



**Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR**  
**Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba**

## **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **CONDIÇÕES GERAIS**

Os serviços somente serão iniciados com a presença do fiscal da CODEVASF, que efetuará os levantamentos iniciais necessários à futura quantificação dos trabalhos.

Serão considerados para efeito de medição e pagamento os serviços efetivamente realizados, tomando como base a planilha de contrato.

Fica a cargo da prefeitura, quando necessária, a regularização da obra nos órgãos ambientais competentes (Licença Ambiental), bem como os custos decorrentes desta regularização.

### **DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS**

#### **Barragem de Cova da Mandioca:**

- Recuperação do coroamento
- Impermeabilização dos paramentos de montante e jusante
- Galeria de drenagem – recuperação estrutural
- Escada em concreto na ombreira esquerda
- Limpeza geral.

#### **Barragem do Estreito:**

- Execução de canaletas de drenagem
- Recuperação estrutural do vertedouro
- Restauração do muro da descarga de fundo
- Limpeza geral

### **Plano de Trabalho**

A contratada deverá apresentar plano de ação para aprovação.

### **Medição e pagamento:**

Será medido e pago em conformidade com respectivo item de planilha orçamentária

## **MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO**

### **Objetivo**

Esta seção trata dos serviços preliminares que deverão ser executados pela Empreiteira e que são necessários à realização das obras. Estes serviços incluem, sem se limitar, o fornecimento de toda mão-de-obra e todos os materiais e equipamentos relativos à instalação da Empreiteira, inclusive a mobilização e desmobilização dos equipamentos.

### **Serviços**

**A Empreiteira deverá tomar todas as providências relativas à mobilização, imediatamente após a assinatura do contrato e correspondente "NE", de forma a poder dar início efetivo e concluir a obra dentro do prazo contratual.**

No final da obra, a Empreiteira deverá remover todas as instalações do Acampamento e Canteiro de Serviço, Equipamentos, Construções Provisórias, detritos e restos de materiais de modo a entregar as áreas utilizadas, totalmente limpas.

Todas as áreas destinadas a limpeza (desmatamento) deverão ser previamente delimitadas através de poligonal topográfica. Os serviços somente poderão ser iniciados após sua delimitação e aprovação pela fiscalização da CODEVASF.

Todas as áreas destinadas ao desassoreamento e recuperação da bacia de inundação / reservação deverão ser previamente delimitadas através de poligonal topográfica e levantadas suas curvas de níveis.

Após estes serviços serão fixadas novas curvas de níveis para execução da escavação prevista em planilha orçamentária.

Os serviços somente poderão ser iniciados após a delimitação da área, levantamento das curvas de níveis, existentes e fixadas, e aprovação pela fiscalização da CODEVASF.

### **Medição e Pagamento**

A remuneração correspondente à mobilização da Empreiteira antes do início da obra, e a desmobilização após o término do contrato, será efetuada de forma global, sendo o pagamento efetuado conforme o cronograma físico-financeiro proposto pela Licitante.

Os custos correspondentes a este item incluem, mas não se limitam necessariamente, aos seguintes:

- Despesas relativas ao transporte de todo o equipamento de construção, de propriedade da Empreiteira ou sublocado, até o local das obras e sua posterior retirada;
- Despesas relativas à movimentação de todo o pessoal ligado à Empreiteira ou às suas subempreiteiras, em qualquer tempo, até o canteiro de obras e posterior regresso a seus locais de origem;
- Despesas relativas às viagens necessárias para execução dos serviços, ou determinadas pela CODEVASF, realizadas por qualquer pessoa ligada à Empreiteira, qualquer que seja sua duração ou natureza.

## **DESMATAMENTO E LIMPEZA**

### **Serviços**

Este trabalho compreende as operações de desmatar, destocar, limpar, remover e despejar como adiante se especifica todos os objetos que, por sua natureza, impeçam ou prejudique, a juízo da Fiscalização, o desempenho normal das tarefas de construção.

São considerados como serviço de desmatamento e limpeza os seguintes encargos:

- a) Corte e desenraizamento de todas as árvores, arbustos, bem como troncos e quaisquer outros resíduos vegetais que sejam necessários retirar, de modo a permitir a realização dos serviços subseqüentes.
- b) Demolição de pequenas edificações e outras benfeitorias localizadas dentro das áreas a serem desmatadas e limpas.
- c) Retirada de pedras e outros materiais encontrados sobre o terreno.
- d) Remoção e transporte dos materiais produzidos pelo desmatamento e limpeza, até os limites das áreas desmatadas e/ou até locais previamente escolhidos pela Fiscalização, quando for necessário.
- e) Incineração dos materiais obtidos no serviço de desmatamento e limpeza, em áreas aprovadas pela Fiscalização.
- f) Raspagem ou Expurgo da camada superficial do terreno natural, em espessura até 20 cm, eliminando material não aproveitável.

As áreas a serem desmatadas e limpas serão delimitadas pela Fiscalização, de acordo com os desenhos do Projeto e compreenderão as áreas de construção e bacia hidráulica.

Os danos e prejuízos às propriedades alheias, produzidos por operações inadequadas na execução do desmatamento e limpeza ou mesmo erro na deposição dos materiais, destinados ao bota-fora, serão da responsabilidade exclusiva da Empreiteira.

### **Medição e Pagamento**

O trabalho de desmatamento e limpeza, anteriormente descrito, medir-se-á sobre sua projeção, tomando por unidade o metro quadrado inteiro, não sendo levados em conta nestas medições, o desmatamento e limpeza que a Empreiteira efetue fora das áreas indicadas pela Fiscalização.

Este serviço será pago pelo preço unitário correspondente da Planilha de Orçamento de Obras.

Este preço deverá incluir mão-de-obra, ferramentas e equipamentos necessários para execução do serviço, bem como a carga, transporte e descarga do material nos locais de bota-fora.

Em nenhum caso a Fiscalização autorizará o pagamento por dois ou mais desmatamentos feitos em uma mesma superfície, pelo que a Empreiteira deverá cuidar para que o mesmo seja efetuado em períodos convenientes, para que o terreno se conserve limpo até que se executem os trabalhos de construção posteriores.

### **RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL E IMPERMEABILIZAÇÃO**

A **recuperação estrutural de concreto** consiste no tratamento de áreas que apresentam manifestações patológicas. Sua finalidade é restabelecer as condições de uso e prolongar a vida útil das estruturas.

As armaduras de aço podem estar sujeitas à corrosão devido a destruição da película passivante existente ao redor destas. A corrosão ocorre de fora para dentro devido a ações externas à estrutura, que são agravadas com o aumento das fissuras do concreto. Como consequência do processo corrosivo, tem-se a perda de aderência entre o aço e o concreto, afetando a capacidade de resposta estrutural às solicitações. Além disso, a expansão da armadura faz com que haja a desagregação da camada de concreto em áreas adjacentes ocasionando também o aumento de fissuras e a necessidade de recuperação estrutural.

Para maiores detalhes vide Laudo Técnico em anexo (páginas 184 a 211)

### **PRAZO PARA A EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

**360 (trezentos e sessenta) dias corridos**, contados a partir da data de assinatura do contrato.

**Bom Jesus da Lapa, 09 de Novembro de 2022**

**Sergio Roberto Alves Farias**  
Analista em Desenvolvimento Regional  
Cadastro n°. 10540-07



## Engenharia Civil

Não Destrutivo  
Construção  
Equipamento de teste



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

f Danilo Magalhaes  
in 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 Destrutivos 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.*



Equipamentos de Perícias 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



3

## 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



Equipamentos de Perícias e Laudos



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 esclerometria de aferição.....	74
Figura 36- Aferição do esclerômetro .....	75
Figura 37- Planilha de esclerometria ensaio 1 .....	81



Equipamentos de Perícias e Laudos



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





Equipamentos de Perícias e Laudos



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



Equipamentos de Perícias e Laudos



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.*



Equipamentos de Perícias e Laudos



9

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



Equipamentos de Perícias e Laudos



12

### 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 m<sup>2</sup>;



**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 m³;
- 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 início 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  $f'c = 150\text{kgf/cm}^2$  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;





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.





Equipamentos de Perícias e Laudos



15

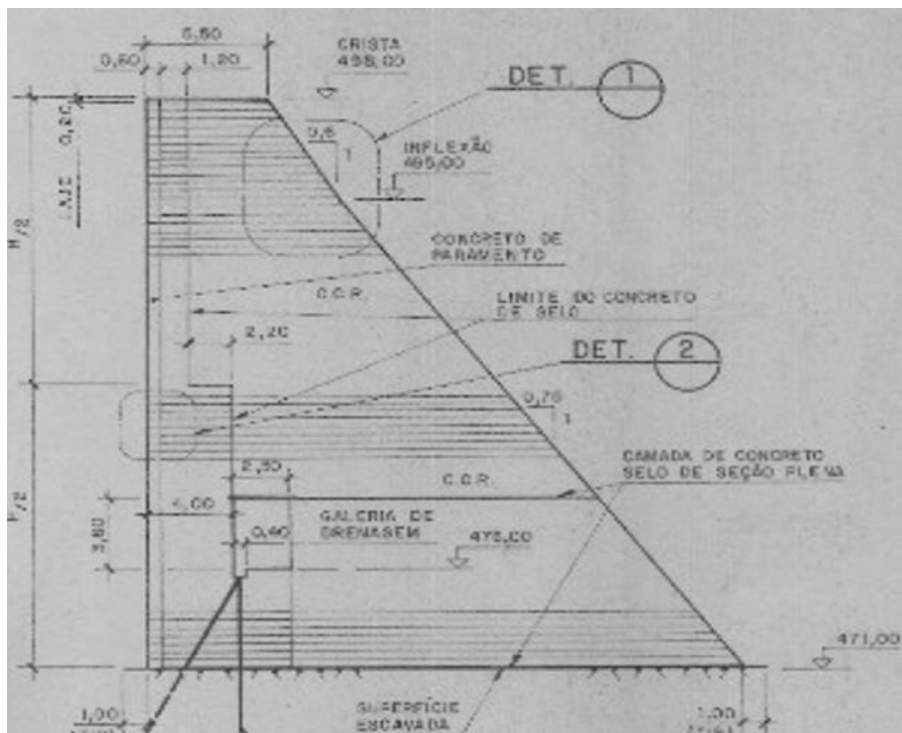
## 4 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

### 4.1 ESPECIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

Barragem de Cova da Mandioca em concreto compactado a rolo, Barragem rígida de concreto, composta de materiais granulares naturais (areia) e produzidos artificialmente (britas), os quais se adicionam aglomerantes (cimento, etc.)

Classificada em sua forma como barragem de gravidade. Normalmente, utiliza-se na parte inferior um perfil transversal trapezoidal e na parte superior, no coroamento ou crista da barragem, uma seção retangular. O paramento de montante é vertical a partir de determinada altura, alargando a base da barragem, conforme figura 2.

Figura 2 – Perfil da barragem de cova de mandioca



Fonte: CODEVASF



## 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;



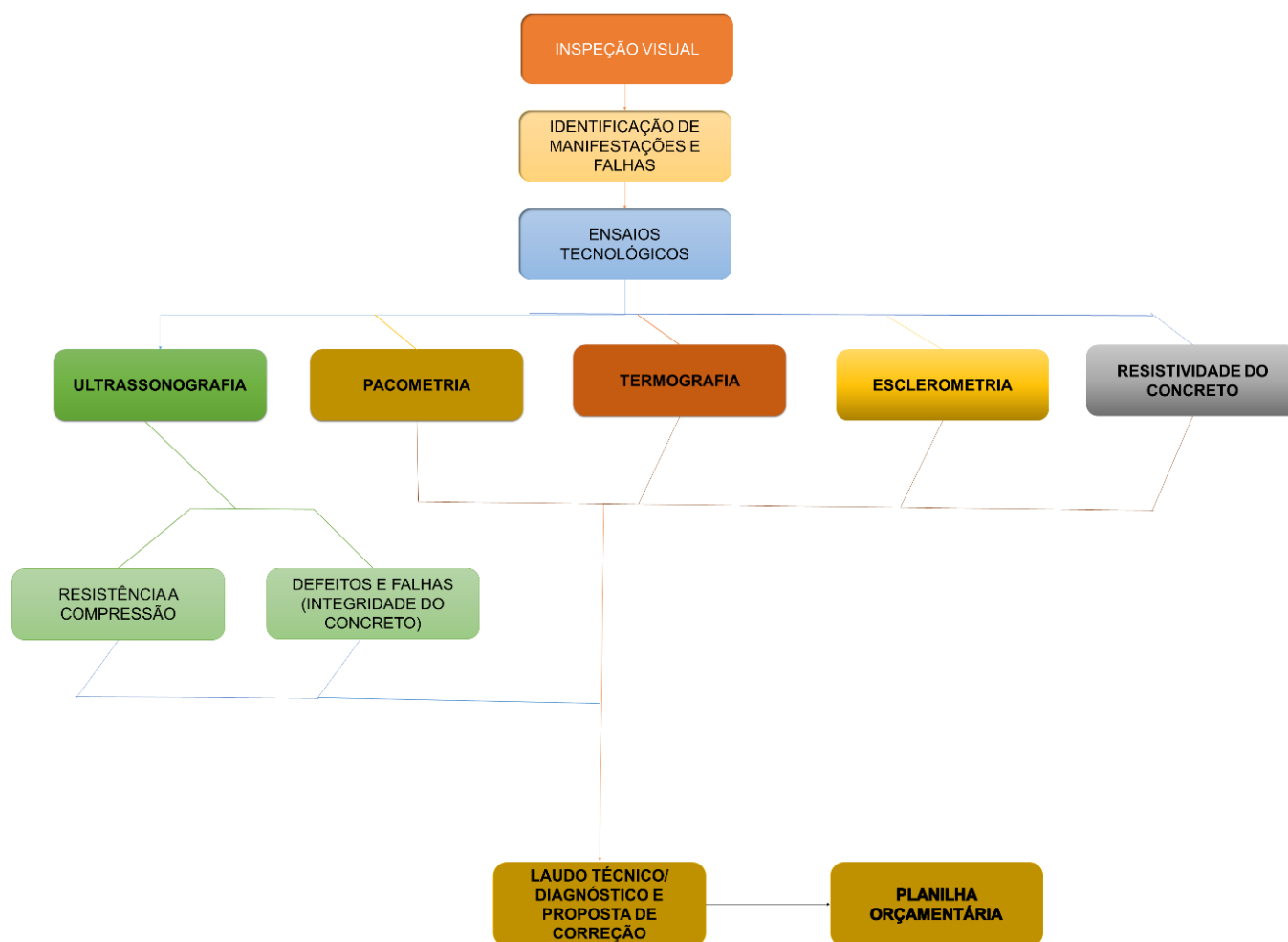
Equipamentos de Perícias e Laudos



17

- 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.

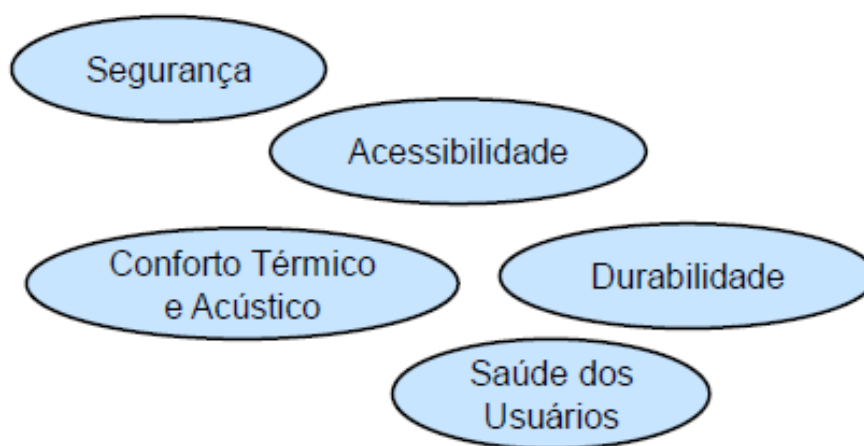
O nível de rigor adotado para o presente trabalho é de **Nível 3**, para as atividades de inspeção desenvolvidas in loco, por profissional habilitado, uma vez que os objetos de estudo em questão apresentam vícios e anomalias aparentes e também não detectáveis na inspeção visual, com suspeitas de vícios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

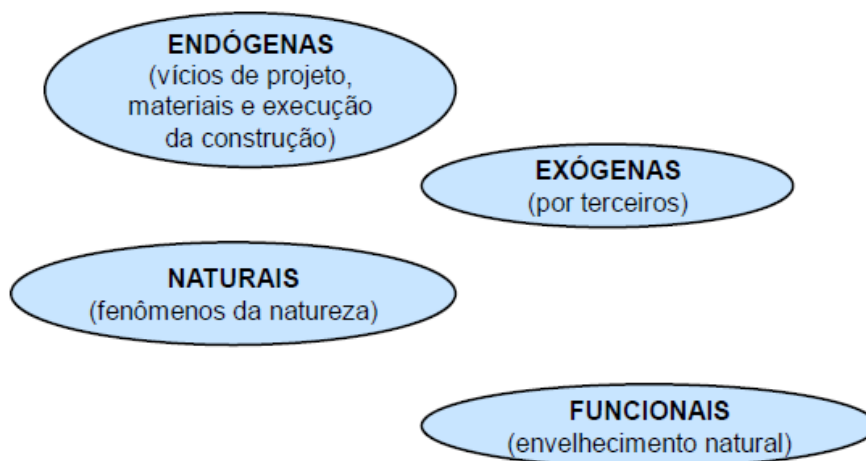
Figura 4 – Redução da vida útil através de anomalias e falhas



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.



Equipamentos de Perícias e Laudos



22

**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;





Equipamentos de Perícias e Laudos



23

**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.

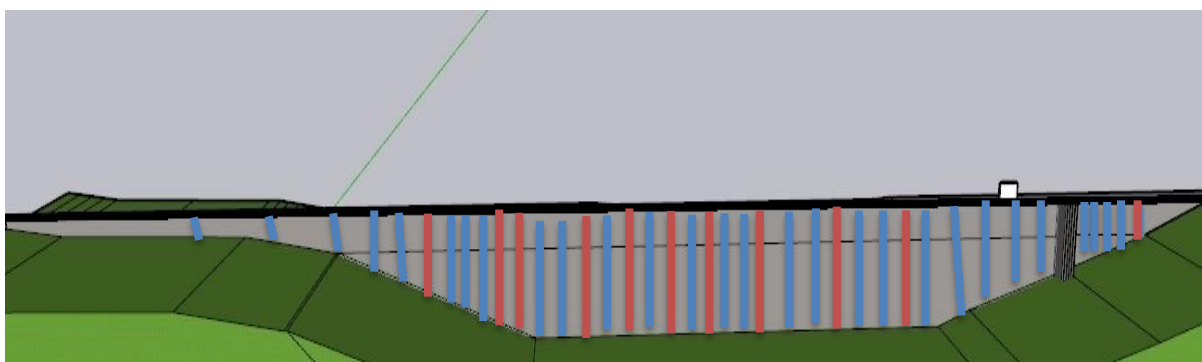
*Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.*



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



Equipamentos de Perícias e Laudos



26

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



27° Brecha em contato direto com água largura acima de 10,00 mm.



28° fenda em contato direto com água largura entre 5,0mm a 10,00 mm.



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



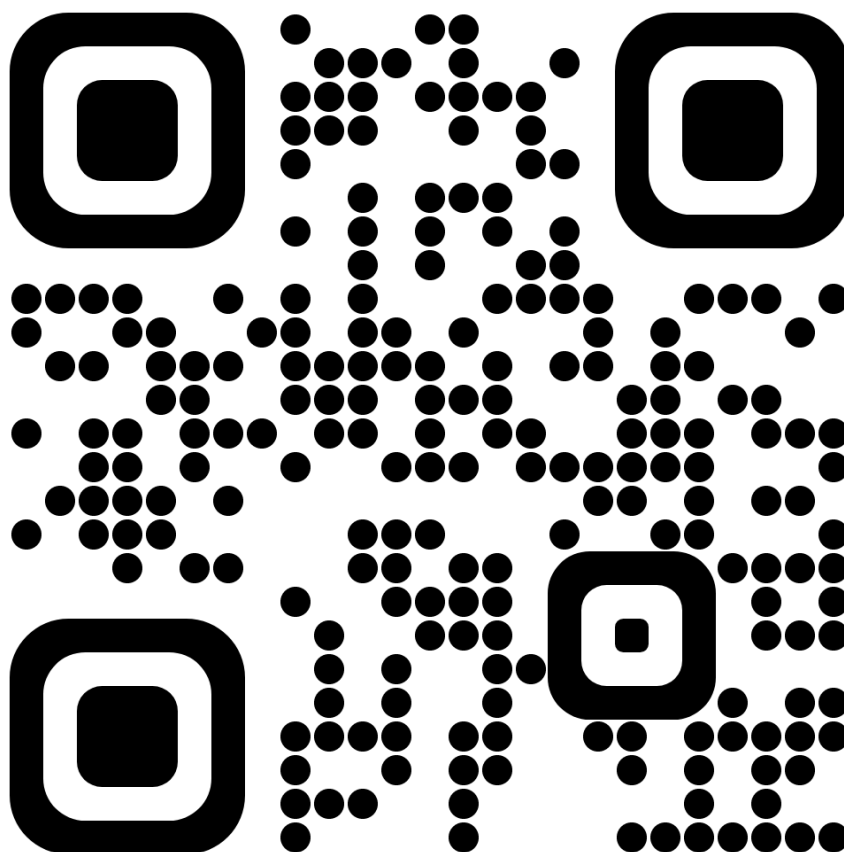
Figura 10 – Vídeo 01 colocar a câmera para ler o QR code



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





Equipamentos de Perícias e Laudos



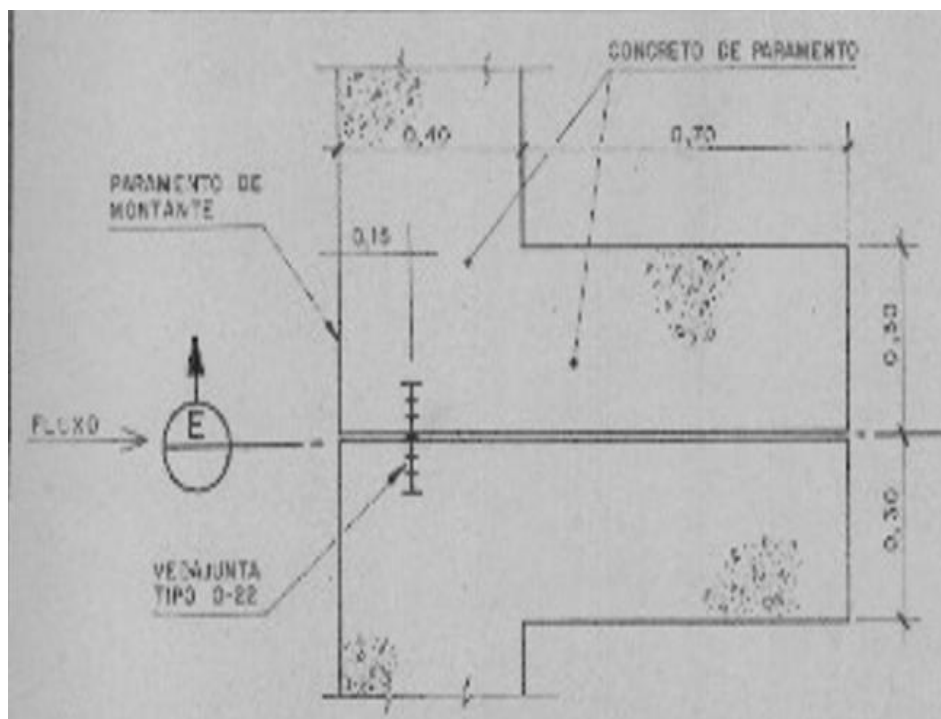
47



Fonte: Elaborado pelo autor

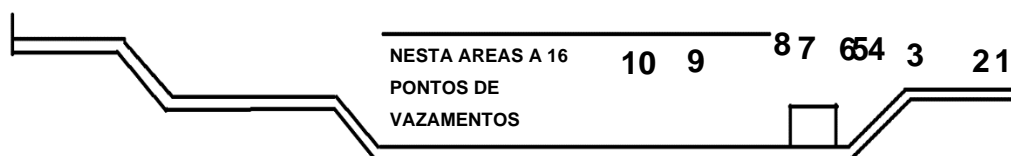
A foto listada abaixo na Figura 14, mostra a quantidade de vazamentos encontrados na parte interna a montante da obra de arte, situação em estado de degradação, que já ultrapassa o concreto de paramento com espessura entre 40cm e 110cm, dependendo do local, mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Espessura da parede de paramento a montante



Fonte: CODEVASPF



Figura 14 – Localização dos vazamentos

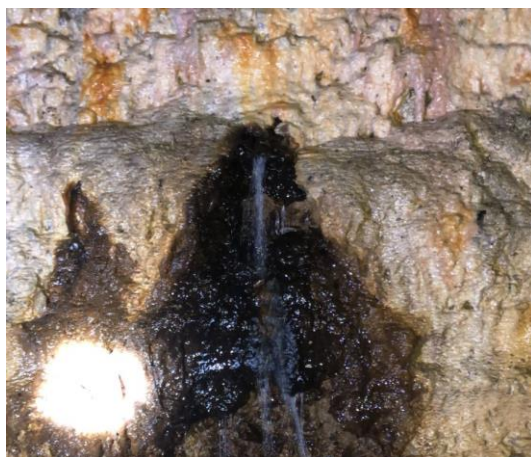


Fonte: Elaborado pelo autor

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

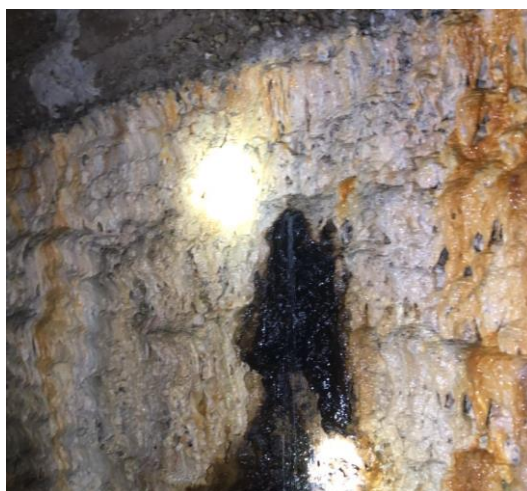
Figura 15 – Patologias geradas pela falta de intervenção

	<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 <math>\text{Ca}(\text{OH})_2</math>. para fora da superfície de concreto</p>
<b>FOTO B</b>	
	<p>Vazamentos na escada a direita, bolor as manchas brancas são o hidroxido de calcio, " 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





**vedaminas**  
MasterSeal



**ENC**

Equipamentos de Perícias e Laudos



**GGS**

54

Figura 17 – Vazamentos e patologias - estrutura coberta de eflorescência



Fonte: Elaborado pelo autor



**vedaminas**  
MasterSeal



**ENC**

Equipamentos de Perícias e Laudos



**GGS**

55

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

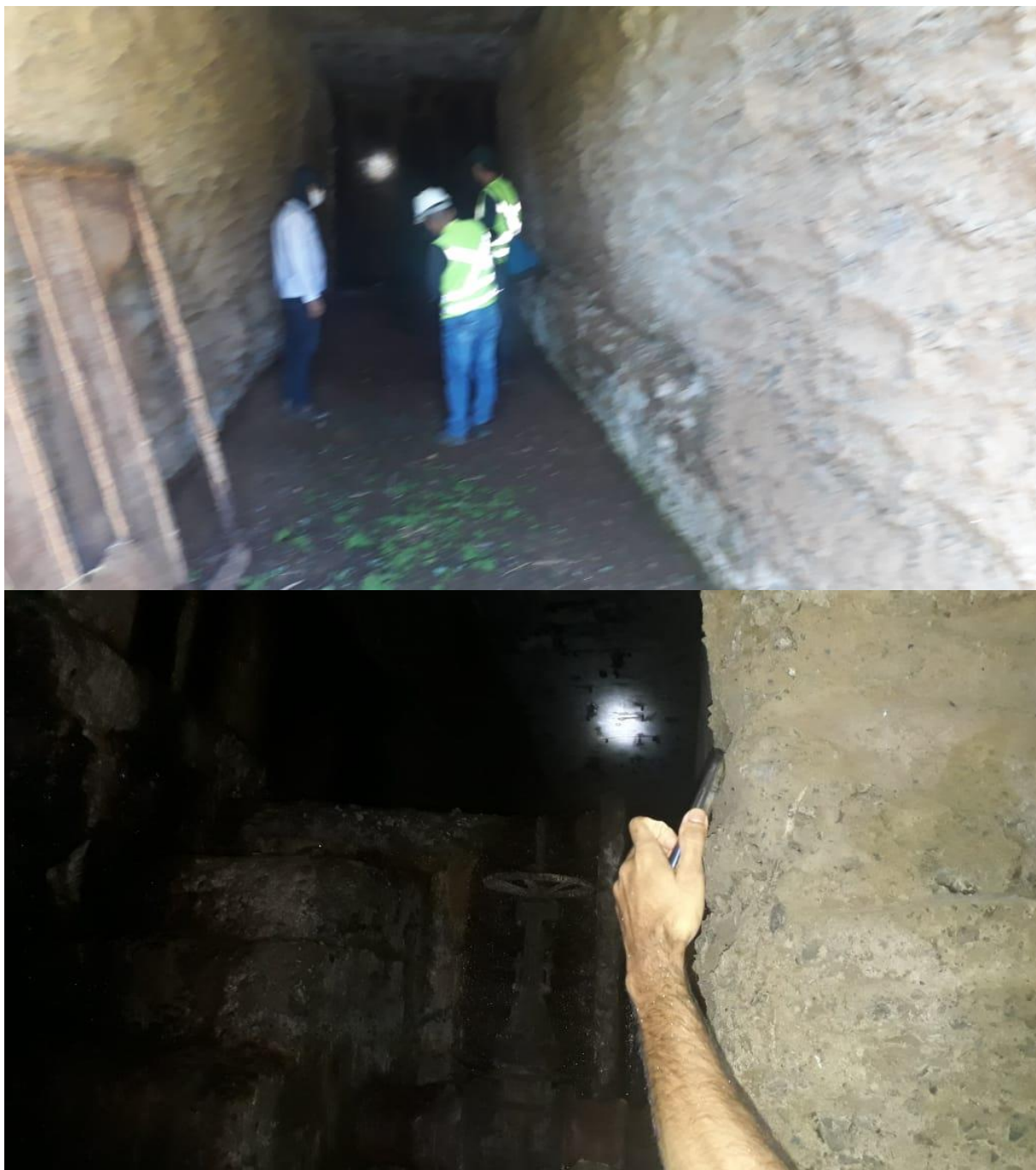


Equipamentos de Perícias e Laudos



57

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



Fonte: Elaborado pelo autor





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



Equipamentos de Perícias e Laudos



62

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



Fonte: Elaborado pelo autor





Equipamentos de Perícias e Laudos



63

Figura 26 - Perda de secção da armação



Fonte: Elaborado pelo autor



**vedaminas**  
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



64

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.*



Equipamentos de Perícias e Laudos



68

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





Equipamentos de Perícias e Laudos



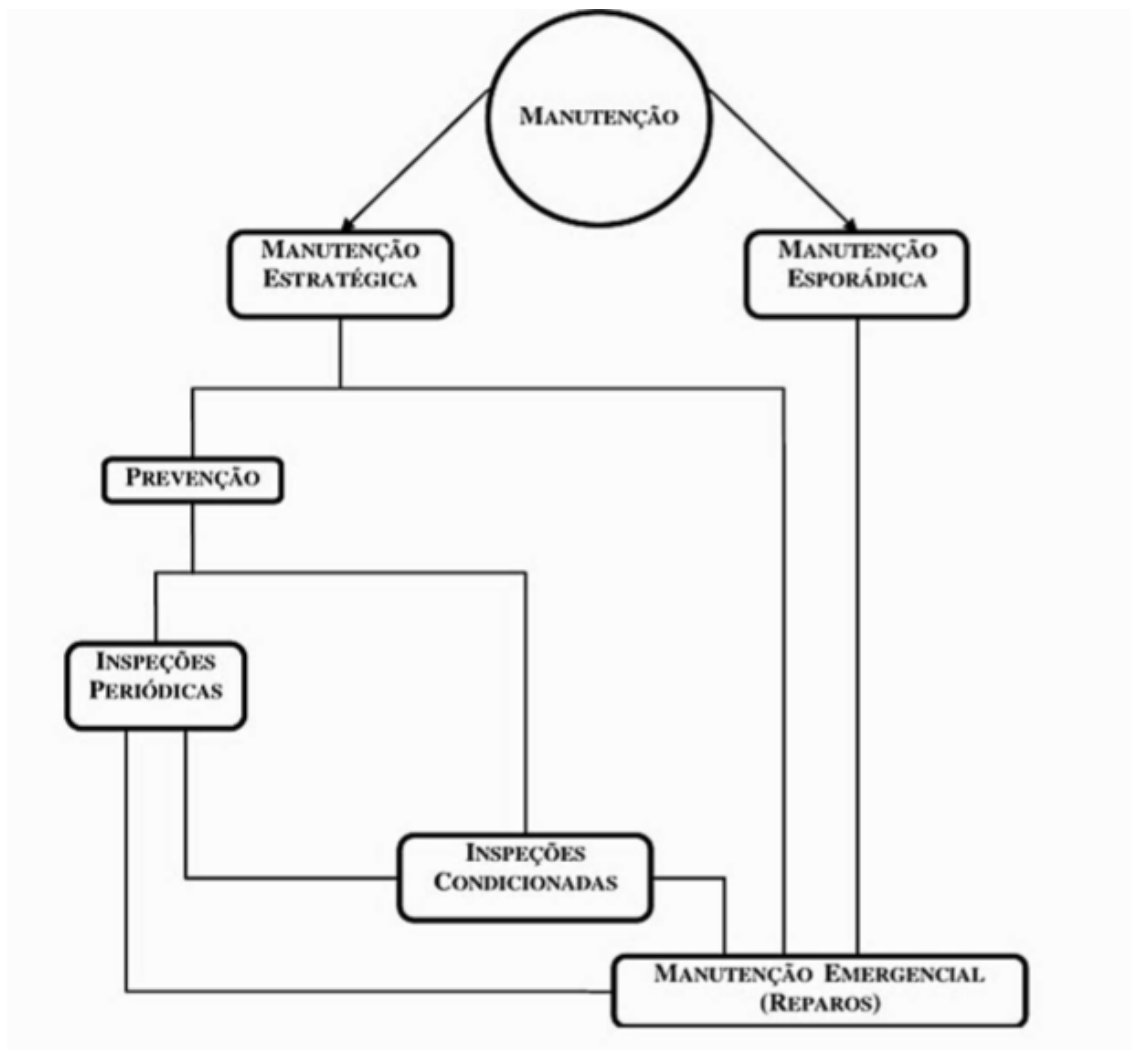
71

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 esclerometria 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.

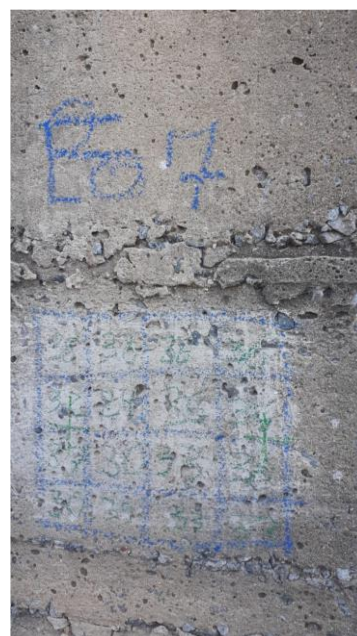


**ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E01****ENSAIO DE ESCLEROMETRIA E02**

**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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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

 <b>RESULTADOS OBTIDOS NA ESCLEROMETRIA</b>			
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.




Equipamentos de Perícias e Laudos



86

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:

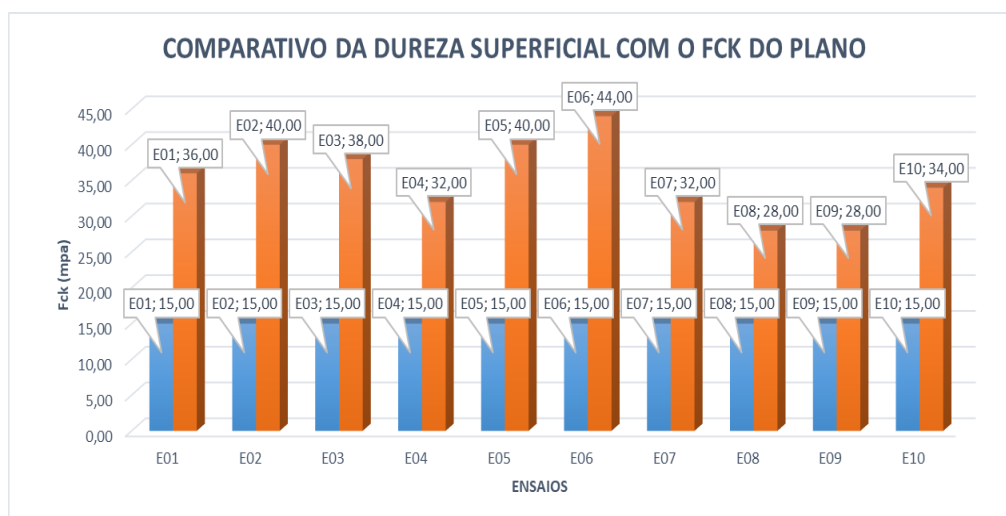
Figura 47 - Comparativo de resistência

 ENC Engenharia na Construção		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



Equipamentos de Perícias e Laudos



87

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

ENC Engenharia na Construção		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.**



Equipamentos de Perícias e Laudos



88

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.





Equipamentos de Perícias e Laudos



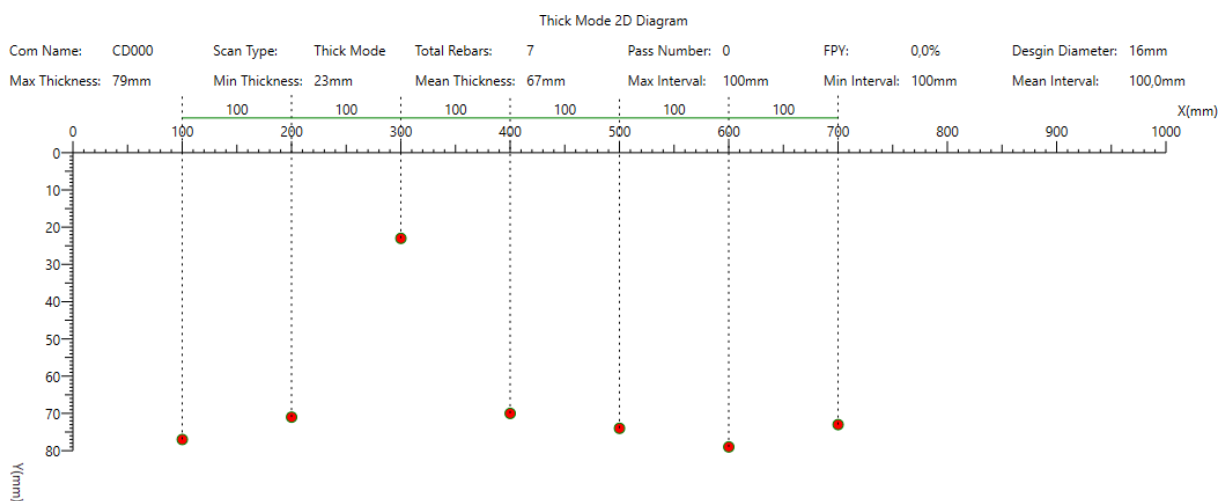
89

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

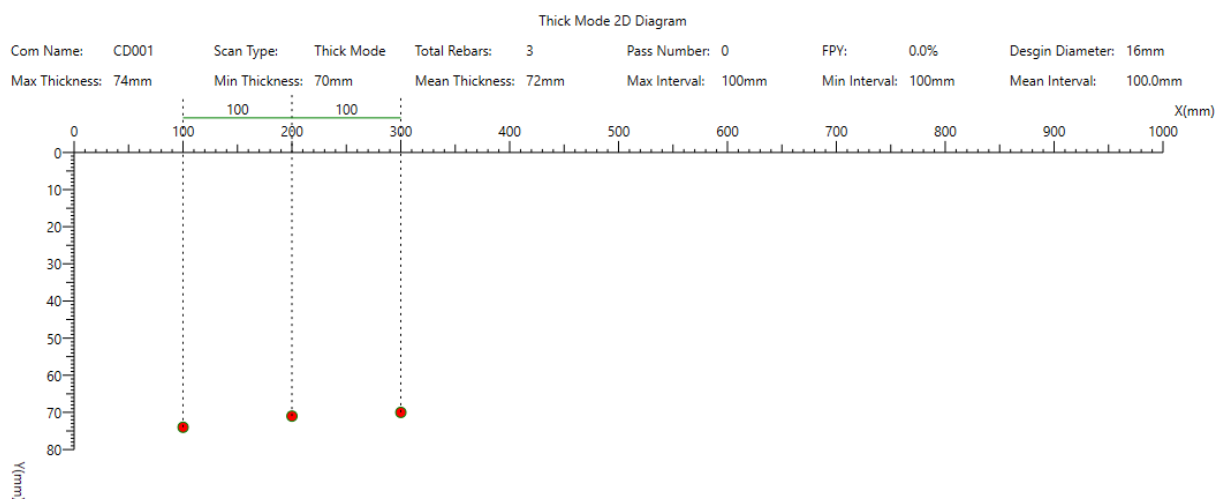


Equipamentos de Perícias e Laudos



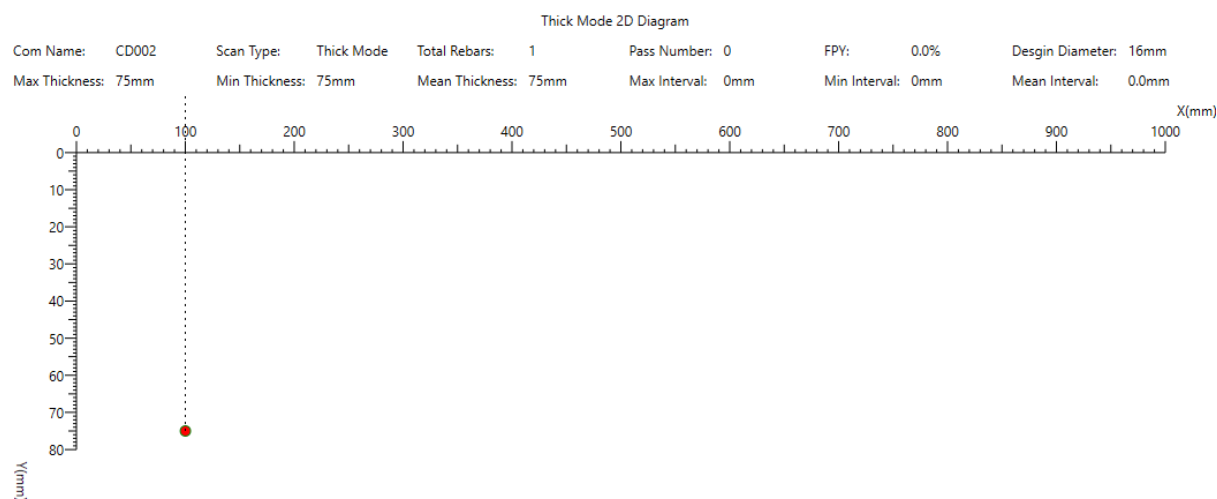
90

Figura 53: Pacômetria CD001



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 54 - Pacômetria CD002



Fonte: Elaborado pelo autor

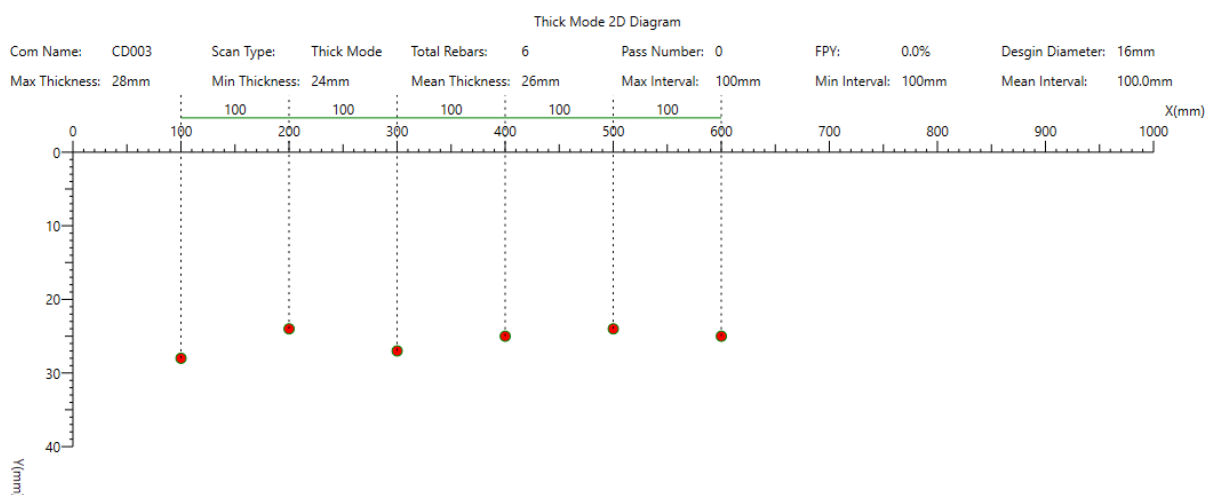


Equipamentos de Perícias e Laudos



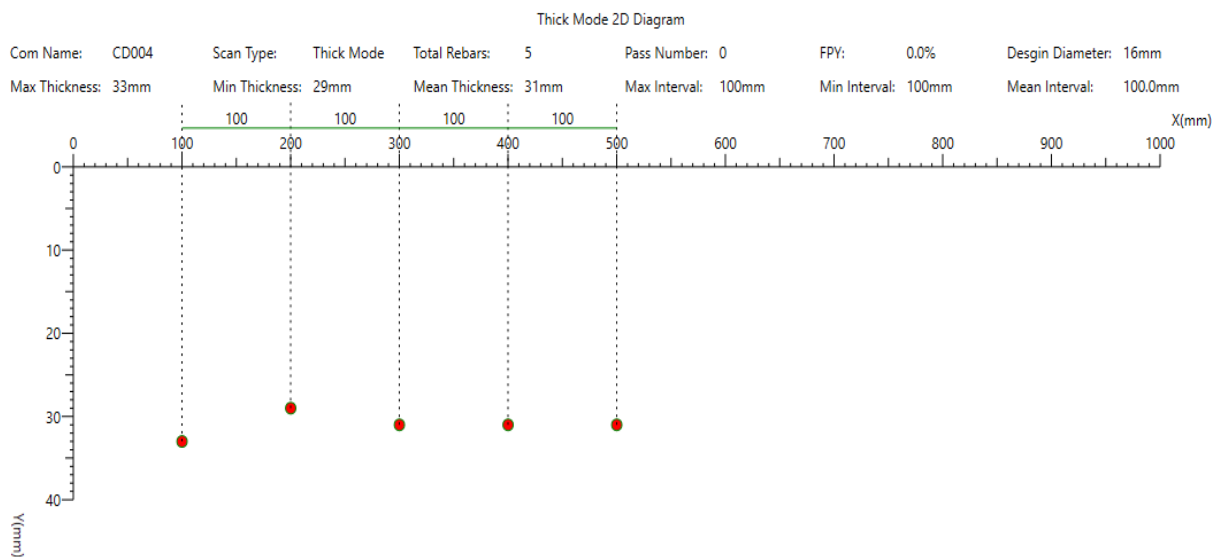
91

Figura 55 - Pacômetria CD003



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 56 - Pacômetria CD004



Fonte: Elaborado pelo autor

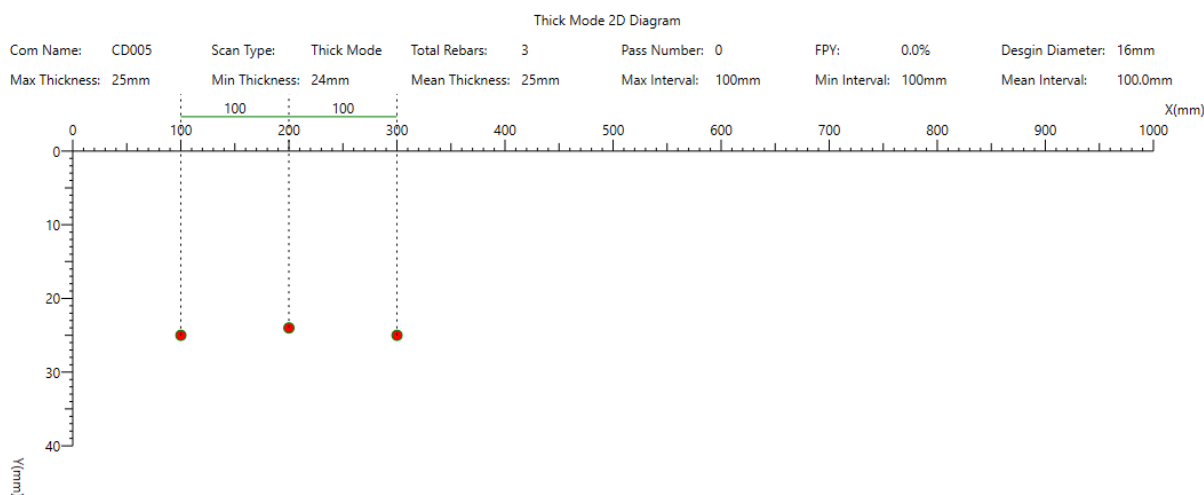


Equipamentos de Perícias e Laudos



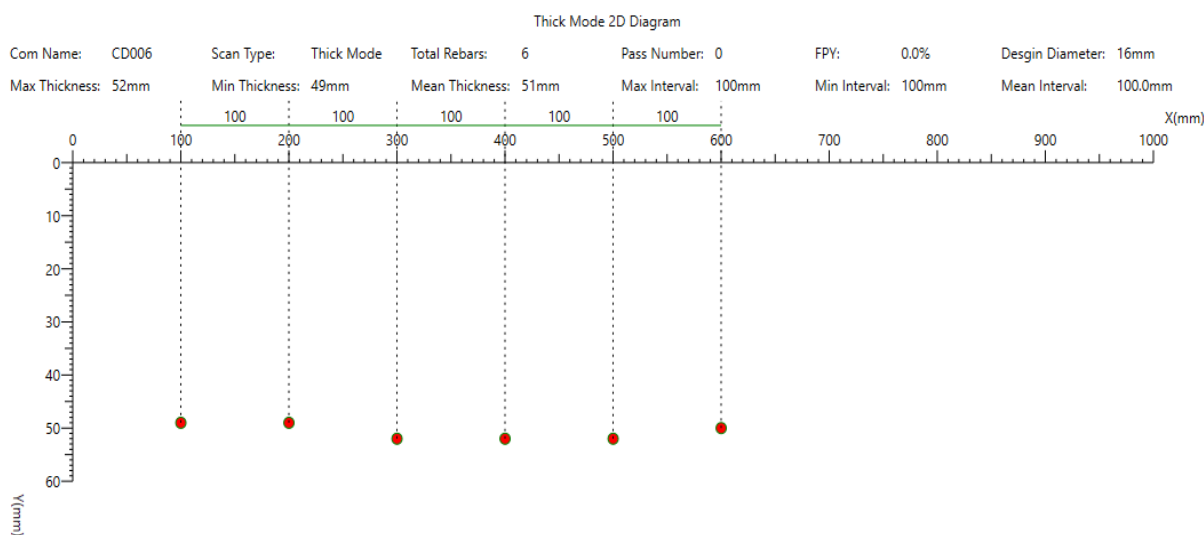
92

Figura 57 - Pacômetria CD005



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 58 - Pacômetria CD006



Fonte: Elaborado pelo autor



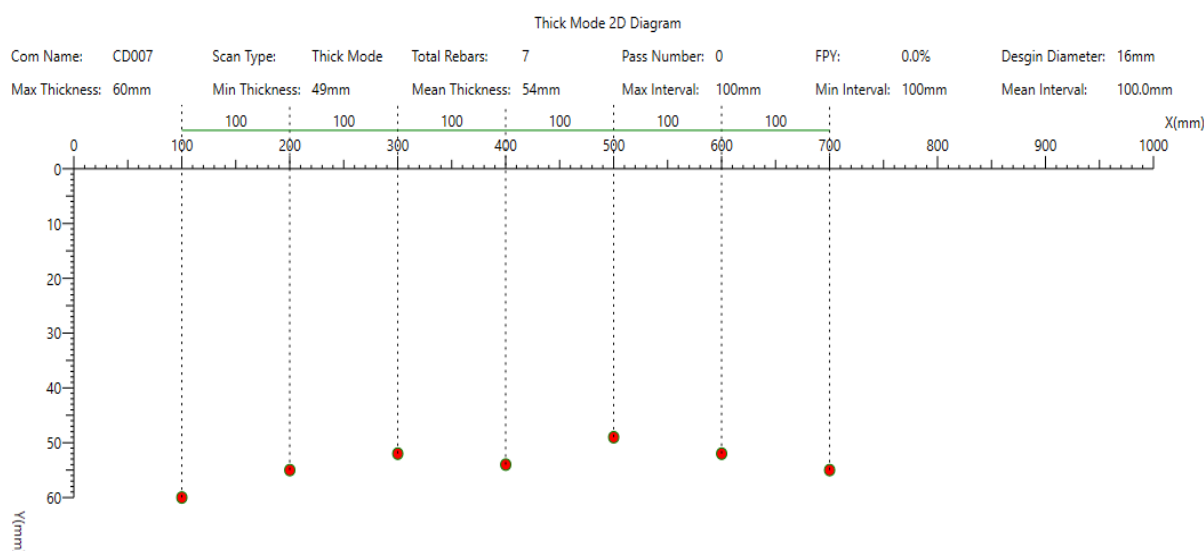


Equipamentos de Perícias e Laudos



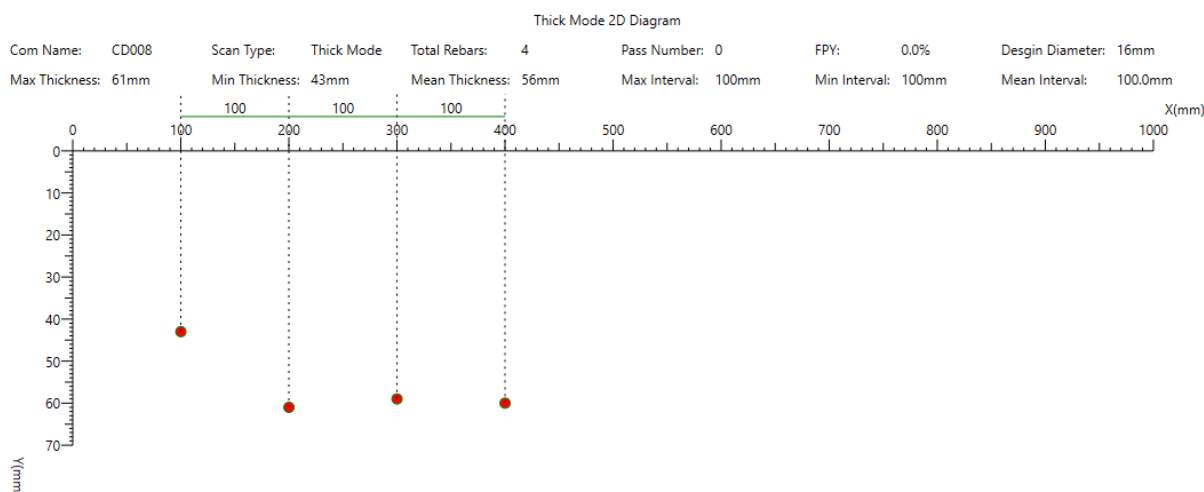
93

Figura 59- Pacômetria CD007



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 60 - Pacômetria CD008



Fonte: Elaborado pelo autor



**vedaminas**  
MasterSeal

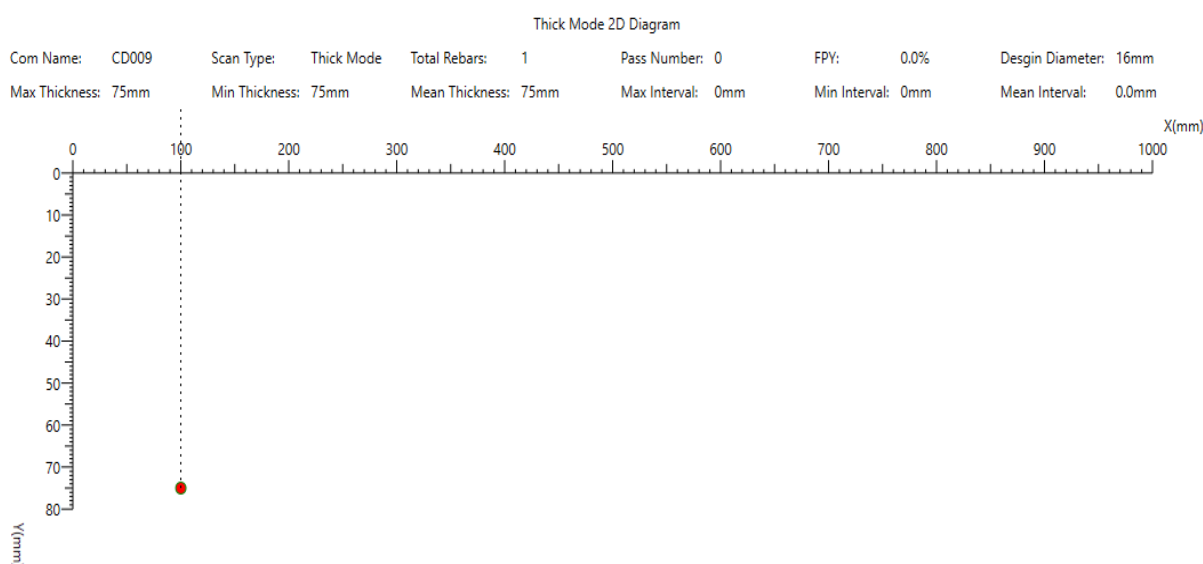


Equipamentos de Perícias e Laudos



94

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 <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

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

<sup>b</sup> 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  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> 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.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.



Equipamentos de Perícias e Laudos



96

### 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°<sup>(s)</sup> 0087/22.

#### RESULTADOS

"Sound time"

Unidade	VI	VR	Erro	U	k	V <sub>eff</sub>
µs	346,00	353	-7,00	13	2,87	4

Fonte: Elaborado pelo autor



**vedaminas**  
MasterSeal



**ENC**

Equipamentos de Perícias e Laudos



98

Figura 63 -Certificado de Calibração U910



Fonte: Elaborado pelo autor



**vedaminas**  
MasterSeal



**ENC**

Equipamentos de Perícias e Laudos



**GGS**

99

Figura 64 - Certificado de Calibração U910



Fonte: Elaborado pelo autor



Equipamentos de Perícias e Laudos



100

### 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.*





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

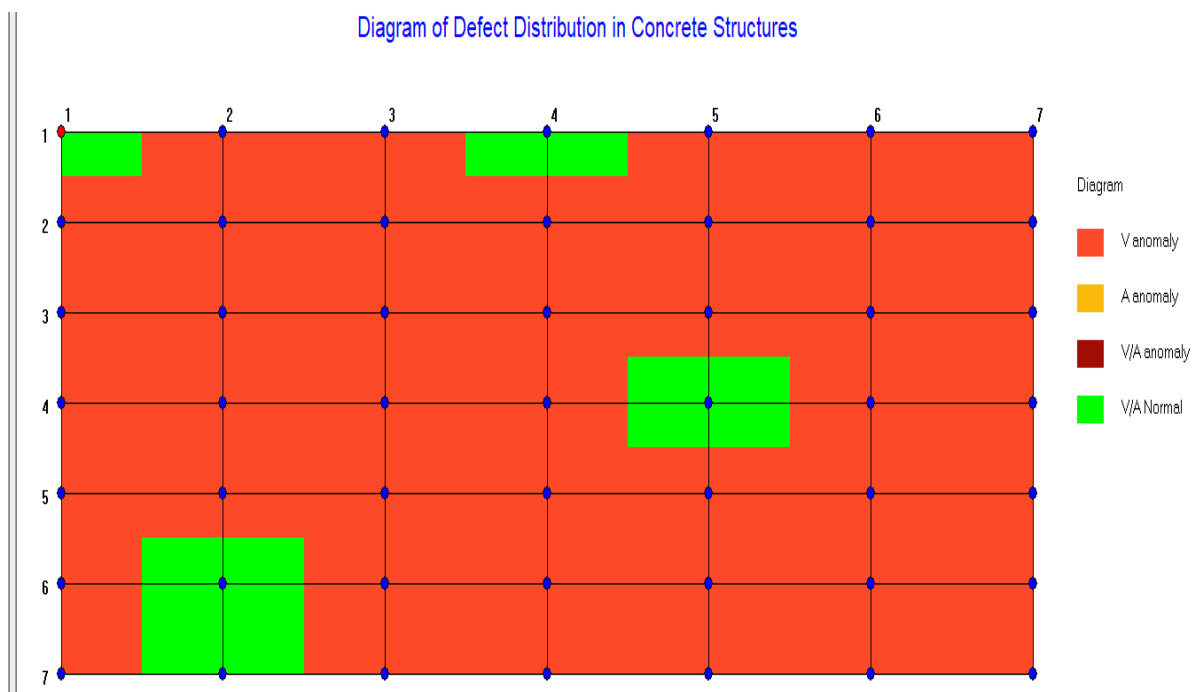
Fonte: Elaborado pelo autor

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.

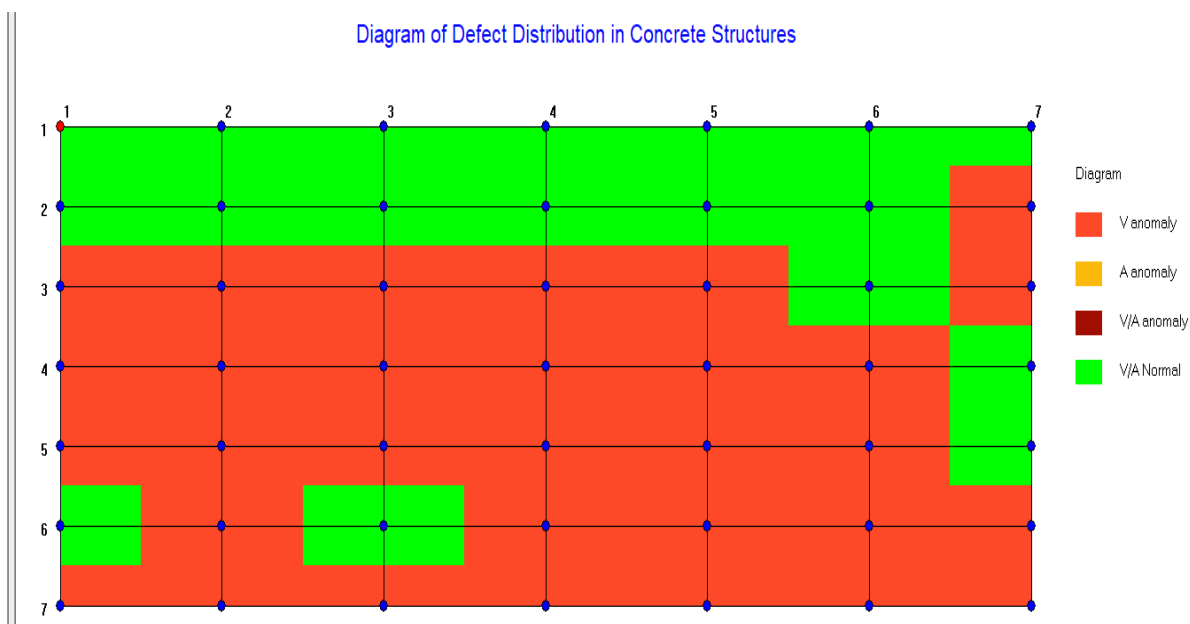
+55 61 99880-6010 | +55 31 99291-0336 | +55 31 98499-4053

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.



**vedaminas**  
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



106

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

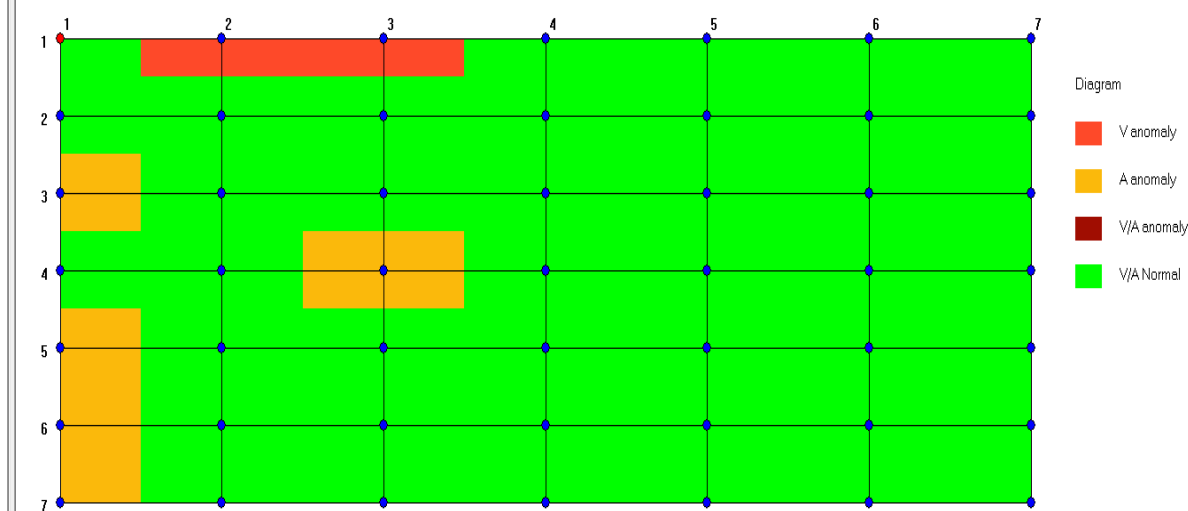
*Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.*

+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 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.



**vedaminas**  
MasterSeal



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

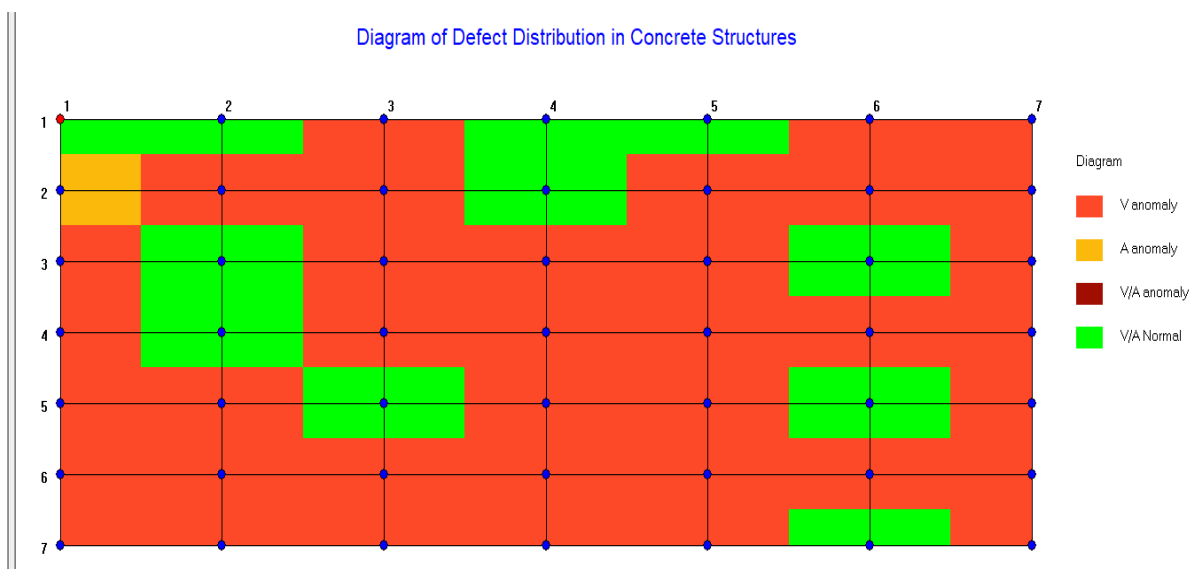
*Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.*

+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

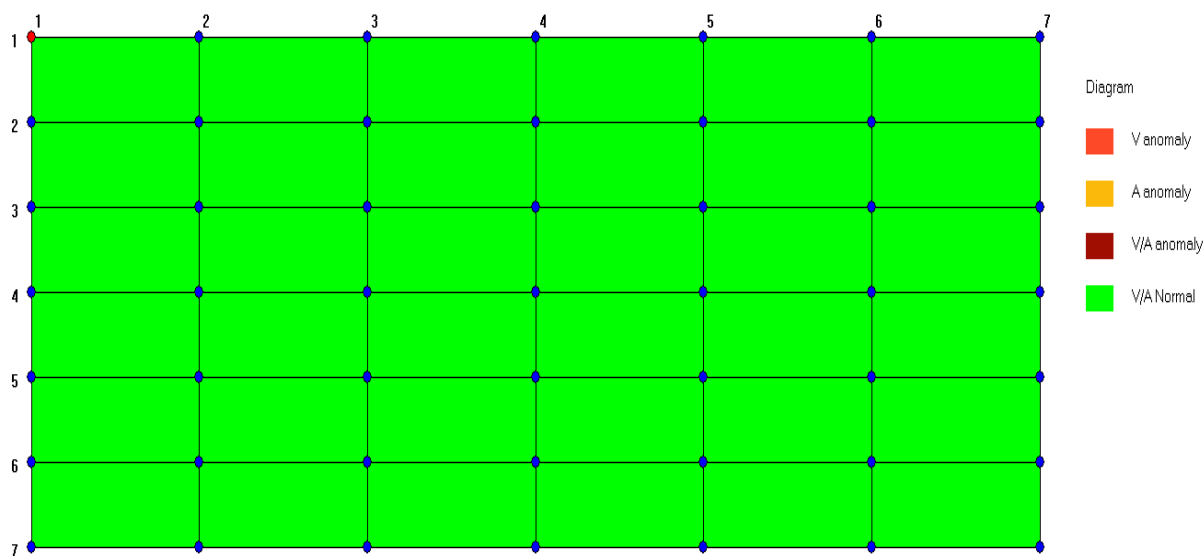
Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.

+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

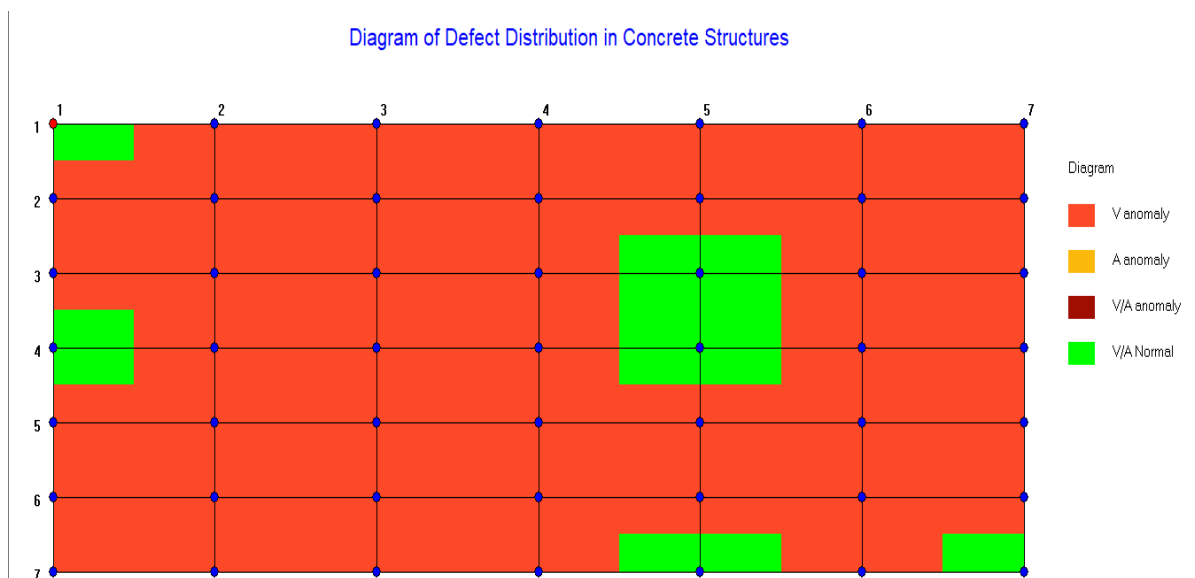
Fonte: Elaborado pelo autor

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.



**vedaminas**  
MasterSeal



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

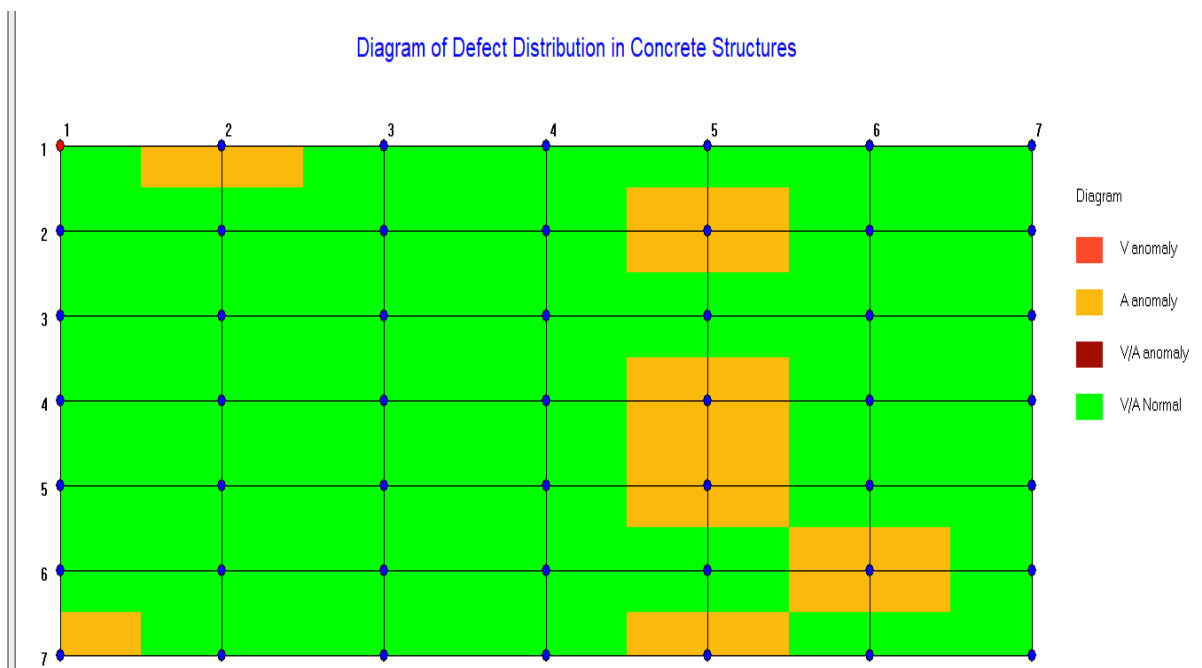
*Recuperação estrutural e de fachadas, tratamento de concreto, impermeabilizações, injeção de poliuretano e epóxi estrutural, juntas de dilatação, fibra de carbono, pisos especiais, ensaios não destrutivos, consultoria e laudos.*

+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

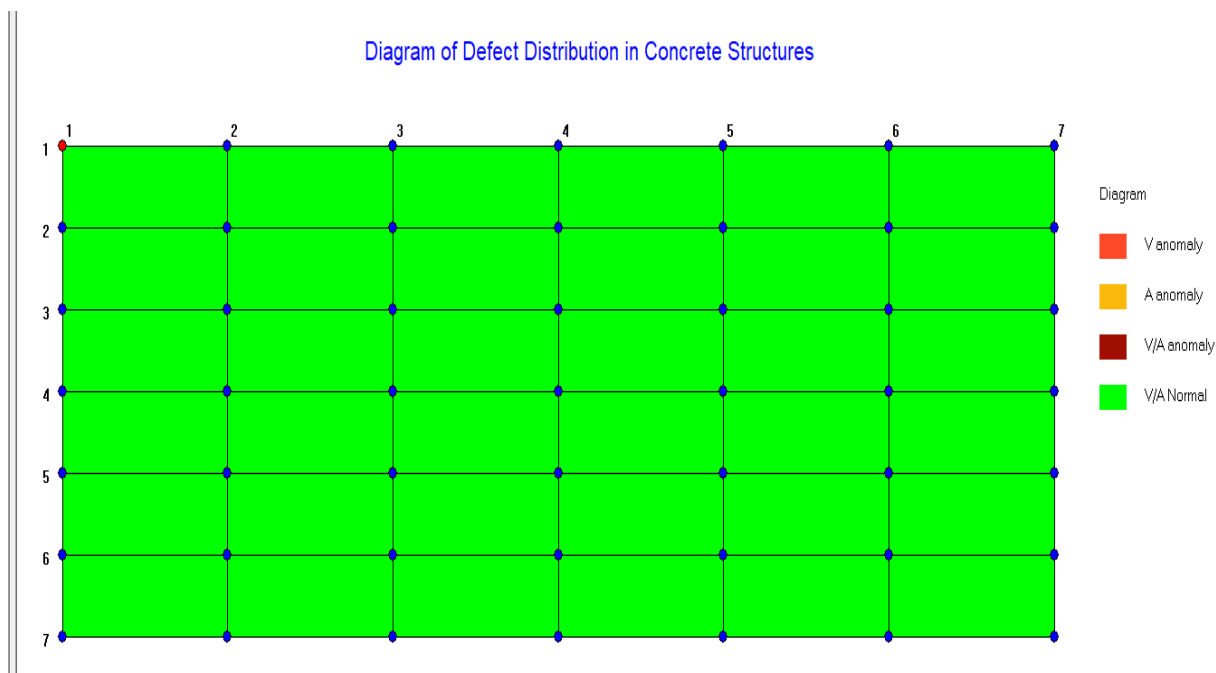
Fonte: Elaborado pelo autor

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

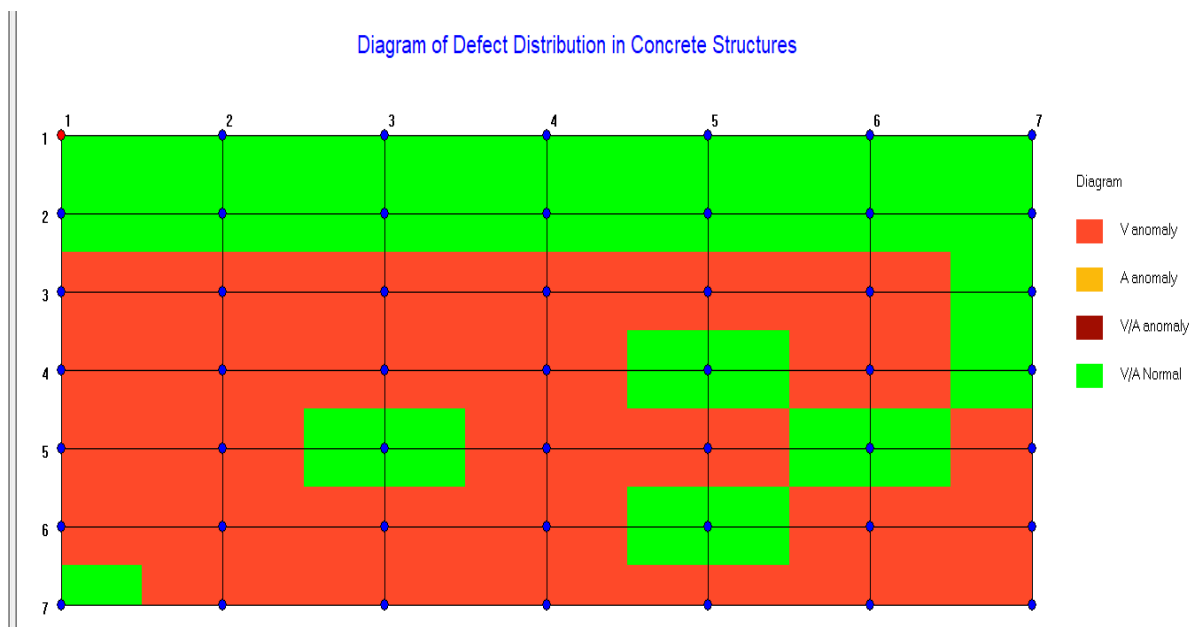
Figura 81 – 9º Ensaio de ultrassonografia

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.

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.





**vedaminas**  
MasterSeal



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

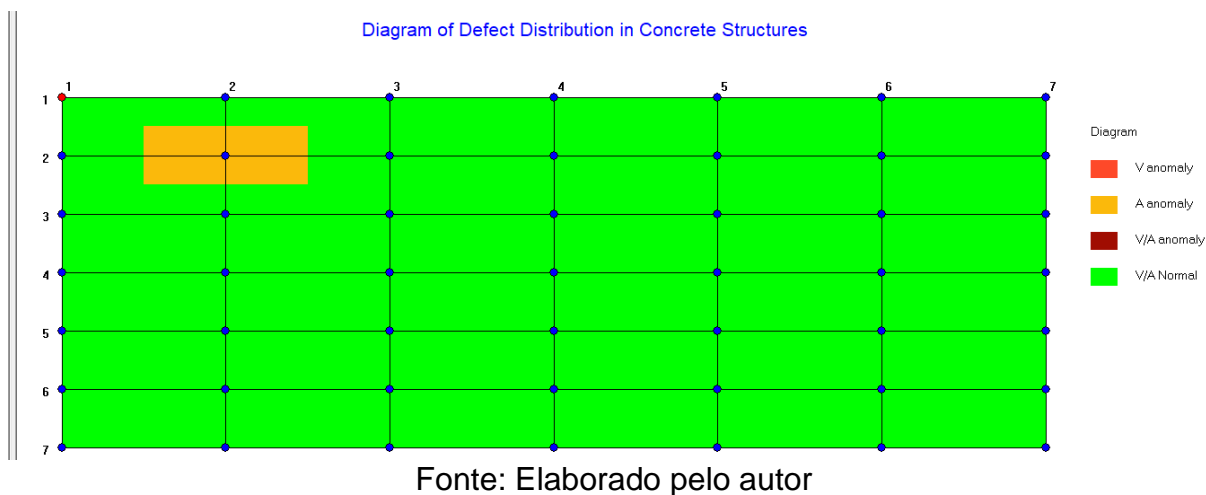
Fonte: Elaborado pelo autor

*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 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.



**vedaminas**  
MasterSeal



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

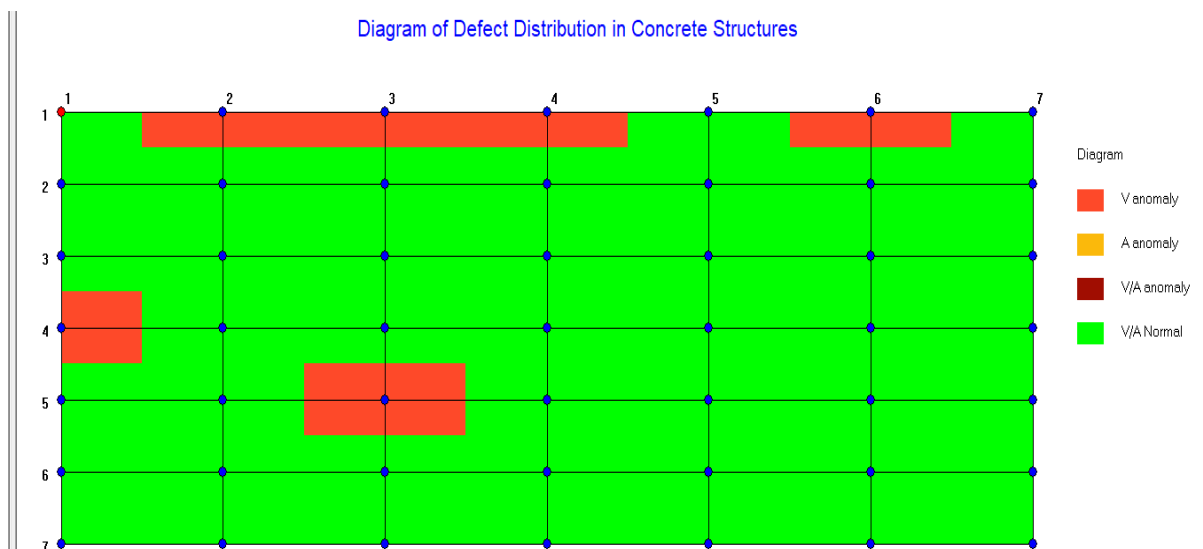
Fonte: Elaborado pelo autor

*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

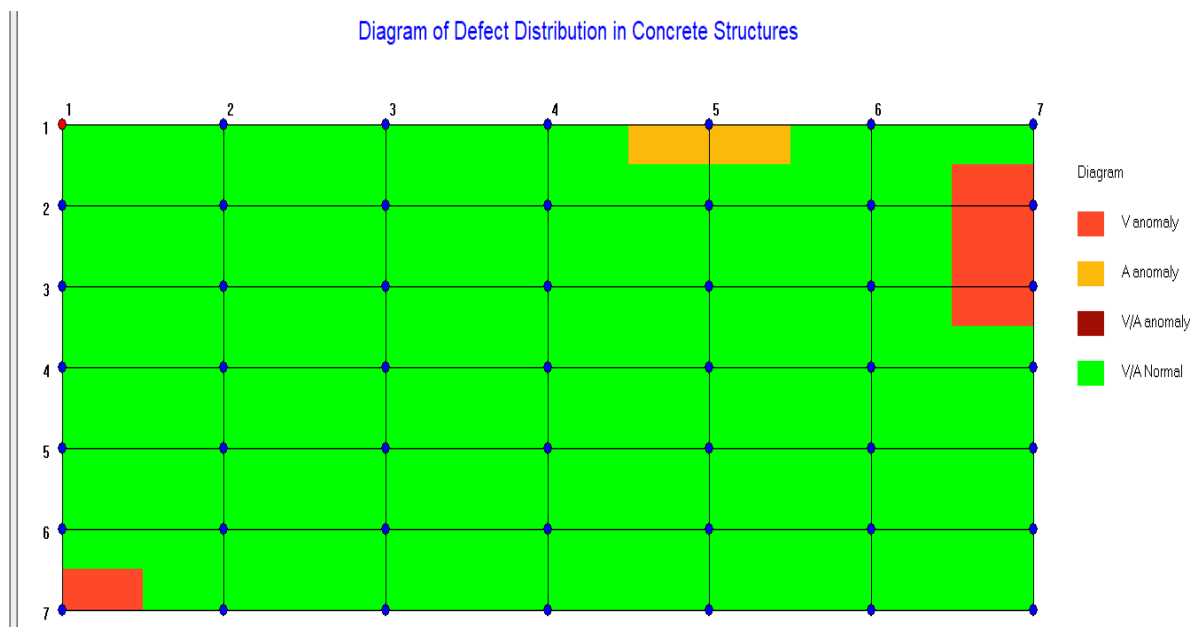
Figura 87 - 12 ° Ensaio de ultrassonografia

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



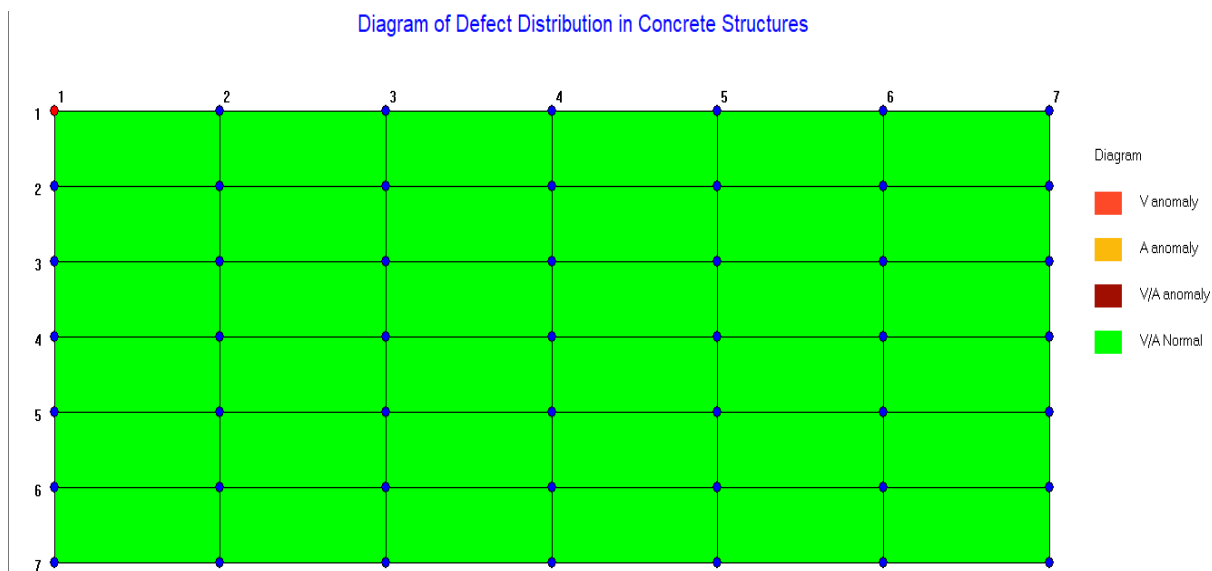
126

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

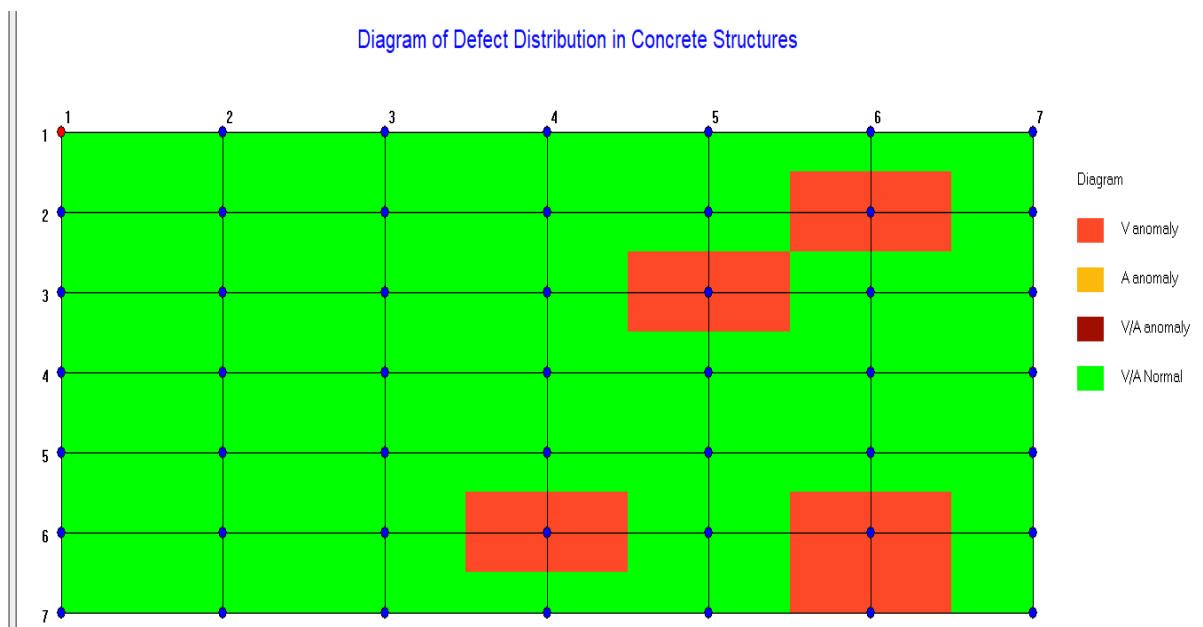
Fonte: Elaborado pelo autor

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

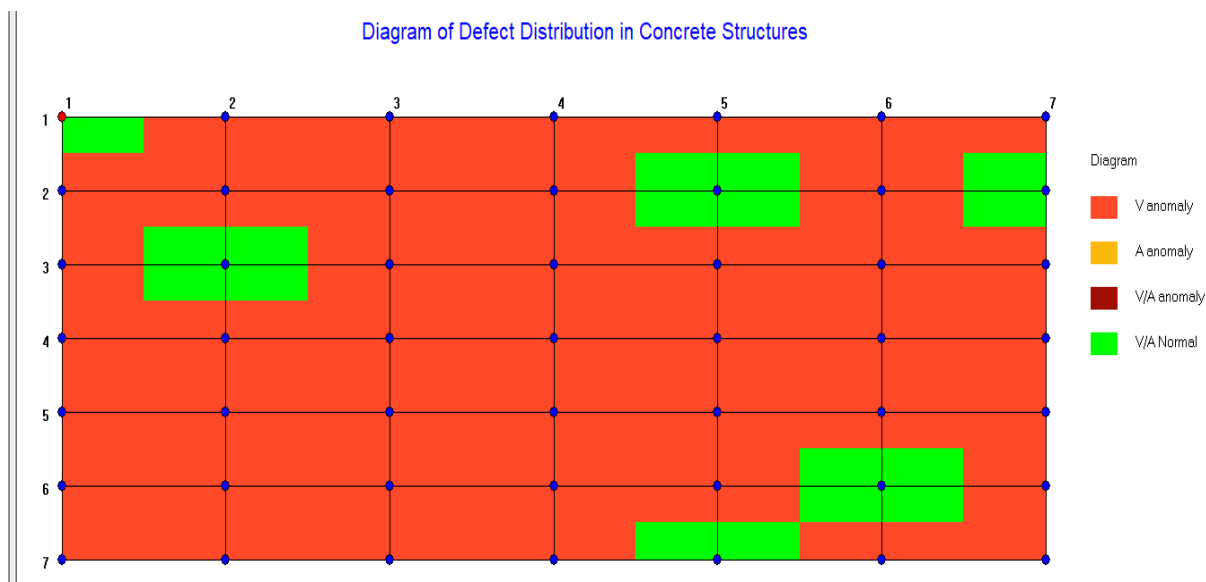
Fonte: Elaborado pelo autor

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).



Equipamentos de Perícias e Laudos



133

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



Equipamentos de Perícias e Laudos



134

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).



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).



**vedaminas**  
MasterSeal



Equipamentos de Perícias e Laudos



137

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



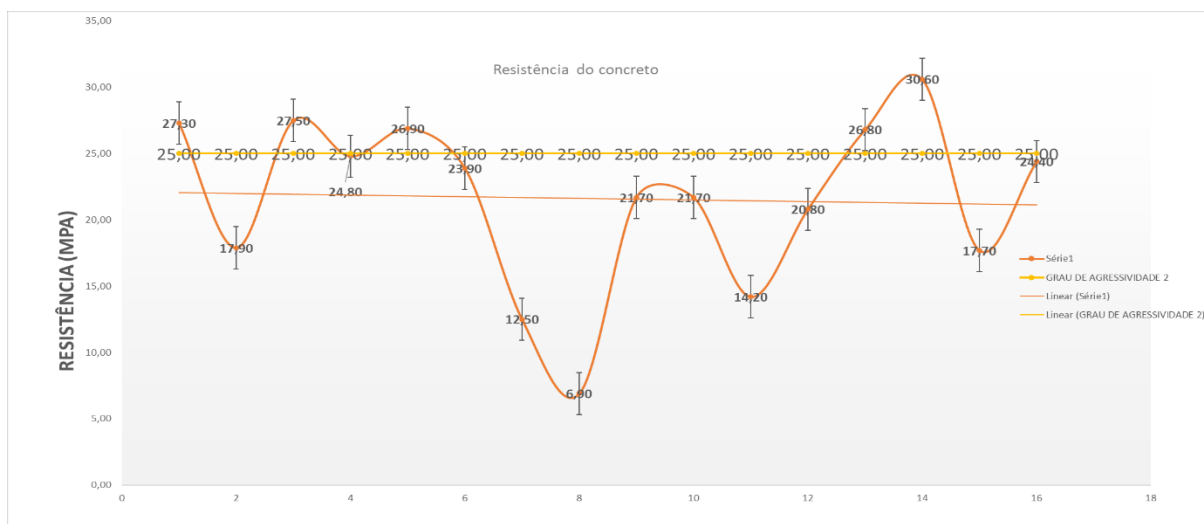
**ENC**

Equipamentos de Perícias e Laudos



141

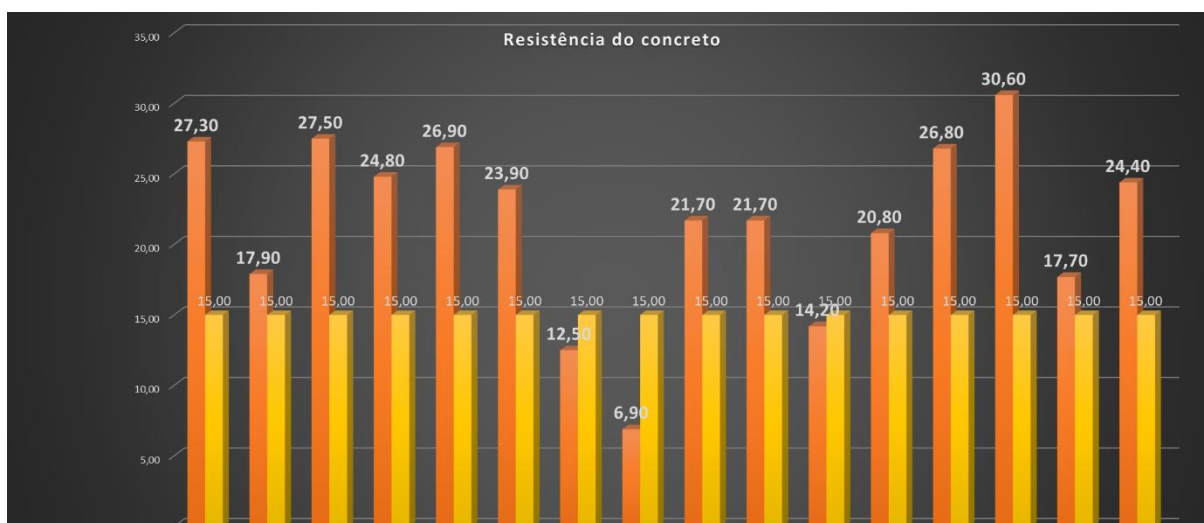
Figura 112 - Gráfico comparativo



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  $\nu_{eff}$  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

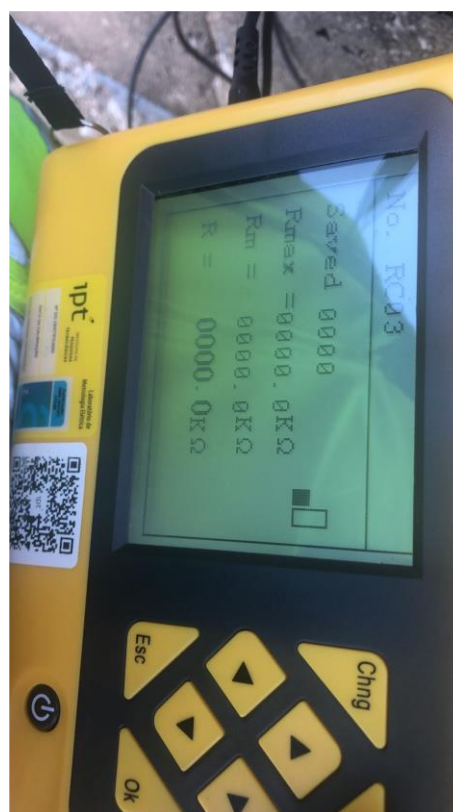


Equipamentos de Perícias e Laudos



146

### ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC03



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



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

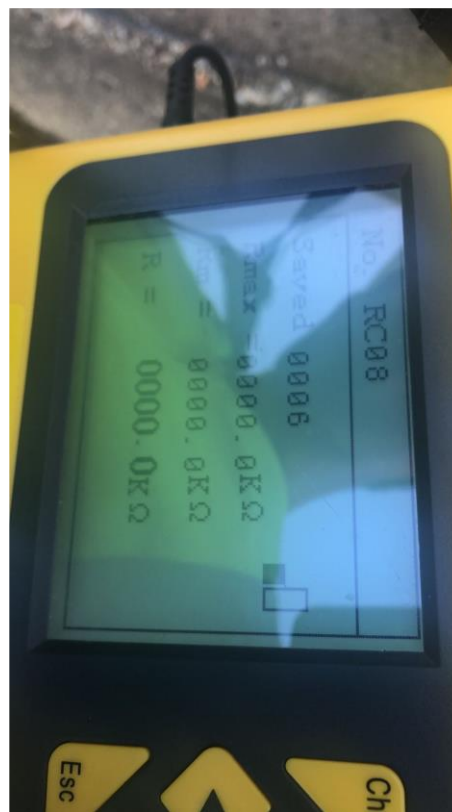
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



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



Equipamentos de Perícias e Laudos



152

## ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC09



*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

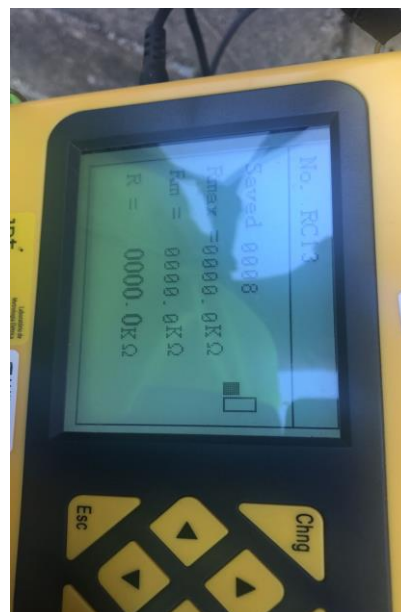
Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC



**ENSAIO DE RESISTIVIDADE RC10**

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



**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



Equipamentos de Perícias e Laudos



157

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.



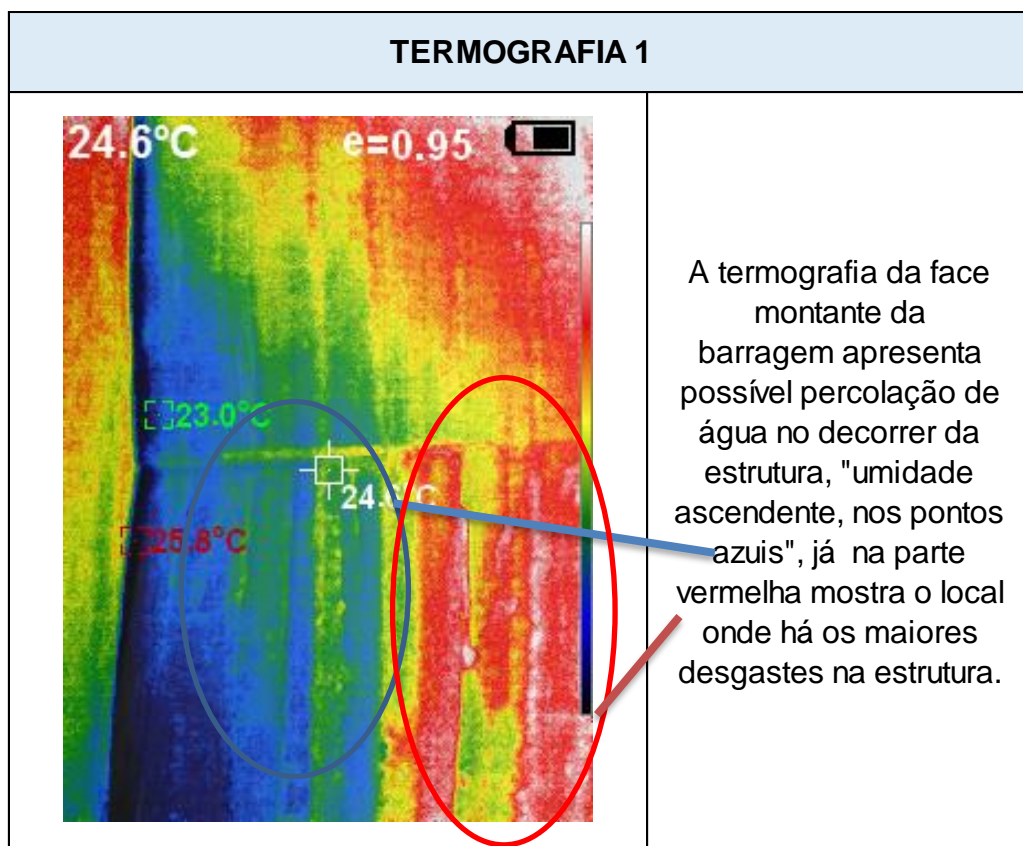
Equipamentos de Perícias e Laudos



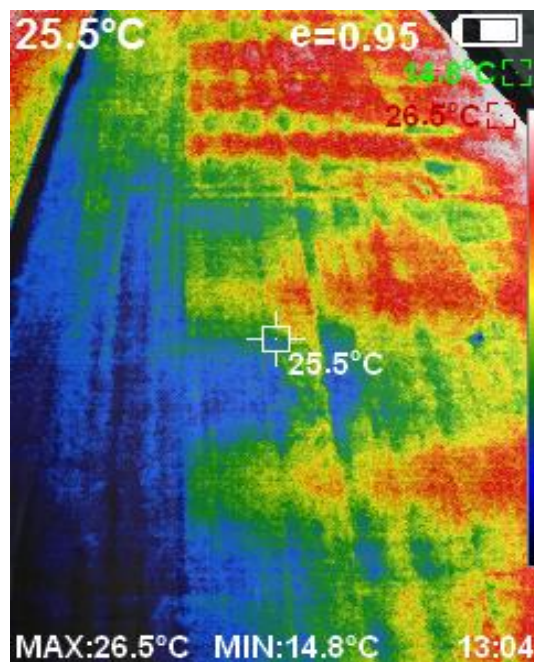
159

## 7.5 Termografia

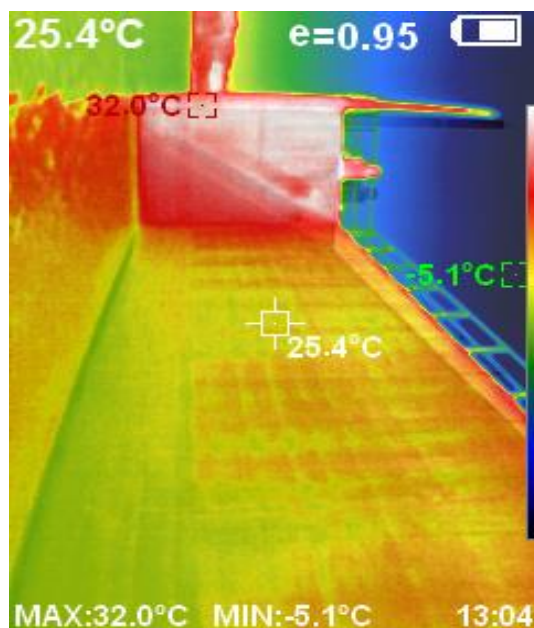
Seguem abaixo as fotos termográficas obtidas. Nestas imagens, é possível destacar o que já vimos na inspeção visual, na ultrassonografia defeitos e falhas “integridade do concreto”. No ensaio de resistividade do concreto, as imagens do ensaio mostram percolação ascendente de água e desgaste do concreto 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**

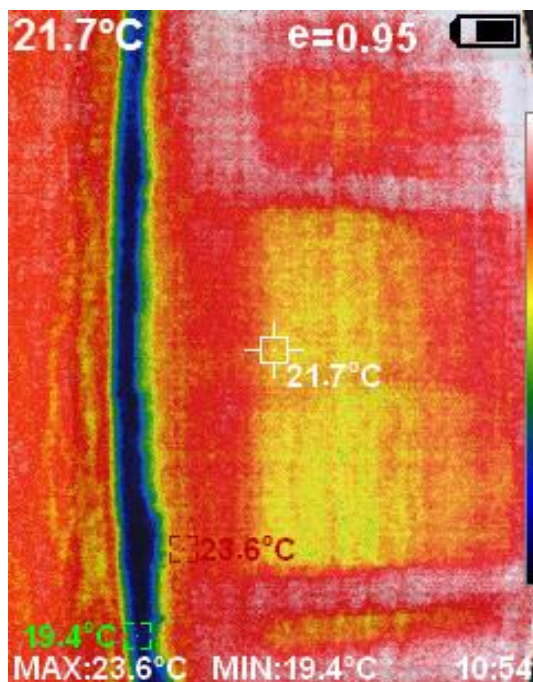
A termografia da face montante da barragem apresenta possível o local de maior desgaste na galeria de tomada de água.



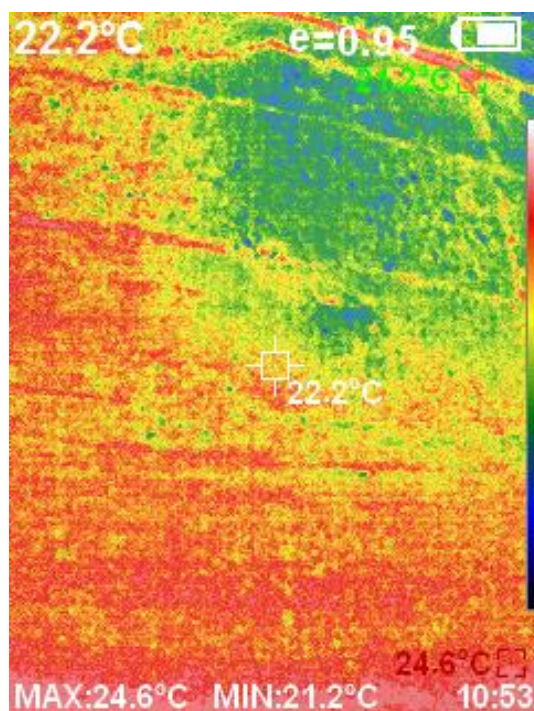
Equipamentos de Perícias e Laudos



161

**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**

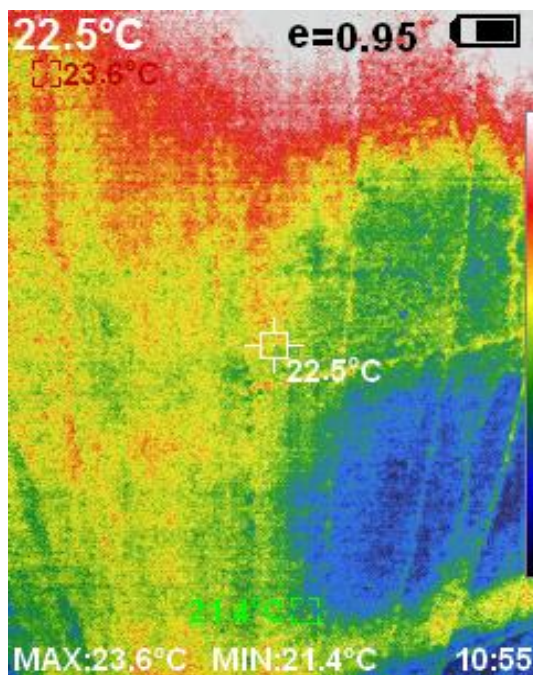
A termografia apresenta possível presença de umidade no decorrer da estrutura da barragem, por capilaridade.



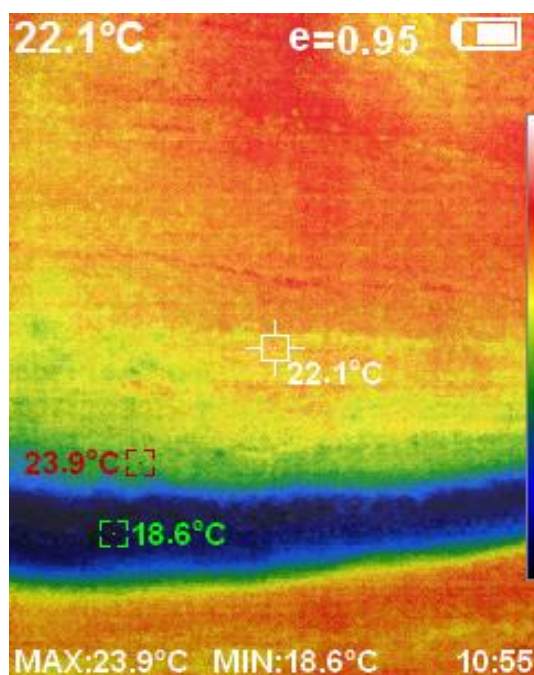
Equipamentos de Perícias e Laudos



162

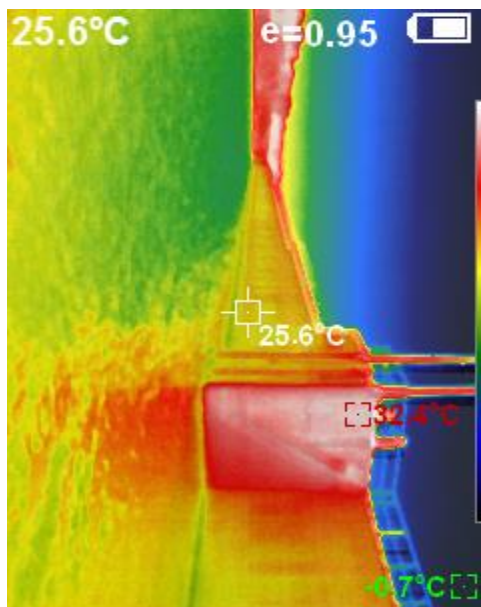
**TERMOGRAFIA 6**

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

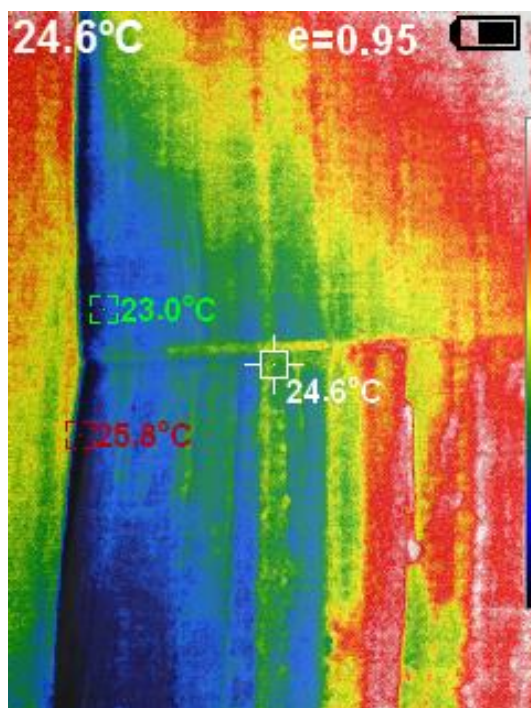
**TERMOGRAFIA 7**

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

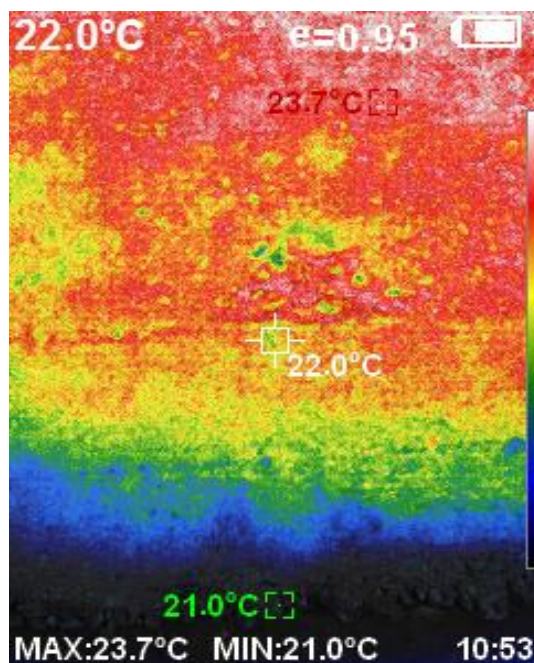


**TERMOGRAFIA 8**

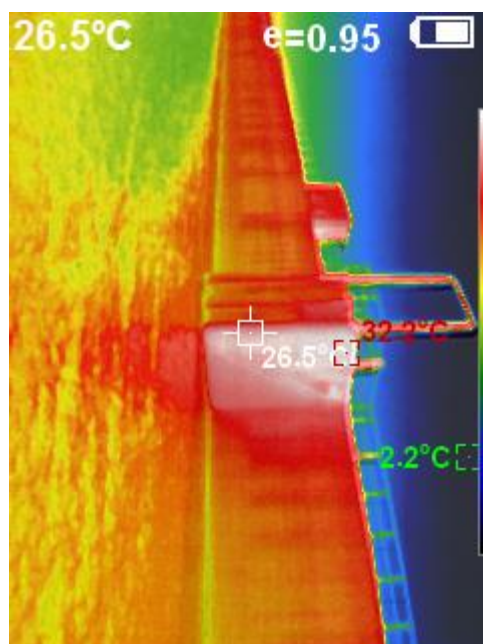
A termografia da face montante da barragem apresenta possível o local de maior desgaste na galeria de tomada de água.

**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.

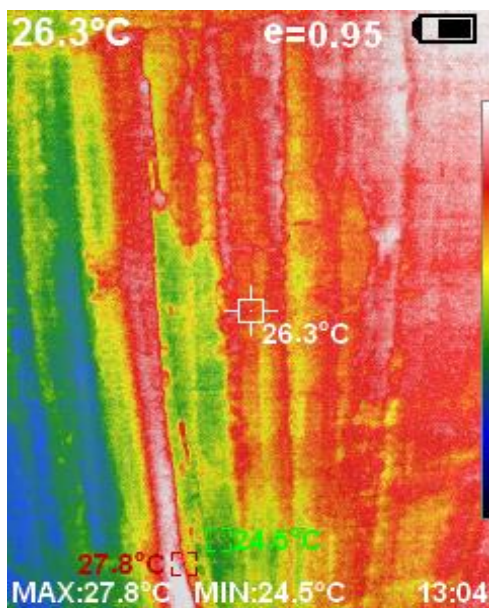
**TERMOGRAFIA 10**

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

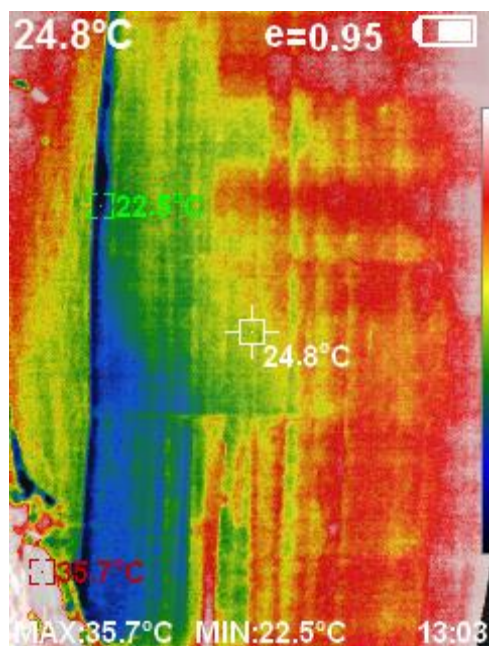
**TERMOGRAFIA 11**

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

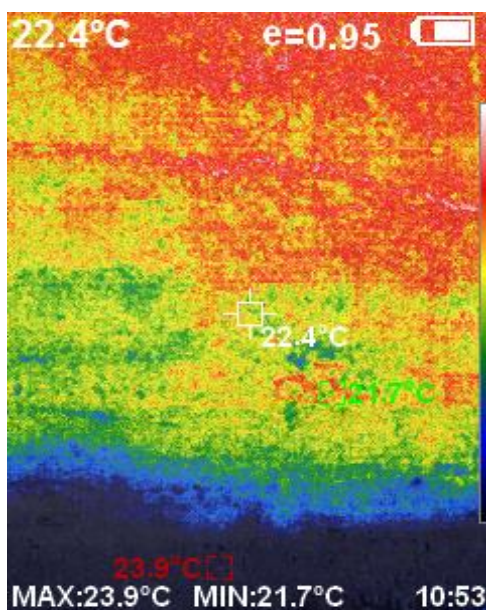


**TERMOGRAFIA 12**

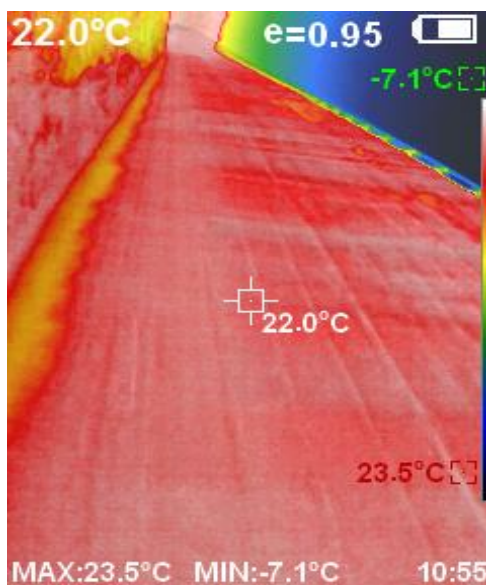
A termografia apresenta possível presença de desgaste excessivo, nas camadas de concreto, falta de proteção concreto exposto diretamente ao meio agressor

**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



Equipamentos de Perícias e Laudos



167

## 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.

*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.*



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

 <b>SEGURANÇA DE BARRAGEM</b>				
<b>A.</b>	<b>INFRAESTRUTURA OPERACIONAL</b>			
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>B.</b>	<b>BARRAGEM</b>			
<b>B.1</b>	<b>PARAMENTO DE MONTANTE</b>			
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>B.2</b>	<b>CRISTA</b>			
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>B.3</b>	<b>PARAMENTO DE JUSANTE</b>			
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



Equipamentos de Perícias e Laudos



170

<b>B.4</b>	<b>ESTRUTURA VERTENTE</b>			
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>B.5</b>	<b>GALERIAS DE INSPEÇÃO</b>			
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>B.6</b>	<b>INSTRUMENTAÇÃO</b>			
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.*



Equipamentos de Perícias e Laudos



172

**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 <sub>2</sub> )) 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 <sub>2</sub> 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).**



Equipamentos de Perícias e Laudos



176

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.

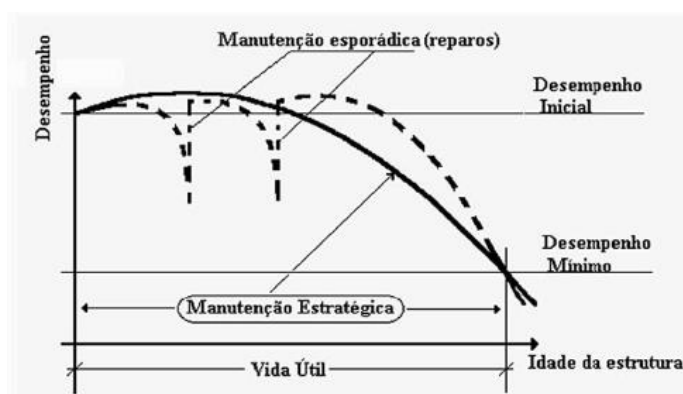
Cabe observar em seguida que esses fatores geraram a necessidade de reparos de grande monta. Esses são trabalhos especializados que só devem ser executados por pessoal técnico qualificado. Eles podem ser divididos em 3 em 3 grupos básicos, sendo eles encontrados na estrutura da barragem, a renovação 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.

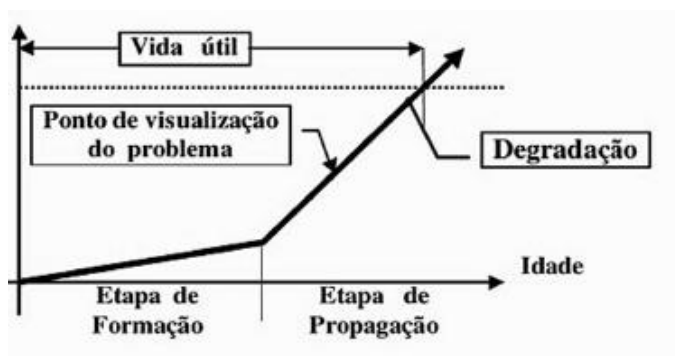


Fonte: Patologia e Recuperação estrutural

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.

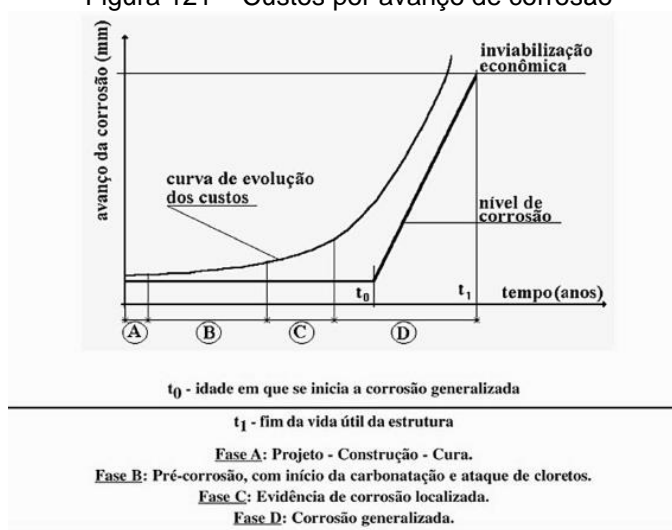
Figura 120 – Degradação da estrutura



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





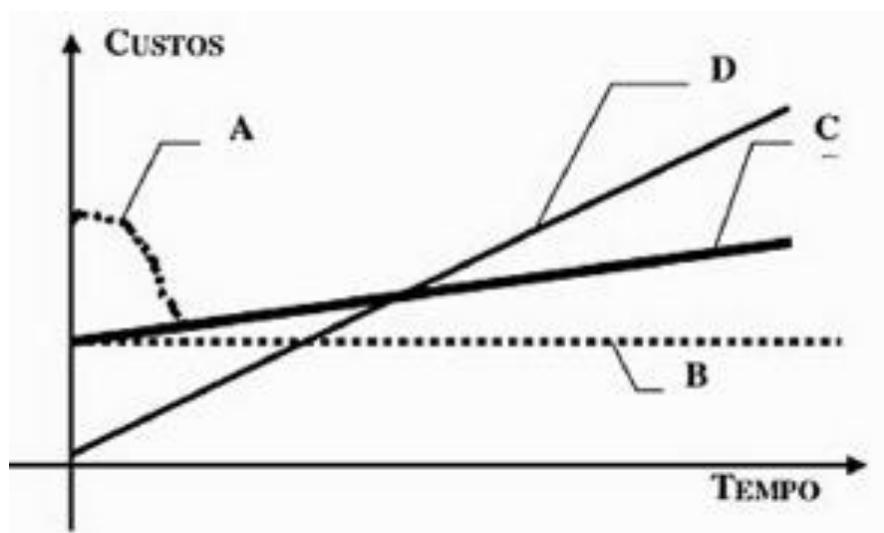
Equipamentos de Perícias e Laudos



180

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.**

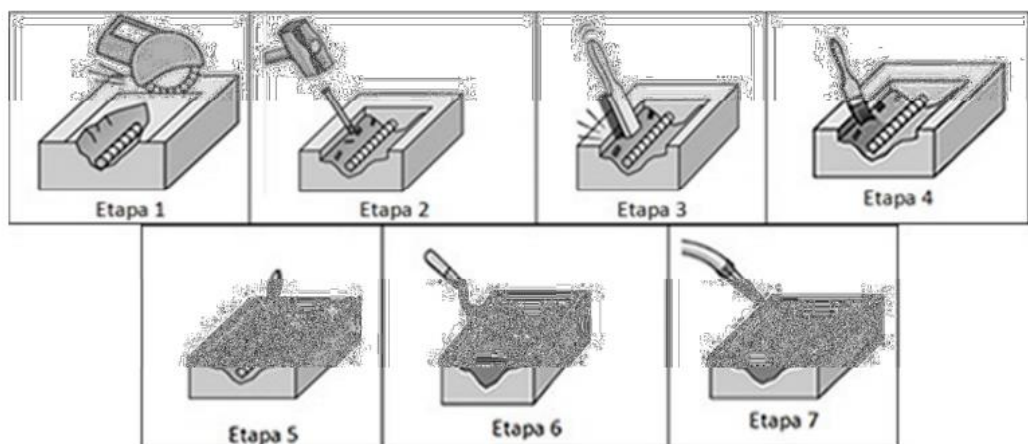
I. Destacamento do concreto e corrosão da armadura, carbonatação.

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

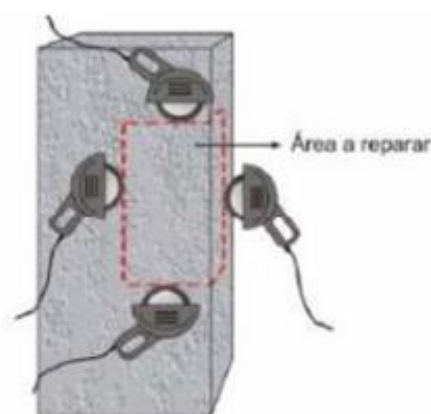
(fonte: [www.aecweb.com.br](http://www.aecweb.com.br)<sup>4</sup>)

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, 2009<sup>6</sup>)

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)



Equipamentos de Perícias e Laudos



184

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



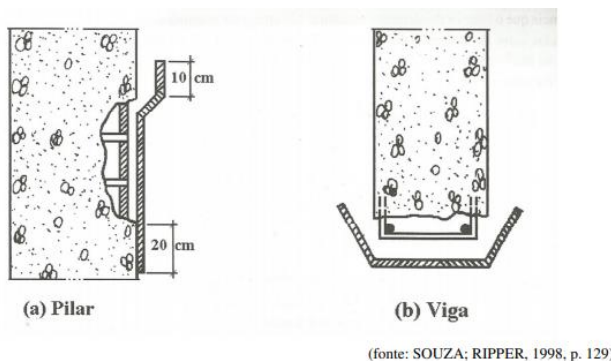
(fonte: NAKAMURA; FARIA, 2013)

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



Equipamentos de Perícias e Laudos



186

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  $20^\circ\text{C}$ ;

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

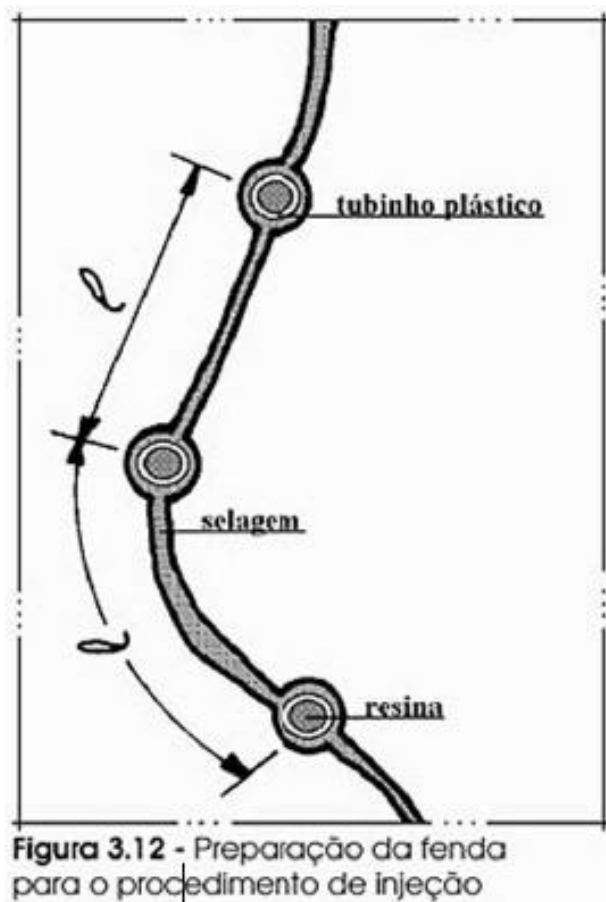
- para  $0,6 \text{ mm} < \varphi < 3,0 \text{ mm}$ : resinas epóxi líquidas com viscosidade máxima de 1500 cps a  $20^\circ\text{C}$ ;

- 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);



Equipamentos de Perícias e Laudos



188

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 m<sup>2</sup>. 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.



**Figura 3.13** - Exemplo de injeção por pistola de aplicação manual e cartucho

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.

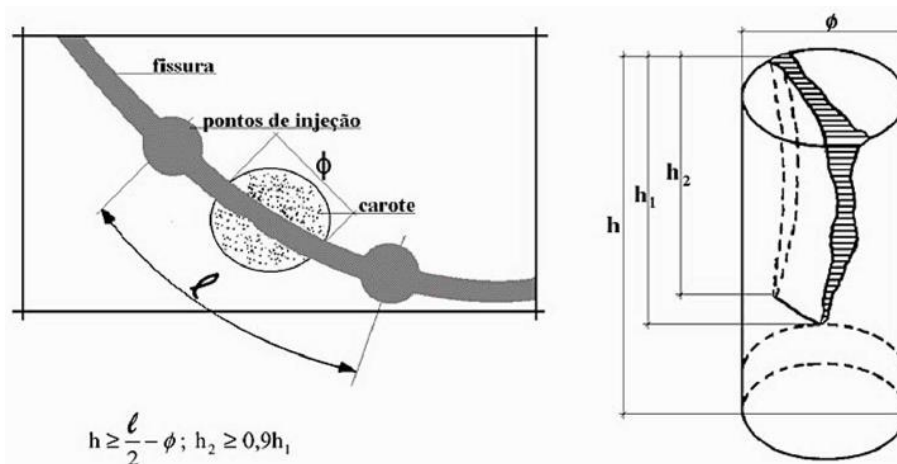


Os tubinhos de plástico devem ser conservados de meio dia a um dia após o término da injeção, quando serão removidos, promovendo-se a regularização dos locais onde estavam fixados com a própria cola de injeção.

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

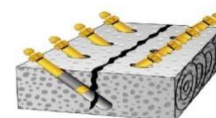
(Espuma hidroeactiva) Injetar quando houver fluxo de d'água na forma de jorros ou merejamentos.

(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.



Equipamentos de Perícias e Laudos



196

### 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 geossintético ou similar a estes, capaz de melhorar o desempenho causado pelas falhas e nichos internos de concretagens identificados nos ensaios.



Equipamentos de Perícias e Laudos



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 trinchá, 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



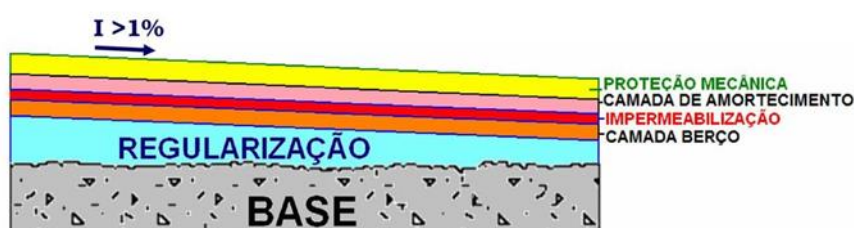
Equipamentos de Perícias e Laudos



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;



Equipamentos de Perícias e Laudos



202

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:**

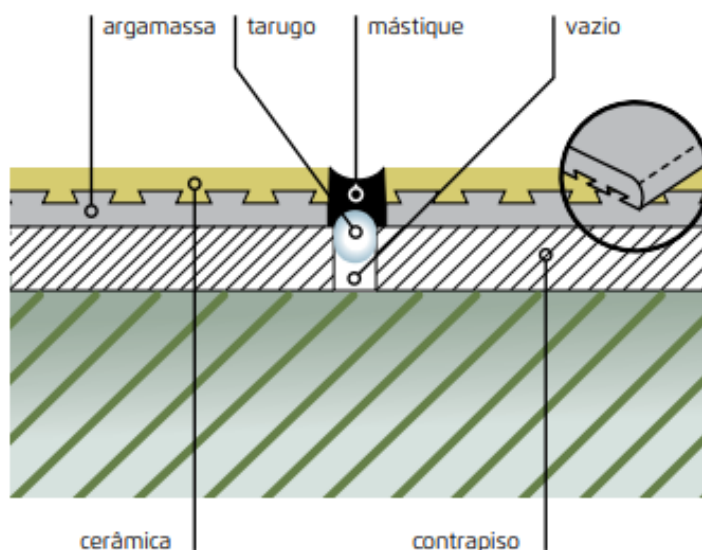
São espaços regulares que dividem o revestimento cerâmico do piso e servem para acomodar a movimentação estrutural, alterações térmicas ou quando houver mudança no tipo de revestimento. Suas aberturas são determinadas em projeto, não sendo nunca menores que as juntas de assentamento. Podem variar de 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 mastic. Atrás dele não é colocado nenhum tipo de material, ficando totalmente vazio. O tamanho da área deste vazio vai depender da espessura do mastic elástico, do tamanho do tarugo e da espessura do contrapiso. A espessura do mastic 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:

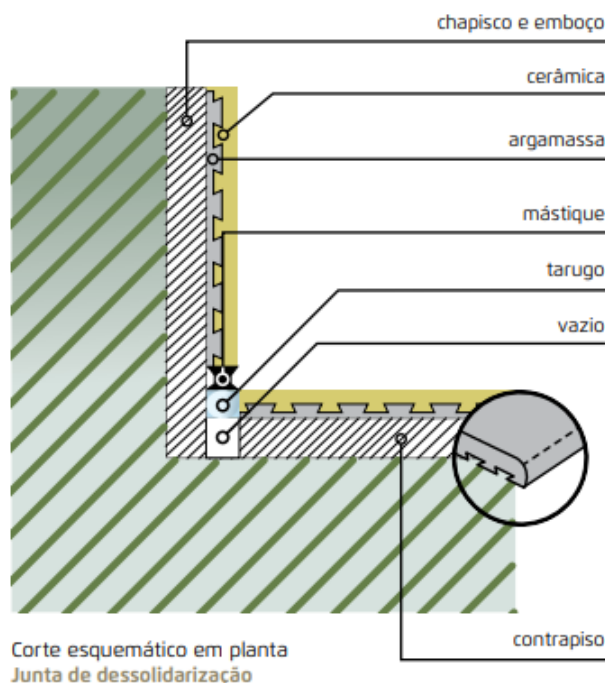
São espaços deixados em todo o perímetro do piso, no encontro dele com planos perpendiculares como paredes e muretas, e também quando há mudança no tipo de revestimento. Elas são executadas da mesma forma que as juntas de movimentação, e tem o objetivo de “dessolidarizar” (separar) cada pano, respeitando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

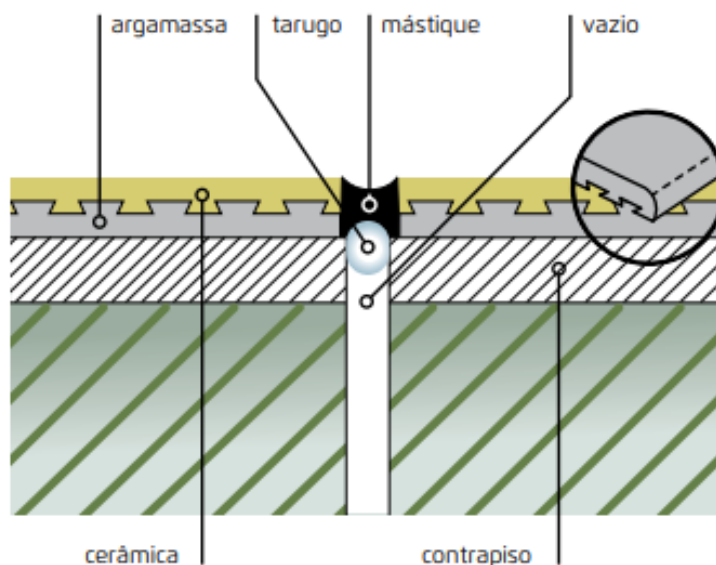




Equipamentos de Perícias e Laudos



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.*



Equipamentos de Perícias e Laudos



206

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).



Equipamentos de Perícias e Laudos



207

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 m<sup>2</sup>/ 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.

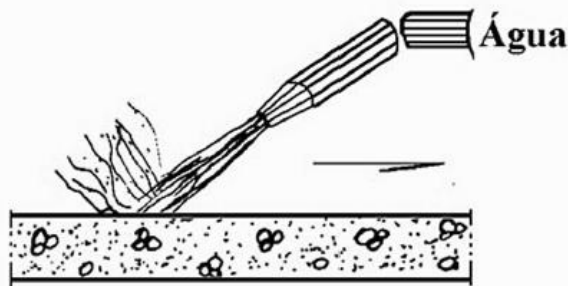


Figura 3.2 - Limpeza por aplicação de jato de água

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



Equipamentos de Perícias e Laudos



208

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: 18/08/2022Data de Fim das Atividades do  
Profissional: 10/09/2022Coordenadas Geográficas:  
-14.74473,-42.7770Finalidade: **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](http://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](http://www.creadf.org.br)  
[informacao@creadf.org.br](mailto:informacao@creadf.org.br)  
Tel: (61) 3961-2800



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