90 | 390.63 | 3.124 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 64.03 | 13.54 | 5781.25 | 3.124 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 39.58 | 46.14 | 390.63 | 5.054 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 64.70 | 32.17 | 468.75 | 3.091 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 79.70 | 27.10 | 507.81 | 2.509 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 4.15 | 38.09 | 6328.13 | 48.193 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 4.10 | 36.88 | 468.75 | 48.780 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 79.70 | 27.46 | 468.75 | 2.509 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 62.95 | 31.32 | 468.75 | 3.177 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 79.70 | 19.50 | 468.75 | 2.509 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 79.70 | 29.04 | 507.81 | 2.509 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 4.15 | 38.96 | 468.75 | 48.193 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 58.80 | 30.38 | 6289.06 | 3.401 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 56.80 | 34.77 | 468.75 | 3.521 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 64.70 | 25.94 | 390.63 | 3.091 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 56.65 | 30.38 | 742.19 | 3.530 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 64.70 | 19.50 | 468.75 | 3.091 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 61.50 | 30.38 | 507.81 | 3.252 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 79.70 | 35.21 | 546.88 | 2.509 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 56.60 | 32.37 | 1679.69 | 3.534 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 55.50 | 34.77 | 468.75 | 3.604 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 55.30 | 31.32 | 507.81 | 3.617 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 57.15 | 31.54 | 390.63 | 3.500 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 4.25 | 35.06 | 507.81 | 47.059 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 20.20 | 37.12 | 6289.06 | 9.901 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 84 – Diagrama 10, anomalias e falhas estruturais



Anomalia de amplitude mostrada na amostra 10 listada acima, que pode ser de vazios, trincas internas ou mesmo segregação interna.

Na amostra 11, temos 6 anomalias ou falhas identificadas na matriz de ensaio.



Equipamentos de Perícias e Laudos



122

Figura 85 - 11º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(µs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 86.40 | 37.82 | 5039.06 | 2.315 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | -0.38 | 31.26 | 390.63 | -533.333 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.42 | 31.80 | 39.06 | -470.589 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | -0.82 | 32.49 | 117.19 | -242.425 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 2.08 | 33.27 | 468.75 | 96.386 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -0.38 | 31.80 | 390.63 | -533.333 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 64.78 | 29.88 | 156.25 | 3.088 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 64.78 | 29.10 | 390.63 | 3.088 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 2.23 | 34.56 | 507.81 | 89.888 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 0.98 | 35.39 | 1796.88 | 205.128 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 64.78 | 24.58 | 39.06 | 3.088 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 1.03 | 35.12 | 156.25 | 195.122 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 4.03 | 37.89 | 507.81 | 49.689 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 64.78 | 27.30 | 507.81 | 3.088 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 64.78 | 36.84 | 468.75 | 3.088 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 64.78 | 25.44 | 468.75 | 3.088 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 64.78 | 32.80 | 468.75 | 3.088 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 64.78 | 32.80 | 9062.50 | 3.088 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 64.78 | 26.96 | 468.75 | 3.088 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 64.78 | 25.44 | 39.06 | 3.088 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 2.23 | 35.78 | 9960.94 | 89.888 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.82 | 33.49 | 468.75 | -242.425 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 2.08 | 36.50 | 507.81 | 96.386 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -6.57 | 28.25 | 3789.06 | -30.418 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 64.78 | 24.58 | 4843.75 | 3.088 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -9.73 | 34.27 | 9921.88 | -20.566 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 64.78 | 34.12 | 468.75 | 3.088 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 64.78 | 33.96 | 468.75 | 3.088 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -12.57 | 31.67 | 468.75 | -15.905 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 64.78 | 23.61 | 507.81 | 3.088 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -2.02 | 29.63 | 39.06 | -98.765 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 64.78 | 19.83 | 507.81 | 3.088 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 64.78 | 33.15 | 468.75 | 3.088 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 64.78 | 36.03 | 507.81 | 3.088 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -4.38 | 32.80 | 4335.94 | -45.714 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 64.78 | 32.26 | 468.75 | 3.088 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -2.63 | 29.88 | 507.81 | -76.190 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 64.78 | 29.63 | 468.75 | 3.088 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 64.78 | 30.82 | 468.75 | 3.088 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 64.78 | 36.84 | 468.75 | 3.088 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 64.78 | 32.62 | 5937.50 | 3.088 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 64.78 | 20.58 | 468.75 | 3.088 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 64.78 | 34.12 | 468.75 | 3.088 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 2.13 | 37.49 | 468.75 | 94.118 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 64.78 | 31.04 | 546.88 | 3.088 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 64.78 | 27.94 | 507.81 | 3.088 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -11.82 | 31.87 | 9648.44 | -16.913 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 64.78 | 22.52 | 468.75 | 3.088 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 64.78 | 31.04 | 468.75 | 3.088 |

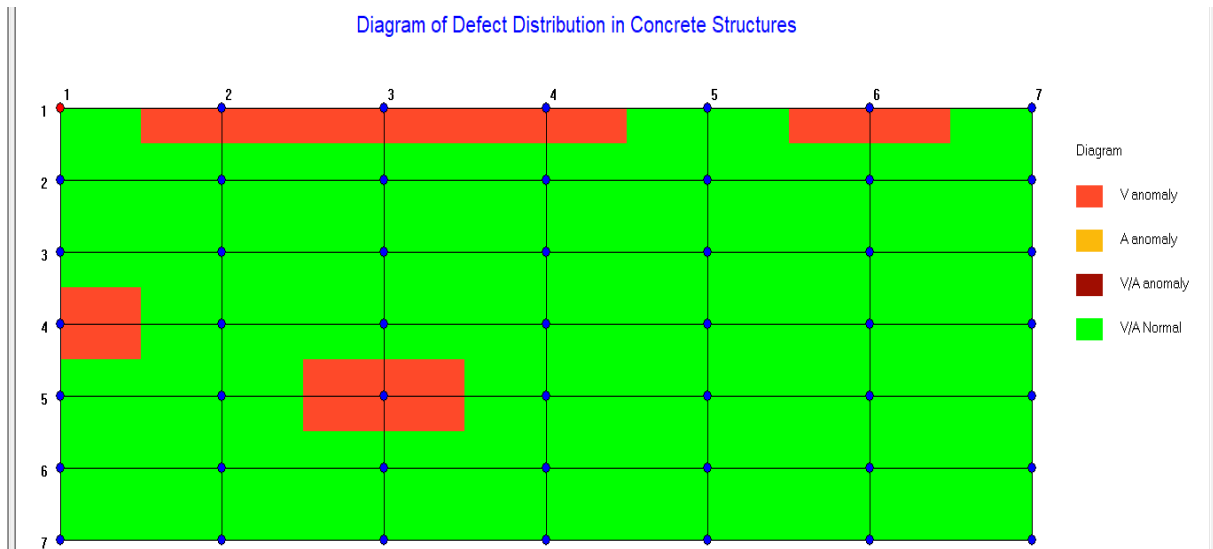
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 86 - Diagrama 11, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Anomalias de velocidade de onda, amostra 11.

Na planilha da amostra 12, foram encontrados pontos de anomalias e falhas na integridade do diafragma rígido de concreto.



Equipamentos de Perícias e Laudos



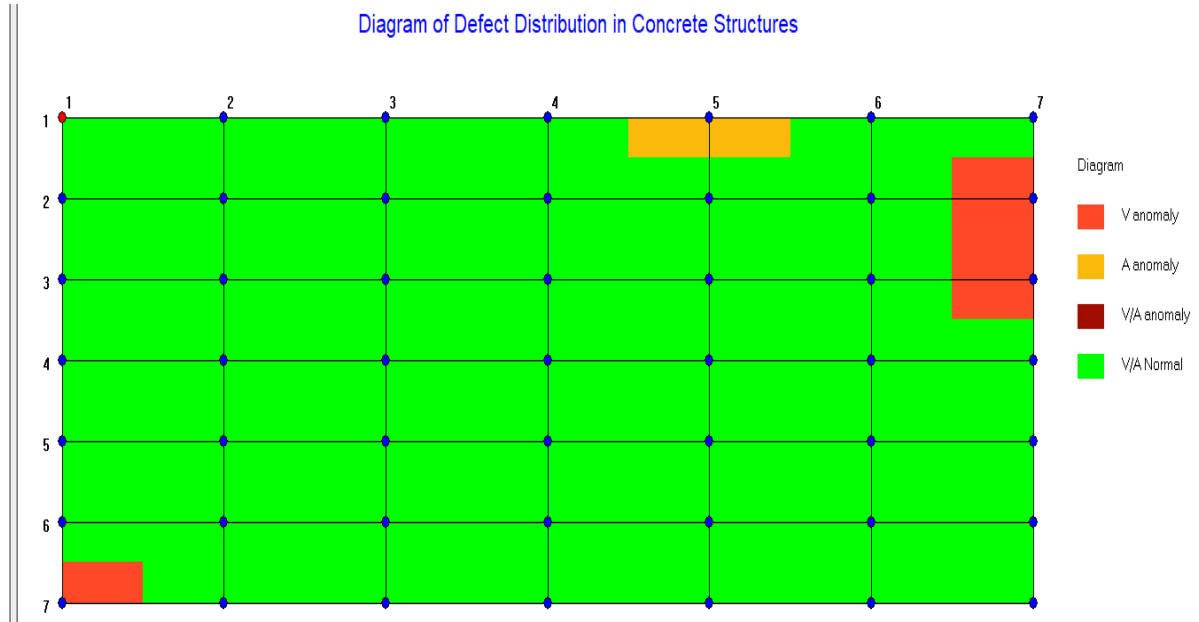
124

Figura 87 - 12 ° Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 93.38 | 40.76 | 39.06 | 2.142 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 53.78 | 37.65 | 468.75 | 3.719 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 53.78 | 32.54 | 6015.63 | 3.719 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | -6.77 | 32.54 | 2695.31 | -29.520 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 53.78 | 10.04 | 39.06 | 3.719 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -5.33 | 28.80 | 2226.56 | -37.559 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 53.78 | 28.80 | 507.81 | 3.719 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 53.78 | 26.08 | 507.81 | 3.719 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 2.13 | 37.88 | 507.81 | 94.118 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 53.78 | 28.80 | 507.81 | 3.719 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 2.17 | 38.00 | 8046.88 | 91.954 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 3.92 | 39.96 | 468.75 | 50.955 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 53.78 | 32.54 | 3867.19 | 3.719 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -0.38 | 33.17 | 507.81 | -533.333 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 53.78 | 33.76 | 507.81 | 3.719 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 53.78 | 31.13 | 507.81 | 3.719 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 2.08 | 36.76 | 39.06 | 96.386 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 53.78 | 33.94 | 507.81 | 3.719 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 2.08 | 36.76 | 5546.88 | 96.386 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 53.78 | 26.94 | 468.75 | 3.719 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -0.33 | 34.12 | 507.81 | -615.383 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 53.78 | 34.30 | 1015.63 | 3.719 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 53.78 | 21.33 | 507.81 | 3.719 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 2.13 | 36.62 | 3359.38 | 94.118 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 1.98 | 38.12 | 468.75 | 101.266 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 53.78 | 26.94 | 4414.06 | 3.719 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 2.13 | 35.62 | 273.44 | 94.118 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 1.98 | 38.99 | 39.06 | 101.266 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 1.98 | 38.56 | 39.06 | 101.266 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 53.78 | 37.40 | 507.81 | 3.719 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 53.78 | 36.35 | 9960.94 | 3.719 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 2.23 | 37.65 | 507.81 | 89.888 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -5.38 | 33.76 | 507.81 | -37.209 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 0.98 | 36.21 | 5898.44 | 205.128 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 2.08 | 37.28 | 507.81 | 96.386 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 53.78 | 34.82 | 507.81 | 3.719 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -8.02 | 31.38 | 507.81 | -24.922 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -7.33 | 32.96 | 4687.50 | -27.304 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 53.78 | 35.77 | 507.81 | 3.719 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 2.17 | 37.02 | 507.81 | 91.954 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 53.78 | 26.52 | 39.06 | 3.719 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 53.78 | 22.08 | 507.81 | 3.719 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -1.02 | 36.62 | 507.81 | -195.122 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 2.08 | 37.53 | 507.81 | 96.386 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 2.13 | 37.53 | 507.81 | 94.118 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 2.03 | 38.00 | 3515.63 | 98.765 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 53.78 | 36.06 | 6484.38 | 3.719 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 2.17 | 37.65 | 4687.50 | 91.954 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 2.08 | 37.65 | 507.81 | 96.386 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 88 – Diagrama 12, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Anomalias de velocidade e amplitude de onda, caracterizando falhas na integridade do concreto

Já na amostra 13, não foi encontrada nenhuma anomalia ou falha



Equipamentos de Perícias e Laudos



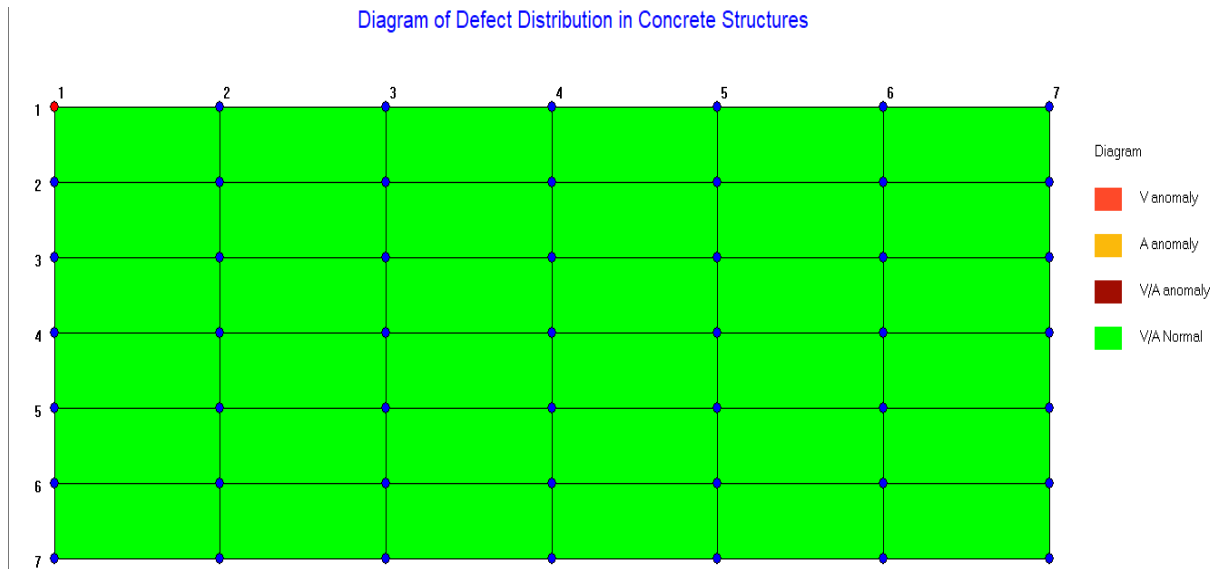
126

Figura 89 - 13º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(µs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 198.30 | 75.56 | 39.06 | 1.009 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 31.30 | 57.50 | 8320.31 | 6.390 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | 31.30 | 63.52 | 3515.63 | 6.390 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 31.30 | 57.50 | 820.31 | 6.390 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 31.30 | 57.50 | 4062.50 | 6.390 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 9921.88 | 6.390 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 9414.06 | 6.390 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 31.30 | 57.50 | 5781.25 | 6.390 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 31.30 | 63.52 | 39.06 | 6.390 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 31.30 | 57.50 | 9882.81 | 6.390 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 31.30 | 63.52 | 78.13 | 6.390 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 8632.81 | 6.390 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 6210.94 | 6.390 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 31.30 | 57.50 | 4140.63 | 6.390 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 78.13 | 6.390 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 8007.81 | 6.390 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 39.06 | 6.390 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 31.30 | 57.50 | 3320.31 | 6.390 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 30.18 | 54.50 | 39.06 | 6.628 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 30.18 | 54.50 | 5468.75 | 6.628 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 30.18 | 54.50 | 39.06 | 6.628 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 30.18 | 60.52 | 78.13 | 6.628 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | 30.18 | 54.50 | 3320.31 | 6.628 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | 30.18 | 54.50 | 39.06 | 6.628 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 30.18 | 54.50 | 39.06 | 6.628 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 30.18 | 64.04 | 78.13 | 6.628 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 78.13 | 6.628 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 2265.63 | 6.628 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 2265.63 | 6.628 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 6835.94 | 6.628 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 8437.50 | 6.628 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | 30.18 | 64.04 | 78.13 | 6.628 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 30.18 | 54.50 | 78.13 | 6.628 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 90 - Diagrama 13, sem anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama da amostra 13, sem anomalias e falhas estruturais

Na planilha da amostra 14, foram encontradas anomalias e falhas



Equipamentos de Perícias e Laudos



128

Figura 91 - 14º Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 77.00 | 40.14 | 8789.06 | 2.597 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | 3.85 | 34.78 | 507.81 | 51.948 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | 2.05 | 34.78 | 390.63 | 97.561 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | -5.85 | 30.87 | 468.75 | -34.188 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | 2.05 | 35.62 | 468.75 | 97.561 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | 43.75 | 32.49 | 507.81 | 4.571 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | 4.00 | 36.38 | 468.75 | 50.000 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | -9.80 | 28.88 | 9218.75 | -20.408 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | 43.75 | 32.81 | 507.81 | 4.571 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | 1.85 | 35.38 | 8007.81 | 108.108 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | 43.75 | 30.87 | 507.81 | 4.571 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | 0.95 | 34.78 | 195.31 | 210.526 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | -0.35 | 32.15 | 39.06 | -571.427 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -17.70 | 31.62 | 507.81 | -11.299 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | 2.15 | 36.59 | 429.69 | 93.023 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | 43.75 | 35.62 | 39.06 | 4.571 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | 43.75 | 34.39 | 468.75 | 4.571 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | 43.75 | 16.06 | 1406.25 | 4.571 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -1.90 | 34.90 | 507.81 | -105.263 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | 43.75 | 33.12 | 7656.25 | 4.571 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | 0.95 | 33.85 | 507.81 | 210.526 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | 2.00 | 35.03 | 468.75 | 100.000 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | 2.00 | 35.84 | 468.75 | 100.000 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | 43.75 | 29.82 | 507.81 | 4.571 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -32.70 | 31.26 | 507.81 | -6.116 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -6.10 | 30.04 | 507.81 | -32.787 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -10.45 | 31.44 | 2500.00 | -19.139 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | 43.75 | 34.12 | 7656.25 | 4.571 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | 2.05 | 35.50 | 546.88 | 97.561 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -2.60 | 30.46 | 468.75 | -76.923 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | 43.75 | 22.08 | 1484.38 | 4.571 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -10.85 | 32.15 | 507.81 | -18.433 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | 4.00 | 37.46 | 4179.69 | 50.000 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | 2.10 | 34.39 | 39.06 | 95.238 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | 43.75 | 37.08 | 507.81 | 4.571 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | 43.75 | 34.52 | 468.75 | 4.571 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | 2.00 | 37.82 | 507.81 | 100.000 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | 43.75 | 36.38 | 507.81 | 4.571 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -1.15 | 34.52 | 507.81 | -173.913 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -7.25 | 30.87 | 507.81 | -27.586 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | -1.25 | 33.71 | 39.06 | -160.000 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | 43.75 | 31.62 | 507.81 | 4.571 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | 43.75 | 26.30 | 468.75 | 4.571 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | 43.75 | 28.37 | 507.81 | 4.571 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | 43.75 | 29.60 | 507.81 | 4.571 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | 2.05 | 35.62 | 507.81 | 97.561 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | 43.75 | 23.58 | 8007.81 | 4.571 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -1.15 | 34.26 | 507.81 | -173.913 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | 43.75 | 32.96 | 507.81 | 4.571 |

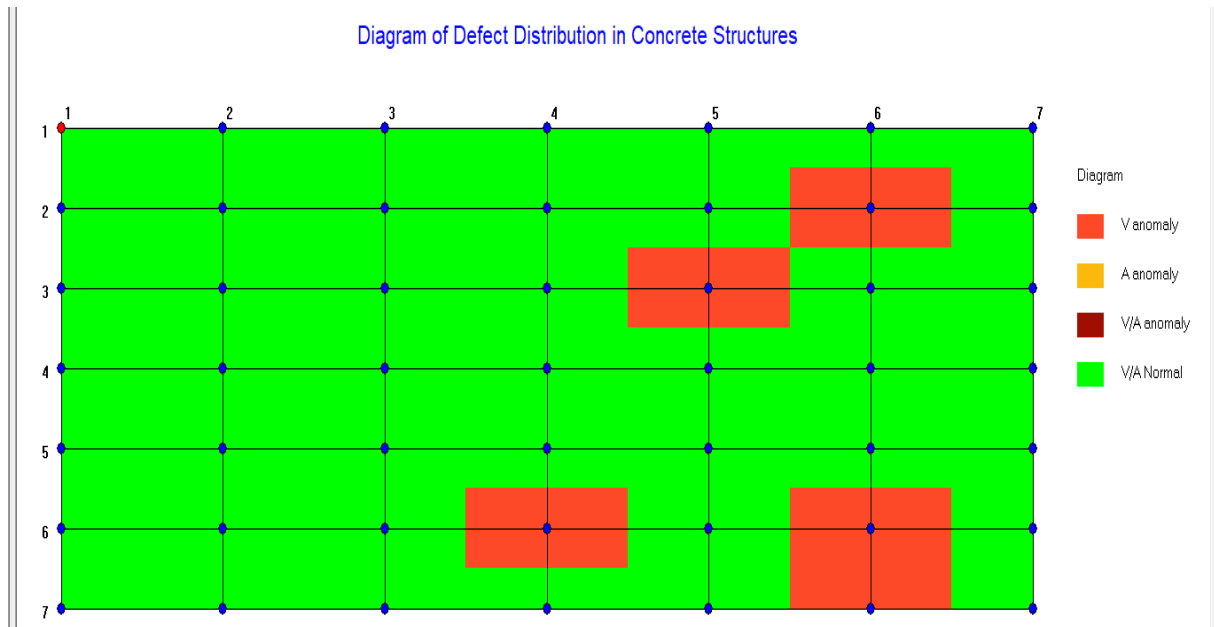
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 92 - Diagrama 14, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama 14, com anomalias e falhas de velocidade de onda

Na planilha 15, pontos destacados nos quais foram encontradas anomalias e falhas.



Equipamentos de Perícias e Laudos



130

Figura 93 - 15° Ensaio de ultrassonografia

| Number | Point NO. | Location(m) | Distance(mm) | Time(μs) | AMP(dB) | Frequency(KHz) | Velocity(km/s) |
|--------|-----------|-------------|--------------|----------|---------|----------------|----------------|
| 1 | 1- 1 | 0.00 | 200 | 68.60 | 44.35 | 39.06 | 2.915 |
| 2 | 1- 2 | 0.00 | 200 | -0.40 | 42.99 | 390.63 | -500.002 |
| 3 | 1- 3 | 0.00 | 200 | -0.35 | 42.12 | 390.63 | -571.430 |
| 4 | 1- 4 | 0.00 | 200 | -0.35 | 42.30 | 390.63 | -571.430 |
| 5 | 1- 5 | 0.00 | 200 | -0.40 | 42.99 | 390.63 | -500.002 |
| 6 | 1- 6 | 0.00 | 200 | -0.35 | 42.12 | 390.63 | -571.430 |
| 7 | 1- 7 | 0.00 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 8 | 2- 1 | 0.20 | 200 | -0.40 | 41.76 | 2226.56 | -500.002 |
| 9 | 2- 2 | 0.20 | 200 | -0.40 | 41.37 | 39.06 | -500.002 |
| 10 | 2- 3 | 0.20 | 200 | -0.40 | 42.82 | 390.63 | -500.002 |
| 11 | 2- 4 | 0.20 | 200 | -0.40 | 41.94 | 390.63 | -500.002 |
| 12 | 2- 5 | 0.20 | 200 | -6.45 | 25.40 | 3007.81 | -31.008 |
| 13 | 2- 6 | 0.20 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 14 | 2- 7 | 0.20 | 200 | -3.45 | 26.56 | 4687.50 | -57.971 |
| 15 | 3- 1 | 0.40 | 200 | -0.40 | 41.76 | 390.63 | -500.002 |
| 16 | 3- 2 | 0.40 | 200 | -4.40 | 30.08 | 390.63 | -45.455 |
| 17 | 3- 3 | 0.40 | 200 | -0.40 | 42.99 | 390.63 | -500.002 |
| 18 | 3- 4 | 0.40 | 200 | -0.35 | 42.30 | 390.63 | -571.430 |
| 19 | 3- 5 | 0.40 | 200 | -0.40 | 42.65 | 5820.31 | -500.002 |
| 20 | 3- 6 | 0.40 | 200 | -0.40 | 41.76 | 78.13 | -500.002 |
| 21 | 3- 7 | 0.40 | 200 | -0.40 | 41.37 | 5664.06 | -500.002 |
| 22 | 4- 1 | 0.60 | 200 | -0.35 | 42.30 | 390.63 | -571.430 |
| 23 | 4- 2 | 0.60 | 200 | -0.40 | 42.30 | 390.63 | -500.002 |
| 24 | 4- 3 | 0.60 | 200 | -0.40 | 41.37 | 9648.44 | -500.002 |
| 25 | 4- 4 | 0.60 | 200 | -0.40 | 42.82 | 390.63 | -500.002 |
| 26 | 4- 5 | 0.60 | 200 | -0.40 | 40.54 | 390.63 | -500.002 |
| 27 | 4- 6 | 0.60 | 200 | -0.35 | 42.30 | 390.63 | -571.430 |
| 28 | 4- 7 | 0.60 | 200 | -0.35 | 42.30 | 2304.69 | -571.430 |
| 29 | 5- 1 | 0.80 | 200 | -0.35 | 41.94 | 390.63 | -571.430 |
| 30 | 5- 2 | 0.80 | 200 | -0.40 | 41.37 | 2695.31 | -500.002 |
| 31 | 5- 3 | 0.80 | 200 | -0.35 | 42.30 | 390.63 | -571.430 |
| 32 | 5- 4 | 0.80 | 200 | -0.40 | 42.30 | 5976.56 | -500.002 |
| 33 | 5- 5 | 0.80 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 34 | 5- 6 | 0.80 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 35 | 5- 7 | 0.80 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 36 | 6- 1 | 1.00 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 37 | 6- 2 | 1.00 | 200 | -0.40 | 41.76 | 390.63 | -500.002 |
| 38 | 6- 3 | 1.00 | 200 | -0.35 | 42.30 | 1367.19 | -571.430 |
| 39 | 6- 4 | 1.00 | 200 | -0.40 | 42.30 | 351.56 | -500.002 |
| 40 | 6- 5 | 1.00 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 41 | 6- 6 | 1.00 | 200 | 63.35 | 41.37 | 7343.75 | 3.157 |
| 42 | 6- 7 | 1.00 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |
| 43 | 7- 1 | 1.20 | 200 | -0.40 | 40.54 | 2226.56 | -500.002 |
| 44 | 7- 2 | 1.20 | 200 | -0.40 | 42.12 | 390.63 | -500.002 |
| 45 | 7- 3 | 1.20 | 200 | -0.35 | 42.12 | 6757.81 | -571.430 |
| 46 | 7- 4 | 1.20 | 200 | -0.40 | 41.94 | 4218.75 | -500.002 |
| 47 | 7- 5 | 1.20 | 200 | -9.05 | 28.50 | 39.06 | -22.099 |
| 48 | 7- 6 | 1.20 | 200 | -0.40 | 41.17 | 39.06 | -500.002 |
| 49 | 7- 7 | 1.20 | 200 | -0.40 | 41.37 | 390.63 | -500.002 |

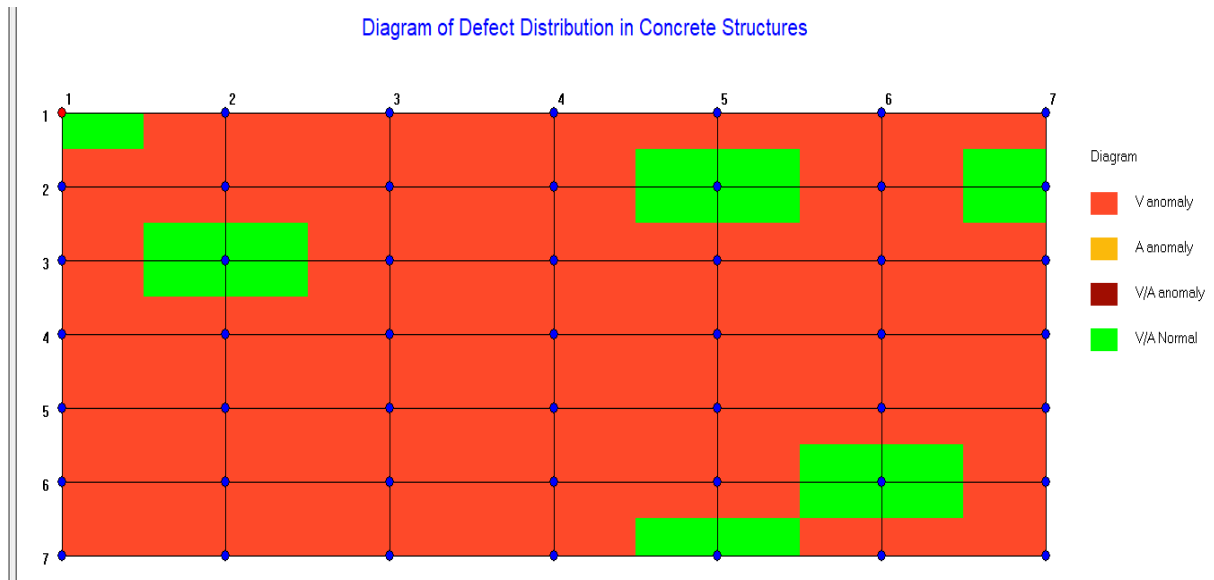
Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e
 epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Figura 94 - Diagrama 15, anomalias e falhas estruturais



Fonte: Elaborado pelo autor

Diagrama 15, anomalias de velocidade ao longo de quase toda a amostra.

7.3.3 Método de ensaio de resistência por ultrassom

Este documento gerado pelo ultrassom de concreto GTJ-U910 número 1151 testa a resistência à compressão do concreto (engenharia / componente)

Teste

1. Especificações técnicas para métodos de teste: CECS 02 £ °2005
2. Descrição do número de objetos a serem detectados: Componentes de lote 6, Número de amostra de componentes no mesmo lote: 1

3. Layout da área de teste:

Número de área de teste em um único componente

Descrição da localização da área de teste



Tamanho da zona de teste definida entre 300x300MM.

Três pontos de teste ultrassônico em cada zona e oito valores de rebote nas superfícies de transmissão e recepção de cada área de medição, totalizando 16 valores de rebote.

4. Cálculo da resistência à compressão do concreto:

Conversão usando curva de força (especial / regional / unificada)

A fórmula é:

a : é um coeficiente constante ;

b 、 c : é o coeficiente de regressão ;

: Valor de conversão para resistência do concreto (MPa) ;

、 : Velocidade do som e rebote Na área de teste corrigida。

5. Correção do valor convertido da resistência à compressão do concreto na área de medição usando corpos-de-prova cúbicos / corpos-de-prova de concreto nas mesmas condições

Cálculo do coeficiente de correção

三 、 Resultados do teste

1. A base da presunção de força: GB / T 50344-2004

2. Cálculo do valor de presunção da resistência à compressão do concreto

(1) A presunção é feita de acordo com a especificação técnica para teste de resistência à compressão de concreto pelo método de rebote ultrassônico (CECS 02: 2005).



Quando menos de 10,0 MPa aparecer no valor convertido de resistência à compressão na área de medição, o valor presuntivo é menor que 10 MPa

Quando o número de áreas de teste é inferior a 10, o valor de resistência estimado é o valor mínimo de conversão de resistência do concreto corrigido em cada área de teste do componente

Ao testar em lotes, o valor de resistência presumido é $= -1.645$.

—— Valor médio do valor de conversão da resistência do concreto na área de medição ;

—— Desvio padrão do valor de conversão da resistência do concreto na área de medição ;

(2) Presunção de acordo com o padrão técnico de inspeção de estrutura de edifício (GB / T50344-2004) Cálculo dos limites superior e inferior da resistência à compressão presumida do concreto do lote de teste.

—— Média da amostra

—— Desvio padrão da amostra

(3) Presunção com base nas disposições dos regulamentos técnicos.

3. Julgamento da resistência à compressão presumida dos componentes de acordo com os requisitos do projeto (Quando o requisito do projeto é menor ou igual ao valor presumido da resistência do componente (ou o valor limite superior do valor presumido), considera-se que atende ao requisito do projeto.

7.3.3.1 Resultados de resistência por ultrassom

Nas resistências encontradas nas 16 amostras ensaiadas, enfatizo um desvio padrão de 6,38 Mpa e uma média obtida superior a 15 Mpa do estudo de



viabilidade, de 21,60 Mpa, contudo 3 amostras encontradas tem sua resistência inferior ao estudo de 1991, essas estão nas Figura 101, Figura 102, Figura 105.

Figura 95 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 01

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 68.0 | 300 | 4.37 | 4.37 | 36.6 | 27.3 |
| | 02 | 69.2 | | | | | |
| | 03 | 68.8 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991 (amostra 01).

Figura 96 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 02

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 97.8 | 300 | 3.08 | 3.08 | 38.4 | 17.9 |
| | 02 | 98.6 | | | | | |
| | 03 | 95.8 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991 (amostra 02).



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



135

Figura 97 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 03

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 68.8 | 300 | 4.34 | 4.34 | 37.0 | 27.5 |
| | 02 | 69.2 | | | | | |
| | 03 | 69.2 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 03).

Figura 98 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 04

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 69.1 | 300 | 3.60 | 3.60 | 40.6 | 24.8 |
| | 02 | 68.7 | | | | | |
| | 03 | 143.1 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 04).

Figura 99 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 05

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 67.1 | 300 | 4.67 | 4.67 | 34.4 | 26.9 |
| | 02 | 68.3 | | | | | |
| | 03 | 58.3 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 05).



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



136

Figura 100 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 06

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 49.4 | 200 | 3.66 | 3.66 | 39.2 | 23.9 |
| | 02 | 56.6 | | | | | |
| | 03 | 59.0 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 06).

Figura 101 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 07

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 116.2 | 300 | 2.61 | 2.74 | 34.4 | 12.5 |
| | 02 | 113.8 | | | | | |
| | 03 | 114.6 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência inferior a 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991 (amostra 07).

Figura 102 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 08

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 195.8 | 300 | 1.89 | 1.98 | 32.0 | 6.9 |
| | 02 | 143.3 | | | | | |
| | 03 | 146.5 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência inferior a 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991 (amostra 08).



Figura 103 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 09

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 76.6 | 300 | 4.08 | 4.08 | 34.0 | 21.7 |
| | 02 | 77.8 | | | | | |
| | 03 | 67.0 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 09).

Figura 104 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 10

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 84.0 | 300 | 4.02 | 4.02 | 34.4 | 21.7 |
| | 02 | 70.0 | | | | | |
| | 03 | 71.2 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 10).

Figura 105 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 11

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 82.2 | 300 | 2.99 | 3.14 | 33.1 | 14.2 |
| | 02 | 111.4 | | | | | |
| | 03 | 113.8 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 11).

Figura 106 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 12

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 73.8 | 300 | 4.05 | 4.05 | 33.4 | 20.8 |
| | 02 | 75.1 | | | | | |
| | 03 | 73.1 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 12).

Figura 107 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 13

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 85.0 | 300 | 4.06 | 4.06 | 38.5 | 26.8 |
| | 02 | 69.3 | | | | | |
| | 03 | 69.3 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 12).

Figura 108 - Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 14

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 58.4 | 300 | 4.99 | 4.99 | 35.1 | 30.6 |
| | 02 | 60.4 | | | | | |
| | 03 | 61.6 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 14).

Figura 109 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 15

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 72.2 | 300 | 4.18 | 4.18 | 29.7 | 17.7 |
| | 02 | 71.0 | | | | | |
| | 03 | 72.2 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra15).

Figura 110 – Resistência obtida pelo método ultrassônico, amostra 16

| Zone | Ultrasound data | | | | Velocity (km/s) | Rebound | Strength (MPa) |
|------|-----------------|---------|-------------|--------------|-----------------|---------|----------------|
| | Point | Time us | Distance mm | Ave Vel km/s | | | |
| 001 | 01 | 89.6 | 300 | 3.52 | 3.70 | 39.4 | 24.4 |
| | 02 | 77.9 | | | | | |
| | 03 | 89.5 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor

Resistência maior que 15 Mpa do estipulada no estudo de viabilidade da barragem em março de 1991(amostra 16).

Seguem abaixo uma planilha e um gráfico comparativo das resistências obtidas in situ, com a norma de concreto atual para o grau de agressividade 2.



vedaminas
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



140

Figura 111 - Comparativo de resistências obtidas com a norma atual

| QUANT. | NOME | Resistência a compressão por Ultrassom | | GRAU DE AGRESSIVIDADE 2 | (%) | ABNT NBR 6118:2014 |
|--------|------------|--|---|-------------------------|---------|--------------------|
| ITENS | PEÇA | FCK (Mpa) | | Fck minimo (Mpa) | | |
| 1 | Amostra 01 | 27,30 | > | 25,00 | 109,20% | ● |
| 2 | Amostra 02 | 17,90 | < | 25,00 | 71,60% | ● |
| 3 | Amostra 03 | 27,50 | > | 25,00 | 110,00% | ● |
| 4 | Amostra 04 | 24,80 | < | 25,00 | 99,20% | ● |
| 5 | Amostra 05 | 26,90 | > | 25,00 | 107,60% | ● |
| 6 | Amostra 06 | 23,90 | < | 25,00 | 95,60% | ● |
| 7 | Amostra 07 | 12,50 | < | 25,00 | 50,00% | ● |
| 8 | Amostra 08 | 6,90 | < | 25,00 | 27,60% | ● |
| 9 | Amostra 09 | 21,70 | < | 25,00 | 86,80% | ● |
| 10 | Amostra 10 | 21,70 | < | 25,00 | 86,80% | ● |
| 11 | Amostra 11 | 14,20 | < | 25,00 | 56,80% | ● |
| 12 | Amostra 12 | 20,80 | < | 25,00 | 83,20% | ● |
| 13 | Amostra 13 | 26,80 | > | 25,00 | 107,20% | ● |
| 14 | Amostra 14 | 30,60 | > | 25,00 | 122,40% | ● |
| 15 | Amostra 15 | 17,70 | < | 25,00 | 70,80% | ● |
| 16 | Amostra 16 | 24,40 | < | 25,00 | 97,60% | ● |

Fonte: Elaborado pelo autor

A planilha mostra que apenas 5 amostras ultrapassaram a resistência da norma atual de 2014, percentual de 31,25% apenas se enquadrariam na norma de 2014.



vedaminas
MasterSeal



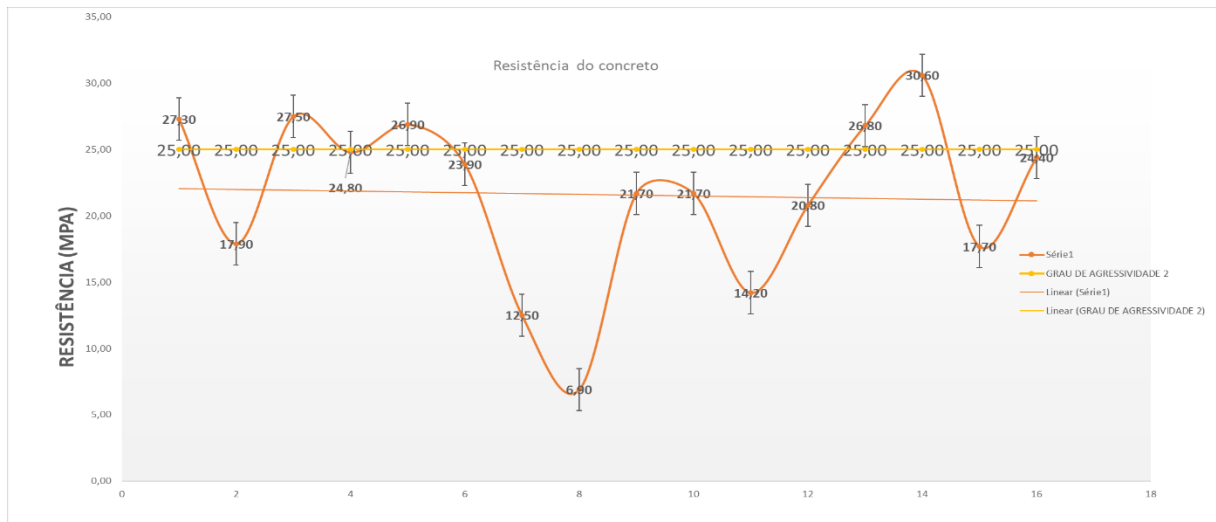
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



141

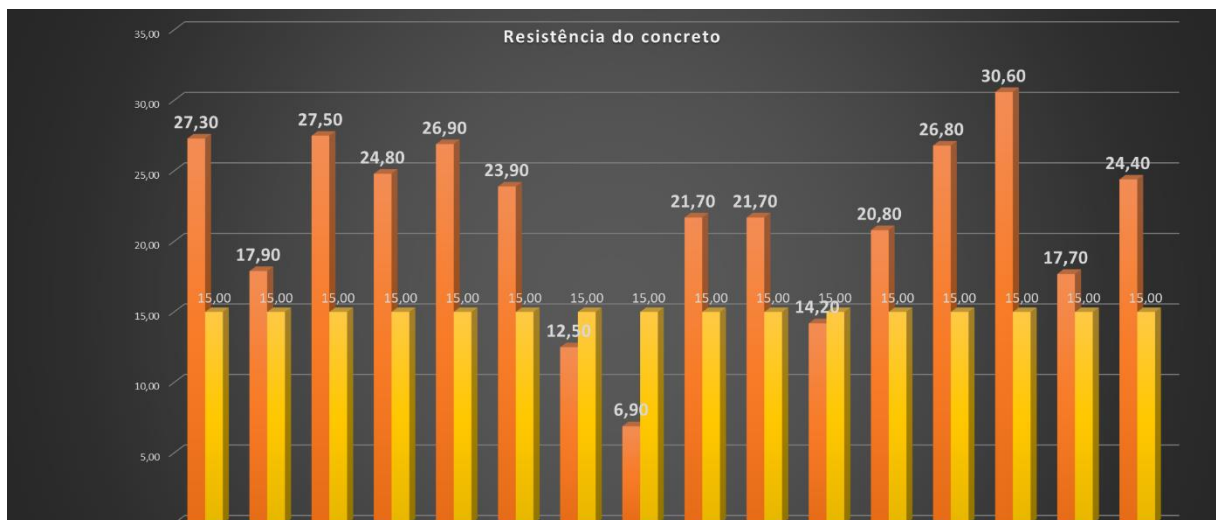
Figura 112 - Gráfico comparativo



Fonte: Elaborado pelo autor

Contudo, a resistência estipulada no plano de viabilidade é bem inferior a 25 Mpa, como já informado no levantamento histórico. Em vista disso, foi realizada uma planilha comparativa dos resultados in loco, com a resistência do estudo, evidenciada abaixo.

Figura 113 – Comparação resistência obtida x resistência do estudo de viabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



142

Já na comparação com o estudo de viabilidade, apenas 3 amostras não atingiram a sua resistência sendo elas 07, amostra 08, amostra 11, totalizando 18,75% da área ensaiada.



143

7.4 Resistividade do concreto

7.4.1 Calibração do equipamento



1/3

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 188613-101

Item: **Medidor de resistividade**

Referência: **Ficha de aprovação de orçamento de 24.01.2022**

DESCRIÇÃO DO ITEM

Medidor de resistividade, sem indicação de marca, modelo R62 e série n° R6221021453.

Obs.: Registrado no LME sob n° 0116/22.

INFORMAÇÕES PERTINENTES A CALIBRAÇÃO

1. Procedimento da calibração

A execução da calibração foi baseada no(s) procedimento(s) Interno(s) IPT4789 - G15 (Versão 8).

A calibração foi realizada pelo método de comparação com o(s) padrão(ões) utilizado(s).

O Valor Correspondente ao VI foi calculado a partir da relação: $1 \text{ k}\Omega = 34,1 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$.

2. Incerteza

A Incerteza expandida de medição relatada no item RESULTADOS é declarada como a Incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k , o qual para uma distribuição t com ν_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A Incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

3. Padrão(ões) utilizado(s)

| Descrição | Modelo | Série N° | Certificado N° | Origem | Validade |
|-----------------------|---------|-------------|----------------|---------|-----------|
| Década de resistência | 1433-36 | D3-09513004 | 185319-101 | IPT-LME | Jul./2022 |

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

7.4.2 Determinação da resistividade elétrica do concreto.

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC01





Equipamentos de Perícias e Laudos



145

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC02

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC03





Equipamentos de Perícias e Laudos



147

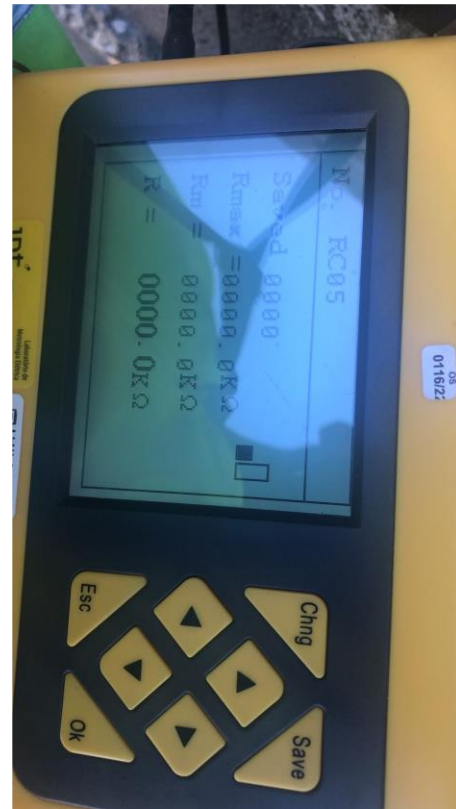
ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC04



Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC05



Equipamentos de Perícias e Laudos



149

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC06



Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



Equipamentos de Perícias e Laudos



150

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC07



Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



Equipamentos de Perícias e Laudos



151

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC08

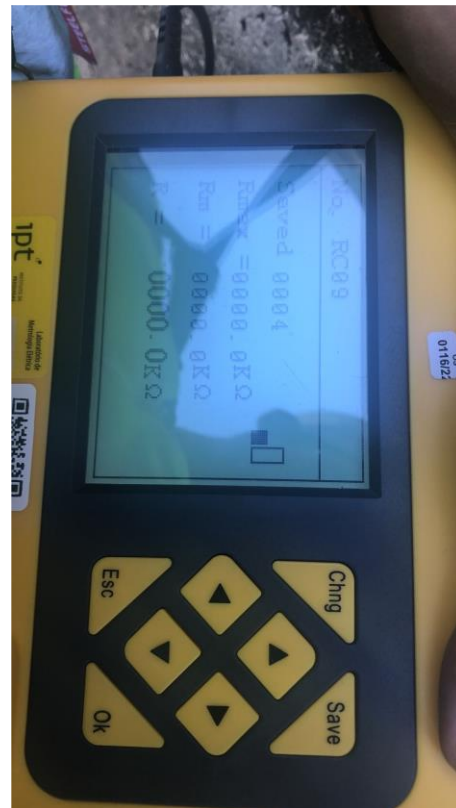


Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC09



ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC10





Equipamentos de Perícias e Laudos



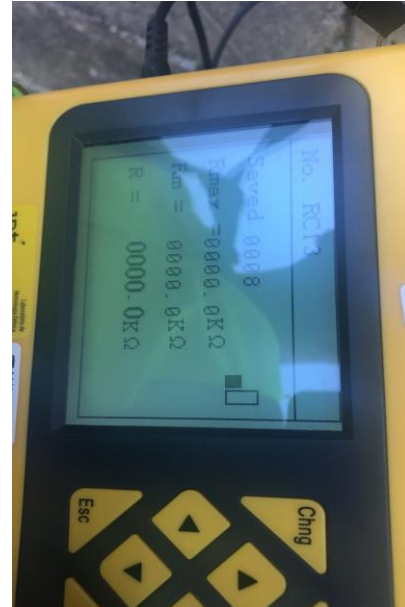
154

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC11**ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC12**

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC13**ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC14**



Seguem abaixo os critérios do manual do equipamento para informações além das descritas e classificação quanto a probabilidade de corrosão.

Figura 114 - Probabilidade de corrosão do equipamento utilizado.

| Serial number | resistivity | Corrosion possibility |
|---------------|--|---|
| 1 | $\leq 5 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ | Very high |
| 2 | $5 \sim 10 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ | high |
| 3 | $10 \sim 20 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ | secondary |
| 4 | $20 \sim 199.9 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ | Good / corrosive |
| 5 | $> 200 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ | Good / corrosion probability is minimal |

Fonte: Elaborado pelo autor



Seguem abaixo os resultados obtidos no ensaio de resistividade elétrica. Neles é possível evidenciar o que já vimos e destacamos na inspeção visual: o agente agressor está ultrapassando o maciço de concreto e com um risco muito alto de corrosão. Estas anomalias já foram visualizadas no relatório fotográfico no subtítulo 06, percolação de água nas paredes montantes da barragem.

Figura 115 - Resultado obtidos probabilidade de corrosão

| Itens | Resistividade | Probabilidade de corrosão |
|-------|--|------------------------------------|
| 1 | $\leq 5 \text{ k}\Omega\text{cm}$ | Muito Alto |
| 2 | $5 \sim 10 \text{ k}\Omega\text{cm}$ | Alto |
| 3 | $10 \sim 20 \text{ k}\Omega\text{cm}$ | Provável |
| 4 | $20 \sim 199.9 \text{ k}\Omega\text{cm}$ | Pouco Provável |
| 5 | $\geq 200 \text{ k}\Omega\text{cm}$ | Probabilidade de corrosão é mínima |

| Numero de série | Nome da peça | Probabilidade de corrosão |
|-----------------|--------------|---------------------------|
| 1 | RC01 | Muito Alto |
| 2 | RC02 | Muito Alto |
| 3 | RC03 | Muito Alto |
| 4 | RC04 | Muito Alto |
| 5 | RC05 | Muito Alto |
| 6 | RC06 | Muito Alto |
| 7 | RC07 | Muito Alto |
| 8 | RC08 | Muito Alto |
| 9 | RC09 | Muito Alto |
| 10 | RC10 | Muito Alto |
| 11 | RC11 | Muito Alto |
| 12 | RC12 | Muito Alto |
| 13 | RC13 | Muito Alto |
| 14 | RC14 | Muito Alto |
| 15 | RC15 | Muito Alto |

Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



158

Figura 116 - Resultados do ensaio de resistividade

| RESISTIVIDADE ELETRICA ($K\Omega \cdot cm$) | | | | | | MEDIA ($K\Omega \cdot cm$) |
|---|--------|------|------|------|------|------------------------------|
| Nº | Ensaio | | | | | Média |
| 1 | RC01 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | RC02 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | RC03 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | RC04 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | RC05 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | RC06 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | RC07 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | RC08 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | RC09 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | RC10 | | | | | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

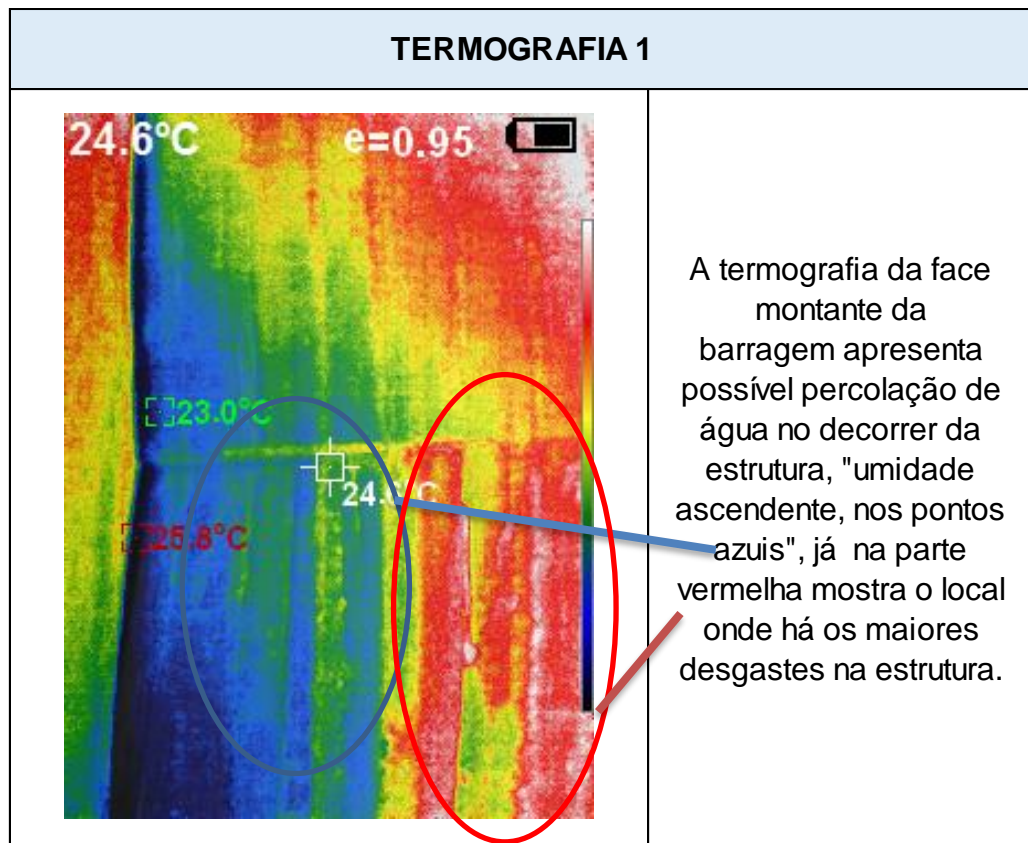
Fonte: Elaborado pelo autor

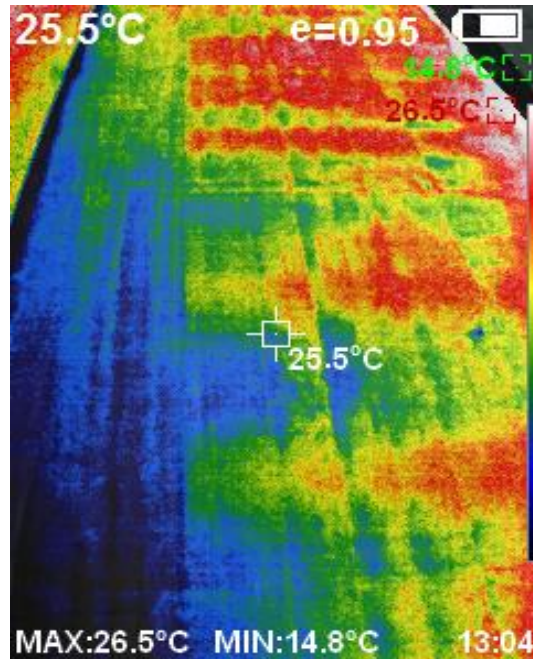
O ensaio de resistividade do concreto apresentou o risco de corrosão muito alto para toda a estrutura da barragem, com grande probabilidade de estar sendo atacada pelo meio externo.



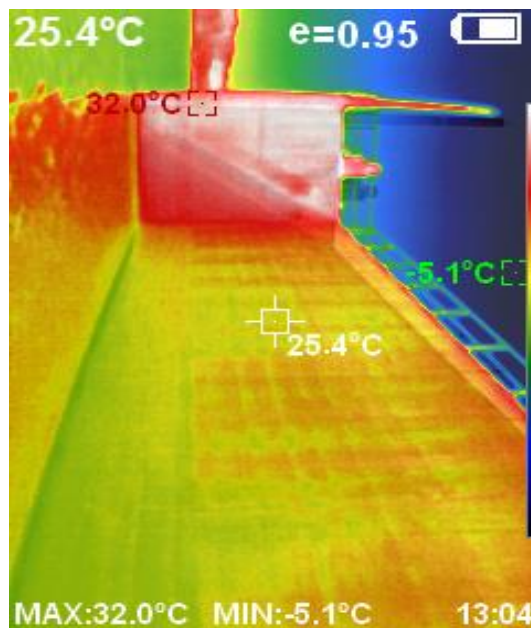
7.5 Termografia

Seguem abaixo as fotos termográficas obtidas. Nestas imagens, é possível destacar o que já vimos na inspeção visual, na ultrassonografia defeitos e falhas “integridade do concreto”. No ensaio de resistividade do concreto, as imagens do ensaio mostram percolação ascendente de água e desgaste do concreto a montante. Isso pode ser devido à falta de manutenção e também de reparos durante a vida útil da estrutura.

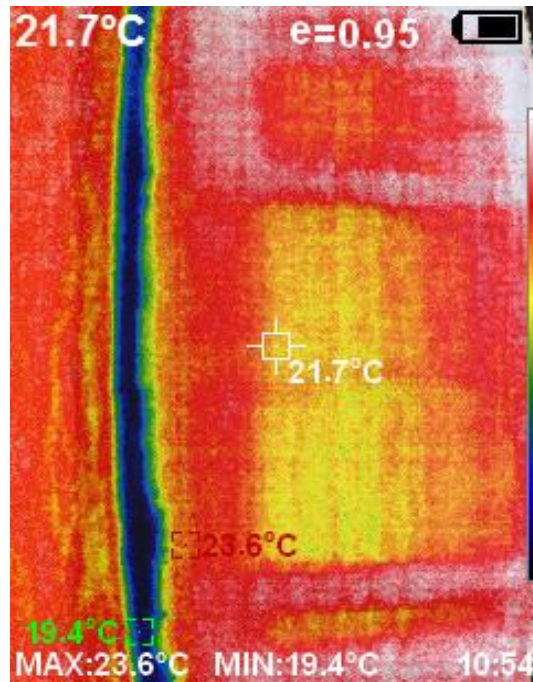


TERMOGRAFIA 2

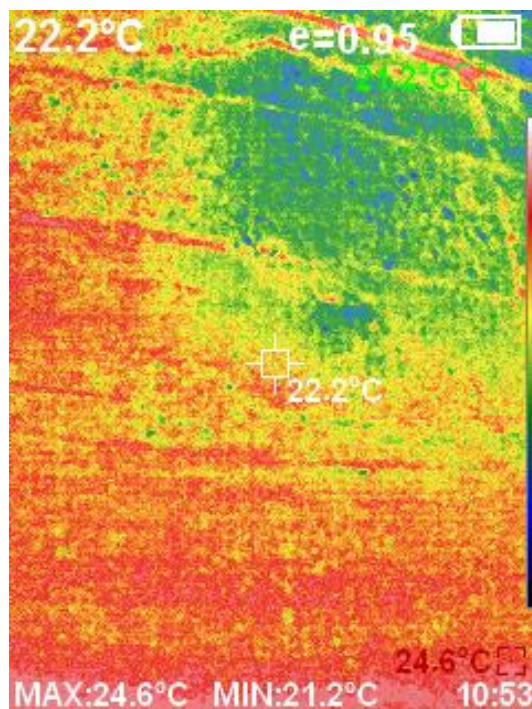
A termografia da face montante da barragem apresenta possível percolação de água no decorrer da estrutura, "umidade ascendente, nos pontos azuis", já na parte vermelha mostra o local onde há os maiores desgastes na estrutura.

TERMOGRAFIA 3

A termografia da face montante da barragem apresenta possível o local de maior desgaste na galeria de tomada de água.

TERMOGRAFIA 4

A termografia da face montante da barragem apresenta desgaste do concreto ou perda de desempenho, nos pontos mais escuros da imagem.

TERMOGRAFIA 5

A termografia apresenta possível presença de umidade no decorrer da estrutura da barragem, por capilaridade.



vedaminas
MasterSeal



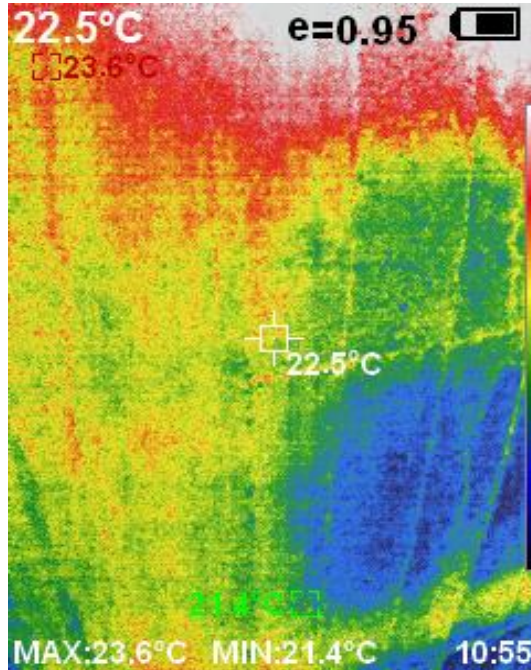
ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



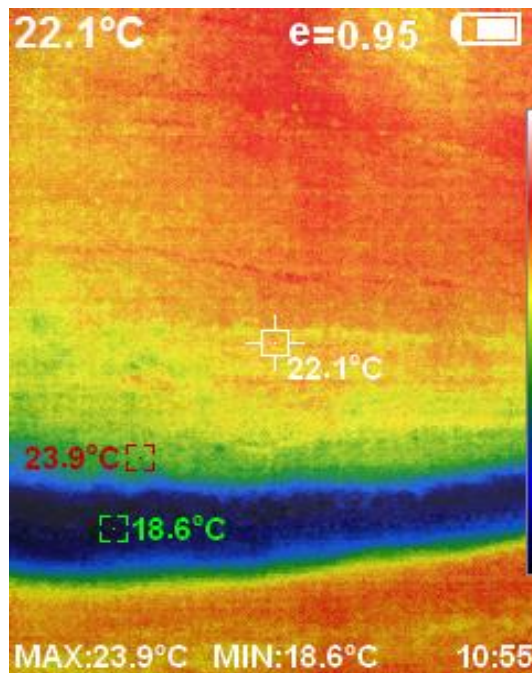
162

TERMOGRAFIA 6

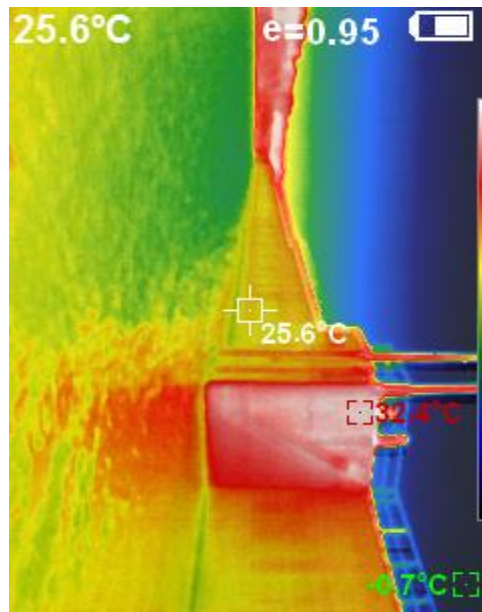


A termografia apresenta possível presença de umidade no decorrer da estrutura da barragem

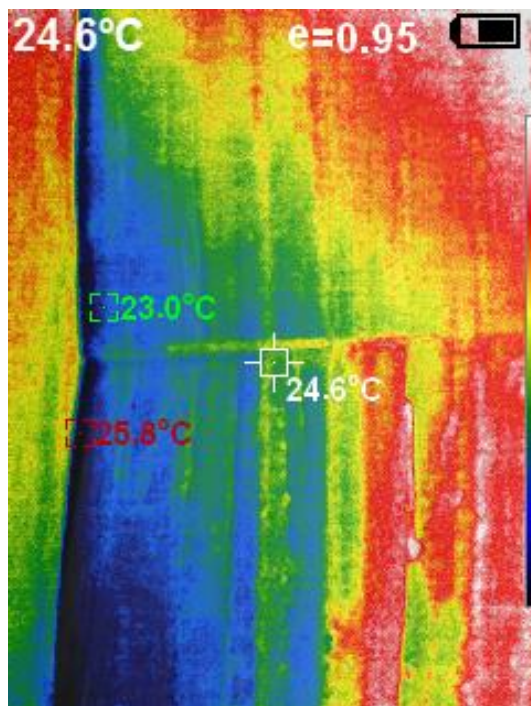
TERMOGRAFIA 7



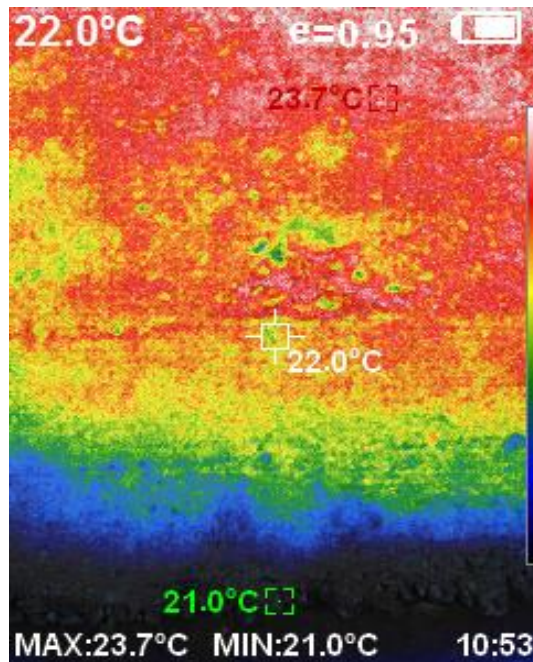
A termografia apresenta possível visualizar as juntas do concreto e também um ponto mais ao centro onde a umidade desgasta na estrutura.

TERMOGRAFIA 8

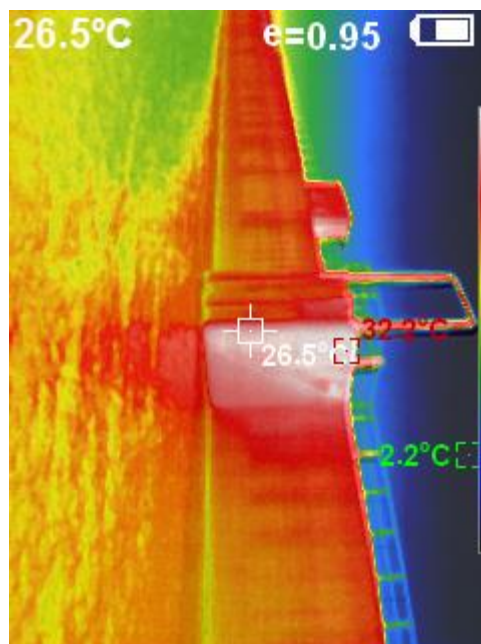
A termografia da face montante da barragem apresenta possível o local de maior desgaste na galeria de tomada de água.

TERMOGRAFIA 9

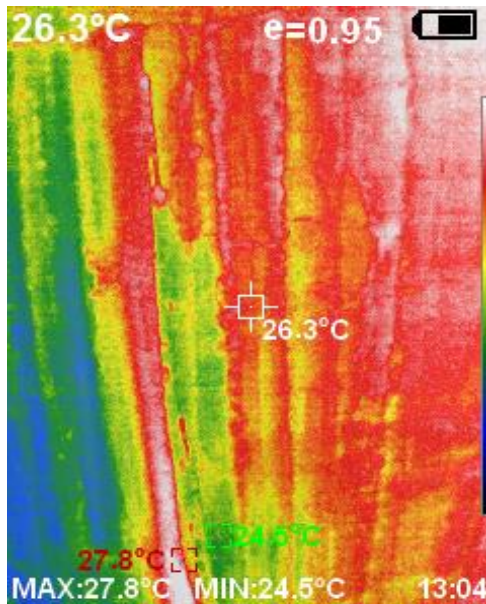
A termografia da face montante da barragem apresenta possível percolação de água no decorrer da estrutura, "umidade ascendente, nos pontos azuis", já na parte vermelha mostra o local onde há os maiores desgastes na estrutura.

TERMOGRAFIA 10

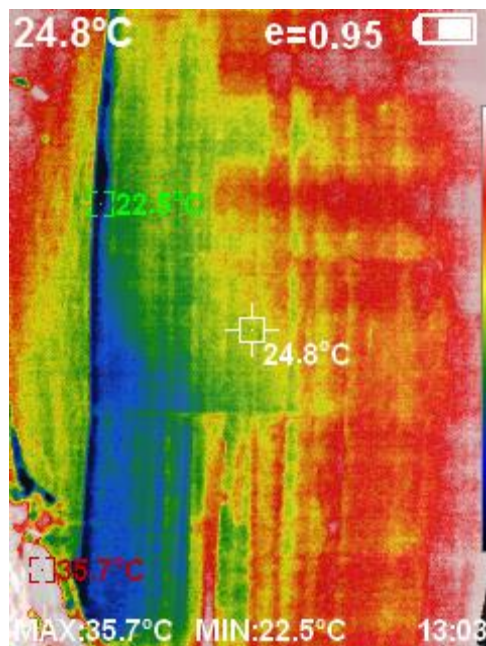
A termografia apresenta possível presença de desgaste excessivo, onde será gerando novos fatores de futuros vazamentos

TERMOGRAFIA 11

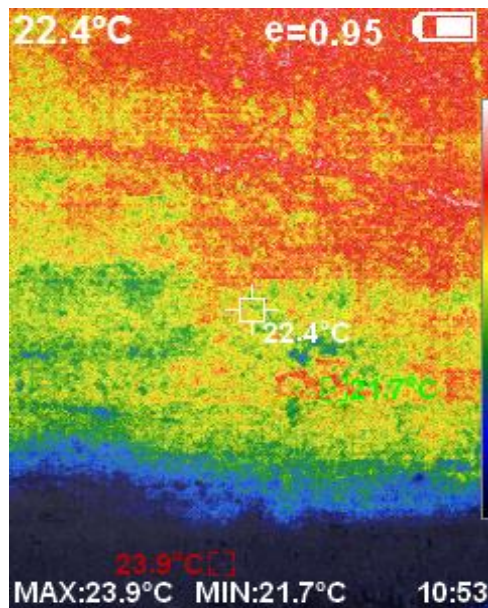
A termografia apresenta possível presença de desgaste excessivo, causado por falta de proteção a estrutura de concreto, (impermeabilização positiva por exemplo)

TERMOGRAFIA 12

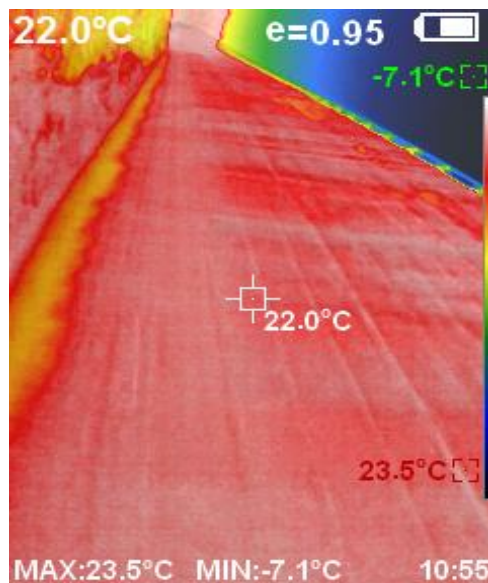
A termografia apresenta possível presença de desgaste excessivo, nas camadas de concreto, falta de proteção concreto exposto diretamente ao meio agressor

TERMOGRAFIA 13

A termografia apresenta possível presença de desgaste excessivo, onde será gerado novos fatores de futuros vazamentos

TERMOGRAFIA 14

A termografia apresenta possível presença de desgaste executível onde será gerado novos fatores de futuros vazamentos

TERMOGRAFIA 15

A termografia apresenta possível presença de desgaste executível onde será gerado novos fatores de futuros vazamentos



8 GRAU DE RISCO ADOTADO

O grau de risco foi adotado de duas maneiras, através da planilha listada acima e por classificação das patologias.

QUANTO À SITUAÇÃO:

NA – Este item Não é Aplicável: O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada.

NE – Anomalia Não Existente: Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado ou não identificado.

PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez: Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.

DS – Anomalia Desapareceu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior não mais esteja ocorrendo.

DI – Anomalia Diminuiu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

PC – Anomalia Permaneceu Constante: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

AU – Anomalia Aumentou: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresenta-se com maior intensidade, ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.



NI – Este item não foi Inspecionado: Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada.

QUANTO A MAGNITUDE:

I - Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela equipe local da barragem

P - Pequena: Anomalia que pode ser resolvida pela própria equipe local da barragem.

M - Média: Anomalia que pode ser resolvida pela equipe local da barragem com apoio da equipe sede do empreendedor ou apoio externo.

G - Grande: Anomalia que só pode ser resolvida com apoio da equipe da sede do empreendedor ou apoio externo.

NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA:

0 - Nenhum: não compromete a segurança da barragem, mas que pode ser entendida como descaso e má conservação.

1 - Atenção: não compromete a segurança da barragem a curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo.

2 - Alerta: risco a segurança da barragem, devem ser tomadas providências para a eliminação do problema.

3 - Emergência: risco de ruptura iminente, situação fora de controle.


Segue a baixo a planilha com os itens inspecionados



Equipamentos de Perícias e Laudos



169

|  SEGURANÇA DE BARRAGEM | | | | |
|--|--|----|---|---|
| A. | INFRAESTRUTURA OPERACIONAL | | | |
| 1 | Falta de documentação sobre a baragem | AU | 1 | G |
| 2 | Falta de material para manutenção | AU | 1 | G |
| 3 | Falta de treinamento pessoal | AU | 1 | G |
| 4 | Precariedade de acesso de veículos | AU | 2 | G |
| 5 | Falta de energia elétrica | AU | 1 | G |
| 6 | Falta de sistema de comunicação eficiente | AU | 2 | G |
| 7 | Falta ou deficiência de cercas de proteção | AU | 2 | G |
| 8 | Falta ou deficiência de placas de aviso | AU | 1 | G |
| 9 | Falta de instrução de equipamentos hidromecânicos | AU | 3 | G |
| Comentários: OS DOCUMENTOS EXISTENTES SÃO OS PLANOS DE SEGURANÇA, E PROJETOS SCANEADOS, FALTA RELATÓRIOS DE MANUTENÇÃO, PLANO DE AÇÕES E PREVENÇÕES, PROJETO DE INSTALAÇÕES ETC... | | | | |
| B. | BARRAGEM | | | |
| B.1 | PARAMENTO DE MONTANTE | | | |
| 1 | Presença de vegetação | AU | 2 | G |
| 2 | Erosão nos encontros das ombreiras | NE | 1 | I |
| 3 | Ocorrência de fissuras, Fendas e brechas no concreto | AU | 3 | G |
| 4 | Ferragem do concreto exposta | AU | 3 | G |
| 5 | Deterioração da superfície do concreto | AU | 3 | G |
| 6 | Juntas de dilatação danificadas | AU | 2 | G |
| Comentários: | | | | |
| B.2 | CRISTA | | | |
| 1 | Ocorrência de fissuras no concreto | AU | 2 | G |
| 2 | Deterioração da superfície do concreto | AU | 2 | G |
| 3 | Juntas de dilatação danificadas | AU | 2 | G |
| 4 | Corrosão nos postes de iluminação | NA | 1 | I |
| Comentários: NÃO A POSTE DE ILUMINAÇÃO A BARRAGEM PRECISA DE INSTALAÇÕES URGENTE. | | | | |
| B.3 | PARAMENTO DE JUSANTE | | | |
| 1 | Sinais de movimento | AU | 2 | G |
| 2 | Ocorrência de fissuras no concreto | AU | 2 | G |
| 3 | Ferragem do concreto exposta | NA | 1 | I |
| 4 | Deterioração da superfície do concreto | AU | 2 | G |
| 5 | Juntas de dilatação danificadas | AU | 2 | G |
| 6 | Sinais de percolação ou áreas úmidas | AU | 2 | G |
| 7 | Vazão nos drenos de controle | AU | 2 | G |
| Comentários: | | | | |

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



vedaminas
MasterSeal



ENC

Equipamentos de Perícias e Laudos



170

| | | | | |
|--|---|----|---|---|
| B.4 | ESTRUTURA VERTENTE | | | |
| 1 | Rachaduras ou trincas no concreto | AU | 2 | G |
| 2 | Ferragem do concreto exposta | AU | 2 | G |
| 3 | Deterioração da superfície do concreto | AU | 2 | G |
| 4 | Descalçamento da estrutura | AU | 2 | G |
| 5 | Juntas de dilatação danificadas | AU | 2 | G |
| 6 | Sinais de deslocamentos das estruturas | AU | 2 | G |
| 7 | Sinais de percolação ou áreas úmidas | AU | 2 | G |
| 8 | Vazão nos drenos de controle | AU | 2 | G |
| 9 | Rachaduras nos muros laterais | AU | 2 | G |
| 10 | Deterioração da superfície do concreto dos muros | AU | 2 | G |
| Comentários: | | | | |
| B.5 | GALERIAS DE INSPEÇÃO | | | |
| 1 | Indicação de movimentos | AU | 3 | G |
| 2 | Deterioração da superfície do concreto | AU | 3 | G |
| 3 | Surgimento de água no concreto | AU | 3 | G |
| 4 | Ferragem do concreto exposta | AU | 2 | G |
| 5 | Rachaduras ou trincas no concreto | AU | 3 | G |
| 6 | Deterioração do portão de acesso | AU | 3 | G |
| 7 | Acesso precário aos instrumentos | AU | 3 | G |
| 8 | Deterioração da instrumentação | AU | 3 | G |
| 9 | Piezômetros entupidos ou defeituosos | NA | I | G |
| 10 | Drenos obstruídos ou funcionando de maneira irregular | AU | 2 | G |
| 11 | Precariedade do acesso à galeria | AU | 3 | G |
| 12 | Falta de manutenção | AU | I | G |
| 13 | Falta de iluminação | AU | 3 | G |
| 14 | Defeitos nas instalações elétricas | AU | 3 | G |
| 15 | Falta de ventilação | AU | 3 | G |
| 16 | Sinais de percolação ou áreas úmidas | AU | 3 | G |
| 17 | Vazão nos drenos de controle | AU | I | G |
| 18 | Vazão elevada nos drenos de alívio | AU | I | G |
| Comentários: NÃO HÁ PIEZOMETROS, OU QUALQUER MEDIDORE DE SEGURANÇA FUNCIONANDO EM PERFEITO ESTADO, NÃO INSTALAÇÕES ELETRICAS | | | | |
| B.6 | INSTRUMENTAÇÃO | | | |
| 1 | Acesso precário aos instrumentos | AU | 3 | G |
| 2 | Piezômetros entupidos ou defeituosos | AU | 3 | G |
| 3 | Marcos de referência danificados ou em falta | AU | 3 | G |
| 4 | Medidores de vazão defeituosos | AU | 3 | G |
| 5 | Outros instrumentos danificados | AU | 2 | G |
| 6 | Falta de instrumentação | AU | 3 | G |
| Comentários: | | | | |

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



Além disso, foi utilizada outra classificação mostrada abaixo.

O grau de risco é fator determinante durante o processo de elaboração e execução de um laudo de inspeção. Baseadas nessa classificação, as anomalias e falhas são agrupadas de acordo com o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e da estrutura.

As manifestações patológicas são classificadas segundo os seguintes graus de risco:

- **Crítico:** Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.
- **Regular:** Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da estrutura sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce.
- **Mínimo:** Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

De acordo com os critérios propostos por essa Norma de Inspeção para classificação das anomalias e falhas quanto ao grau de risco e conforme as observações efetuadas durante as vistorias, determinou-se que o grau de risco do objeto deste trabalho é **CRÍTICO, havendo risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade, causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil. Entrando em estados Limite de Serviço (ELS) “são aqueles relacionados ao conforto do usuário e à durabilidade, aparência e boa utilização das estruturas,**

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



seja em relação aos usuários, seja em relação às máquinas e aos equipamentos suportados pelas estruturas. ” Metodologia GUT

Segue abaixo a planilha com as manifestações patológicas identificadas na vistoria e também a análise com orientações de como estas devem ser abordadas.

Após a identificação de cada manifestação patológica observada, essas foram classificadas e pontuadas em consonância com a metodologia **IBAPE** e **GUT** a fim de orientar os responsáveis pela embarcação por meio de uma hierarquização das prioridades a serem sanadas com foco na segurança.

Figura 117 - Tabela de valores de pontuação da classificação método GUT.

| GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 = SEM GRAVIDADE | 1 = NÃO TEM PRESSA | 1 = NÃO VAI PIORAR |
| 3 = POUCO GRAVE | 3 = PODE ESPERAR UM POUCO | 3 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO |
| 6 = GRAVE | 6 = O MAIS CEDO POSSÍVEL | 6 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO |
| 8 = MUITO GRAVE | 8 = COM ALGUMA URGÊNCIA | 8 = VAI PIORAR EM POUCO TEMPO |
| 10 = EXTREMAMENTE GRAVE | 10 = AÇÃO IMEDIATA | 10 = VAI PIORAR RAPIDAMENTE |

Autor : Tabela 1 - Classificação GUT (IBAPE)

Abaixo, seguem as principais manifestações já classificadas de acordo com a prioridade segundo a metodologia de classificação GUT.

Figura 118 – classificação das patologias

| Nº | MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA | POSSÍVEIS CAUSAS / PROBLEMAS | POSSÍVEL SOLUÇÃO | G | U | T | Prioridade |
|----|---------------------------------------|---|---|----|----|----|------------|
| 1 | Corrosão na Armadura | Carbonatação, redução do pH abaixo de 9 e umidade ou ataque de sulfatos, carbonatação do concreto | Executar tratamento conforme proposta de correção. | 10 | 10 | 10 | 30 |
| 2 | Pontos de infiltração | Patologias de infiltração de água no maciço e sistema de impermeabilização | Realização de novo sistema de impermeabilização, injeção de gelpolímeros, seguindo as normas técnicas. | 10 | 10 | 10 | 30 |
| 3 | Manchas de Eflorescência | Contato do concreto com água, solubilidade do hidróxido de cálcio (Ca(OH ₂)) e perda de alcalinidade. | Estancar a infiltração e lavar com produto específico e jato alta pressão | 8 | 8 | 8 | 24 |
| 4 | Carbonatação e ataques químicos | CO ₂ e infiltração e porosidade no concreto, sulfatos | Estancar a infiltração, remover a camada carbonatada ou atacada, lixamento e tratamento da superfície. | 8 | 8 | 8 | 24 |
| 5 | Destacamento e fissuras na estrutura. | Expansão da seção transversal da armadura que está em processo corrosivo. | Remoção da camada de proteção e limpeza e recobrimento, injeção de epóxi para consolidar, ou gelpolímero para estancar. | 8 | 8 | 8 | 24 |



Equipamentos de Perícias e Laudos



174

| | | | | | | | |
|---|--|---|---|----|---|---|----|
| 6 | Manchas escuras e Bolor | Colônias de fungos filamentosos, Umidade elevada de infiltração e diminuição do pH possibilitam o aparecimento. | Limpeza com solução de hipoclorito e jato alta pressão | 10 | 8 | 8 | 26 |
| 7 | Piso | Trincas e fissura ao longo do piso, piso exposto ao meio agressivo | Jateamento do piso, recomposição com argamassa polimérica e aplicação de pintura protetiva. | 8 | 6 | 6 | 20 |
| 8 | Acesso a barragem e sinalização, cercamento e galerias | Muita vegetação, pessoas acessando para pelas e demais atividade. | Construção de uma rampa de acesso as galerias, instalação de mais placas e avisos, e manutenção na cerca existente. | 8 | 6 | 6 | 20 |
| 9 | Instalações e segurança | Oxidação das tubulações e falta de instalações | Projeto e adicionar os equipamentos conforme o solicitado nele | 8 | 8 | 8 | 24 |

Autor : Tabela 2 - Planilha GUT



9 ANÁLISE E CONCLUSÃO

Como mencionado na inspeção visual, as manifestações patológicas nem sempre estão associadas a uma única causa, sendo em geral, resultante de um conjunto de fatores, com predominância de um deles. Cabe enfatizar que os trabalhos devem ser realizados com **CARÁTER DE URGÊNCIA**.

A durabilidade é resultado da interação das estruturas de concreto com o ambiente, das condições de uso, de operação e, inclusive, de manutenção. Assim, para avaliar o desempenho das construções, são utilizadas inspeções visuais associadas a ensaios de campo tornando possível identificar as causas das manifestações patológicas e escolher as técnicas de recuperação e de proteção mais adequadas e de melhor custo-benefício para a manutenção da edificação (Mota, 2011).

Na inspeção visual e nos ensaios e resultados é possível destacar as anomalias e falhas exógenas, funcionais ao longo de toda a estrutura. Estas são originárias de falhas no sistema de manutenção e cuidados, aquelas de degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e consequente término da vida útil. Foram detectadas também outras falhas, como a perda de seção das tubulações de alívio, oxidação das válvulas e rede de trincas e fissuras ao longo do piso, falta de impermeabilização etc...

Observa-se adiante, no subtítulo, trincas, exposição da armação, oxidação da mesma e perda de seção, destacamento do concreto, acúmulo de algas e o desgaste do sistema de impermeabilização ao qual não atende mais o seu desempenho. A falta do sistema de impermeabilização, falta da camada de proteção mecânica no contrapiso e o contato direto com água criam dois fenômenos geradores de patologia na estrutura da barragem: **a percolação de água por capilaridade e a condensação dela no interior (galerias).**



A capilaridade e a pressão hidrostática absorvem e transportam a água em forma líquida e gasosa através dos poros do concreto por sua rede de capilares. A água que percola no interior da estrutura é condensada no interior da barragem.

Esses fatores podem ter ocasionado os fenômenos que encontramos no relatório fotográfico, como lixiviação do concreto, despassivação por ação de cloretos, expansão por cloretos, carbonatação do concreto, destacamento do concreto, e oxidação das barras de aço, eflorescência, bolor e desconfortos, trincas geradas pelo acúmulo de massa de água etc...

A estrutura está com o grau de risco crítico e devem ser tomadas as medidas e as correções com caráter de **urgência**, para evitar risco ao meio ambiente, às pessoas e à estrutura.

Falhas encontradas:

De 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.

De execução: Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela má execução.

Falhas Gerenciais: Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção.

Além disso, com a ajuda da pacometria, podemos observar que todos cobrimentos inferiores a “camada de proteção” para as áreas de contato direto com os agentes agressores provocam a despassivação do concreto, gerando a corrosão interna do aço. Vale ressaltar também que o cobrimento das armaduras e o controle da fissuração minimizam o efeito por ação de cloretos.



Equipamentos de Perícias e Laudos



177

Por seguinte, todos os cobrimentos inferiores a 30 mm estão na galeria de tomada de água, área na qual é mais atacada e apresenta os maiores desgastes. Esses cobrimentos devem ser restabelecidos e ter sua armação reparada, para garantir a vida útil da estrutura da galeria de tomada de água.

Após observarmos que a armação está exposta ao meio agressor apenas na galeria de tomada de água, prosseguimos para os ensaios de dureza superficial do concreto, a esclerometria ao longo de toda barragem. Ela forneceu parâmetros de homogeneidade do concreto até 2 cm de profundidade, porém foi o ensaio de ultrassonografia estrutural, defeitos & falhas e resistência a compressão que forneceram valores mais precisos e incisivos informando que à 12/15 dos pontos a defeitos e falhas ou que não estão íntegros na parte montante da estrutura.

A partir da página 85, os testes de resistência informaram que em 31,25% dos pontos ensaiados a resistência são menores do que o aceitável para a norma atual de 2014 para um grau de agressividade 2. Contudo, esse percentual não corresponde ao valor de dimensionamento da época, que era de 15 Mpa. Deste modo, apenas 3 amostras não atingiram a resistência esperada 18,75% informando assim um desgaste, deterioração ou degradação do concreto.

Também em inspeção visual, foram encontradas 11 brechas e o restante entre trincas, fendas e rachaduras, fendas ao longo da barragem.

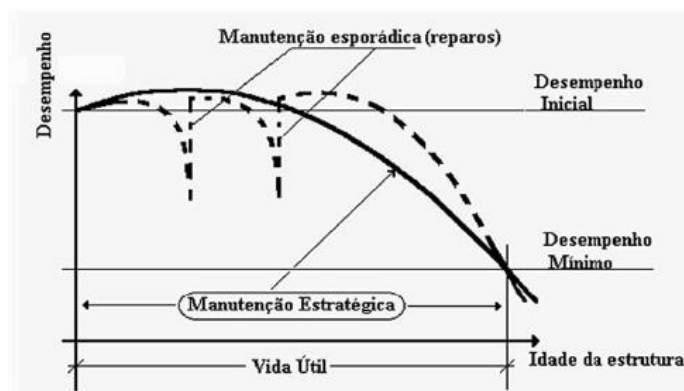
Cabe observar em seguida que esses fatores geraram a necessidade de reparos de grande monta. Esses são trabalhos especializados que só devem ser executados por pessoal técnico qualificado. Eles podem ser divididos em 3 em 3 grupos básicos, sendo eles encontrados na estrutura da barragem, a renovação integral do pavimento “piso”, instalação de novo sistema de impermeabilização e proteção, e a execução de reparos estruturais, os projetos e instalação da instrumentação da barragem, e a rampa de acesso para as galerias. O grau de criticidade e de prioridades deve ser levado extremamente a sério para evitar possíveis danos e falhas.

Decisão de recuperação ou não da estrutura?

Como observamos, a avaliação técnico-econômica dos sistemas de recuperação a adotar e a oportunidade (época apropriada) para a execução dos serviços são elementos determinantes para a definição da decisão a ser tomada. Assim, quanto mais apropriada for a política de manutenção, mais fundamentada será a decisão.

As inspeções técnicas e a estratégia de manutenção visam definir como e a que razão uma determinada estrutura está a degradar-se, de forma a estabelecer a necessidade dos eventuais reparos e quando estes devem suplantiar o desempenho inicialmente esperado para a estrutura e, por fim, para que se mantenha ou até se estenda a vida útil da mesma, como se pode observar no esquema.

Figura 119 –Desempenho da estrutura X por manutenção.

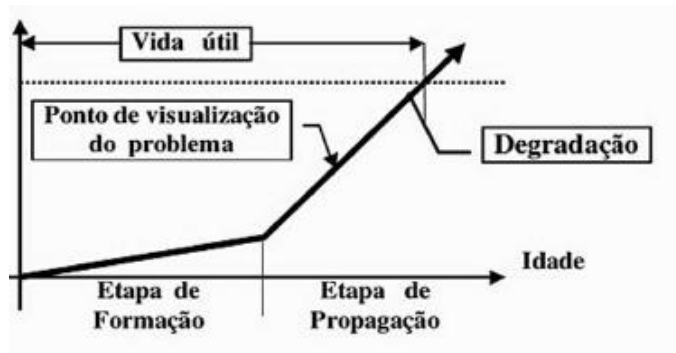


Fonte: Patologia e Recuperação estrutural

A diante, e pelo que vimos nos ensaios tecnológicos e na inspeção visual a estrutura da BARRAGEM DE COVAS DA MANDIOCA, está na etapa de propagação de manifestações patológicas. Geralmente está associada as manutenções esporádicas, ESSA A QUAL SERÁ FEITA, citadas no gráfico partindo do princípio que o ponto de identificação visual dos problemas estruturais normalmente ocorre já

a meio caminho da etapa de propagação dos mesmos, como se pode observar no esquema genérico mostrado.

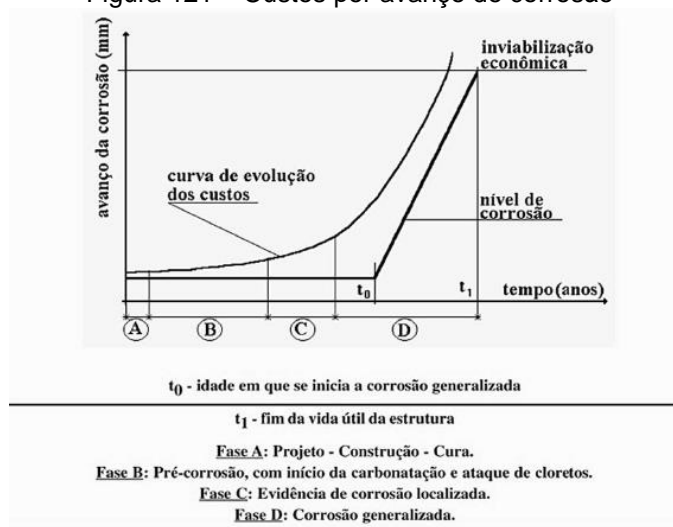
Figura 120 – Degradação da estrutura



Fonte: Patologia e Recuperação estrutural

Podemos inferir que a estrutura se encontra no término da fase C ou no início da fase D pelas manifestações encontradas ao longo deste trabalho e evidenciadas nos ensaios e inspeções, ocasionando assim maiores custos de reparos segue o diagrama abaixo.

Figura 121 – Custos por avanço de corrosão

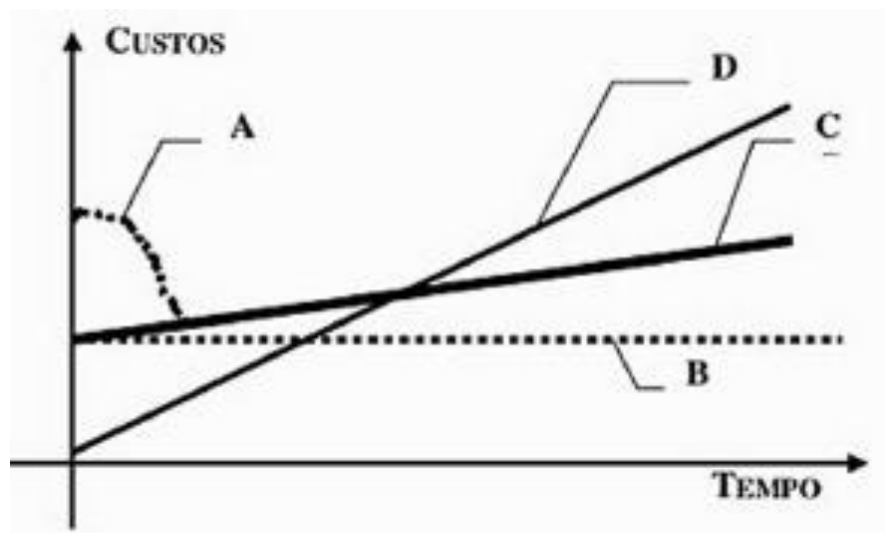


Fonte: Patologia e Recuperação estrutural



Para finalizar, deixo aqui um Trecho da Lei dos cinco muito utilizada nas engenharias, *“Um dólar não gasto para garantir qualidade na fase A será cinco dólares gastos em manutenção preventiva na fase t_1 , ou vinte e cinco dólares para a manutenção corretiva na fase C, ou, por fim, cento e vinte e cinco dólares de recuperação/reforço na fase D.”*

Figura 122 – Curva de custo para cada etapa



Fonte: Patologia e Recuperação estrutural

- A - Custo de reparação de defeitos originais, de projeto ou construção.
- B - Custo fixo de um sistema de inspeções programadas.
- C - Custo de um sistema de manutenção estratégica, com base resultado das inspeções programadas.
- D) - Custo de manutenção esporádica, sem inspeções.



10 PROPOSTA DE CORREÇÃO

Neste item será mostrado a proposta de correção das manifestações patológicas encontradas já mostradas e identificadas no GUT, capítulo anterior. Destaco ainda que os trabalhos devem respeitar o dimensionamento conforme as normas técnicas vigentes. Aqui será mostra a correção das anomalias encontradas no referido trabalho citadas na GUT, de forma mais detalhada.

Projeto básico e executivo para a impermeabilização das paredes montantes, a jusantes, **prioridade urgente.**

Projeto básico e executivo para instalações elétricas, hidráulicas e de exaustão, **prioridade urgente.**

Projeto básico e executivo para instalação de rampa de acesso as galerias, **prioridade urgente.**

Projeto básico e executivo para instalação de equipamentos de segurança e instrumentação da barragem, **prioridade urgente.**

Projeto de sinalização e segurança para evitar acesso de pessoas aleias, **Prioridade urgente.**

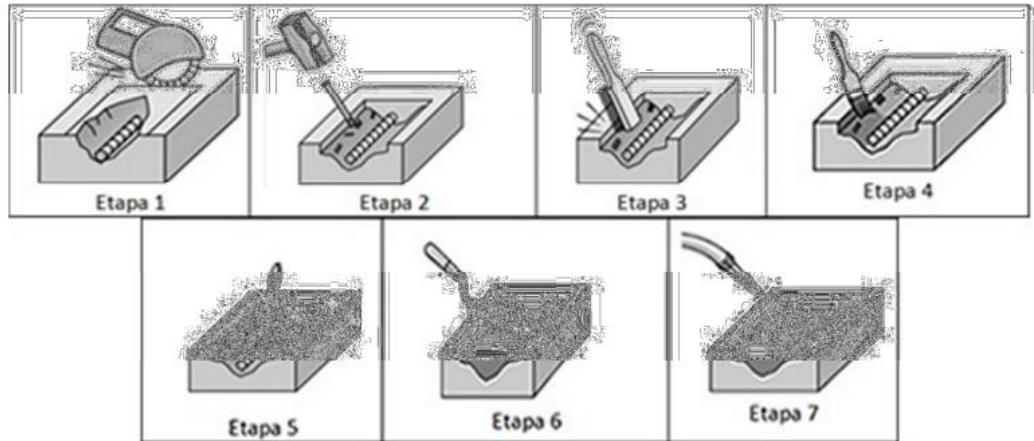
I. Destacamento do concreto e corrosão da armadura, carbonatação.

Por isso, serão apresentados abaixo alguns procedimentos recomendados para as manifestações patológicas identificadas.

1) Carbonatação e Oxidação de armadura:

A sequência de atividades é mostrada na ilustração da figura abaixo:

Figura 123 - Passos de tratamento de estrutura

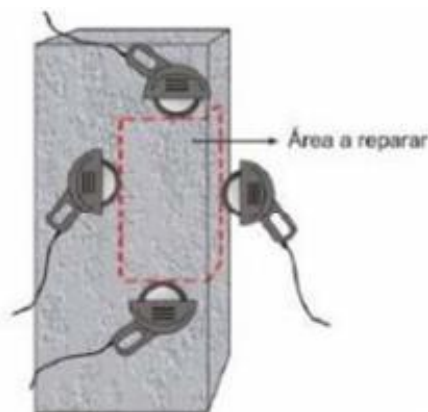
(fonte: www.aecweb.com.br⁴)

Seguem os passos indicados pelo autor MARQUES, 2015.

Etapa 1: Delimitação de contorno do reparo

Marcação da área a receber intervenção de acordo com o grau de severidade.

Figura 124 - Corte de concreto



Etapa 2: Remoção do material deteriorado: remoção do concreto por meios manuais, com o auxílio de martelo e talhadeira.

Figura 125 - Demolição

(fonte: SILVEIRA, 2009⁶)

A demolição deve expor toda a ferragem danificada até poder ser vista a parte “sadia”.

Etapa 3: Limpeza: Helene (1992, p. 85) afirma que diversos autores consideram a fase de preparação e limpeza do substrato responsáveis por pelo menos 50% do sucesso de uma recuperação ou reforço.

As maneiras mais usuais deste método são por escovação, lixamento ou jateamento de materiais abrasivos.

Figura 126 - Escovação de armaduras



(fonte: SILVEIRA, 2009)



Etapa 4: Preparação da camada de aderência:

Remoção do material contaminado, limpeza do substrato

Etapa 5: Revestimento da armadura (pintura):

Deve ser adicionado à armadura de barreiras físicas cuja finalidade é isolar a estrutura do contato com agentes agressivos, controlando o acesso de umidade e oxigênio até a armadura. A pintura é o principal meio de proteção de componentes metálicos.

Figura 127 - Pintura de ferragens

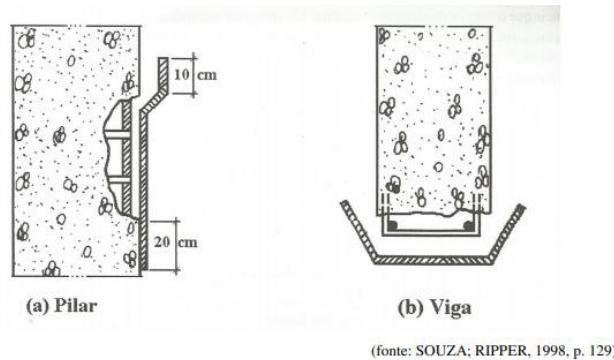


(fonte: NAKAMURA; FARIA, 2013)

Etapa 6: Recomposição do concreto

Recomposição com enchimento de concreto com fck igual ou superior ao existente na viga original.

Figura 128 - Forma de Concretagem



II. TÉCNICA DE INJEÇÃO DE FISSURAS PARA AS LAJES E VIGAS

As fissuras com abertura superior a 0,1 mm devem ser injetadas, procedimento que é sempre feito sob baixa pressão ($< 0,1$ MPa), com exceção dos casos em que as aberturas já são superiores a 3,0 mm e não muito profundas, quando é admissível o enchimento por gravidade.

Entende-se por injeção a técnica que garante o perfeito enchimento do espaço formado entre as bordas de uma fenda, independentemente de estar injetado para restabelecer o monolitismo de fendas passivas, casos em que são usados materiais rígidos, como epóxi ou grouts, ou para a vedação de fendas ativas, que são situações mais raras, em que se estarão a injetar gelpolímeros hidroativados.

As resinas epoxídicas são as preferidas na grande maioria dos casos em que se pretende injetar fissuras inativas, por serem produtos não retráteis, de baixa viscosidade, alta capacidade resistente e aderente, e bom comportamento em presença de agentes agressivos, além de endurecerem muito rapidamente e de continuarem a manter suas características básicas mesmo quando carregadas com "fillers". São usualmente fornecidas em dois componentes líquidos - as epóxi bi componentes são de qualidade superior às monocomponentes da mesma categoria - quais sejam, a resina, propriamente dita, e o endurecedor, que apropriadamente



misturados (normalmente em misturadores elétricos ou pneumáticos de baixa rotação), homogeneizam-se em um tempo da ordem dos 2 a 3 minutos.

A seleção do tipo de resina epoxídica a utilizar deverá contemplar basicamente três aspectos, além das garantias de qualidade básicas (ausência de retração, aderência, resistência, etc.), sendo função direta da patologia do quadro fissuratório com o qual se está lidando:

- viscosidade;
- módulo de elasticidade;
- "pot-life" da mistura, ou seja, coeficiente de polimerização, a ser regulado em função da temperatura ambiente, principalmente.

Pimentel e Teixeira (1978) sugerem que, em termos de viscosidade, adote-se: para abertura de fissuras $0) < 0.2 \text{ mm}$, resinas epóxi líquidas bastante fluidas, com viscosidade em torno dos 100 cps a 20°C ;

- para $0,2 \text{ mm} < \varphi < 0,6 \text{ mm}$, resinas epóxi líquidas com viscosidade máxima de 500 cps a 20°C ;

- para $0,6 \text{ mm} < \varphi < 3,0 \text{ mm}$: resinas epóxi líquidas com viscosidade máxima de 1500 cps a 20°C ;

- para $\varphi > 3,0 \text{ mm}$, resinas epóxi puras ou com carga.

1º) abertura de furos ao longo do desenvolvimento da fissura,

Com diâmetro da ordem dos 10 mm e não muito profundos (30 mm), obedecendo a espaçamento que deve variar entre os 50 mm e os 300 mm, em função

da abertura da fissura (tanto maior quanto mais aberta esta for), mas sempre respeitando um máximo de 1,5 vezes a profundidade da fissura, conforme mostrado na figura.

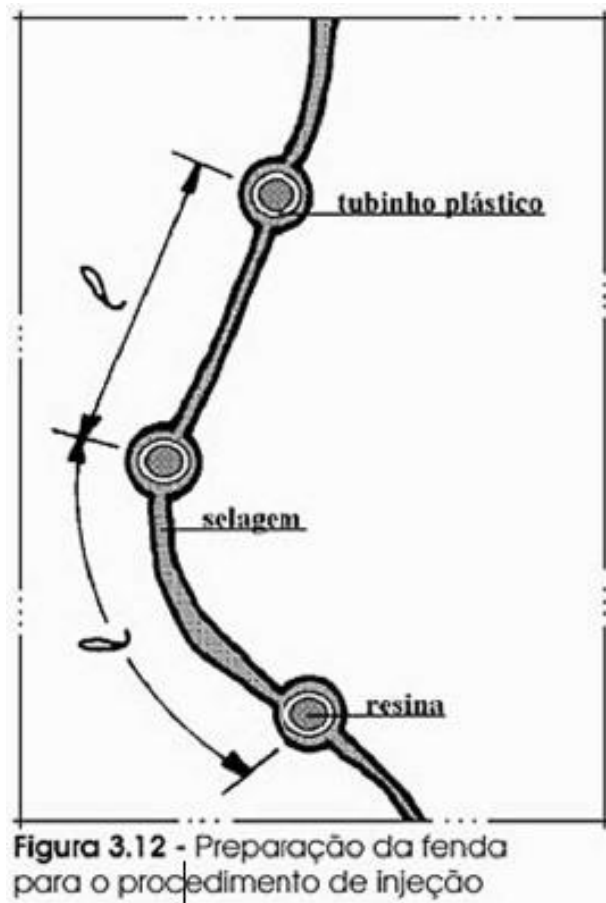


Figura 3.12 - Preparação da fenda para o procedimento de injeção

2º) exaustiva e consciente limpeza da fenda - ou do conjunto de fissuras, se for o caso - e dos furos, com ar comprimido, por aplicação de jatos, seguida de aspiração, para remoção das partículas soltas, não só as originalmente existentes (sujeiras) mas também as derivadas da operação de furação;

3º) nos furos, são fixados tubinhos plásticos, de diâmetro um ponto inferior ao da furação, com parede pouco espessa, através dos quais será injetado o produto. A fixação é feita através do próprio adesivo que selará o intervalo de fissura entre dois furos consecutivos (ver Fig. 3.12);



4º) a selagem é feita pela aplicação de uma cola epoxídica bi componente, em geral aplicada a espátula ou colher de pedreiro. Ao redor dos tubos plásticos, a concentração da cola deve ser ligeiramente maior, de forma a garantir a fixação deles.

A selagem tem o objetivo de arrematar a injeção, protegendo a própria resina. Assim, a cola deve ser aplicada com cuidado, apertando-se com firmeza, através da espátula, todo o material aplicado, cuja espessura deve ser da ordem de 1 mm a 5 mm, sendo tão mais fina quanto mais elevada for a temperatura. Acima de 30°C, o "pot-life" da cola é da ordem de 20 minutos, e, nesta temperatura, a cola tende a escorrer. O consumo médio é de 2 kg de mistura para uma película de 1 mm, sobre 1 m². A densidade média destas colas é de 1,6. É fundamental que a cola epoxídica tenha garantidas as suas qualidades de resistência ao intemperismo e a ação dos agentes agressivos, de aderência às bases sobre as quais foi aplicada, de deformabilidade e de recuperação elástica. A selagem deve ser protegida de agressões mecânicas por um período de 12 horas;

5º) antes de se iniciar a injeção, a eficiência do sistema deve ser comprovada, o que pode ser feito pela aplicação de ar comprimido, testando então a intercomunicação entre os furos e a efetividade da selagem. Se houver obstrução de um ou mais tubos, será indício de que haverá necessidade de redução do espaçamento entre eles, inserindo-se outros a meio caminho;

6º) testado o sistema e escolhido o material, a injeção pode então iniciar-se (ver Fig. 3.13), tubo a tubo, sempre com pressão crescente, escolhendo-se normalmente como primeiros pontos aqueles situados em cotas mais baixas.



Quando estiver a injetar através de um determinado tubo, o tubo imediatamente a seguir deve estar aberto, devendo-se prosseguir a injeção até a evidencia da saída do material por ele.

Sempre que haver dificuldades, verifique na entrada da resina, a pressão de injeção terá que ser mantida por períodos mais dilatados (15 minutos), devendo ser suspensa caso a pressão se eleve em demasia ou quando não seja observada nenhuma pressão, o que caracterizaria fuga de resina.

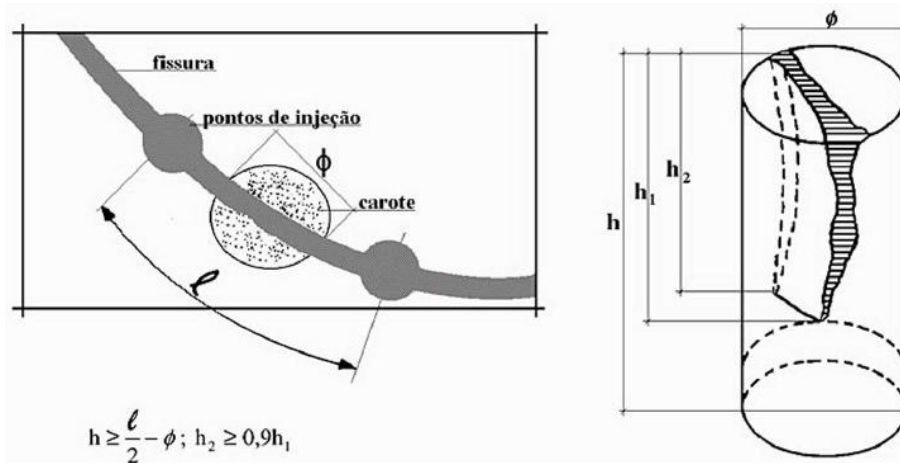
Havendo sucesso na primeira etapa de injeção, ou seja, com a saída da resina pelo tubo imediatamente a seguir, veda-se o primeiro tubo, passando-se a injetar pelo segundo, com o terceiro aberto, e assim sucessivamente.

Os tubinhos de plástico devem ser conservados de meio dia a um dia após o término da injeção, quando serão removidos, promovendo-se a regularização dos locais onde estavam fixados com a própria cola de injeção.

Não havendo sucesso pleno da injeção, pode-se tentar fazê-la por etapas, sistema que se caracteriza por aproveitar o próprio endurecimento do material que já foi injetado para conseguir reduzir a possibilidade de fugas.

O controle de qualidade dos serviços de injeção deve atender a duas inspeções distintas:

- Recepção dos materiais, é fundamental a observação da garantia de fabricação, certificado de origem e comprovação das qualidades e características básicas (cor, viscosidade, módulo de elasticidade, resistência, etc.);



Figuras 3.14 - Avaliação da eficiência de injeção de fissuras por inspeção em testemunhos

- comprovação da efetividade da injeção, o que é feito pela retirada de testemunhos, que compreendam de preferência a totalidade da profundidade da fissura, possibilitando observação a olho nu ou com a ajuda de uma lupa. Admite-se que a injeção tenha sido satisfatória quando pelo menos 90% do comprimento da fissura visível testemunho estiver injetado (Figuras 3.14).



IMPERMEABILIZAÇÕES POR MEIO DE INJEÇÕES DE GELPOLÍMEROS

1- Mobilização de pessoal e equipamentos

2 – Limpeza superficial para perfeita identificação dos pontos que apresentam percolações

3– Perfuração e instalação de bicos de injeção

4– Injeção de Espuma Hidro expansiva

5- Limpeza das áreas a serem impermeabilizadas

6 – Tamponamento dos orifícios abertos para instalação dos bicos com argamassa de pega ultra rápida

7 - Injetar o gel, caso a percolação continue posteriormente a injeção executada

8-Todas as áreas a serem impermeabilizadas serão fotografadas antes e após a execução dos trabalhos.

9 - Limpeza das áreas onde houve trabalho e retirada de entulho conduzindo ao bota fora.

10 – Desmobilização

1ª Etapa – Estudo das Fissuras e Trincas

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



Equipamentos de Perícias e Laudos



192

Análise, identificação e demarcação das juntas, trincas e/ou fissuras.

2ª Etapa - Escolha do Material

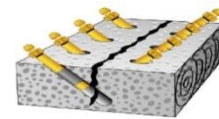
(Espuma hidroeactiva) Injetar quando houver fluxo de d'água na forma de jorros ou merejamentos.

(Gel) – Injetar logo após a injeção de espuma promovendo a colmatação quando houver fluxo d'água capilar com manifestação de umidade utilizar após a espuma.

Não havendo fluxo d'água utilizar somente o gel.

3ª Etapa- Escolha dos Bicos de Injeção

- Bicos de perfuração para injeção em Juntas, trincas e/ou fissuras.



Bicos de Perfuração

4ª Etapa – Perfuração e instalação dos bicos de injeção.

A trinca e/ou fissura deverá ser perfurada a 45° em relação à superfície e os furos serem dispostos em diagonal (formando zig-zag) no espaçamento que poderá variar de 10 a 20 cm. Nesses furos deverão ser instalados os bicos obturadores.

5ª Etapa – Preparação do produto

As resinas de GELPOLÍMERO são fornecidas em embalagens separadas, sendo uma base (componente A) e um endurecedor ou catalisador (componente B). As resinas de poliuretano devem ser preparadas conforme as proporções definidas nas fichas técnicas de cada produto. Antes



Equipamentos de Perícias e Laudos



193

da injeção é essencial que os componentes sejam cuidadosamente misturados por profissionais treinados e capacitados.



Equipamentos de Perícias e Laudos



194

6ª Etapa – Aplicação

Para aplicação dos produtos será necessária uma bomba de injeção. Para a injeção de gelpolímero utiliza-se uma bomba conforme figura ao lado. A bomba deverá ser conectada a uma fonte de energia 110 v.

Antes do início dos procedimentos de injeção deverão ser colocados no reservatório da máquina uma quantidade de solvente suficiente para lubrificação dos componentes da bomba (nunca se deve iniciar o funcionamento da bomba sem algum líquido). Depois da limpeza inicial, o reservatório deve ser cheio com a resina misturada. É necessário que se proceda a sangria do solvente até que a resina complete todo o sistema. A cada término da aplicação deverá ser inserido o mesmo solvente para limpeza e remoção de resíduos.

A injeção será iniciada por um bico injetor até que o produto seja visível no próximo bico. A pistola de injeção é então retirada e inserida no próximo bico obturador dando continuidade ao processo de injeção.



7ª Etapa - Remoção dos bicos e vedação dos furos

Depois de realizada a injeção, os bicos devem ser retirados afrouxando-se o parafuso para romper os mesmos na junta.

O restante do obturador não precisa ser retirado.

Posteriormente tamponar o orifício da injeção com argamassa cristalizante.



195

8ª Etapa – Limpeza

Limpeza do local da obra.



III. IMPERMEABILIZAÇÃO POSITIVA E NEGATIVA NA BARRAGEM

A impermeabilização positiva deve ser feita no período da seca ou caso a CODEVASPF consiga fazer um desvio de água ou descarga para realizar o tratamento de forma correta, deve respeitar as normas vigentes de impermeabilização.

Na parte montante deverá ser realizada tanto direta como indireta.

A impermeabilização deverá ser executada após o tratamento, limpeza e revitalização das partes que antecede.

A indicação é que faça um sistema de impermeabilização flexível.

Esta deve ser executada por profissional habilitado pelo Crea, este também deve fazer o projeto de impermeabilização e emitir um laudo de impermeabilização e registro dos serviços prestados na entidade.

O executante do serviço deverá respeitar no mínimo as seguintes normas

- ABNT NBR 9575:2010 - Impermeabilização - Seleção e projeto;
- ABNT NBR 9574:2008 - Execução de impermeabilização;
- Também a norma do tipo de impermeabilização escolhida;

Segue abaixo um modelo de sistema para a impermeabilização das peças retirado do manual do IBI “Instituto Brasileiro Impermeabilização”.

Informo também que o sistema escolhido deve conter algum polímero, membrana ou geosintético ou similar a estes, capaz de melhorar o desempenho causado pelas falhas e nicho internos de concretagens identificados nos ensaios.



197

Sistema de impermeabilização com argamassa polimérica

O responsável pela impermeabilização também deverá respeitar as diretrizes e especificações do fabricante, segue imagens logo abaixo.

Material necessário



- cimento especial + resina acrílica;
- par de luvas;
- trincha ou brocha;
- tesoura;
- tela de poliéster;
- pistola aplicadora;
- mastique à base de resinas acrílicas.

Passo 1



Antes de iniciar a aplicação, o substrato deverá apresentar-se limpo. Não pode haver qualquer parte solta ou desagregada, nata de cimento, óleos e desmoldantes. Para promover a limpeza necessária, faça uma lavagem com escova de aço e água ou jato d' água de alta pressão. Ninhos e falhas de concretagem deverão ser tratados previamente com argamassa de cimento e areia (traço 1:3). Umedeça o local de aplicação com auxílio da trincha ou brocha sem encharcar a superfície.



Equipamentos de Perícias e Laudos



199

Passo 2



Despeje a resina acrílica (A) em um balde limpo. Adicione o cimento polimérico (B) aos poucos e misture até obter uma massa homogênea. Respeite sempre o tempo de mistura indicado no produto. Quando utilizado processo mecânico, a recomendação usual é misturar por 3 minutos. Já quando utilizado processo manual, a mistura deve ser feita por 5 minutos. Não se esqueça de que em hipótese alguma deve ser adicionada água na mistura.

Atenção: Uma vez misturados os componentes A+B, o tempo de utilização desta mistura não deve ultrapassar o período.

00:60

Passo 3



Com auxílio de uma trinchadeira, aplique as demãos em sentido cruzado, em camadas uniformes. Siga a orientação do fabricante do produto em relação à quantidade de demãos. Quando necessário, arredonde os cantos. É importante que o produto seja aplicado de maneira uniforme.



Equipamentos de Perícias e Laudos



200



IV. SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO MECÂNICA E JUNTAS DE DILATAÇÃO.

Essa parte junto com novo tratamento das juntas de dilatação e troca dos tubos e sistemas de drenagens danificados ou deteriorados dever ser especificado em projeto básico e executivo de impermeabilização ao qual serão dimensionados conforme as normas vigentes. Só a partir destes pontos que é possível orçar o valor destes sistemas e proteções. Contudo, abaixo será mostrado a forma de correção e execução do sistema. Cabe enfatizar que os valores monetários serão referidos em **planilha orçamentária após escolhido por engenheiro responsável** a partir da execução de todos os projetos, deste modo nos anexos deste trabalho citados no



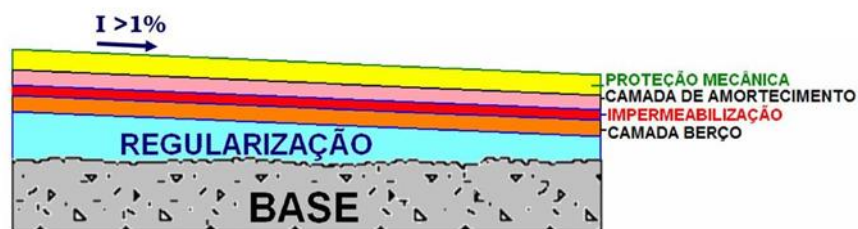
Equipamentos de Perícias e Laudos



201

início deste item são valores estimados de custo de reparos manifestações patológicas.

A impermeabilização deve ter o mínimo de camadas e obedecer aos critérios de flexibilidade de acordo com o sistema empregado nos projetos abaixo.



A impermeabilização do piso, seja ela rígida ou flexível, deve seguir as orientações do projetista ou a necessidade do local em questão. Este item deve ser avaliado e testado antes do início do assentamento. É importante observar alguns pontos durante a impermeabilização:

- 1º) Remoção da camada danificada do piso de concreto;
- 2º) Preparação das lajes e as paredes de diafragma que servirão de base ou substrato de acordo com as normas; com todas as camadas citadas no esquema mostrado no item levantamento histórico.
- 3º) Retirada de toda a sujeira decorrente de poeira, graxa, piche, óleo, serragem ou terra que possa prejudicar a aderência da impermeabilização;
- 4º) Recompôr a camada danificada que foi removida e aplicar o impermeabilizante de acordo com as orientações do fabricante, tomando cuidados especiais com ralos, escadas e paredes, já que são comuns problemas de infiltração nestes locais;
- 5º) Realização do teste de estanqueidade, como o previsto em norma de impermeabilização;



6º) Se a opção for pela impermeabilização flexível deve-se executar a proteção mecânica de acordo com a norma NBR 13753:1996. Esta proteção mecânica pode ter a função de “camada de regularização/ enchimento” ou contrapiso que receberá as placas cerâmicas. Ela deve ter espessura entre 20 e, no máximo, 40mm, deve ser estruturada com tela soldada de malha quadrada 50mm x 50mm e fio galvanizado com diâmetro de 1,65mm, com textura tipo “sarrafeado”. Caso seja necessária a execução de um contrapiso sobre a proteção mecânica, deve-se prepará-lo com as mesmas espessuras já expostas acima, sem a tela soldada.

7 °) Respeitar as juntas já existentes e/ou programadas.

Como sugestão no projeto, deve respeitar no mínimo 3 tipos de juntas conforme o detalhamento abaixo.

Juntas de Movimentação:

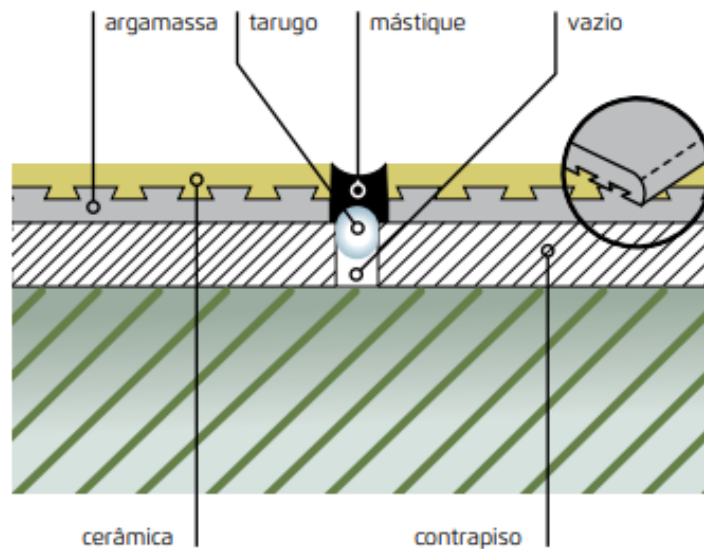
São espaços regulares que dividem o revestimento cerâmico do piso e servem para acomodar a movimentação estrutural, alterações térmicas ou quando houver mudança no tipo de revestimento. Suas aberturas são determinadas em projeto, não sendo nunca menores que as juntas de assentamento. Podem variar de 8 a 15mm. O tarugo (corpo de apoio), que em geral tem o diâmetro 30% maior que a largura das juntas para poder ficar firme no local, penetra totalmente nestas juntas deixando exposto somente o espaço onde será aplicado o mastique. Atrás dele não é colocado nenhum tipo de material, ficando totalmente vazio. O tamanho da área deste vazio vai depender da espessura do mastique elástico, do tamanho do tarugo e da espessura do contrapiso. A espessura do mastique elástico deve ser de, aproximadamente, a metade da medida da largura da junta.



Equipamentos de Perícias e Laudos



203



Corte esquemático em planta
Junta de movimentação

Juntas de Dessolidarização:

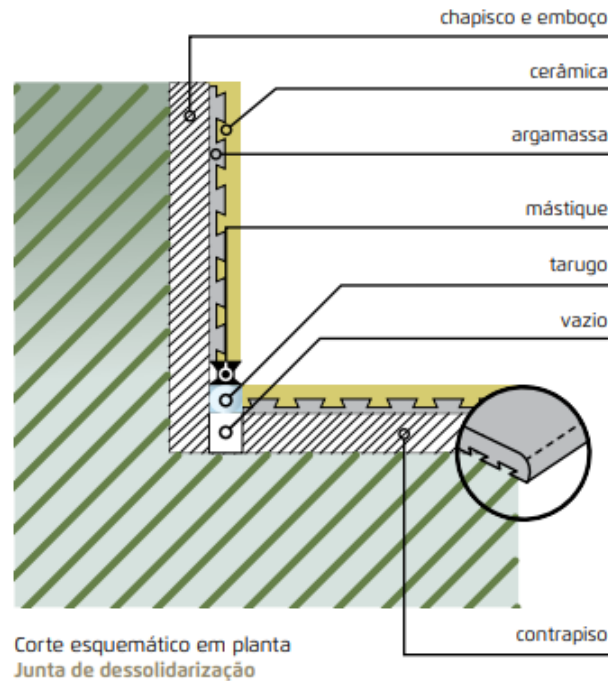
São espaços deixados em todo o perímetro do piso, no encontro dele com planos perpendiculares como paredes e muretas, e também quando há mudança no tipo de revestimento. Elas são executadas da mesma forma que as juntas de movimentação, e tem o objetivo de “dessolidarizar” (separar) cada pano, respeitando suas diferentes movimentações.



Equipamentos de Perícias e Laudos



204



Juntas de Dilatação ou Estrutural:

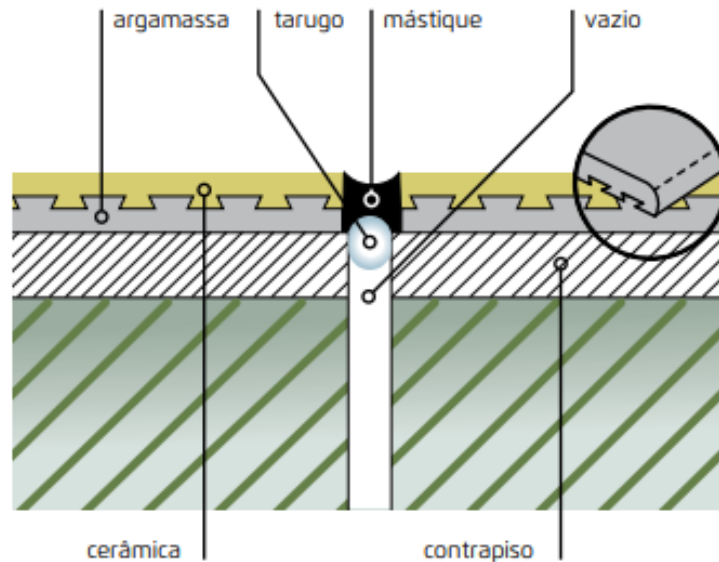
Juntas de Dilatação ou Estrutural são espaços previstos no projeto estrutural, com a finalidade de garantir a segurança da obra frente às cargas mecânicas. Estas juntas atravessam todo o piso e têm sua largura especificada no projeto estrutural. Devem ser respeitadas integralmente.



Equipamentos de Perícias e Laudos



205



Corte esquemático em planta
Junta de dilatação ou estrutural

V. LIMPEZA E LAVAGEM DE MANCHAS DE BOLOR E EFLORESCÊNCIA

As lavagens devem ser feitas para cada situação citada abaixo.

1º) A lavagem de superfícies por soluções ácidas tem por objetivo a remoção de tintas, ferrugens, graxas, carbonatos, resíduos e manchas de cimento, o que não seria garantido somente com lavagens a jato d'água. Preliminarmente, a superfície deve ser abundantemente molhada, de forma a se prevenir a penetração do ácido no concreto sadio. A aplicação deve ser sempre feita em pequenas áreas, de forma progressiva, por aspersão ou com a utilização de broxa, tomando-se todos os cuidados com a segurança e garantindo que o ambiente permaneça sempre ventilado.

A utilização de soluções ácidas é sempre perigosa para a saúde da camada superficial do concreto armado, e não deverá mesmo ser utilizada se a espessura de cobertura das armaduras for reduzida, casos em que se deverá optar pelas soluções alcalinas também não se deverá recorrer a este tipo de lavagem nas faixas vizinhas a juntas de dilatação ou a outros dispositivos suscetíveis de degradação, quando em

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



presença do ácido.

Normalmente, e se um produto específico não for utilizado, a solução a ser empregada é a de ácido muriático - que é o ácido clorídrico comercial - em água, **na proporção 1:6**. Por se estar tratando da utilização de íons cloretos, e por se saber da facilidade com que estes atacam o concreto, deve-se estar particularmente atento às medidas de saturação prévia e lavagem posterior à aplicação do ácido, de forma a que, garantidamente, sejam removidos as partículas sólidas e os resíduos da solução utilizada. A aplicação da solução é sempre vigorosa e só deve terminar quando cessar o borbulhamento característico da descontaminação.

A lavagem final deve ser abundante, primeiramente com uma solução neutralizadora de amônia em água, **na proporção 1:4**, e depois **com jatos de água natural**, outras soluções que podem ser utilizadas.

- Solução em mistura de ácidos fosfórico e glicólico. De fácil aplicação e requerendo cuidados pouco significativos, mas apenas resultando medianamente, em termos de efetividade, na remoção de manchas;
- plasmas de nitrato de sódio (1 parte) e glicerina (7 partes) em 6 partes de água quente, também de fácil aplicação, mas de baixíssima eficiência (só para casos muito simples);
- Substituição da glicerina da solução anterior por aspersão de cristais de hidrossulfato de sódio, hipótese que até apresentou resultados razoáveis, mas que ainda carece de ensaios para remoção de manchas mais antigas.

2º) - Utilização de composição salinas, para as Superfícies de cobrimento das armaduras reduzida

Para limpeza de superfícies de concreto é semelhante ao das soluções ácidas, apenas que com cuidados diferentes, próprios do agente.

A necessidade de limpeza prévia e a forma de aplicação são similares, mas, se nestes casos não há maiores preocupações quanto à proximidade das armaduras, certamente elas existirão quanto à possibilidade sempre presente de alteração das características do concreto, particularmente no caso da existência de agregados reativos (reação álcalis-agregados).



Esta técnica requer também abundante lavagem posterior e não será particularmente ativa na limpeza de produtos provenientes de processos de corrosão.

3º) - Jatos de água

A lavagem pela aplicação de jatos de água sob pressão controlada é largamente utilizada como técnica de limpeza e preparação do substrato para a futura recepção do material de reparação. Normalmente, os jatos são de água fria e muitas vezes são utilizados simultaneamente com os jatos de areia; no entanto, em determinadas situações - superfícies muito gordurosas ou com manchas de forte impregnação química - recorre-se a jatos de água quente, normalmente adicionando-se removedores biodegradáveis.

O equipamento a utilizar é uma máquina de alta pressão tipo "lava-a-jato", com bico direcional ou de pato, dependendo se a lavagem é em faixa ou em área. Neste último caso, pode-se atingir rendimentos de até 100 m²/ dia, e o custo do serviço é, além do correspondente ao operador, o decorrente do débito de ar do compressor e o da depreciação da própria máquina. Algumas máquinas de aplicação de concreto projetado podem também ser usadas para a lavagem, o que é normalmente feito como recurso para diminuir a quantidade de equipamentos alocados a uma obra.

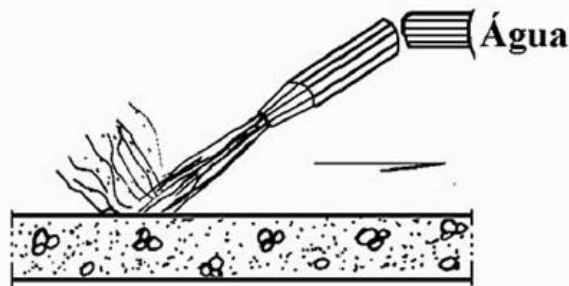


Figura 3.2 - Limpeza por aplicação de jato de água

Os trabalhos devem sempre ser feitos no sentido descensional e em movimentos circulares, sendo muito importante a manutenção de uma pressão constante no compressor. Em serviços de preparação de superfícies, que visam garantir a limpeza de partículas soltas do concreto e a remoção dos vestígios de corrosão das armaduras, o jato será direcional, normalmente aplicado alternadamente



com o de areia e sem o propósito de demolir ou ferir as superfícies de concreto e de aço expostas, mas apenas de limpá-las.

Na aplicação em conjunto com jatos de areia, a água sob pressão é conduzida por uma mangueira até ao injetor montado entre o bico de jato e a mangueira da areia, onde então se dá a mistura, sistema idêntico ao do concreto projetado por via seca. Nestes casos, o rendimento é avaliado pelo do jato de areia e o custo deverá incluir o consumo de água - que deverá ser, preferencialmente, potável - sendo praxe que este seja suportado pelo proprietário.



11 ENCERRAMENTO

O presente laudo técnico é composto de 206 páginas impressas frente e rubricadas. Desta forma, responsabilizo-me pelas informações relativas à inspeção realizada na barragem de Cova da Mandioca, gerenciada pela CODEVASF que fica localizada na Av. Deolinda Martins, 166 - Santo Antônio, Guanambi – BA.

Este laudo técnico está registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA/DF;

Brasília, 06 de setembro de 2022.

Engenheiro Civil Danilo Teixeira Magalhães

CREA 27464-D/DF

Bacharel em Engenharia Civil, pelo UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

**Consultoria e Revisão
Eng. Civil Jorge Marques - CREA MG 42945/D**

Consultor especializado em Patologias da Construção, Impermeabilização, Recuperação de Estruturas, Estabilização e Contenção de solos, Ensaios não Destrutivos e Tecnologia do Concreto.

Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720220074596

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

DANILO TEIXEIRA MAGALHAES

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **0718358511**

Registro: **27464/D-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **CODEVASF**

CNPJ: **00.399.857/0001-26**

CEP Geral da Localidade

Bom Jesus da Lapa

Número: 104

Bairro: Não consta.

CEP: 47600-000

Cidade: Bom Jesus da Lapa UF: BA

Complemento:

E-Mail: 2a.sr@codevasf.gov.br

Fone: (61)20284611

Contrato: 004/2022

Celebrado em: 05/08/2022

Valor Obra/Serviço R\$: 61.657,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início das Atividades do Profissional: 18/08/2022

Data de Fim das Atividades do Profissional: 10/09/2022

Coordenadas Geográficas: -14.74473,-42.7770

Finalidade: **Outro**

Código/Obra pública:

Proprietário: **CODEVASF**

CNPJ: **00.399.857/0001-26**

E-Mail: 2a.sr@codevasf.gov.br

Fone: (61) 20284611

1º Endereço

CEP Geral da Localidade Bom Jesus da Lapa

Número: 104

Bairro: Não consta.

CEP: 47600-000

Complemento:

Cidade: Bom Jesus da Lapa - BA

4. Atividade Técnica

Elaboração

Quantidade Unidade

Laudo de estrutura de concreto armado

1,0000 unidade

Inspeção de estrutura de concreto armado

1,0000 unidade

Vistoria de estrutura de concreto armado

1,0000 unidade

Ensaio de estrutura de concreto armado

1,0000 unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder à baixa desta ART.

5. Observações

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Profissional

Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local Data

DANILO TEIXEIRA MAGALHAES - CPF: 048.XXX.XXX-60

CODEVASF CNPJ: 00.399.857/0001-26

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: www.creadf.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.




www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800



CREA-DF
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Valor da ART: R\$ 233,94 Registrada em: 09/09/2022 Valor Pago: R\$ 233,94 Nosso Número/Baixa: 0122063163

|  | | End: VAv. Deolinda Martins, 166 - Santo Antônio, Guanambi - BA, 46430-000 | | ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 110,14%(HORA) 70,03%(MÊS) | | | |
|---|-----------------|--|-----|---|-------------------------------|-------------------------|---------------|
| Contato: (77) 3481-8056 | | EMAIL. hudson.faria@codevasf.gov.br | | SINAPI PRAÇA : REF. 07/2022 - SBC: 07/2022 - SUCOP- COMPOSIÇÃO PARTICULAR | | | |
| Res. Técnico Danilo Teixeira Magalhães | | Crea: 27464-D/DF | | BDI 24,59% | | | |
| ITENS | COD. REFERÊNCIA | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS | UN | QUANTIDADE CONSUMO (A) | PREÇO UNIT. (R\$) MAT+M.O (B) | PREÇO TOTAL R\$ (AxB) | ABC |
| 1 | | SERVIÇOS PRELIMINARES | | | | | 6,05% |
| 1.1 | 93207 | EXECUÇÃO DE ESCRITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_0 | M2 | 16,00 | R\$ 1.201,60 | R\$ 19.225,60 | 0,38% |
| 1.2 | 93208 | EXECUÇÃO DE ALMOXARIFADO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, INCLUSO PRATELEIRAS. AF_02/2016 | M2 | 75,00 | R\$ 971,73 | R\$ 72.879,75 | 1,46% |
| 1.3 | 93210 | EXECUÇÃO DE REFEITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF_0 | M2 | 100,00 | R\$ 613,92 | R\$ 61.392,00 | 1,23% |
| 1.4 | 93212 | EXECUÇÃO DE SANITÁRIO E VESTIÁRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF_02/2016 | M2 | 50,00 | R\$ 1.047,13 | R\$ 52.356,50 | 1,05% |
| 1.5 | I6699 | PLACA EM CHAPA GALV. C/ESTRUT. INT. METALON, PINT. ESMALTE SINT. E IMPRESSÃO EM VINIL 02 FACES | M2 | 2,00 | R\$ 676,59 | R\$ 1.353,18 | 0,03% |
| 1.6 | 98459 | TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018 | M2 | 720,00 | R\$ 132,22 | R\$ 95.198,40 | 1,90% |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 302.405,43 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 302.405,43 | |
| 2 | | PISO | | | | | 14,48% |
| 2.1 | C1049 | DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES | M3 | 60,00 | 252,94 | R\$ 15.176,40 | 0,30% |
| 2.2 | 102488 | PREPARO DO PISO CIMENTADO PARA PINTURA - LIXAMENTO E LIMPEZA. AF_05/2021 | M2 | 2001,02 | R\$ 3,34 | R\$ 6.683,41 | 0,13% |
| 2.3 | 94990 | EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCION | M3 | 60,00 | R\$ 8.815,18 | R\$ 528.910,80 | 10,57% |
| 2.4 | 102489 | PINTURA HIDROFUGANTE COM SILICONE, APLICAÇÃO MANUAL, 2 DEMÃOS. AF_05/2021 | M2 | 2001,02 | R\$ 72,00 | R\$ 144.073,44 | 2,88% |
| 2.5 | Particular. | CAÇAMBA ESTACIONÁRIA PARA ENTULHO C/ CAP. 5M³. INCLUSIVE O FRETE | UN | 12,00 | R\$ 450,00 | R\$ 5.400,00 | 0,11% |
| | C1628 | LIMPEZA GERAL | M2 | 2001,02 | R\$ 12,00 | R\$ 24.012,24 | |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 724.256,29 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 724.256,29 | |
| 3 | | IMPERMEABILIZAÇÃO | | | | | 24,77% |
| 3.1 | C2842 | IMPERMEABILIZAÇÃO C/ CIMENTO CRISTALIZANTE, BASE ACRÍLICA | M2 | 13830,88 | R\$ 77,38 | R\$ 1.070.233,49 | 21,40% |
| 3.2 | C1628 | LIMPEZA GERAL | M2 | 13830,88 | R\$ 12,00 | R\$ 165.970,56 | 3,32% |
| 3.3 | Particular. | CAÇAMBA ESTACIONÁRIA PARA ENTULHO C/ CAP. 5M³. INCLUSIVE O FRETE | UN | 6,00 | R\$ 450,00 | R\$ 2.700,00 | 0,05% |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 1.238.904,05 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 1.238.904,05 | |
| 4 | | TRATAMENTO DA ESTRUTURA | | | | | 42,90% |
| 4.1 | C0094 | APIÇAMENTO EM CONCRETO/PREPARO DA SUPERFÍCIE | M2 | 350,00 | R\$ 34,28 | R\$ 11.998,00 | 0,24% |
| 4.2 | C3114 | SELAGEM DE FISSURAS C/ INJEÇÃO DE RESINAS | KG | 307,42 | R\$ 450,00 | R\$ 138.339,00 | 2,77% |
| 4.3 | C5008 | JUNTA DE MOVIMENTAÇÃO PARA ESTRUTURA DE CONCRETO DE 25 X 50 MM (TIPO JUNTA JEENE 25/40 VV OU SIMILAR) | M | 1100,00 | R\$ 527,33 | R\$ 580.063,00 | 11,60% |
| 4.4 | C0005 | ACABAMENTO DE PEDREIRO | M2 | 14610,80 | R\$ 71,04 | R\$ 1.037.951,23 | 20,75% |
| 4.5 | C3091 | LIMPEZA COM JATO DE AREIA/ÁGUA | M2 | 1436,72 | R\$ 78,14 | R\$ 112.265,30 | 2,24% |
| 4.6 | C4738 | RECUPERAÇÃO CONCRETO, C/REFORÇO E RECONSTITUIÇÃO "GROUT", ATÉ ESP =60MM | M2 | 350,00 | R\$ 750,00 | R\$ 262.500,00 | 5,25% |
| 4.7 | Particular. | CAÇAMBA ESTACIONÁRIA PARA ENTULHO C/ CAP. 5M³. INCLUSIVE O FRETE | UN | 6,00 | R\$ 450,00 | R\$ 2.700,00 | 0,05% |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 2.145.816,53 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 2.145.816,53 | |
| 5 | | RETRADAS | | | | | 1,75% |
| 5.1 | 97623 | DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA DE TUJOLO MACIÇO, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 | M3 | 100,00 | R\$ 156,12 | R\$ 15.612,00 | 0,31% |
| 5.2 | 97626 | DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 | M3 | 16,00 | R\$ 3.840,43 | R\$ 61.446,88 | 1,23% |
| 5.3 | 97637 | REMOÇÃO DE TAPUME/ CHAPAS METÁLICAS E DE MADEIRA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017 | M2 | 720,00 | R\$ 2,36 | R\$ 1.699,20 | 0,03% |
| 5.4 | Particular. | CAÇAMBA ESTACIONÁRIA PARA ENTULHO C/ CAP. 5M³. INCLUSIVE O FRETE | UN | 20,00 | R\$ 450,00 | R\$ 9.000,00 | 0,18% |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 87.758,08 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 87.758,08 | |
| 6 | | ADMINISTRAÇÃO | | | | | 10,06% |
| 6.1 | 93563 | ALMOXARIFE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | MES | 12,00 | R\$ 5.061,64 | R\$ 60.739,68 | 1,21% |
| 6.2 | 93566 | AUXILIAR DE ESCRITÓRIO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | MES | 12,00 | R\$ 3.840,43 | R\$ 46.085,16 | 0,92% |
| 6.3 | 93568 | ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA SENIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | MES | 12,00 | R\$ 25.250,01 | R\$ 303.000,12 | 6,06% |
| 6.4 | 94295 | MESTRE DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | MES | 12,00 | R\$ 7.771,46 | R\$ 93.257,52 | 1,86% |
| | | | | | SUBTOTAL | R\$ 503.082,48 | |
| | | TOTAL DO ITEM | | | | R\$ 503.082,48 | |
| TOTAL DO ITEM | | | | | | R\$ 5.002.222,86 | |
| CUSTO | | | | | | R\$ - | |
| CUSTO FINAL | | | | | | R\$ 5.002.222,86 | |
| B.D.I | | | | | | R\$ 1.230.046,60 | |
| TOTAL GERAL | | | | | | R\$ 6.232.269,47 | |
| | | | | | | | |
| Observação : FONTE DE PREÇOS = SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - SBC INFORMATIVO DE PREÇOS | | | | | | | |

End: Vila de Porto Trombetas, margem direita do Rio Trombetas, Oriximiná- PA.

Contato: (93) 3549 7202

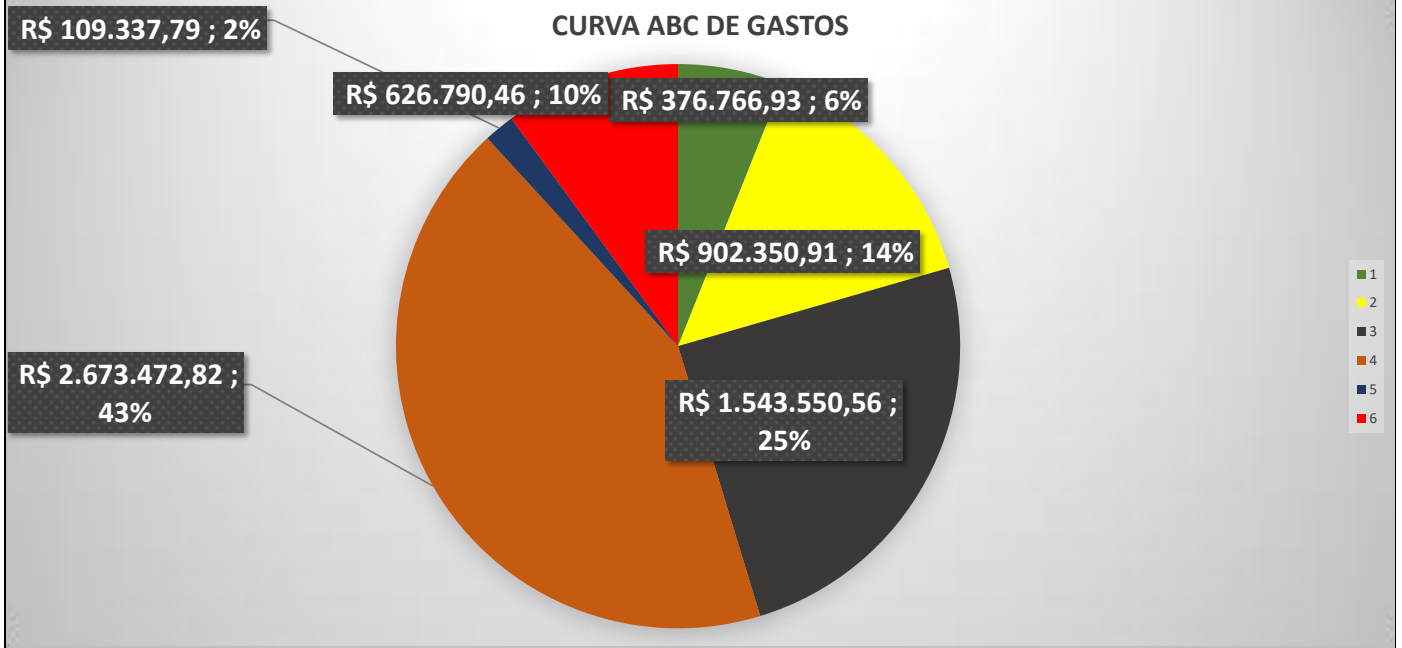
EMAIL: nilo.cavalcante@mrn.com.br

Res. Técnico Danilo teixeira magalhães Crea: 27464-D/DF

1,2459

CURVA ABC DE GASTOS

| ITENS | VALOR | | VALOR + BDI | |
|-------|-------|--------------|-------------|--------------|
| 1 | R\$ | 302.405,43 | R\$ | 376.766,93 |
| 2 | R\$ | 724.256,29 | R\$ | 902.350,91 |
| 3 | R\$ | 1.238.904,05 | R\$ | 1.543.550,56 |
| 4 | R\$ | 2.145.816,53 | R\$ | 2.673.472,82 |
| 5 | R\$ | 87.758,08 | R\$ | 109.337,79 |
| 6 | R\$ | 503.082,48 | R\$ | 626.790,46 |



CÁLCULO DO BDIOBRA: **Residencia Altair****VALORES ADOTADOS:**

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| A | ADMINISTRAÇÃO CENTRAL | 7,50 % |
| B | DESPESAS FINANCEIRAS | 1,00 % |
| C | SEGUROS E GARANTIAS | 1,32 % |
| D | { | |
| | ISS (PMNF) | 2,10 % |
| | PIS | 0,65 % |
| | COFINS | 3,00 % |
| | TOTAL "C" = | 5,75 % |
| E | LUCRO | 6,75 % |

FÓRMULA DE CÁLCULO:

$$\text{BDI} = \left[\frac{(1 + A) \times (1 + B) \times (1 + C) \times (1 + E)}{(1 - D)} - 1,00 \right] \times 100$$

CÁLCULO:

$$\text{BDI} = \left[\frac{1,174337}{0,9425} - 1,00 \right] \times 100 = \mathbf{24,59 \%}$$

O VALOR DO BDI ADOTADO É DE : 0,2459Os cálculos estão em conformidade ao " **ACORDÃO Nº 2369/2011 - TCU - PLENÁRIO** "