GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES – GOINFRA

Recuperação da obra de arte especial (OAE) sobre o Rio dos Bois

Rodovia: GO/206
Trecho: Inaciolândia / Gouvelândia – GO

RELATÓRIO TÉCNICO DOS ENSAIOS DE INTEGRIDADE E DURABILIDADE ESTRUTURAL DA OAE

OUTUBRO/2025

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES – GOINFRA

Recuperação da obra de arte especial (OAE) sobre o Rio dos Bois

Rodovia: GO/206
Trecho: Inaciolândia / Gouvelândia – GO

RELATÓRIO TÉCNICO DOS ENSAIOS DE INTEGRIDADE E DURABILIDADE ESTRUTURAL DA OAE

Contrato n°: Nº 52/2025-GOINFRA
Contratada: Consórcio Alta Engenharia/Geosistemas
Coordenação/Fiscalização: GOINFRA

OUTUBRO/2025

Relatório técnico para apresentar os resultados obtidos nos ensaios não destrutivos e semi-destrutivos para análise da integridade e durabilidade da estrutura de concreto armado da Ponte sobre o Rio dos Bois, localizado na BR-483, Inaciolândia/GO.

Desenvolvido pelo engenheiro em 8 de outubro de 2025.



_____

Eng. Igor Portella Garcia de Carvalho, MSc - CREA MG 90.065/D

ÍNDICE

1.0 SÍNTESE INICIAL DO SERVIÇO 16

2.0 ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS 18

2.1 INTRODUÇÃO 18

2.2 VIDA ÚTIL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO 19

2.3 GPR – GROUND PENETRATING RADAR 21

2.4 ENSAIO DE ULTRASSONOGRAFIA EM CONCRETO 24

2.5 ENSAIO DE PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO 28

2.6 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA 29

2.7 ENSAIO DE RESISTIVIDADE ELÉTRICA SUPERFICIAL DO CONCRETO 31

2.8 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO 33

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA 34

3.0 METODOLOGIA DO TRABALHO EM CAMPO 37

4.0 ANÁLISE SITUACIONAL DA ESTRUTURA 39

5.0 RESULTADOS DOS ENSAIOS 63

5.1 Levantamento DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM GEORADAR (GPR) 63

5.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO *IN LOCO* 71

5.3 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO NOS TESTEMUNHOS DE CONCRETO 79

5.4 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA VOLUMÉTRICA EM TESTEMUNHOS DE COCNRETO 88

5.5 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA 92

5.6 ENSAIO DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO CONCRETO FRENTE À CARBONATAÇÃO 99

5.7 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DO CONCRETO 112

6.0 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE CLORETOS E SULFATOS SOLÚVEIS 124

7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS 128
8.0 REFERÊNCIAS UTILIZADAS 133
9.0 ANEXO 01 – RESULTADOS DO ENSAIO DE DUREZA SUPERFICIAL - ESCLEROMETRIA 135
10.0 ANEXO 02 – RESULTADOS DO ENSAIO DE ULTRASSONOGRAFIA LONGITUDINAL 195
11.0 ANEXO 03 – RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL -LABCON 201
12.0 ANEXO 04 – RELATÓRIO LABORATORIAL DE TEORES DE CLORETOS E SULFATOS SOLÚVEIS 209
13.0 ANEXO 05 – ART'S 244
14.0 TERMO DE ENCERRAMENTO 259

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de Tuutti (1982) ampliado por Helene (1993) 19
Figura 2 – Realização de ensaio linear por GPR 22
Figura 3 – Interpretação dos resultados (Radargrama) 23
Figura 4 – Interpretação dos resultados (Tomografia) 23
Figura 5 – Métodos de medição da velocidade do pulso ultrassônico no concreto 24
Figura 6 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto 25
Figura 7 – Ilustração da análise do pulso através das heterogeneidades do concreto 26
Figura 8 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto 26
Figura 9 – Classificação da qualidade do concreto de acordo com o pulso de onda longitudinal. 27
Figura 10 – Aspersão de Fenolftaleína 28
Figura 11 – Funcionamento do esclerômetro 29
Figura 12 – Realização de ensaio de esclerometria 30
Figura 13 – Realização do ensaio de resistividade superficial 31
Figura 14 – Funcionamento da resistividade superficial 31
Figura 15 – Classificação resistividade em relação à probabilidade de corrosão 32
Figura 16 – Classificação resistividade em relação à taxa de corrosão 32
Figura 17 – Extração de testemunhos 33
Figura 18 – Exemplo de 10 intervalos de confiança com 90% de nível de confiança 36
Figura 19 – Representação esquemática dos eixos de ensaio (DG, Meio e DI) na ponte 38
Figura 20 – Medição de trincas nas longarinas 40
Figura 21 – Medição de trincas nas longarinas 41
Figura 22 – Medição de trincas nas longarinas 41
Figura 23 – Medição de trincas nas longarinas 42
Figura 24 – Presença de trinca na longarina 42
Figura 25 – Medição de trincas em transverina 43
Figura 26 – Medição de trincas nas longarinas 43
Figura 27 – Medição de trincas nas longarinas 44
Figura 28 – Medição de trincas nas longarinas 44
Figura 29 – Presença de trinca na transversa 45
Figura 30 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas 45
Figura 31 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas 46
Figura 32 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas 46
Figura 33 – Presença de brocas e bicheiras na longarina 47
Figura 34 – Presença de brocas e bicheiras com exposição de armaduras na longarina 47
Figura 35 – Presença de brocas e bicheiras na longarina 48
Figura 36 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 48
Figura 37 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 49
Figura 38 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 49

Figura 39 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 50
Figura 40 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 50
Figura 41 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 51
Figura 42 – Desplacamento devido à corrosão na travessa 51
Figura 43 – Desplacamento devido à corrosão na travessa e na longarina 52
Figura 44 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 52
Figura 45 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 53
Figura 46 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 53
Figura 47 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 54
Figura 48 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 54
Figura 49 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 55
Figura 50 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 55
Figura 51 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 56
Figura 52 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 56
Figura 53 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina 57
Figura 54 – Presença de vegetação instalada na estrutura 57
Figura 55 – Presença de fissura com lixiviação na laje do tabuleiro 58
Figura 56 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras 58
Figura 57 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras 59
Figura 58 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras 59
Figura 59 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras 60
Figura 60 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras 60
Figura 61 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras 61
Figura 62 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras 61
Figura 63 – Detalhe de um testemunho extraído, evidenciando segregação entre a matriz cimentícias e as britas. 62
Figura 64 – QR Code e link de acesso às leituras do ensaio de GPR 62
Figura 65 – QR Code e link de acesso às leituras do ensaio de GPR 63
Figura 66 – QR Code e link de acesso aos registros da execução do ensaio 63
Figura 67 – Registros fotográficos das coletas com GPR 64
Figura 68 – Croqui esquemático das leituras de GPR realizadas 65
Figura 69 – Croqui esquemático das armaduras dos pilares 65
Figura 70 – Evidências de GPR nos Pilares 66
Figura 71 – Evidências de GPR nos Pilares 66
Figura 72 – Croqui esquemático das armaduras das travessas 66
Figura 73 – Evidências de GPR nas Travessas 67
Figura 74 – Evidências de GPR nas Travessas 67
Figura 75 – Evidências de GPR nas Travessas 67
Figura 76 – Croqui esquemático das armaduras das Longarinas 68
Figura 77 – Evidências de GPR nas Longarinas 68
Figura 78 – Evidências de GPR nas Longarinas 68

Figura 79 – Croqui esquemático das armaduras das Transversinas 69
Figura 80 – Evidências de GPR nas Transversinas 69
Figura 81 – Evidências de GPR nas Transversinas 69
Figura 82 – Croqui esquemático das armaduras das Transversinas 70
Figura 83 – Evidências de GPR nas Transversinas 70
Figura 84 – QR Code e link de acesso aos registros fotográficos do ensaio 71
Figura 85 – Realização do ensaio de ultrassonografia 72
Figura 86 – Pontos de ensaios realizados nos elementos estruturais da ponte 72
Figura 87 – Pontos de ensaios realizados nos elementos estruturais da ponte 73
Figura 88 – Janela de ensaio de ultrassonografia em longarina 73
Figura 89 – Presença de trincas na janela de ensaio de ultrassonografia 74
Figura 90 – Presença de trincas na janela de ensaio de ultrassonografia 74
Figura 91 – Presença de desplacamento na travessa na janela de ensaio de ultrassom.. 75
Figura 92 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto 75
Figura 93 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto 76
Figura 94 – Análise qualitativa do concreto por tipo de elemento estrutural 77
Figura 95 – Análise qualitativa do concreto por vão ensaiado 78
Figura 96 – Execução do ensaio de ultrassonografia em testemunhos de concreto 80
Figura 97 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V03 para o ensaio de ultrassom 81
Figura 98 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V05 para o ensaio de ultrassom 82
Figura 99 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V12 para o ensaio de ultrassom 83
Figura 100 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V15 para o ensaio de ultrassom 84
Figura 101 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V18 para o ensaio de ultrassom 85
Figura 102 – Análise da dispersão dos resultados da velocidade de onda longitudinal. 87
Figura 103 – Análise da distribuição da qualidade do concreto por elemento. 87
Figura 104 – Execução do ensaio de resistividade volumétrica em testemunho 88
Figura 105 – Análise da dispersão dos resultados da velocidade de onda longitudinal. 90
Figura 106 – Análise da distribuição da durabilidade do concreto por elemento. 91
Figura 107 – Análise da distribuição da durabilidade do concreto por vão. 91
Figura 108 – Marcação da malha de ensaio com 16 pontos de impacto, conforme ABNT NBR 7584:2012, para o ensaio de esclerometria. 92
Figura 109 – Realização do ensaio e coleta de dados para posterior tratamento e análise da resistência superficial do concreto 93
Figura 110 – Exemplos de resultados obtidos com o ensaio de esclerometria 93
Figura 111 – Link de acesso e QR Code de acesso aos registros do ensaio de esclerometria 94

Figura 112 – Link de acesso e QR Code de acesso aos registros da realização do ensaio de esclerometria 94
Figura 113 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 03 95
Figura 114 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 05 95
Figura 115 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 12 96
Figura 116 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 15 96
Figura 117 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 18 97
Figura 118 – Dispersão dos índices esclerométricos médios por elemento 97
Figura 119 – Dispersão dos índices esclerométricos médios por vão 98
Figura 120 – Link de acesso e QR-Code as imagens disponibilizadas no servidor acerca dos resultados de carbonatação 99
Figura 121 – Link de acesso e QR-Code as imagens disponibilizadas no servidor acerca da realização do ensaio de carbonatação 99
Figura 122 – Exemplo da realização do ensaio de determinação da frente de carbonatação 100
Figura 123 – Procedimento de avaliação da frente de carbonatação em campo com uso de indicador de pH (fenolftaleína) 100
Figura 124 – Medição da espessura da camada carbonatada após aspersão da solução de fenolftaleína 101
Figura 125 – Localização dos pontos de ensaio no vão V03 102
Figura 126 – Localização dos pontos de ensaio no vão V05 103
Figura 127 – Localização dos pontos de ensaio no vão V12 104
Figura 128 – Localização dos pontos de ensaio no vão V15 105
Figura 129 – Localização dos pontos de ensaio no vão V18 106
Figura 130 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 03 107
Figura 131 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 05 107
Figura 132 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 12 108
Figura 133 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vao15 108
Figura 134 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 18 109
Figura 135 – Avanço da frente de carbonatação ao longo do tempo 110
Figura 136 – Análise da dispersão dos dados de profundidade de carbonatação e cobrimento – agrupado por elemento 111
Figura 137 – Análise da dispersão dos dados de profundidade de carbonatação e cobrimento – agrupado por vão 111
Figura 138 – Extração de corpo de prova de concreto com perfuratriz diamantada para ensaio de resistência a compressão 113
Figura 139 – Procedimento de recomposição do furo de extração com aplicação de argamassa de reparo 113
Figura 140 – Link de acesso e QR-Code as imagens da realização da extração de testemunhos 114

Figura 141 – Link de acesso e QR-Code as imagens acerca das recomposições realizadas 114
Figura 142 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V03 115
Figura 143 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V05 116
Figura 144 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V12 117
Figura 145 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V15 118
Figura 146 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V18 119
Figura 147 – Análise da dispersão entre as médias da resistência à compressão axial dos elementos estruturais avaliadas 121
Figura 148 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por vão 122
Figura 149 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por elemento 122
Figura 150 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por elemento 123
Figura 151 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia 139
Figura 152 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia 140
Figura 153 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia 140
Figura 154 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia 141
Figura 155 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia 141
Figura 156 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia.. 142
Figura 157 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia.. 142
Figura 158 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia 143
Figura 159 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia 143
Figura 160 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão..... 144
Figura 161 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão..... 144
Figura 162 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão..... 145
Figura 163 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão..... 145
Figura 164 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão..... 146
Figura 165 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão.. 146
Figura 166 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão.. 147
Figura 167 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão.. 147
Figura 168 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão.. 148
Figura 169 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 06, meio do vão.. 148

Figura 170 – Resultados do índice de esclerométrico da Longaria 01, direção Gouvelândia 149
Figura 171 – Resultados do índice de esclerométrico da Longaria 02, direção Gouvelândia 150
Figura 172 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia 150
Figura 173 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia 151
Figura 174 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Gouvelândia 151
Figura 175 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 01, direção Gouvelândia . 152
Figura 176 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia . 152
Figura 177 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia 153
Figura 178 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia 153
Figura 179 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia .. 154
Figura 180 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia .. 154
Figura 181 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia 155
Figura 182 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia 155
Figura 183 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão 156
Figura 184 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão 156
Figura 185 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão 157
Figura 186 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão 157
Figura 187 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão 158
Figura 188 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão .. 158
Figura 189 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão .. 159
Figura 190 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão .. 159
Figura 191 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, meio do vão .. 160
Figura 192 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão .. 160
Figura 193 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Gouvelândia 161
Figura 194 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Gouvelândia 162
Figura 195 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Gouvelândia 162
Figura 196 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia 163

Figura 197 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia 163
Figura 198 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 01, direção Gouvelândia . 164
Figura 199 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia . 164
Figura 200 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia 165
Figura 201 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia 165
Figura 202 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Inaciolândia 166
Figura 203 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia 166
Figura 204 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia 167
Figura 205 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia 167
Figura 206 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia 168
Figura 207 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia 168
Figura 208 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia.. 169
Figura 209 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia.. 169
Figura 210 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia 170
Figura 211 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão..... 170
Figura 212 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão..... 171
Figura 213 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão..... 171
Figura 214 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão..... 172
Figura 215 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão..... 172
Figura 216 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão..... 173
Figura 217 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão.. 173
Figura 218 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão.. 174
Figura 219 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão.. 174
Figura 220 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, meio do vão.. 175
Figura 221 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão.. 175
Figura 222 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, direção Gouvelândia 176
Figura 223 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, direção Gouvelândia 177
Figura 224 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, direção Gouvelândia 177

Figura 225 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, direção Gouvelândia 178
Figura 226 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, direção Gouvelândia 178
Figura 227 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Inaciolândia 179
Figura 228 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia 179
Figura 229 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia 180
Figura 230 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia 180
Figura 231 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia 181
Figura 232 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia 181
Figura 233 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia.. 182
Figura 234 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia.. 182
Figura 235 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia 183
Figura 236 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia 183
Figura 237 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão..... 184
Figura 238 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão..... 184
Figura 239 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão..... 185
Figura 240 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão..... 185
Figura 241 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão..... 186
Figura 242 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão..... 186
Figura 243 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Gouvelândia 187
Figura 244 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Gouvelândia 188
Figura 245 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Gouvelândia 188
Figura 246 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia 189
Figura 247 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia 189
Figura 248 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Gouvelândia 190
Figura 249 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia . 190

Figura 250 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia 191
Figura 251 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia 191
Figura 252 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão 192
Figura 253 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão 192
Figura 254 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão 193
Figura 255 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão 193
Figura 256 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão .. 194

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico nos corpos de prova 86
Tabela 2 – Resultados do ensaio de determinação da resistividade elétrica volumétrica nos testemunhos 89
Tabela 3 – Resultados do ensaio de resistência à compressão axial nos testemunhos extraídos dos elementos estruturais 120
Tabela 4 – Quadro resumo dos resultados dos índices esclerométricos 136

LISTA DE SÍMBOLOS

Eng.	Engenheiro
MG	Minas Gerais
GO	Goiás
mm	Milímetros
cm	Centímetros
MPa	Megapascais
MSc	Master of Science
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
ED	Ensaio destrutivo
END	Ensaio não destrutivo
DG	Direção Gouvelândia
DI	Direção Inaciolândia
TRANSV	Transversina
LONG	Longarina
TRAV	Travessa
P	Pilar
D	Diâmetro
h	Altura
h/d	Relação altura/diâmetro
fci, ext,inicial	Resultado de resistência obtido na ruptura de cada testemunho extraído
fci, ext	Resultado corrigido de resistência obtido na ruptura de cada testemunho
extraído	
k1	Coeficiente de correção 1
k2	Coeficiente de correção 2
k3	Coeficiente de correção 3
k4	Coeficiente de correção 4
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Técnica

1.0 SÍNTESE INICIAL DO SERVIÇO

As informações a respeito do serviço e seu respectivo objetivo diante da problemática, com o panorama geral dos ensaios e serviços realizados é sintetizado a seguir:

1.1 - Informações Cadastrais	
Código	0291_D_PRB_RTP
Endereço da Obra	BR-483, Inaciolândia-GO.

1.2 - Descrição da Estrutura			
Nome	Ponte sobre o Rio dos Bois	**Idade**	50 anos
Tipologia Estrutural	Ponte em viga de concreto armado		
Elementos Estruturais	Tabuleiro, transversina, longarina, travessa e pilar.		
Tipo de Ambiente	Rural com influência urbana e ambiental (CAA III)	**Uso**	Rodoviário

1.3 - Objetivo
Avaliar a integridade e durabilidade da estrutura por meio de ensaios não destrutivos e semidestrutivos, a fim de determinar suas propriedades mecânicas e diagnosticar seu estado de conservação.

1.4 – Serviços Realizados	
Data em Campo	27/08/2025 a 04/09/2025
Equipe em Campo	**Equipe em escritório**
Eng. Francisco Luiz Campos Lopes Meio oficial Thiago Vilarino Estagiário Rodrigo Perrota Etinger	Eng. Igor P. G. de Carvalho

Ensaios de Campo	**Quantidade**
Georadar (GPR Estrutura)	123 und.
Ultrassonografia dinâmica - ABNT NBR 8802 / BS 181 203 / ASTM C597	84 und.
Esclerometria - ABNT NBR 7584	106 und.
Ensaio de determinação da durabilidade do concreto frente à carbonatação	50 und.
Extração, transporte e preparação de testemunho de concreto - ABNT NBR 7680	30 und.
Relatório dos ensaios	01 vb.
Ensaios de Laboratório	**Quantidade**
Teor de cloretos solúveis em pó – ABNT NBR 9917 / ABNT NBR 13797 / ASTM C114	20 unid.
Teor de sulfatos solúveis em pó – ABNT NBR 9917 / ABNT NBR 13797 / ASTM C114	20 unid.
Rompimento de testemunho para determinação da resistência à compressão do concreto - ABNT NBR 5739	30 und.

1.6 - Localização obtida por satélite



Fonte: Imagens Google Maps

1.7 – Fachada da Estrutura



Fonte: PI Engenharia

2.0 ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS

2.1 INTRODUÇÃO

Para determinação do nível em que se encontra a saúde de uma pessoa é necessário que o profissional da área de saúde realize alguns exames físicos e solicite, caso necessário, alguns exames clínicos para balizá-lo e orientá-lo nas prescrições de tratamento adequado das doenças/manifestações patológicas ao paciente.

A área de avaliação, recuperação e reforço de estruturas se assemelha metaforicamente à área médica. Para se conhecer a "saúde" da estrutura, ou seja, o grau de conservação, durabilidade e segurança estrutural, é de fundamental importância que sejam realizados "exames clínicos", no caso da engenharia diagnóstica, os ensaios destrutivos (ED's), semidestrutivos e não destrutivos (END's) nas edificações.

Existe uma grande variedade de ensaios para identificação da qualidade do elemento estrutural no que se refere às propriedades mecânicas, físicas e químicas dos materiais, tais como ultrassonografia, potencial de corrosão, profundidade de carbonatação, esclerometria, termografia, radar, detecção magnética de armaduras, resistividade, ensaio de tração em armaduras, dentre outros.

Os ED's no concreto são aqueles que necessitam de extração de amostras pulverulentas ou testemunhos do elemento estrutural, com a finalidade de submetê-los a uma caracterização por meio de ensaios, sejam estes laboratoriais ou não.

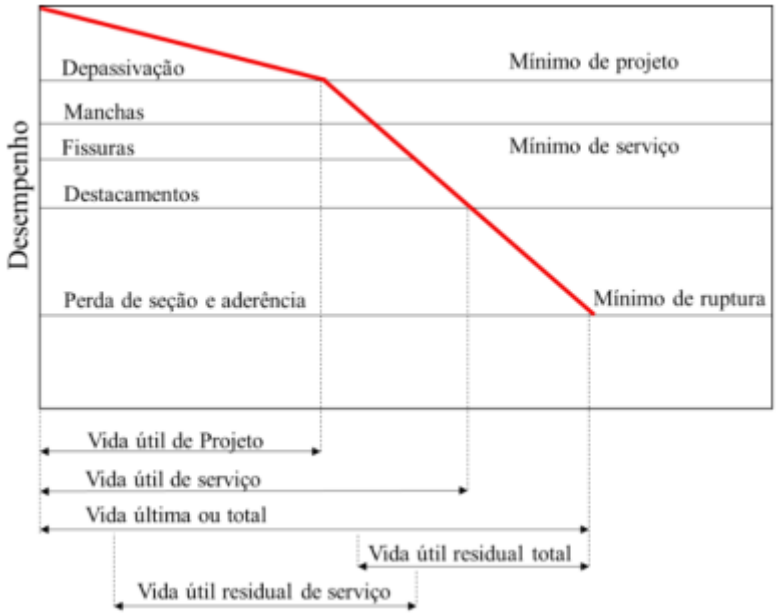
Os END's no concreto são caracterizados por não alterar de forma permanente as propriedades físicas, mecânicas ou químicas do elemento estrutural, assim, o dano imposto pode ser considerado nulo ou imperceptível.

2.2 VIDA ÚTIL DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

A vida útil, definida dentro dos parâmetros da ISO 13823 (2008) e da ABNT NBR 15575:2013, representa a durabilidade de uma estrutura e seus demais componentes estruturais. Diante dos paradigmas jurídicos sustentados pela ABNT NBR 15575-1:2013, a estrutura de concreto deve ter uma vida útil dos seus componentes estruturais de concreto armado de no mínimo 50 anos, fato que leva a uma nova concepção na cadeia da produção civil e da inspeção e manutenção de estruturas.

Helene (1993) ampliou o modelo de vida útil proposto por Tuutti (1982), que inicialmente previa para a manifestação patológica da corrosão estrutural do aço embebido em concreto, um período de iniciação, que se dá pela penetração de agente agressivo e o início da despassivação da armadura, e um período de propagação, dado pelo momento em que a armadura já se encontra despassivada e sofrendo deterioração pelo processo eletroquímico.

Figura 1 – Modelo de Tuutti (1982) ampliado por Helene (1993)



Fonte: Helene (1993), adaptado.

Ao ampliar o modelo proposto por Tutti (1982), Helene (1993) expôs à comunidade acadêmica 4 tipos de vida útil existentes durante o envelhecimento de uma estrutura: Vida útil de Projeto; Vida útil de serviço ou utilização; Vida útil total e Vida útil residual. No modelo ampliado por Helene (1993) a vida útil residual corresponde ao período onde a

estrutura ainda se encontra na capacidade de desempenhar suas funções, sendo marcada a partir do momento em que a estrutura recebe inspeção e/ou manutenção.

Os fatores que influenciam em um projeto de durabilidade vão desde a matéria prima do concreto, até o ambiente onde este estará inserido. No quesito durabilidade estrutural pode-se enunciar diversas manifestações patológicas que causam a perda precoce da vida útil. De acordo com o exposto no FIB 53 (2010), somente a utilização de modelos de predição de vida útil podem afirmar se uma estrutura é dita por ser durável ou não.

Para estruturas de concreto armado inseridas em ambientes com presença de agentes agressivos, a caracterização do seu material de composição e o conhecimento de suas propriedades intrínsecas à durabilidade é essencial para a estimativa da vida útil do projeto.

2.3 GPR – GROUND PENETRATING RADAR

Também conhecido como Georadar, o GPR (Figura 2) se baseia sobre os mesmos princípios dos sistemas convencionais de radar, porém com algumas diferenças substanciais. Quando usado em estudos geotécnicos e geológicos, engenharia estrutural ou construção civil, o radar trabalha a distâncias que variam de centímetros a algumas dezenas de metros por meio da propagação de ondas em meios sólidos, enquanto os sistemas convencionais de radar funcionam a distâncias de quilômetros, por meio da propagação de ondas no ar.

No Georadar antenas emissoras enviam os pulsos eletromagnéticos que percorrem o interior da estrutura. Nas regiões com diferentes propriedades eletromagnéticas, ou seja, propriedades dielétricas dos materiais que compõem o concreto, são geradas reflexões. Assim, parte das ondas emitidas retorna à superfície e as reflexões são capturadas por antenas receptoras enquanto outra parte é propagada através do material. A velocidade de propagação dos pulsos e a intensidade das reflexões são funções das propriedades dielétricas dos materiais.

Se a permissividade elétrica relativa do material (constante física que descreve como um campo elétrico afeta e é afetado por um meio) for conhecida ou puder ser estimada, a profundidade das reflexões e, então, sua posição pode ser determinada pelo tempo de propagação. Assim, um perfil pode ser construído a partir da plotagem da amplitude dos sinais recebidos como função do tempo e da posição. Deve-se, no entanto, notar que a permissividade pode ser influenciada por diversos fatores, como a temperatura do material e o teor de sais nele.

No que se refere ao concreto, o valor da constante dielétrica varia de 4 a 20 a depender das condições de umidade do material.

Figura 2 – Realização de ensaio linear por GPR



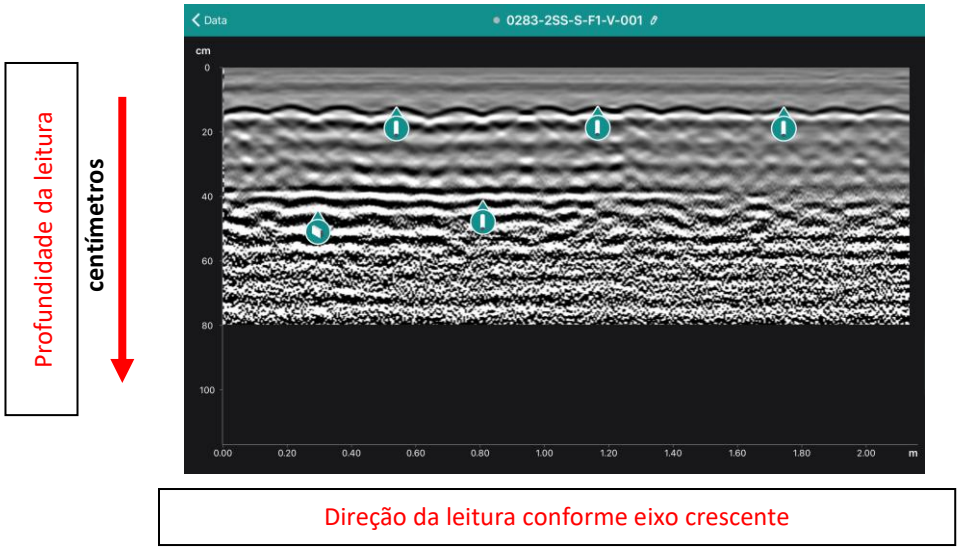
Fonte: PI Engenharia

Em suma, o GPR permite a visualização de elementos ocultos por meio da reflexão das ondas emitidas nas interfaces entre materiais com dielétricas distintas. Dessa forma, camadas muito densas de aço impedem visualizações profundas na estrutura de modo que apenas variações expressivas de materiais podem ser constatadas.

As Figura 3 e Figura 4 apresentam referências de interpretações dos diagramas.

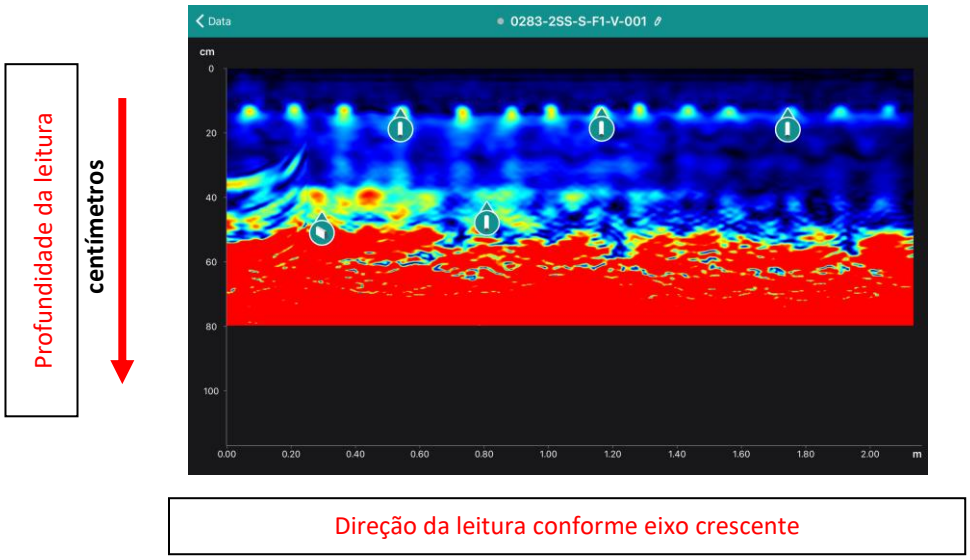
- Na profundidade o ponto 0 representa a face ensaiada.
- Na direção da leitura o ponto 0,00 representa o ponto mais próximo da aresta do elemento estrutural.

Figura 3 – Interpretação dos resultados (Radargrama)



Fonte: PI Engenharia

Figura 4 – Interpretação dos resultados (Tomografia)



Fonte: PI Engenharia

Legenda:

	Barras de aço
	Profundidade da seção

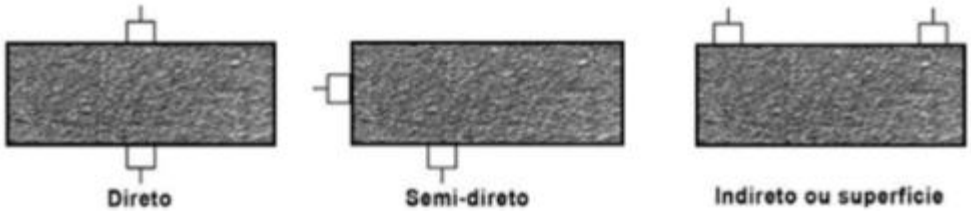
2.4 ENSAIO DE ULTRASSONOGRAFIA EM CONCRETO

O ensaio de ultrassonografia é um método não destrutivo que utiliza ondas mecânicas sem danificar o elemento ensaiado. O elemento pode ser ensaiado quantas vezes forem necessárias no mesmo ponto, podendo assim, realizar o monitoramento do concreto e suas alterações internas ao longo do tempo.

O ensaio de ultrassonografia se baseia numa avaliação quali-quantitativa a partir da determinação da velocidade da propagação de uma onda ultrassônica em um meio emitida por um transdutor emissor e um transdutor receptor. O método permite avaliar falhas ou condições que expressem uma não conformidade do material, como explicita a BS 1881 203 (1996).

A medição do pulso pode ser realizada de modo direto, semi-direto ou indireto (Figura 5). A medição direta se apresenta por ser o melhor método de medição, uma vez que percorre a seção interna do concreto sem sofrer perda por dissipação superficial.

Figura 5 – Métodos de medição da velocidade do pulso ultrassônico no concreto

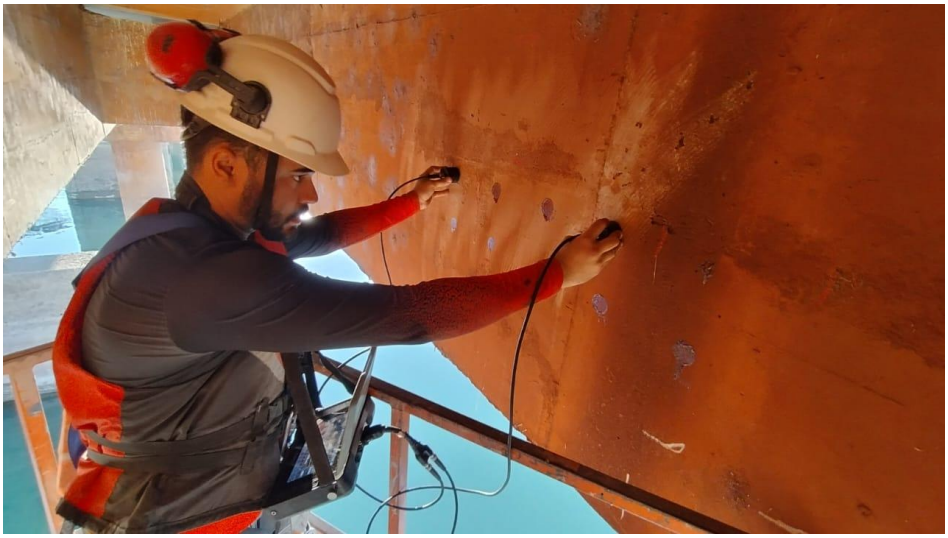


Fonte: Proceq (2017)

No caso do estudo em peças de concreto, normatizado no Brasil pela NBR 8802 (ABNT, 2013), o pulso ultrassônico percorre toda microestrutura heterogênea do concreto. Analisando o método de medição direta, pode-se considerar o pulso ultrassônico como sendo unifilar, percorrendo em apenas uma direção, sendo assim, avalia-se o conjunto completo da microestrutura do concreto.

O método baseia-se na determinação do tempo que a onda ultrassônica leva para chegar ao transdutor receptor, saindo do transdutor transmissor. Esse tempo seria uniforme se o concreto não fosse heterogêneo, variando de acordo com os tipos de cimento, agregados, relação a/c, presença de armação, entre outros fatores.

Figura 6 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto



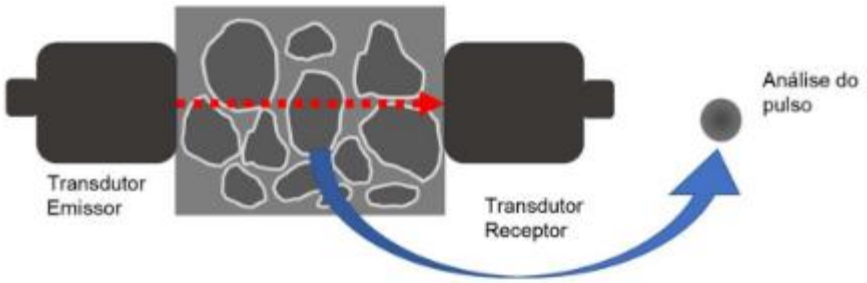
Fonte: Pi Engenharia

Três tipos de propagação das ondas são observados quando a superfície de um sólido elástico é submetida a um carregamento dinâmico ou vibratório: ondas longitudinais ou compressão (P-wave), ondas de cisalhamento ou transversais (S-wave) e as ondas superficiais. Cada tipo de onda propaga com uma velocidade característica.

Quando um pulso ultrassônico viajando através do concreto encontra uma interface concreto - ar, ocorre uma transmissão insignificante de energia através desta interface. Assim, qualquer rachadura ou vazio existente imediatamente entre os transdutores vai obstruir o feixe ultrassônico direto quando a distância projetada entre os vazios é maior que a distância dos transdutores e o comprimento de onda usado. Quando isto ocorre, o primeiro pulso a chegar ao transdutor terá sido difratado em torno da periferia do defeito e o tempo de trânsito será maior do que em um concreto sem defeito.

Apesar da estrutura heterogênea do concreto, a análise final da velocidade do pulso ultrassônico compreende todas as heterogeneidades em uma análise única, como se o material fosse homogêneo resumido em uma área infinitesimal (Δ).

Figura 7 – Ilustração da análise do pulso através das heterogeneidades do concreto



Fonte: Lopes (2024)

É possível fazer uso desse efeito para localizar falhas, vazios ou outros defeitos superiores a cerca de 100 mm de diâmetro ou profundidade. Defeitos relativamente pequenos têm pouco ou nenhum efeito nos tempos de transmissão, mas também são “provavelmente” de menor importância para a engenharia.

Figura 8 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto



Fonte: Pi Engenharia

Os processos utilizados no ensaio de ultrassonografia seguiram as recomendações contidas na norma NBR 8802:2019 – Concreto endurecido – determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica.

Através das velocidades registradas para as ondas longitudinais diretas, ondas longitudinais indiretas e ondas transversais são possíveis correlacioná-las com diversas propriedades do concreto das peças ensaiadas, como uniformidade e qualidade relativa

do concreto, indicar a presença de fissuras ou brocas, avaliar a eficiência de reparos de fissuras, avaliar módulo de elasticidade, identificar diferenças entre camadas de concretagem devido à deficiência de vibração, cura, dentre outras aplicações.

Whitehurst (1986) propõe uma classificação qualitativa do concreto endurecido a partir da velocidade de transmissão da onda longitudinal no concreto, conforme apresenta a Figura 9.

Figura 9 – Classificação da qualidade do concreto de acordo com o pulso de onda longitudinal.

Velocidade do pulso	Classificação
> 4.500 m/s	Excelente
3.500 a 4.500 m/s	Bom
3.000 a 3.500 m/s	Médio
< 3.000 m/s	Duvidoso

Fonte: Modificado de Whitehurst (1986)

2.5 ENSAIO DE PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO

O ensaio de profundidade de carbonatação do concreto indica a intensidade do ataque do dióxido de carbono (CO_2) em função da profundidade atingida no corpo de prova. A carbonatação é um dos mecanismos responsáveis pela deterioração do concreto armado e que gera uma redução da alcalinidade do concreto.

Quando a frente de carbonatação ultrapassa o recobrimento das armaduras, estas ficam despassivadas permitindo assim o processo de corrosão, desde que possuam uma combinação de água e oxigênio.

Foram realizados ensaios no local com a abertura do concreto e verificação concomitantemente da armação. O reagente utilizado foi a Fenolftaleína.

Figura 10 – Aspersão de Fenolftaleína



Fonte: PI Engenharia

A fenolftaleína é borrifada na estrutura após a realização da abertura. A zona carbonatada apresenta-se incolor e a não carbonatada uma coloração rosada, após a reação ter ocorrido, mede-se a profundidade de carbonatação.

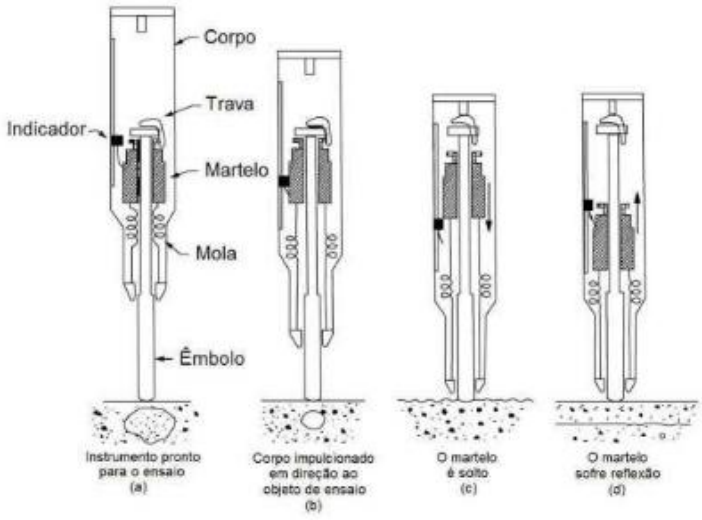
2.6 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA

O ensaio esclerométrico no Brasil é regulamentado pela NBR 7584:2012 e, segundo esta norma, o ensaio esclerométrico é o “Método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido”.

Este ensaio END deve ser um método complementar, **não podendo ser considerado substituto de outros métodos e devendo ser empregado para a averiguação da uniformidade da dureza superficial do concreto e comparação de concretos, onde se deseja comparar a qualidade de peças de concreto.**

O princípio da esclerometria baseia-se na avaliação de dureza superficial. O ensaio basicamente consiste em impactar uma superfície de concreto de maneira padrão, com uma dada energia de impacto e, então, medir o rebote ou a reflexão de uma massa padrão após o impacto no concreto (Figura 11).

Figura 11 – Funcionamento do esclerômetro



Fonte: Bernardo F. Tutikian – Diagnóstico, Ensaios para Diagnóstico e Tipos de Intervenção

Figura 12 – Realização de ensaio de esclerometria



Fonte: PI Engenharia

O ensaio de esclerometria pode ser influenciado por:

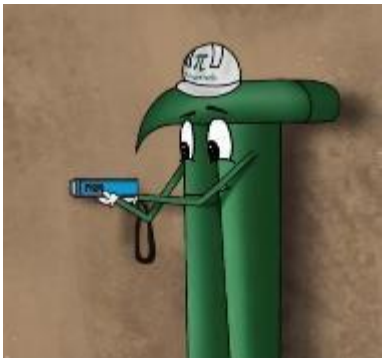
- Tipo de cimento;
- Tipo de agregado;
- Tipo de superfície;
- Massa específica do concreto;
- Carbonatação (superfícies carbonatadas podem ocasionar superestimação na qualidade do concreto);
- Umidade da superfície (superfícies úmidas podem ocasionar subestimativa na qualidade do concreto);
- Operação do esclerômetro (operador);
- Idade da estrutura (Melhor idade 14 a 60 dias);
- Esbeltez do elemento estrutural;
- Proximidade entre áreas de ensaio;
- Falha no concreto;
- Estado de tensão do concreto;
- Temperatura;
- Dosagem do concreto;
- Tipo de cura;
- Incêndio.

2.7 ENSAIO DE RESISTIVIDADE ELÉTRICA SUPERFICIAL DO CONCRETO

O ensaio de resistividade elétrica superficial (Figura 13) é utilizado para avaliar a resistividade elétrica do concreto saturado com água para indicação da resistência do concreto à penetração de íons de cloretos.

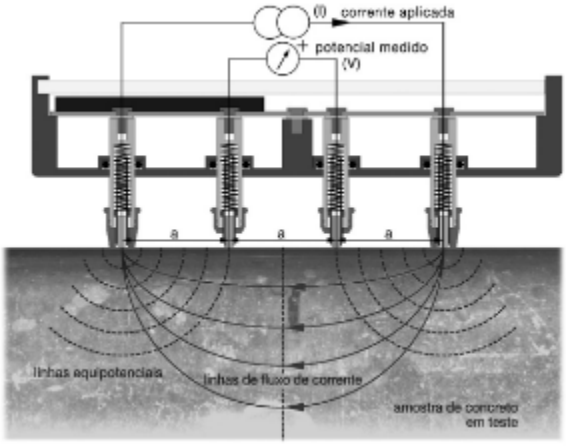
O ensaio de resistividade elétrica é um método não destrutivo em que é aplicada uma corrente às duas sondas nas extremidades e a diferença de potencial é medida entre as duas sondas internas. A corrente é carregada por íons no líquido do poro da estrutura. A resistividade calculada depende do espaçamento destas sondas. O elemento pode ser ensaiado quantas vezes forem necessárias no mesmo ponto, podendo-se assim realizar o monitoramento do concreto e suas alterações internas ao longo do tempo, Figura 14.

Figura 13 – Realização do ensaio de resistividade superficial



Fonte: PI Engenharia

Figura 14 – Funcionamento da resistividade superficial



Fonte: Resipod family – Instruções Operacionais

As medições de resistividade podem ser utilizadas para estimar a probabilidade de corrosão. Quando a resistividade elétrica (ρ) do concreto é baixa, a probabilidade de corrosão aumenta. Quando a resistividade elétrica é alta (como exemplo no caso de concreto seco e carbonatado), a probabilidade de corrosão diminui. Testes empíricos chegaram aos seguintes valores típicos para a resistividade medida que podem ser usados para determinar a probabilidade de corrosão, Figura 15. Esses números são para cimento Portland comum a 20°C.

Figura 15 – Classificação resistividade em relação à probabilidade de corrosão

Quando ≥ 100 kΩcm	Risco de corrosão insignificante
Quando = 50 to 100 kΩcm	Risco de corrosão baixo
Quando = 10 to 50 kΩcm	Risco de corrosão moderado
Quando ≤ 10 kΩcm	Risco de corrosão elevado

Fonte: Modificado de Guidebook on non-destructive testing of concrete structures

A seguinte interpretação das medições de resistividade do sistema de quatro sondas pelo método de Wenner tem sido citada com relação ao aço despassivizado (Langford and Broomfield, 1987).

A classificação da resistividade em relação à taxa de corrosão da Figura 16 pode ser usada quando os resultados de potencial de corrosão demonstram a possiblidade de corrosão da armadura.

Figura 16 – Classificação resistividade em relação à taxa de corrosão

> 20 kΩ cm	Taxa de corrosão baixa
10-20 kΩ cm	Taxa de corrosão baixa a moderada
5-10 kΩ cm	Taxa de corrosão alta
< 5 kΩ cm	Taxa de corrosão muito alta

Fonte: Adaptado de Guidebook on non-destructive testing of concrete structures

2.8 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Para a determinação da resistência do concreto, foi necessária a realização de ensaios destrutivos utilizando a perfuratriz HILTI DD 160 para a extração dos testemunhos e a prensa para o rompimento dos testemunhos.

Figura 17 – Extração de testemunhos



Fonte: PI Engenharia

Antes da extração, todos os elementos estruturais foram submetidos ao ensaio de detecção magnética para evitar a retirada do testemunho em locais de passagem de armaduras longitudinais, estribos e cavaletes.

Os rompimentos dos testemunhos foram realizados no laboratório da ConsultareLabcon Engenharia e Consultoria Ltda em Belo Horizonte/MG. Antes da realização dos ensaios, todos os corpos de provas foram preparados conforme indicado no Anexo 01, que também contém os resultados obtidos.

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A Estatística é a ciência que apresenta processos para coletar, apresentar e interpretar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não. Pode-se dizer que seu objetivo é apresentar informações sobre os dados em estudo a fim de se obter maior compreensão dos fatos que eles representam.

Por sua vez, a Estatística Descritiva possui objetivo principal de sintetizar uma série de valores de mesma natureza de forma a possibilitar uma visão global da variação desses dados por meio da organização e descrição deles com o auxílio de tabelas, gráficos e medidas descritivas.

Desse modo, esse ramo da Estatística é imprescindível para a compreensão dos dados obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial dos testemunhos extraídos da estrutura da edificação em estudo.

Com o intuito de facilitar o entendimento desse processo, apresenta-se a seguir um glossário de alguns termos técnicos utilizados, com base na ABNT NBR ISO 3534-1:2010 – Estatística – Vocabulário e símbolos – Parte 1: Termos estatísticos gerais e termos usados em probabilidade.

População: totalidade dos itens considerados;

Unidade amostral: uma das partes individuais em que uma população é dividida;

Amostra: subconjunto de uma população composto de uma ou mais unidades amostrais;

Valor observado: valor obtido de uma propriedade associada com um elemento de uma amostra. Os sinônimos comuns são "realização" e "dado";

Amplitude: estatística de ordem maior subtraída da estatística de ordem menor;

Média aritmética: soma de variáveis dividida pelo número de termos na soma;

Variância: soma dos desvios quadrados das variáveis em relação à sua média, dividida pelo número de termos da soma;

Desvio-padrão: raiz quadrada não-negativa da variância;

Coeficiente de variação: desvio-padrão dividido pela média aritmética, expresso geralmente como uma porcentagem;

Intervalo de confiança: estimador de intervalo limitado por uma estatística de limite superior e por uma estatística de limite inferior que possui uma determinada confiança. Esta confiança reflete a proporção de casos em que o intervalo de confiança conteria o

valor verdadeiro do parâmetro em uma série longa de amostras aleatórias repetidas sob circunstâncias idênticas;

Coeficiente de confiança ou nível de confiança: é a fração que representa a confiança, frequentemente é utilizado 95% ou 99%.

Isto posto, os dados gerados a partir dos ensaios de resistência à compressão axial dos testemunhos extraídos são amostras que compreendem uma parcela dos valores de resistência de todos os pilares.

Como na maioria dos casos não se tem conhecimento de haver um mapeamento da concretagem dos elementos, não é possível separar os testemunhos por lote de concreto. Sendo assim, a análise estatística aplicada neste trabalho separa os testemunhos por pavimento da edificação.

Com isso, para cada pavimento apresenta-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação do conjunto de dados totais e do conjunto de dados tratados/filtrados. Com base na ABNT NBR 7680:2015 – Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto, realiza-se a aceitação estatística de cada dado. Este procedimento consiste na verificação se o referido valor está contido ou não no intervalo definido pelos seguintes valores (referentes ao respectivo pavimento): média mais o desvio padrão e média menos o desvio padrão.

Quando avaliamos o desvio padrão, pode-se afirmar que quanto maior ele for, maior é a dispersão em relação à média, por outro lado, quanto menor ele for, menor é o desvio dos valores em relação à média. Logo, ao aplicar o procedimento descrito anteriormente, eliminam-se os dados discrepantes da amostra.

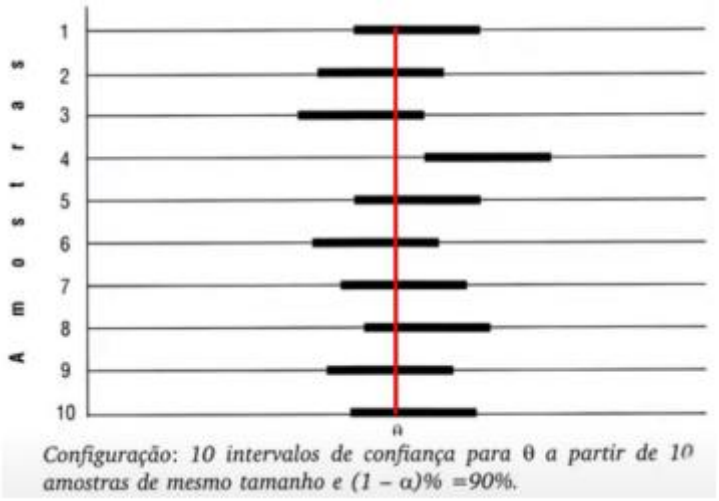
Além da tabela com todos os dados coletados, apresenta-se a análise da dispersão dos dados filtrados dos testemunhos extraídos do respectivo pavimento e o gráfico com a correlação entre cada resistência à compressão corrigida com os devidos coeficientes e a relação altura/diâmetro do respectivo testemunho.

Nesta correlação é utilizado o método dos mínimos quadrados com nível de confiança de 95% e é apresentado o inverso bicaudal da distribuição t de Student.

Com o intuito de esclarecer o significado de “nível de confiança” acrescenta-se a Figura 18 onde é possível observar um exemplo com 10 intervalos e 90% de nível de

significância. Nele percebe-se que para cada 10 amostras de mesmo tamanho coletadas, apenas 1 (10%) não conterá o valor da média (destaque em vermelho) de toda a população.

Figura 18 – Exemplo de 10 intervalos de confiança com 90% de nível de confiança



Configuração: 10 intervalos de confiança para θ a partir de 10 amostras de mesmo tamanho e (1 – α)% =90%.

Fonte: Professor Guru (adaptado)

Por fim, utiliza-se um Box Plot (Figura 18) na análise dos dados com o objetivo de obter uma visão global da dispersão dos valores filtrados. Esta ferramenta é uma análise gráfica que utiliza cinco medidas estatísticas: valor mínimo, valor máximo, mediana, primeiro e terceiro quartil da variável quantitativa. Este conjunto de medidas oferece a ideia da posição, dispersão, assimetria, caudas e dados discrepantes.

3.0 METODOLOGIA DO TRABALHO EM CAMPO

A análise da estrutura da Ponte sobre o Rio dos Bois, se baseou nos ensaios para avaliação da integridade e durabilidade de elementos estruturais de concreto armado.

A metodologia utilizada para a realização dos ensaios seguiu o seguinte procedimento:

1. Reconhecimento prévio do local e particularidades;
2. Estudo dos projetos estruturais e documentações disponíveis;
3. Adequação dos quantitativos dos ensaios com o objetivo de contemplar as necessidades observadas;
4. Realização de ensaios não destrutivos e semi-destrutivos de forma amostral;
5. Tratamento de dados e análise dos resultados;
6. Elaboração do Relatório Técnico de Diagnóstico da durabilidade e integridade;

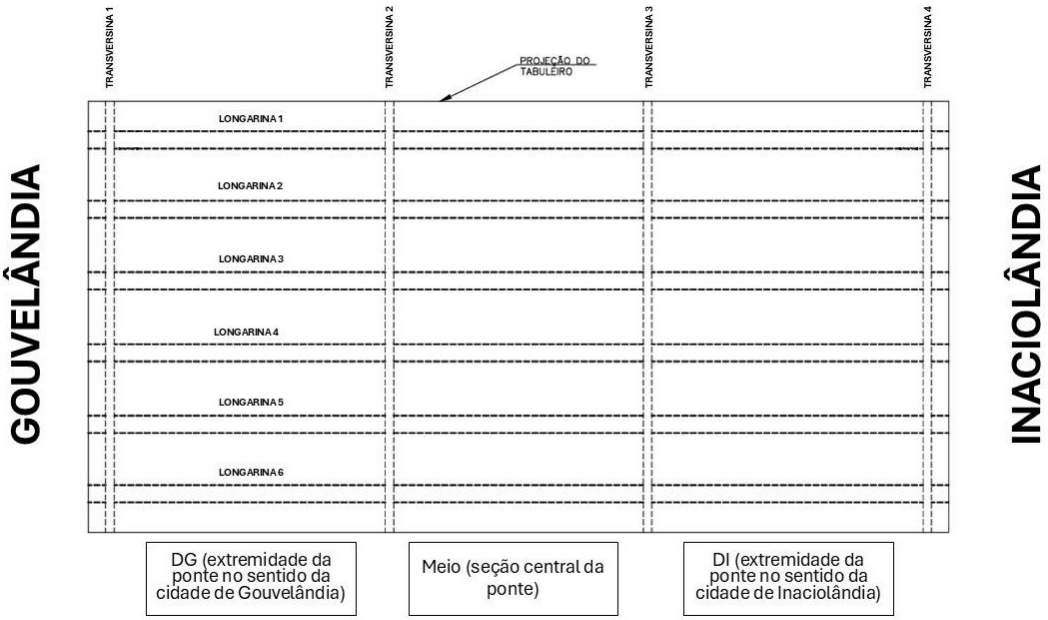
> Cabe ressaltar que o presente documento constitui uma emissão **parcial** do relatório técnico, elaborado em atendimento a uma solicitação do cliente para o adiantamento de parte dos resultados. Para esta etapa, foram compilados e analisados os dados referentes aos ensaios de Georadar (GPR), Ultrassonografia e Esclerometria. Os resultados dos demais ensaios contratados, bem como as análises e conclusões consolidadas, serão apresentados na versão final deste relatório.

Com o objetivo de padronização e identificação dos resultados dos ensaios, foi adotada a seguinte nomenclatura para os locais de ensaio na Ponte sobre o Rio dos Bois:

- DG (extremidade da ponte no sentido da cidade de Gouvelândia);
- Meio (seção central da ponte);
- DI (extremidade da ponte no sentido da cidade de Inaciolândia).

Essa convenção foi aplicada nos ensaios, permitindo a correta localização de cada ponto inspecionado. Para melhor compreensão, o esquema da convenção adotada é ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Representação esquemática dos eixos de ensaio (DG, Meio e DI) na ponte



Fonte: PI Engenharia

4.0 ANÁLISE SITUACIONAL DA ESTRUTURA

A análise situacional da estrutura é uma avaliação crítica da condição e do desempenho de uma estrutura, que pode envolver componentes físicos, operacionais e até mesmo ambientais. Ela é fundamental para a identificação de falhas, defeitos ou pontos de vulnerabilidade que possam comprometer a segurança e a integridade de uma construção, equipamento ou sistema.

A estrutura da ponte sobre o rio dos bois possui cerca de 48 anos (considerando a memória de cálculo de 1976). Trata-se de uma estrutura de concreto armado, constituída por pilares, travessas, longarinas, transversinas e lajes.

Foi verificada que a ponte possuía diversas manifestações patológicas nos seus elementos estruturais, cabe o destaque:

- Longarinas:
    - Desplacamento do concreto devido à corrosão: Verificou-se diversos pontos de desplacamanento do concreto na base das longarinas devido à corrosão;
    - Fissuras e Trincas: Verificou-se diversas fissuras e trincas (com espessuras mais espessas que 0,6 mm). Foram observadas trincas nas regiões de apoio das longarinas e na região do meio do vão nas longarinas. Infere-se que as trincas observadas são de esforços cortantes (trincas nos cantos) e de esforços de flexão (trincas no meio do vão)
    - Brocas e bicheiras: Verificou-se pontos de broca no elemento estrutural, regiões que apresentam segregação e vazios estruturais.
- Transversinas:
    - Fissuras e Trincas: Verificou-se diversas fissuras e trincas (com espessuras mais espessas que 0,4 mm). Foram observadas trincas nas regiões de apoio das transversinas. Infere-se que as trincas observadas são de esforços cortantes (trincas nos cantos).
- Travessas:
    - Desplacamento do concreto devido à corrosão: Verificou-se diversos pontos de desplacamanento do concreto nas faces laterais das travessas;

- Pilares:
    - Lixiviação do concreto: Verificou-se que os pilares apresentavam até uma determinada altura, uma intensa lixiviação do concreto, com exposição de suas britas e armaduras;
    - Perda de seção no concreto: Verificou-se um pilar com uma intensa perda de seção e sua base com exposição crítica das suas armaduras corroídas.
- Laje do tabuleiro:
    - Fissuras com lixiviação: Verificou-se fissuras longitudinais à laje do tabuleiro com presença de lixiviação.

Ressalta-se que

Não foi objeto desse relatório a realização de inspeção visual e mapeamento de manifestações patológicas na estrutura, a seguir apenas exemplifica-se as manifestações patológicas observadas.

Figura 20 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 21 – Medição de trincas nas longarinas



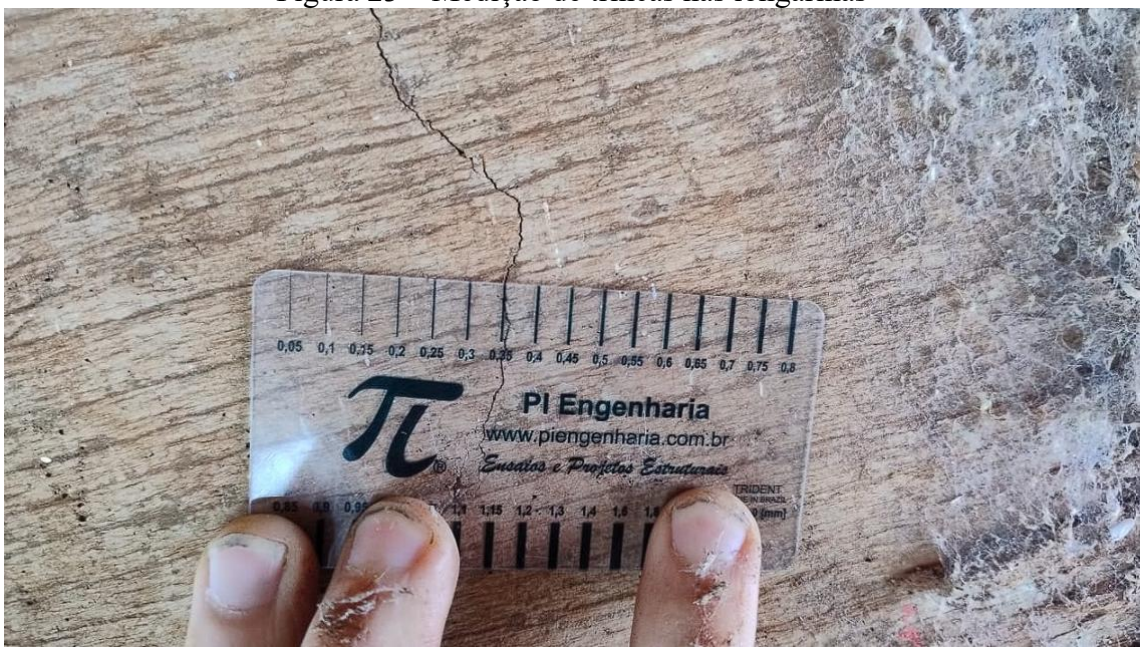
Fonte: PI Engenharia

Figura 22 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 23 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 24 – Presença de trinca na longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 25 – Medição de trincas em transverina



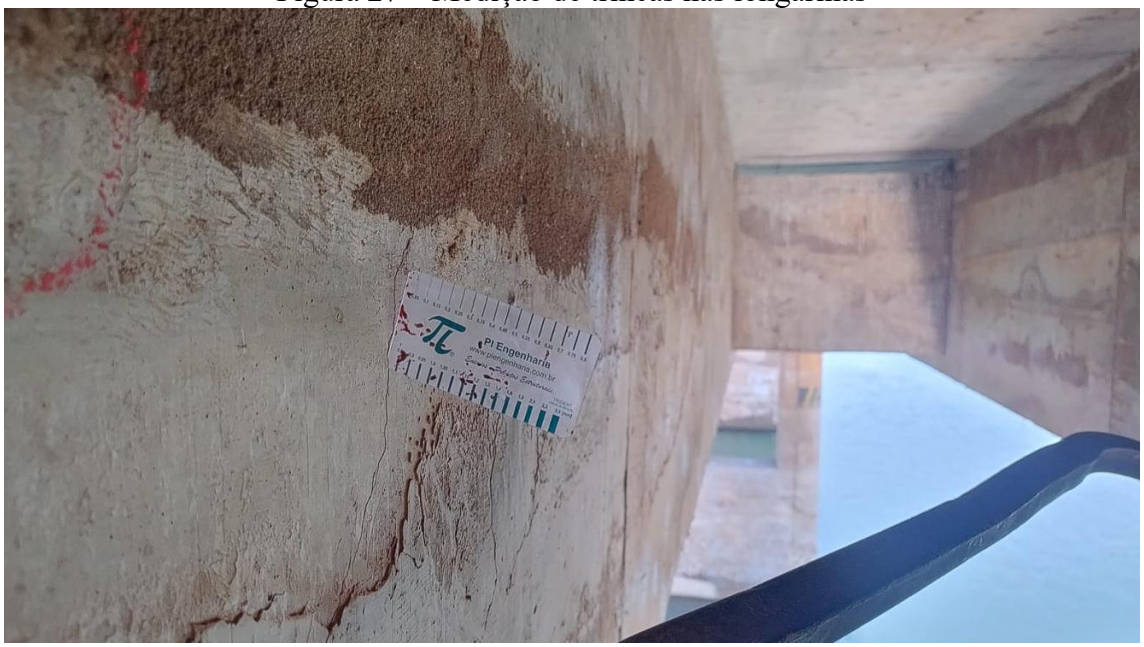
Fonte: PI Engenharia

Figura 26 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 27 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 28 – Medição de trincas nas longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 29 – Presença de trinca na transversa



Fonte: PI Engenharia

Figura 30 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 31 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 32 – Presença de trincas passantes no meio do vão de longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 33 – Presença de brocas e bicheiras na longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 34 – Presença de brocas e bicheiras com exposição de armaduras na longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 35 – Presença de brocas e bicheiras na longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 36 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 37 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 38 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 39 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 40 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 41 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 42 – Desplacamento devido à corrosão na travessa



Fonte: PI Engenharia

Figura 43 – Desplacamento devido à corrosão na travessa e na longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 44 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 45 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 46 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 47 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 48 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 49 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 50 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 51 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 52 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 53 – Desplacamento de concreto devido à corrosão na base da longarina



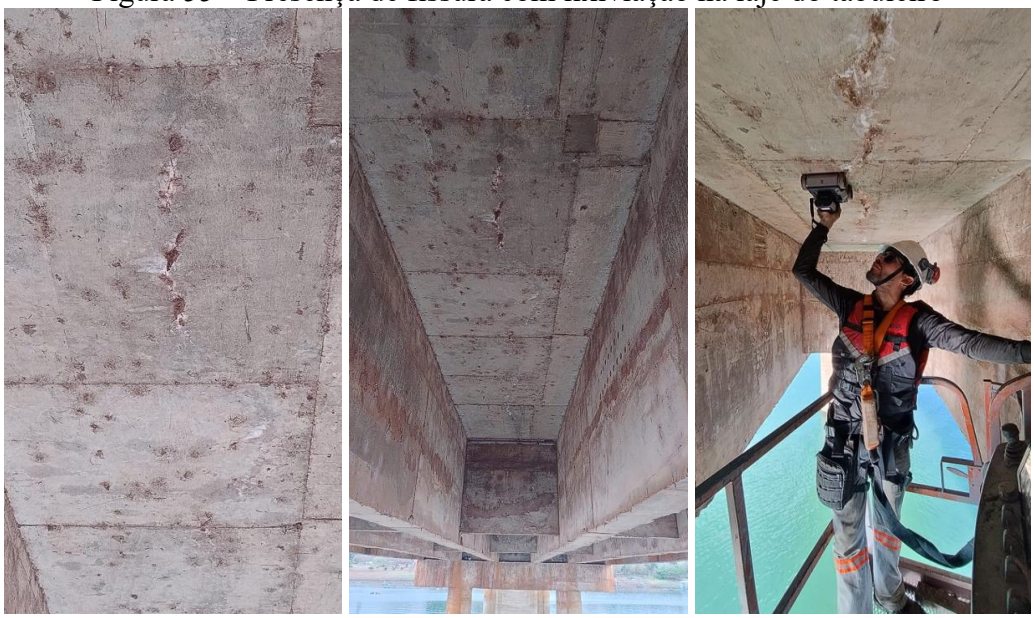
Fonte: PI Engenharia

Figura 54 – Presença de vegetação instalada na estrutura



Fonte: PI Engenharia

Figura 55 – Presença de fissura com lixiviação na laje do tabuleiro



Fonte: PI Engenharia

Figura 56 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 57 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 58 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 59 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 60 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 61 – Perda de seção de concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Figura 62 – Lixiviação do concreto do pilar com exposição de armaduras



Fonte: PI Engenharia

Ressalta-se que se verificou em um testemunho extraído, a presença de segregação entre a matriz cimentícia e as britas, essa segregação acaba por afetar a resistência à compressão axial e o módulo de elasticidade do concreto.

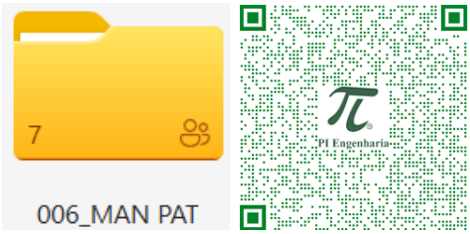
Figura 63 – Detalhe de um testemunho extraído, evidenciando segregação entre a matriz cimentícias e as britas.



Fonte: PI Engenharia

Demais registros fotográficos podem ser acessados no link abaixo.

Figura 64 – QR Code e link de acesso às leituras do ensaio de GPR



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EvCHm-4hzE9PrJ4ogeqMidQB4wQHvKF957hAp_sdZQbePA?e=i2m27g

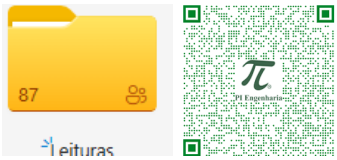
Fonte: PI Engenharia

5.0 RESULTADOS DOS ENSAIOS

5.1 LEVANTAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM GEORADAR (GPR)

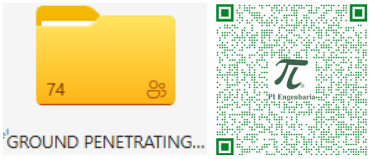
Com o intuito de exemplificar a utilização do ensaio de GPR para detecção magnética das armaduras e determinação dos cobrimentos, apresenta-se a seguir as leituras de uma longarina para demonstração dos dados coletados em cada tipo de elemento. O restante das leituras pode ser acessado através do *QR Code* na Figura 65.

Figura 65 – QR Code e link de acesso às leituras do ensaio de GPR



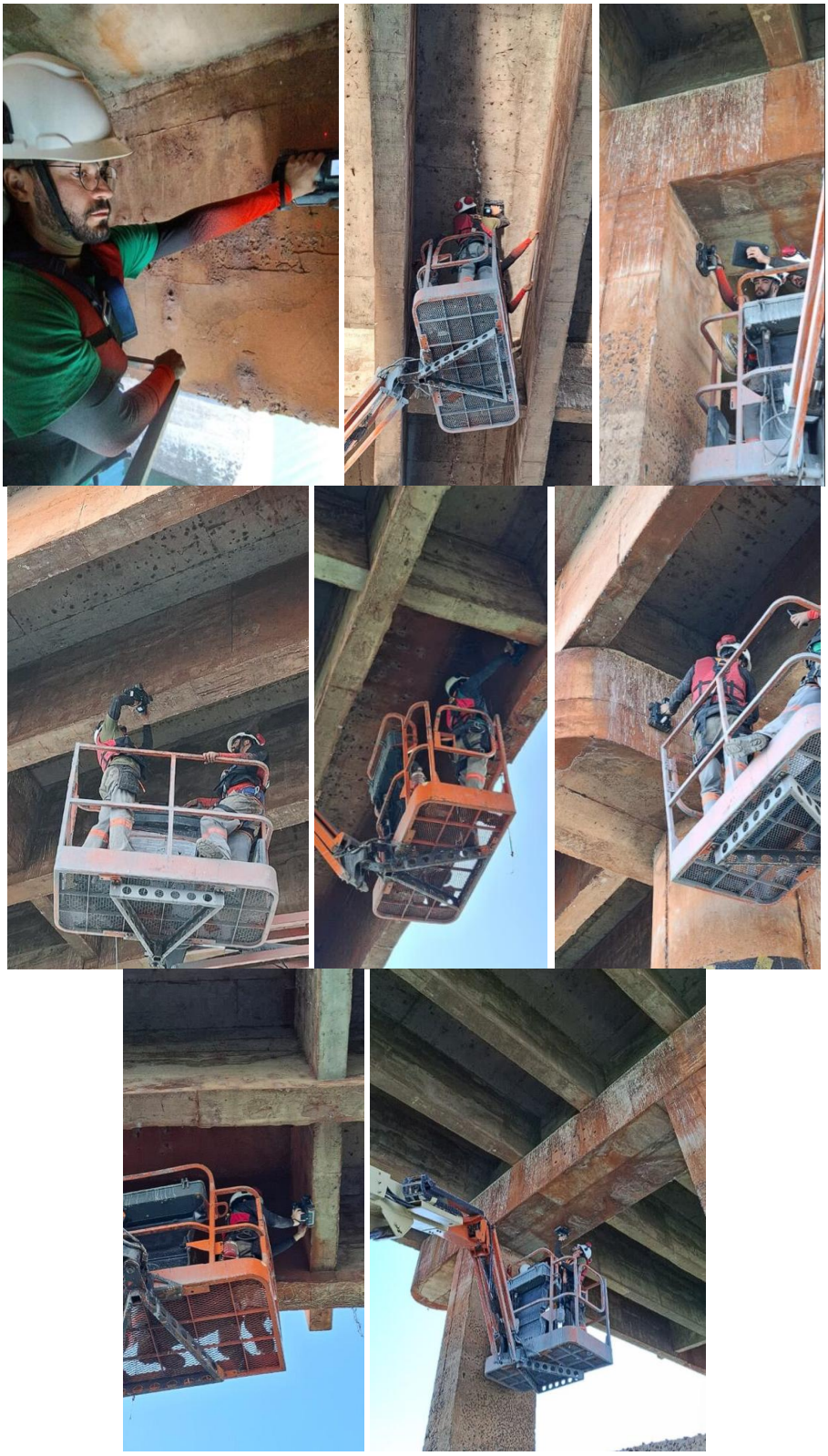
https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EtaH8IGQDrdNlhXi4k64BesB5CEBpQ1zjYj1qEwJB_l0Gg?e=go7zofFonte: PI Engenharia

Figura 66 – QR Code e link de acesso aos registros da execução do ensaio



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/Ej9F336LKP1CkJjsZ6rVPfkBfVcQkkEz1ICPPmdmCSyZHQ?e=dDn585
Fonte: PI Engenharia

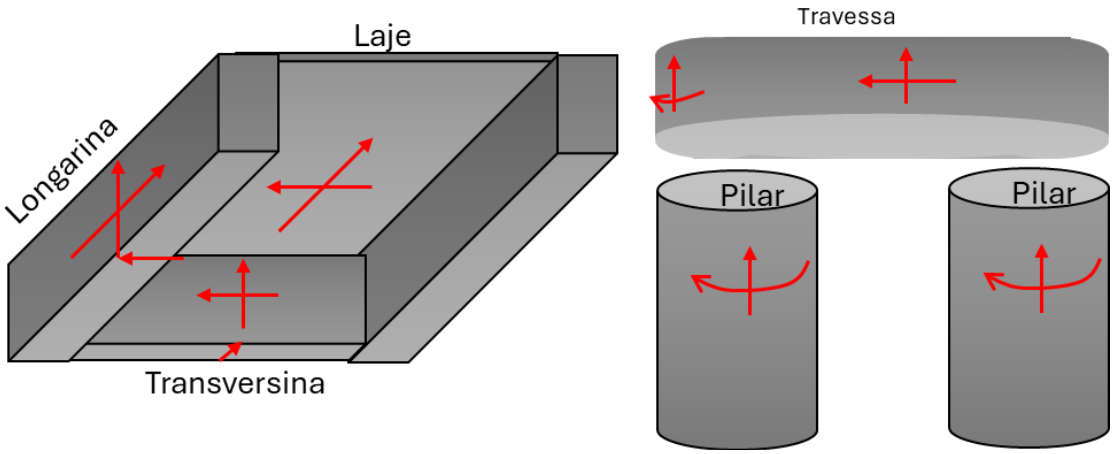
Figura 67 – Registros fotográficos das coletas com GPR



Fonte: PI Engenharia

O croqui abaixo exemplifica a metodologia utilizada para coleta das leituras de GPR nos elementos estruturais.

Figura 68 – Croqui esquemático das leituras de GPR realizadas

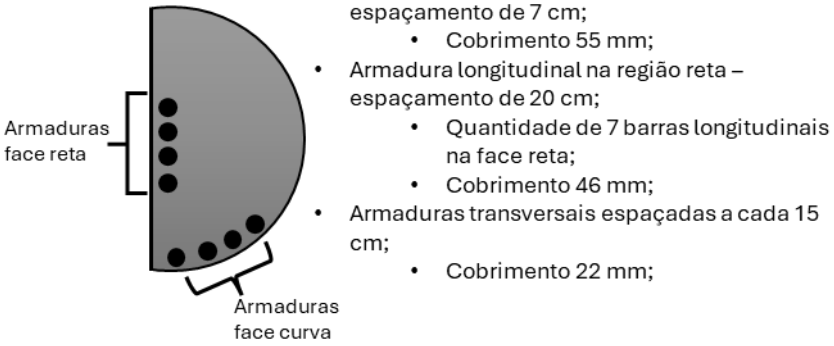


Fonte: PI Engenharia

5.1.1 PILARES

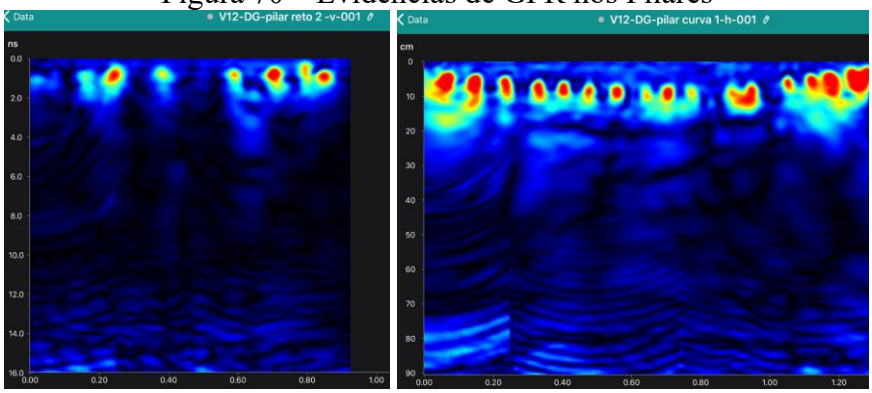
A seguir apresenta-se o croqui acerca da identificação de armaduras e cobrimentos nos pilares.

Figura 69 – Croqui esquemático das armaduras dos pilares



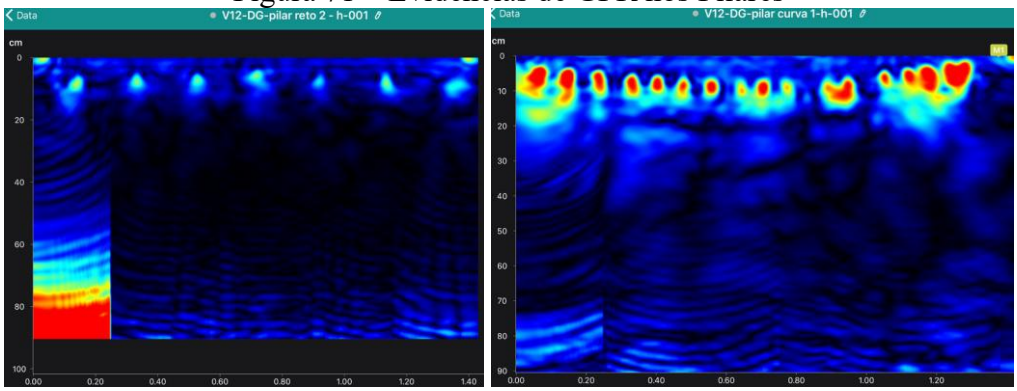
Fonte: PI Engenharia

Figura 70 – Evidências de GPR nos Pilares



Fonte: PI Engenharia

Figura 71 – Evidências de GPR nos Pilares

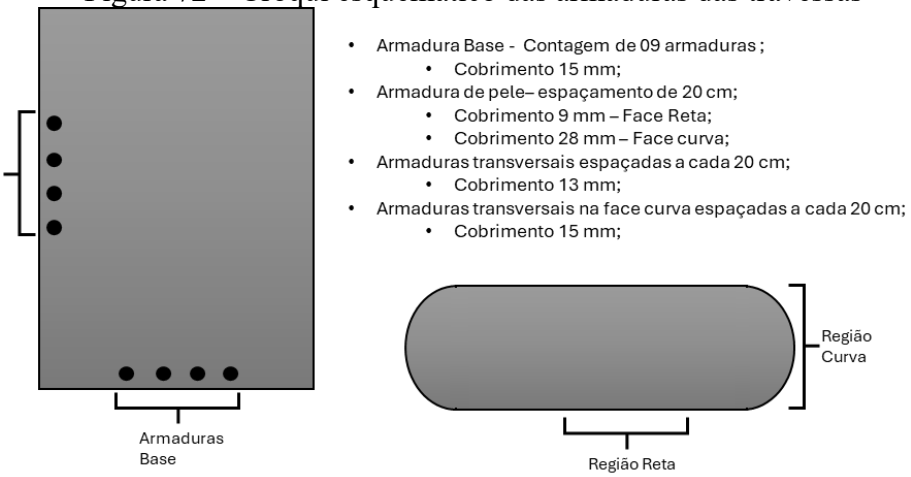


Fonte: PI Engenharia

5.1.2 TRAVESSAS

A seguir apresenta-se o croqui acerca da identificação de armaduras e cobrimentos nas travessas.

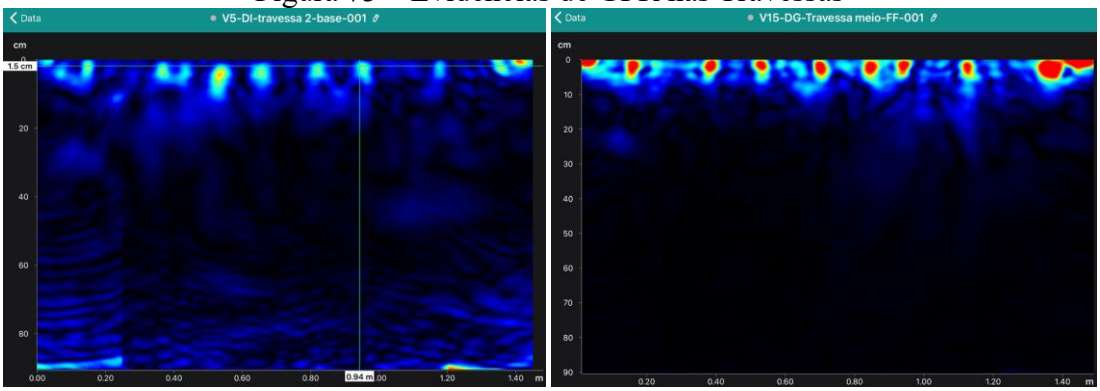
Figura 72 – Croqui esquemático das armaduras das travessas



- Armadura Base - Contagem de 09 armaduras ;
  - Cobrimento 15 mm;
- Armadura de pele– espaçamento de 20 cm;
  - Cobrimento 9 mm – Face Reta;
  - Cobrimento 28 mm – Face curva;
- Armaduras transversais espaçadas a cada 20 cm;
  - Cobrimento 13 mm;
- Armaduras transversais na face curva espaçadas a cada 20 cm;
  - Cobrimento 15 mm;

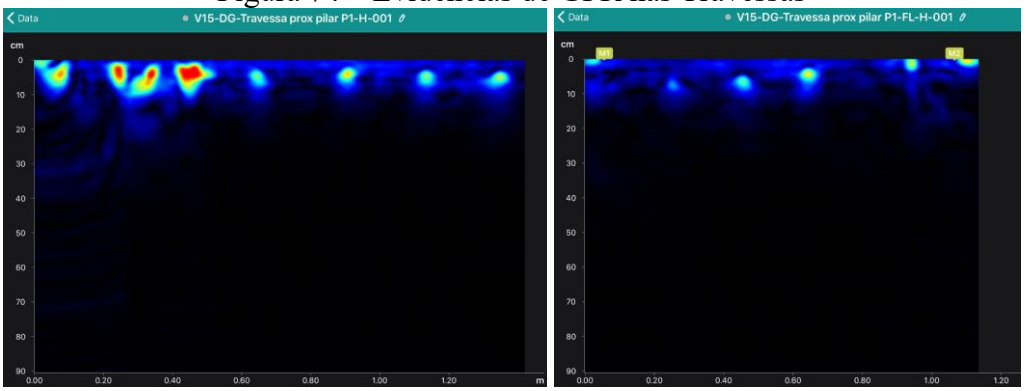
Fonte: PI Engenharia

Figura 73 – Evidências de GPR nas Travessas



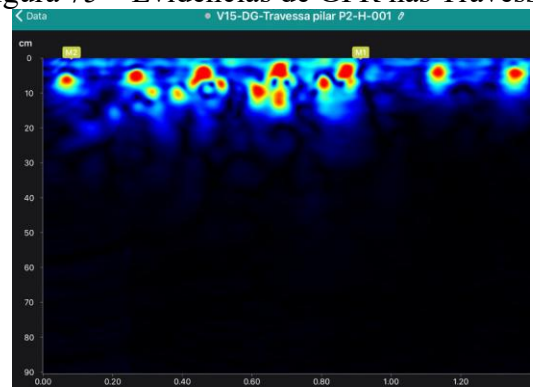
Fonte: PI Engenharia

Figura 74 – Evidências de GPR nas Travessas



Fonte: PI Engenharia

Figura 75 – Evidências de GPR nas Travessas

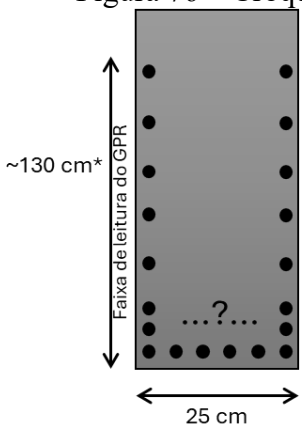


Fonte: PI Engenharia

5.1.3 LONGARINAS

A seguir apresenta-se o croqui acerca da identificação de armaduras e cobrimentos nas Longarinas.

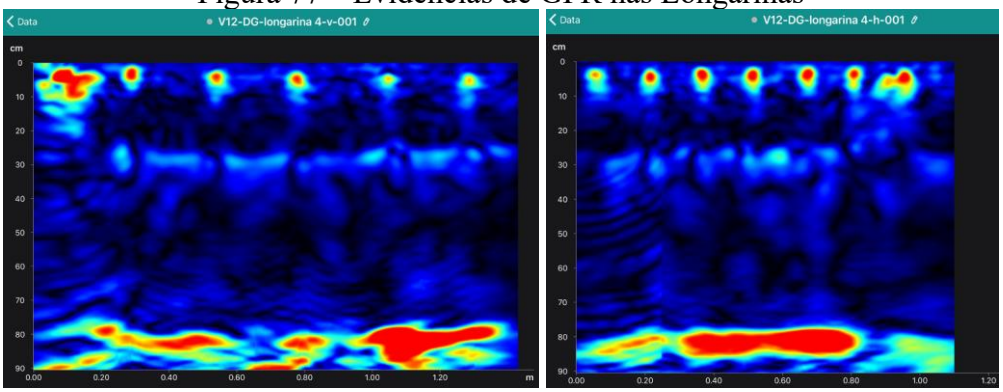
Figura 76 – Croqui esquemático das armaduras das Longarinas



- Armadura de pele com espaçamento de 24 cm;
  - contagem de aproximadamente 5 barras nas leituras de GPR (leitura de 130 cm de comprimento);
- 03 Camadas de armaduras longitudinais na base;
  - Incapacidade de verificar a quantidade de barras na 2ª e 3ª camada;
- Armaduras transversais espaçadas a cada 14 cm;
- Cobrimentos:
  - Face lateral:
    - Armadura transversal: 11 mm;
    - Armadura Longitudinal: 27 mm;
  - Face fundo:
    - Armadura Longitudinal: 12 mm;

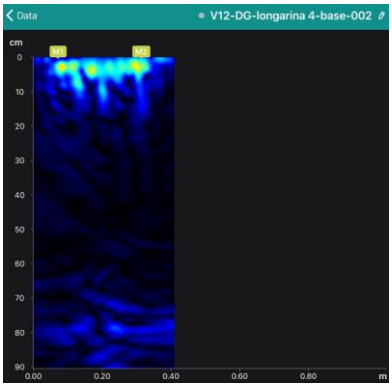
Fonte: PI Engenharia

Figura 77 – Evidências de GPR nas Longarinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 78 – Evidências de GPR nas Longarinas

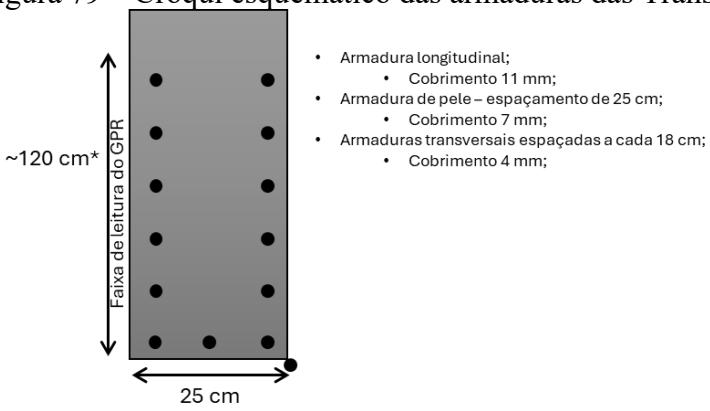


Fonte: PI Engenharia

5.1.4 TRANSVERSINAS

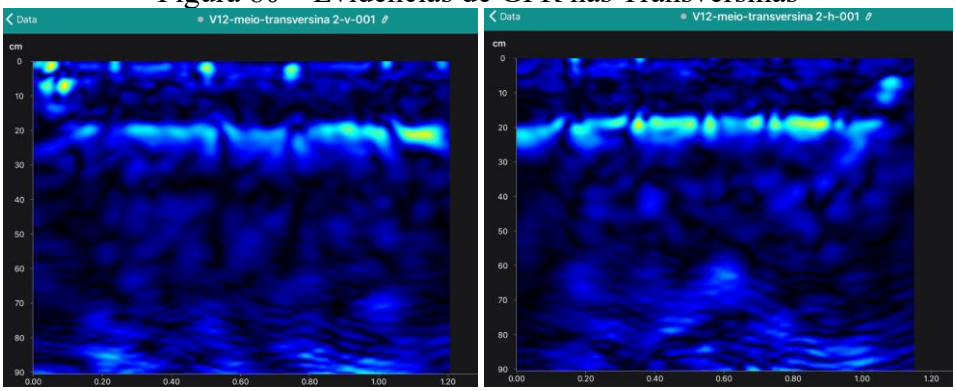
A seguir apresenta-se o croqui acerca da identificação de armaduras e cobrimentos nas Transversinas.

Figura 79 – Croqui esquemático das armaduras das Transversinas



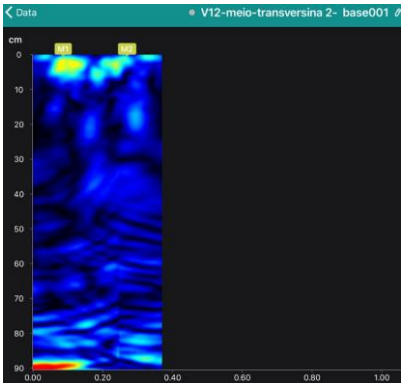
Fonte: PI Engenharia

Figura 80 – Evidências de GPR nas Transversinas



Fonte: PI Engenharia

Figura 81 – Evidências de GPR nas Transversinas

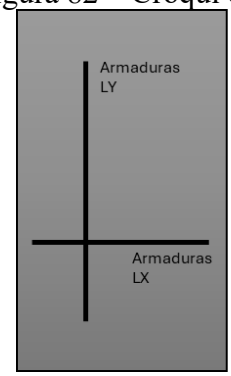


Fonte: PI Engenharia

5.1.5 LAJES

A seguir apresenta-se o croqui acerca da identificação de armaduras e cobrimentos nas Lajes.

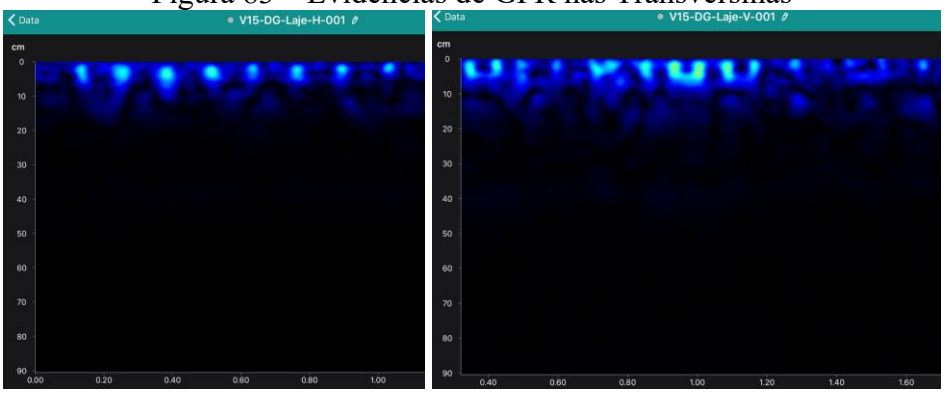
Figura 82 – Croqui esquemático das armaduras das Transversinas



- Armadura LY – espaçamento de 10 cm;
  - Cobrimento 7 mm;
- Armadura LX– espaçamento de 13 cm;
  - Cobrimento 10 mm;

Fonte: PI Engenharia

Figura 83 – Evidências de GPR nas Transversinas



Fonte: PI Engenharia

5.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO *IN LOCO*

O ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico no concreto endurecido objetiva analisar qualitativamente o concreto inferindo informações a respeito de sua integridade e durabilidade. A análise da velocidade do pulso ultrassônico longitudinal indireta permite avaliar a qualidade do concreto e interferências superficiais como fissuras, trincas ou delaminações existentes no elemento.

Considerou-se as seguintes metodologias para o ensaio:

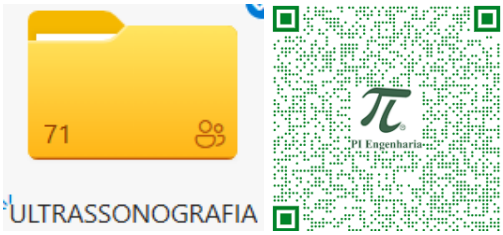
- Análise da qualidade do concreto através de leituras pontuais com pulso ultrassônico indireto nos elementos amostrais;
- Para definição dos elementos ensaiados, seguiu-se o plano de ensaios do arquivo OAE2518-EC-CR001.dwg

Para realização do ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico indireto no concreto, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Limpeza da face do elemento amostral onde os transdutores serão acoplados;
- Realização das leituras ultrassônicas indiretas no elemento estrutural;
- Coleta dos resultados e análise do ensaio.

A análise qualitativa da integridade se baseia em parâmetros qualitativos estabelecidos pela literatura.

Figura 84 – QR Code e link de acesso aos registros fotográficos do ensaio



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/Ett3Av4-2LBKmKqJ0vkLDM8BBovcCwrEZsaAjj4ayN_qzA?e=FDNkuG

Fonte: PI Engenharia

Figura 85 – Realização do ensaio de ultrassonografia



Fonte: PI Engenharia

Figura 86 – Pontos de ensaios realizados nos elementos estruturais da ponte



Fonte: PI Engenharia

Figura 87 – Pontos de ensaios realizados nos elementos estruturais da ponte



Fonte: PI Engenharia

Figura 88 – Janela de ensaio de ultrassonografia em longarina



Fonte: PI Engenharia

Figura 89 – Presença de trincas na janela de ensaio de ultrassonografia



Fonte: PI Engenharia

Figura 90 – Presença de trincas na janela de ensaio de ultrassonografia



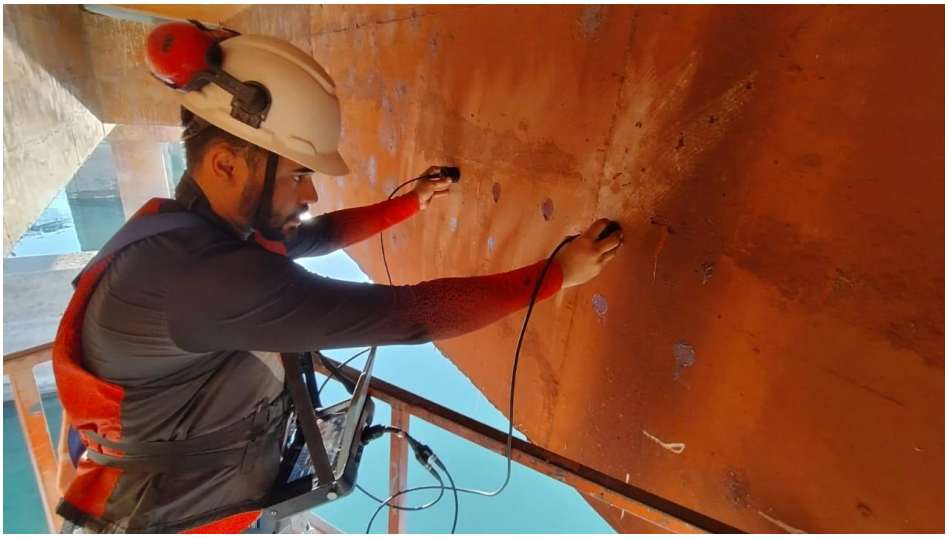
Fonte: PI Engenharia

Figura 91 – Presença de desplacamento na travessa na janela de ensaio de ultrassom



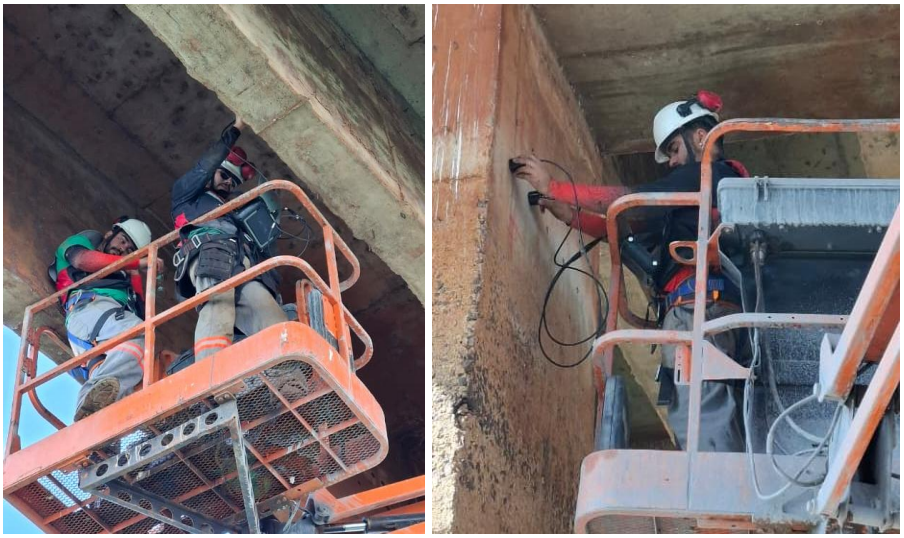
Fonte: PI Engenharia

Figura 92 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto



Fonte: Pi Engenharia

Figura 93 – Realização do ensaio de ultrassonografia em concreto



Fonte: Pi Engenharia

As análises dos resultados serão explanadas de forma agrupada utilizando de artefatos estatísticos para compreensão da qualidade do concreto dos elementos ensaiados. Os dados coletados individuais por elemento são apresentados no Anexo 02 do presente relatório.

Ao total analisou-se qualitativamente 118 elementos de concreto armado, entre pilares, longarinas (separado por tramos), transversinas e travessas, totalizando 248 pontos de ensaio.

Ressalvas para com os pontos de ensaio em cada elemento estrutural:

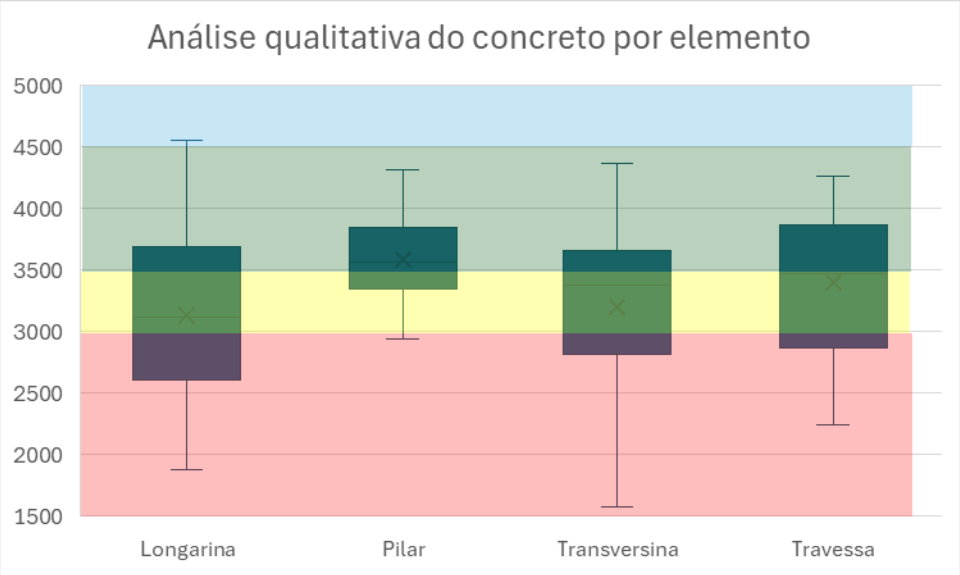
- Pilares: Realizou-se o ponto de ensaio fora de zonas onde o concreto encontrava-se lixiviado (zonas mais altas);
- Travessas: Realizou-se pontos de ensaio no meio do vão da travessa e na região próxima aos pilares;
- Longarinas: Realizou-se os pontos de ensaio em regiões próxima ao ponto de apoio da travessa (considerando a acessibilidade para o ensaio) e pontos no meio do vão;
- Transversina: Foram realizados pontos de ensaio no meio do vão da transversina;

A análise qualitativa acerca do concreto componente dos elementos estruturais ensaiados permite inferir que os pilares possuem uma qualidade mais uniforme e um valor médio classificado como “bom”.

As Longarinas e Transversinas por sua vez apresentam-se com resultados mais discrepantes, possuindo uma alta variação. Verifica-se que estes elementos estruturais possuem resultados que entram na faixa qualitativa “duvidoso”, isto se faz devido às fissuras e trincas observadas.

> As leituras de ultrassonografia realizadas nas longarinas e transversinas sofreram influência de fissuras e trincas, obtendo assim uma menor velocidade, consequentemente, uma menor qualidade.
>
> No caso das travessas, esses elementos possuíam destacamentos devido a corrosão presente em suas armaduras, o que também acaba por baixar a velocidade do pulso ultrassônico no concreto.

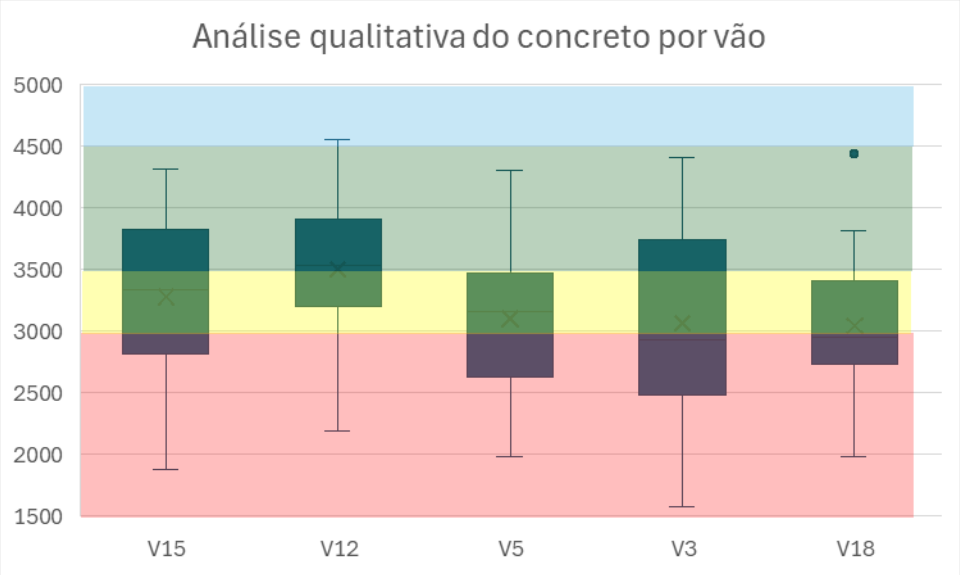
Figura 94 – Análise qualitativa do concreto por tipo de elemento estrutural



Fonte: PI Engenharia

Na análise dos resultados por vão, destaca-se o vão 3 e 15, tendo estes elementos com menor qualidade perante a análise com ultrassonografia. Por sua vez, o vão 12 se apresenta com melhores resultados.

Figura 95 – Análise qualitativa do concreto por vão ensaiado



Fonte: PI Engenharia

5.3 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO NOS TESTEMUNHOS DE CONCRETO

O ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico no concreto endurecido objetiva analisar qualitativamente o concreto inferindo informações a respeito de sua integridade e durabilidade. Com a utilização da combinação equacional das ondas ultrassônicas longitudinais e transversais a partir da teoria da elasticidade, também se faz possível a estimativa do módulo de elasticidade do concreto (Eci).

Considerou-se as seguintes metodologias para o ensaio:

- Análise da qualidade do concreto através de leituras pontuais com pulso ultrassônico direto no corpo de prova;
- Estimativa do módulo de elasticidade do concreto (Eci) através do equacionamento entre ondas longitudinais e transversais.

Para realização do ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico no concreto, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Medição do comprimento do corpo de prova (L).
- Limpeza e retifica das faces do corpo de prova onde os transdutores serão acoplados;
- Realização das leituras ultrassônicas no corpo de prova;
- Coleta dos resultados e análise do ensaio.

A análise da integridade se baseia em parâmetros qualitativos estabelecidos pela literatura.

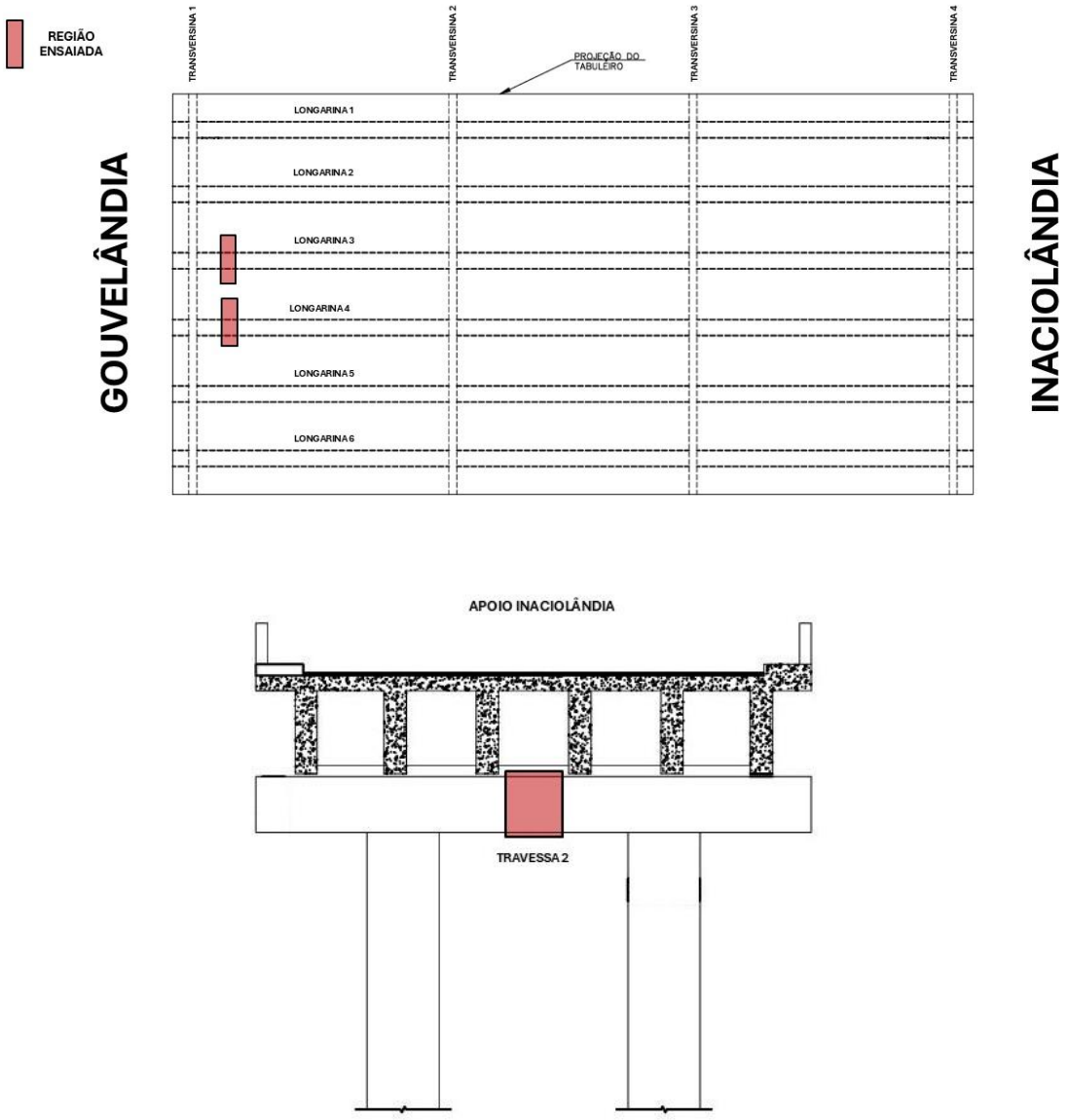
Figura 96 – Execução do ensaio de ultrassonografia em testemunhos de concreto



Fonte: PI Engenharia

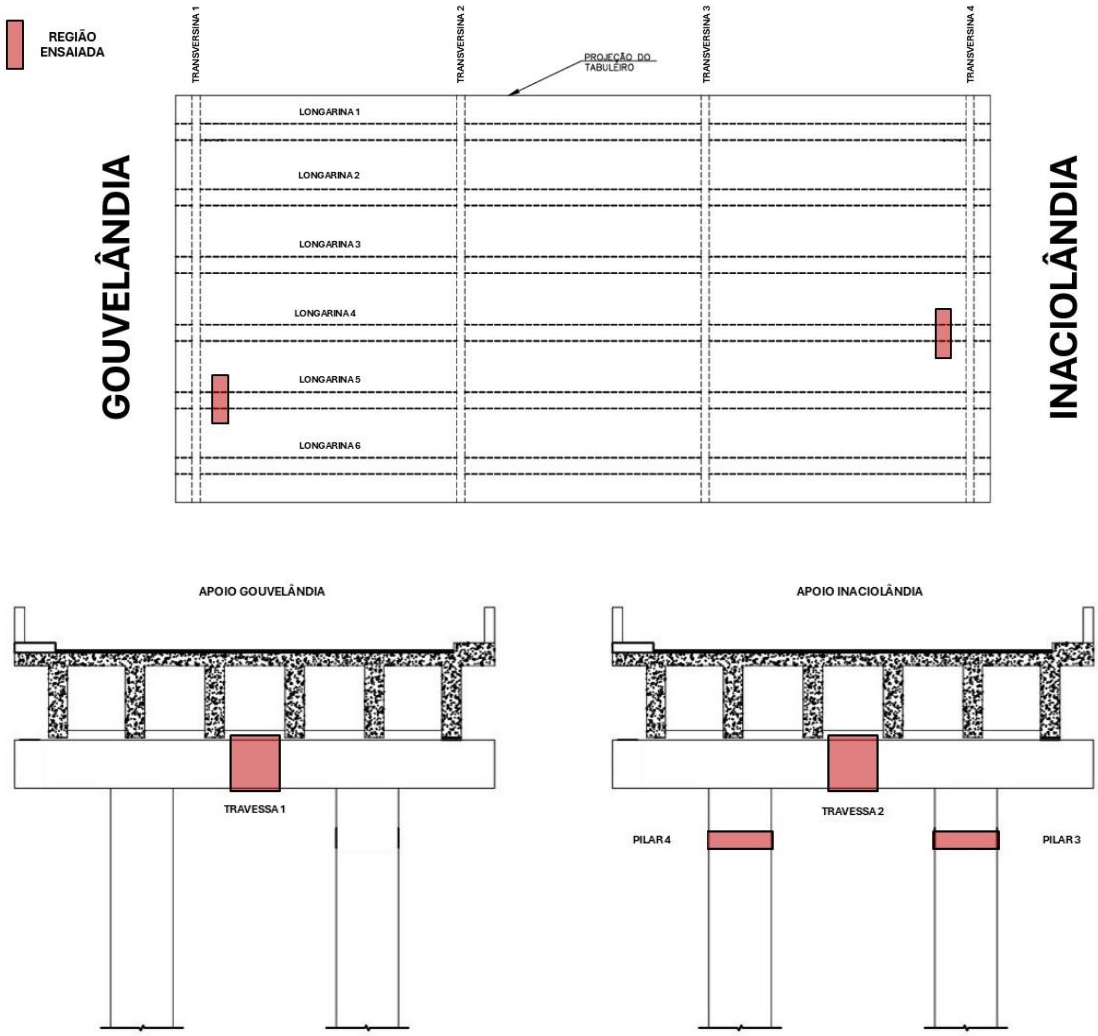
A figura abaixo apresenta a locação dos testemunhos extraídos, submetidos ao ensaio de ultrassonografia.

Figura 97 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V03 para o ensaio de ultrassom



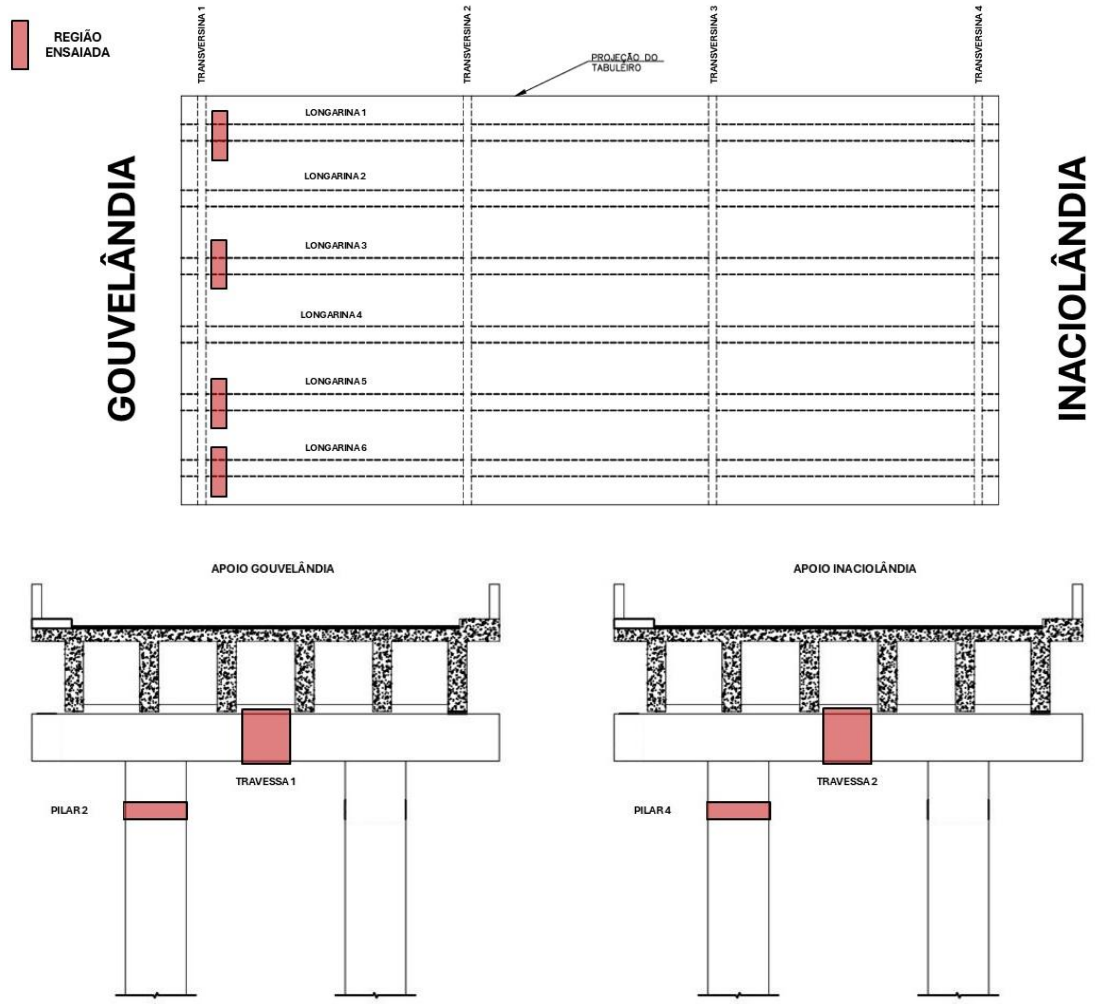
Fonte: PI Engenharia

Figura 98 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V05 para o ensaio de ultrassom



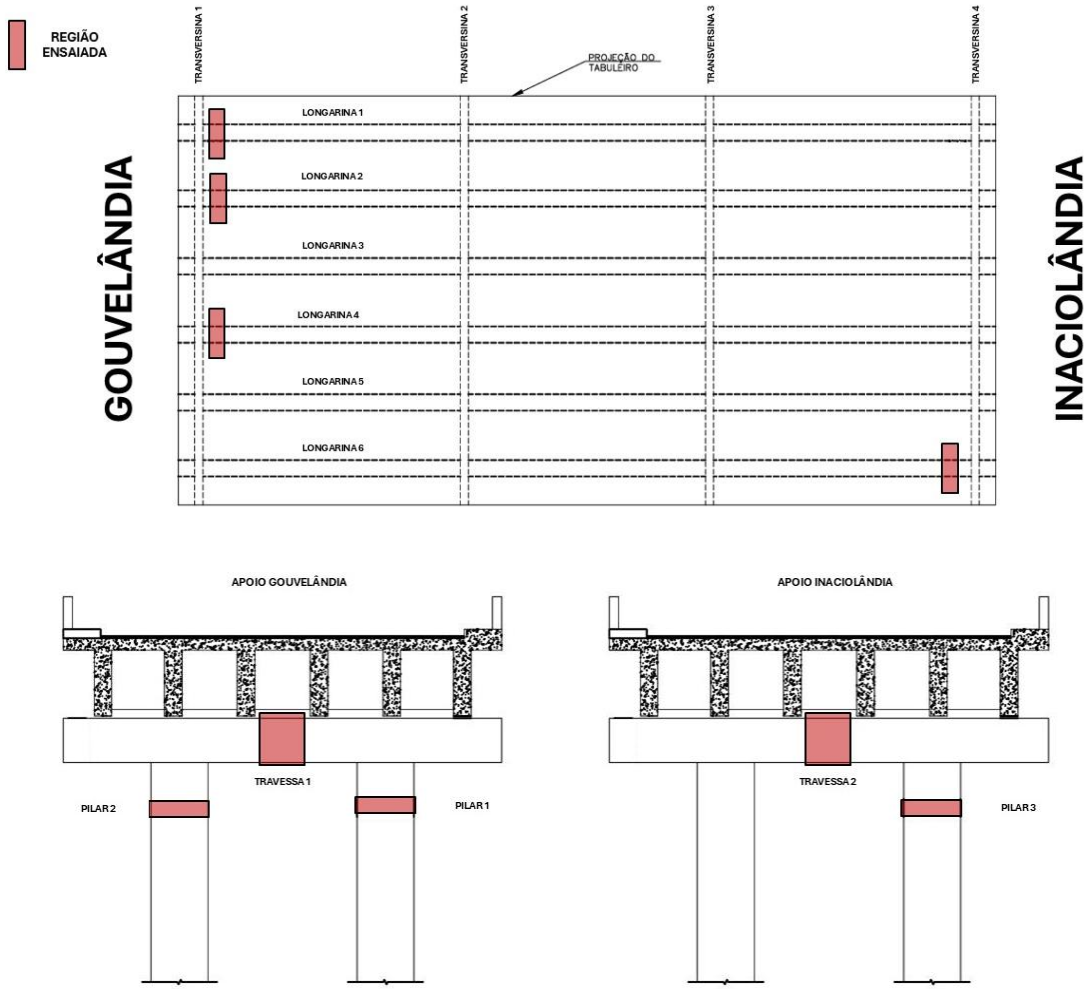
Fonte: PI Engenharia

Figura 99 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V12 para o ensaio de ultrassom



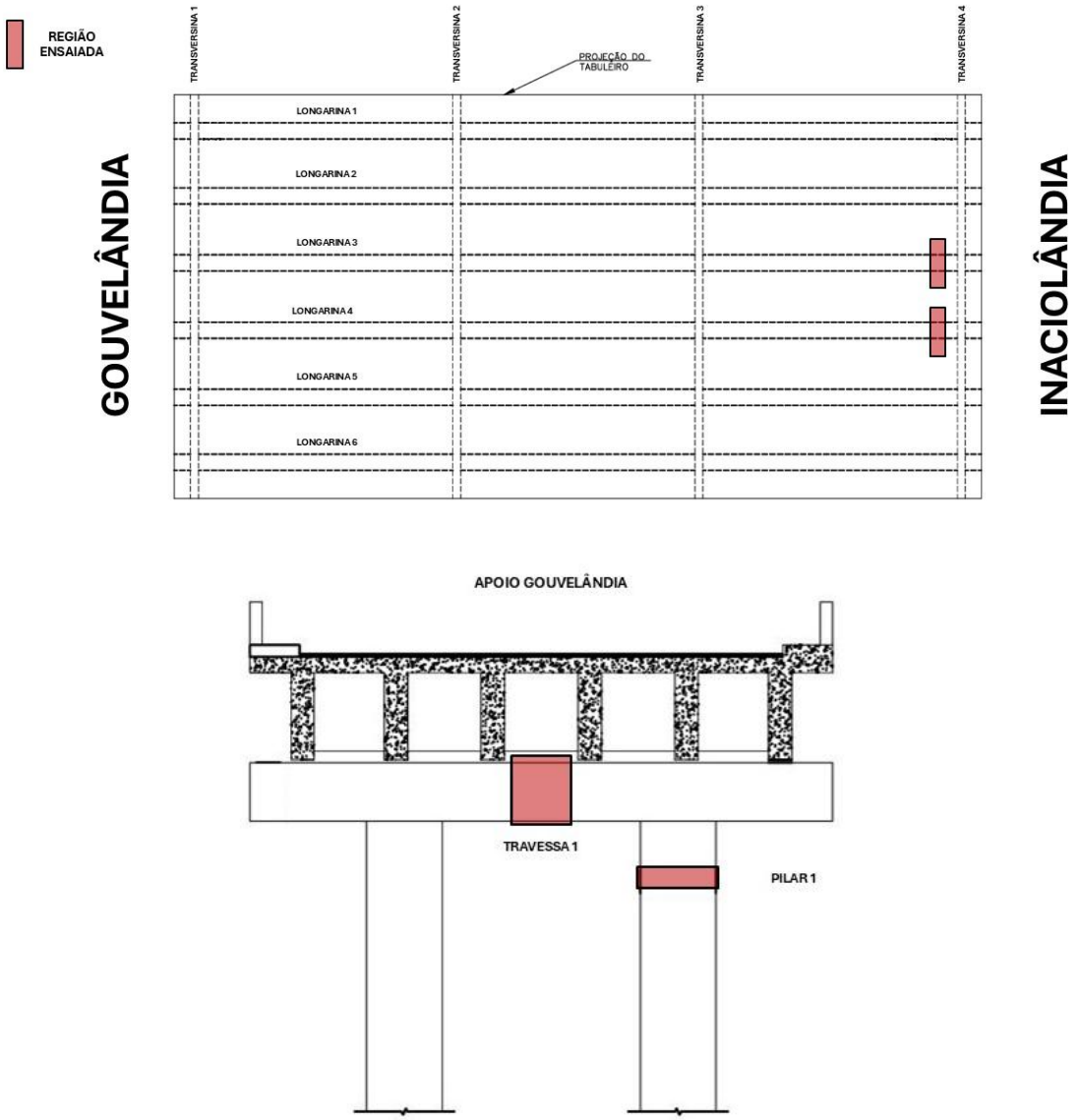
Fonte: PI Engenharia

Figura 100 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V15 para o ensaio de ultrassom



Fonte: PI Engenharia

Figura 101 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V18 para o ensaio de ultrassom



Fonte: PI Engenharia

A tabela e o gráfico a seguir apresentam respectivamente os resultados obtidos para com a velocidade ultrassônica nos elementos estruturais e análise da dispersão dos resultados das velocidades das ondas longitudinais.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de determinação da velocidade do pulso ultrassônico nos corpos de prova

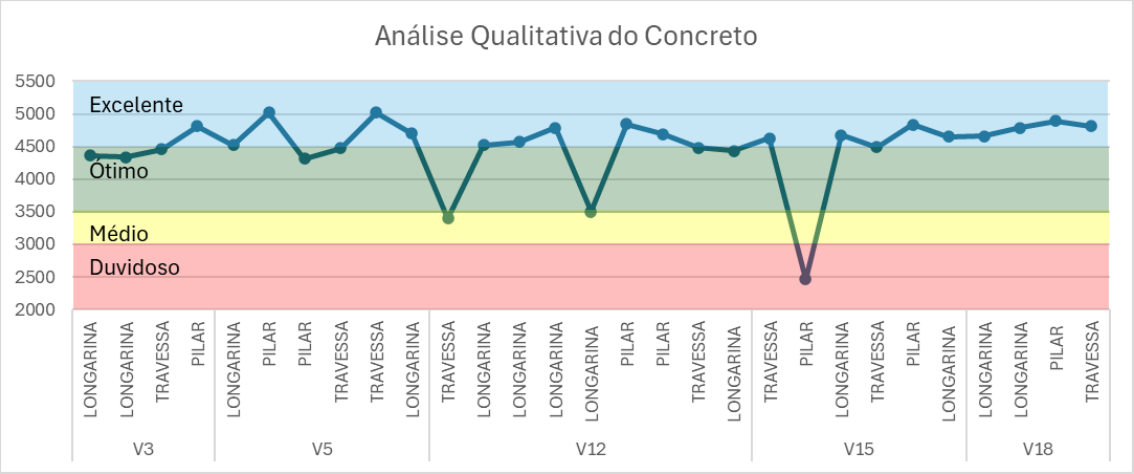
		ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL E TRANSVERSAL NO CONCRETO								
ão	Direção	Elemento	ID	Distância (m)	Vel. Longitudinal (m/s)	Vel. Transversal (m/s)	Classificação do Concreto	Poisson	Módulo Eci (GPa)	Resistência à Compressão axial (MPa)
V3	DI	LONGARINA	3	0.142	4361.56	2427.35	Bom	0.28	36.08	41.50
	DI	LONGARINA	4	0.160	4337.35	2108.04	Bom	0.35	28.70	26.26
	DI	TRAVESSA	2	0.138	4461.21	2033.15	Bom	0.37	27.16	23.53
	DI	PILAR	4	0.153	4809.81	2180.52	Excelente	0.37	31.28	31.20
V5	DI	LONGARINA	1	0.159	4524.76	2078.43	Excelente	0.37	28.33	25.59
	DI	PILAR	4	0.127	5016.93	2130.87	Excelente	0.39	30.29	29.26
	DG	PILAR	1	0.154	4314.59	2115.38	Bom	0.34	28.82	26.49
	DI	TRAVESSA	4	0.146	4473.95	1997.26	Bom	0.38	26.34	22.12
	DG	TRAVESSA	1	0.137	5024.45	2166.01	Excelente	0.39	31.21	31.06
	DG	LONGARINA	4	0.121	4702.94	2020.03	Excelente	0.39	27.16	23.53
V12	DG	TRAVESSA	1	0.181	3398.32	1756.43	Médio	0.32	19.51	12.14
	DG	LONGARINA	3	0.189	4519.04	2061.07	Excelente	0.37	27.91	24.84
	DI	LONGARINA	6	0.169	4572.72	2042.30	Excelente	0.38	27.54	24.18
	DG	LONGARINA	2	0.130	4786.74	2112.10	Excelente	0.38	29.53	27.81
	DG	LONGARINA	6	0.180	3504.04	2047.20	Bom	0.24	24.96	19.87
	DG	PILAR	2	0.182	4845.26	1911.76	Excelente	0.41	24.70	19.45
	DI	PILAR	4	0.193	4690.97	2007.28	Excelente	0.39	26.84	22.98
	DI	TRAVESSA	2	0.190	4482.19	2074.24	Bom	0.36	28.16	25.29
	DI	LONGARINA	5	0.199	4435.03	2098.60	Bom	0.36	28.66	26.19
V15	DG	TRAVESSA	2	0.136	4624.28	2290.85	Excelente	0.34	33.69	36.19
	DG	PILAR	2	0.104	2460.42	1068.86	Duvidoso	0.38	7.59	1.84
	DG	LONGARINA	2	0.195	4677.12	1990.30	Excelente	0.39	26.42	22.26
	DI	TRAVESSA	1	0.165	4486.74	1965.07	Bom	0.38	25.60	20.90
	DI	PILAR	1	0.167	4836.37	2241.61	Excelente	0.36	32.88	34.47
	DI	LONGARINA	1	0.182	4649.97	2145.59	Excelente	0.36	30.16	29.00
V18	DG	LONGARINA	4	0.147	4659.84	2050.21	Excelente	0.38	27.84	24.72
	DG	LONGARINA	3	0.141	4787.04	2116.06	Excelente	0.38	29.63	27.99
	DG	PILAR	1	0.134	4890.51	2168.28	Excelente	0.38	31.09	30.82
	DG	TRAVESSA	1	0.116	4813.28	2183.53	Excelente	0.37	31.36	31.37

Fonte: PI Engenharia

A qualidade do concreto dos elementos estruturais dos testemunhos extraídos é classificada majoritariamente entre “Bom” e “Excelente”. A velocidade longitudinal média é de aproximadamente 4.487,8 m/s, enquanto a velocidade transversal média é de 2.073,8 m/s.

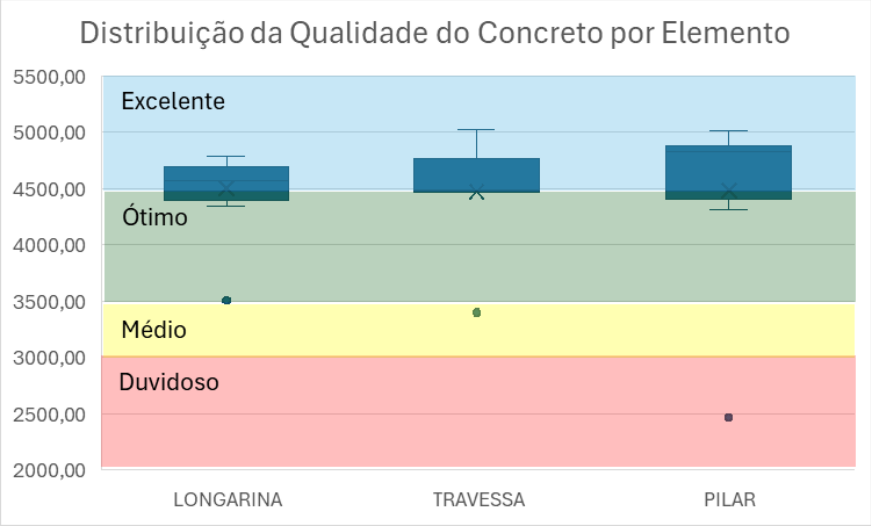
Dos corpos de prova ensaiados, 2 apresentaram resultados fora das classificações "Bom" ou "Excelente". As exceções foram: a Longarina 4 do vão 5 (direção Goveilândia), testemunho com concreto classificado como "Médio" (com velocidades longitudinal de 3.398,32m/s e transversal de 1.757,28m/s) e o Pilar do vão 15 (direção Goveilândia), classificado como "Duvidoso" (com velocidades longitudinal de 2.460,42m/s e transversal de 1.543,03m/s).

Figura 102 – Análise da dispersão dos resultados da velocidade de onda longitudinal.



Fonte: PI Engenharia

Figura 103 – Análise da distribuição da qualidade do concreto por elemento.



Fonte: PI Engenharia

5.4 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA VOLUMÉTRICA EM TESTEMUNHOS DE COCNRETO

O ensaio de determinação da resistividade elétrica do concreto objetiva analisar qualitativamente a cinética do processo corrosivo no concreto armado, avaliando a probabilidade de instalação do processo corrosivo, a taxa de corrosão e a permissividade do concreto à íons agressivos.

Para realização do ensaio de determinação da resistividade elétrica superficial, segue-se a seguinte metodologia:

- Para definição dos elementos ensaiados, seguiu-se o plano de ensaios do arquivo OAE2518-EC-CR001.dwg
- Saturação dos testemunhos por imersão;
    - Se avalia a resistividade do concreto ao longo da sua saturação até se obter a constância do resultado;
- Realização de 4 leituras de forma axial ao testemunho;
- Coleta dos dados e análise dos resultados.

A análise da durabilidade se baseia em parâmetros qualitativos estabelecidos pela literatura.

Figura 104 – Execução do ensaio de resistividade volumétrica em testemunho



Fonte: PI Engenharia

A tabela e o gráfico a seguir apresentam respectivamente os resultados obtidos para com a resistividade elétrica volumétrica nos testemunhos extraídos e a análise da dispersão dos resultados da resistividade elétrica.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de determinação da resistividade elétrica volumétrica nos testemunhos

PI Engenharia	ANÁLISE DA DURABILIDADE DO CONCRETO ARMADO ATRAVÉS DA RESISTIVIDADE ELÉTRICA SUPERFICIAL					
Estrutura	Ponte Rio dos Bois				**Idade (anos)**	**50**
Ambiente de Utilização		Rural		**Classe Agressividade Ambiental**		II
Utiliza-se um fator de correção de 2,8 (Lopes *et. al.* 2023) para poder se correlarcionar os valores de resistividade volumétrica com a análise qualitativa acerca da durabilidade proposta pela literatura						
Elemento	**Tipo**	**Local**	**Resistividade Volumétrica (kΩcm)**	**Risco de corrosão**	**Taxa de corrosão**	**Permissividade iônica**
DG_LON_3	LONGARINA	V12	59,30	Baixo	Baixa	Muito Baixo
DI _LON_6	LONGARINA	V12	56,92	Baixo	Baixa	Muito Baixo
DG_LON_2	LONGARINA	V12	61,24	Baixo	Baixa	Muito Baixo
DG_LON_6	LONGARINA	V12	65,57	Baixo	Baixa	Muito Baixo
DI _LON_5	LONGARINA	V12	33,83	Moderado	Baixa	Baixo
DG_PIL_2	PILAR	V12	32,89	Moderado	Baixa	Baixo
DI _PIL_1	PILAR	V15	38,86	Moderado	Baixa	Muito Baixo
DG_TRA_2	TRAVESSA	V15	44,22	Moderado	Baixa	Muito Baixo
DI _TRA_1	TRAVESSA	V15	32,10	Moderado	Baixa	Baixo
DI _LON_3	LONGARINA	V3	47,36	Moderado	Baixa	Muito Baixo
DI _LON_4	LONGARINA	V3	33,10	Moderado	Baixa	Baixo
DI _PIL_4	PILAR	V3	35,96	Moderado	Baixa	Baixo
DI _TRA_2	TRAVESSA	V3	36,14	Moderado	Baixa	Baixo
DI _LON_1	LONGARINA	V5	35,20	Moderado	Baixa	Baixo
DG_LON_4	LONGARINA	V5	8,94	Muito Elevado	Alta	Alta
DG_PIL_1	PILAR	V5	30,60	Moderado	Baixa	Baixo
DI _TRA_4	TRAVESSA	V5	46,22	Moderado	Baixa	Muito Baixo
DG_TRA_1	TRAVESSA	V5	29,71	Moderado	Baixa	Baixo

Fonte: PI Engenharia

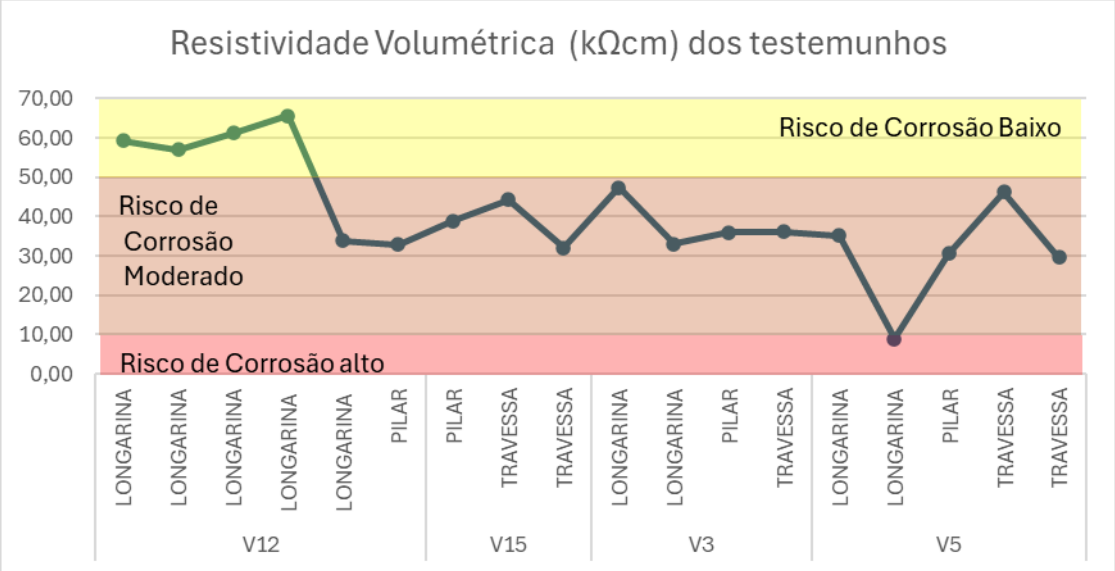
A inspeção da estrutura de concreto armado, situada em um ambiente rural (Classe de Agressividade Ambiental II), revela condições de durabilidade variáveis. A maioria dos elementos estruturais apresenta um risco de corrosão classificado como "Baixo" a "Moderado", indicando que, no geral, a estrutura se encontra em um estado de alerta, mas não crítico, com exceção de um ponto específico.

- **Local V12:** Esta é a área em melhor estado de conservação. Todos os elementos (longarinas e pilares) apresentam resistividade elétrica elevada, resultando em um "Risco de corrosão Baixo" e uma "Permissividade iônica Muito Baixa". Isso

sugere que o concreto nesta seção possui baixa porosidade e oferece boa proteção à armadura.

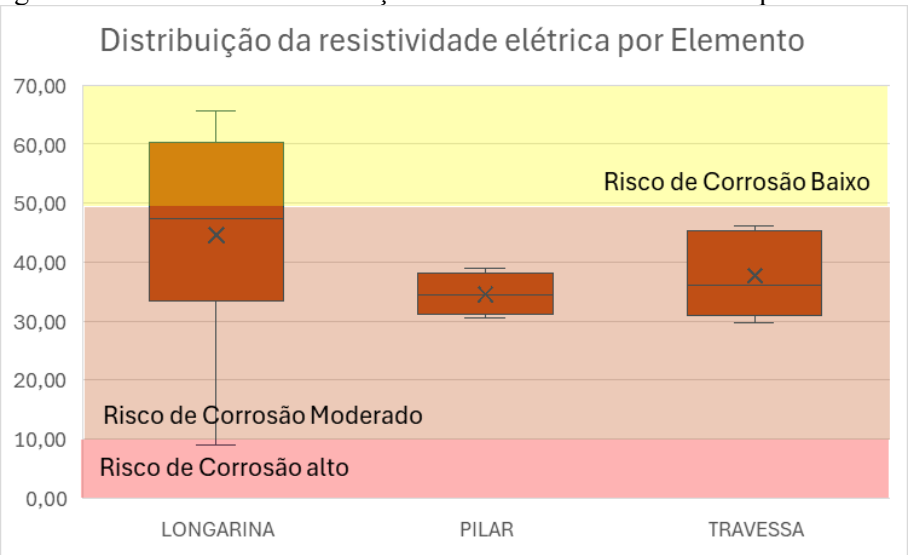
- **Locais V3 e V15:** Ambos os locais apresentam uma condição intermediária. A maioria dos elementos (longarinas, pilares e travessas) se enquadra no "Risco de corrosão Moderado". Os valores de resistividade, majoritariamente entre 30 e 45 kΩcm, indicam que o processo de corrosão pode ter se iniciado, sendo áreas que necessitam de monitoramento periódico.
- **Local V5:** Este é o ponto mais crítico da estrutura e exige atenção imediata. Embora alguns elementos apresentem risco "Moderado", a longarina DG_LON_4 se destaca negativamente.

Figura 105 – Análise da dispersão dos resultados da velocidade de onda longitudinal.



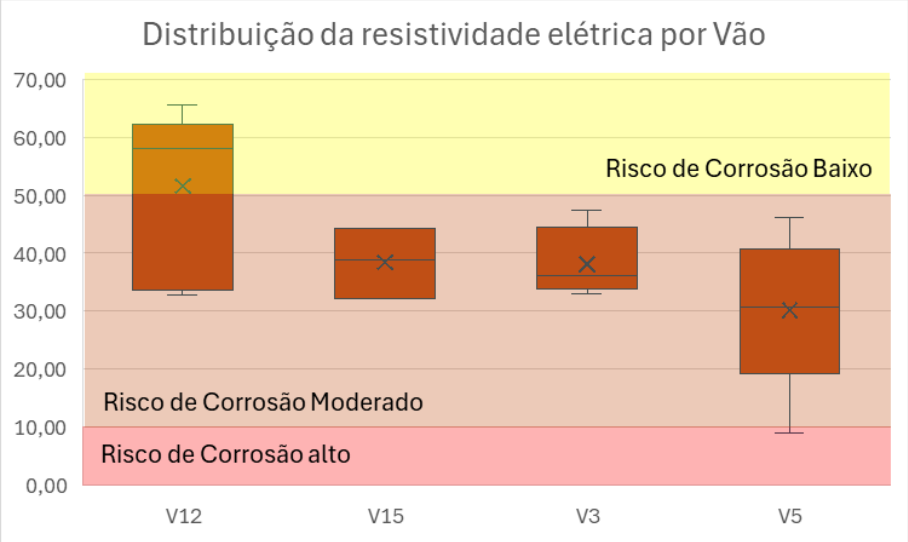
Fonte: PI Engenharia

Figura 106 – Análise da distribuição da durabilidade do concreto por elemento.



Fonte: PI Engenharia

Figura 107 – Análise da distribuição da durabilidade do concreto por vão.



Fonte: PI Engenharia

5.5 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA

O ensaio de Esclerometria foi realizado para avaliação da resistência superficial do concreto nos elementos definidos. Além disso, esse teste permite avaliar a uniformidade desses concretos.

Foi utilizado o aparelho Silver Schmidt Concrete Test Hammer PC, Type N da Proceq, com energia de impacto de 2,207 Nm. Para esta faixa de energia de impacto, segundo a NBR 7584:2012, o aparelho fornece informações da dureza superficial até cerca de 20mm de profundidade.

- Para definição dos elementos ensaiados, seguiu-se o plano de ensaios do arquivo OAE2518-EC-CR001.dwg

Após a marcação da posição das armaduras por meio do Georadar (GPR), foi feita a marcação dos 16 pontos de impacto conforme preconizado pela norma ABNT NBR 7584:2012 e, por fim, foi realizado o ensaio, conforme Figura 108.

Figura 108 – Marcação da malha de ensaio com 16 pontos de impacto, conforme ABNT NBR 7584:2012, para o ensaio de esclerometria.



Fonte: PI Engenharia

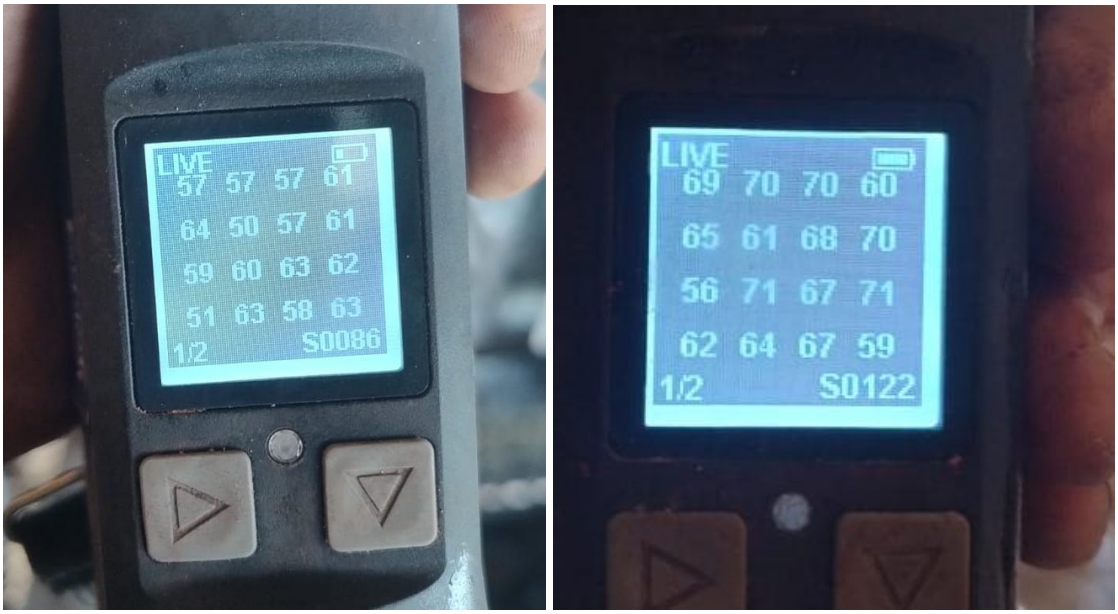
Figura 109 – Realização do ensaio e coleta de dados para posterior tratamento e análise da resistência superficial do concreto



Fonte: PI Engenharia

Concluídas as 16 leituras por meio do esclerômetro, obtém-se a matriz de dados (Figura 110), que será posteriormente tratada para análise da resistência superficial do concreto.

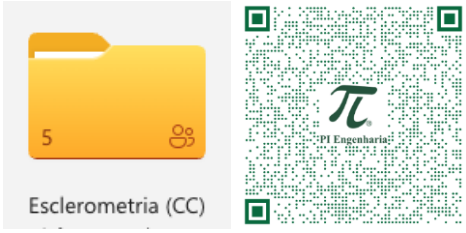
Figura 110 – Exemplos de resultados obtidos com o ensaio de esclerometria



Fonte: PI Engenharia

Apresenta-se em sequência o QR Code e o link de acesso à pasta hospedada em servidor online em conta gerida pela PI Engenharia que contém a totalidade dos registros fotográficos dos ensaios de esclerometria.

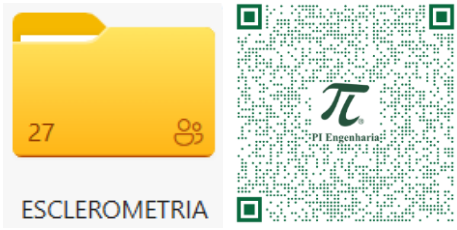
Figura 111 – Link de acesso e QR Code de acesso aos registros do ensaio de esclerometria



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EmgC6YW8hqhPs4JKRvamUJABnZnvU6woRLgnjx38E5mKIQ

Fonte: PI Engenharia

Figura 112 – Link de acesso e QR Code de acesso aos registros da realização do ensaio de esclerometria



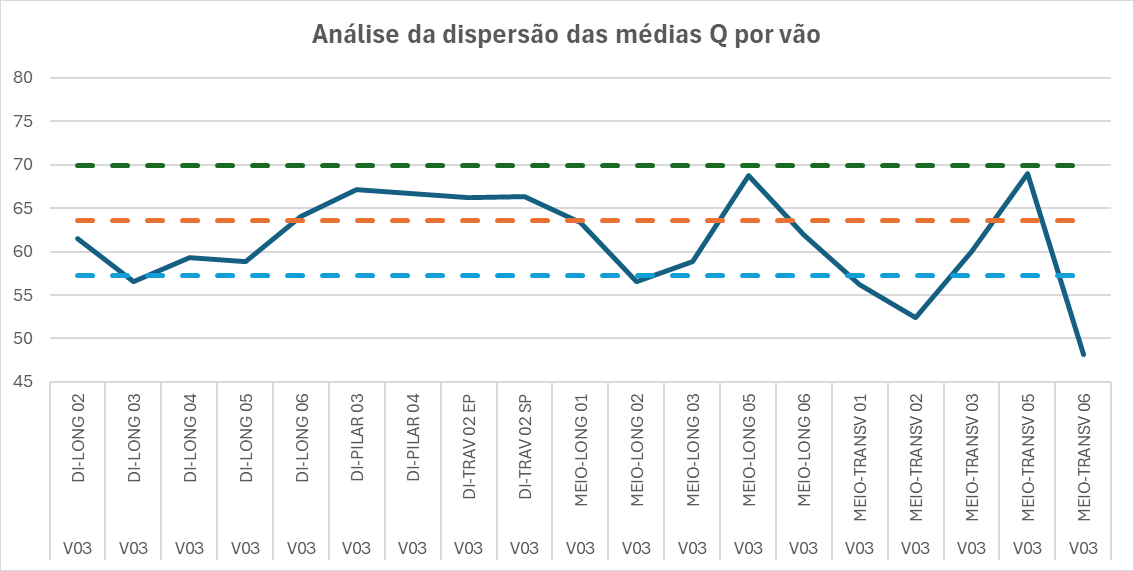
https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/Er7o00ah2UVGgERnHqZ-6-MBUAxa2igZJrnpDj6AoSXQnA?e=TBoRpG

Fonte: PI Engenharia

Como as pastas encontram-se em servidor online, recomenda-se que seja realizado o salvamento local dos arquivos compartilhados em até 30 dias para não expirar o acesso.

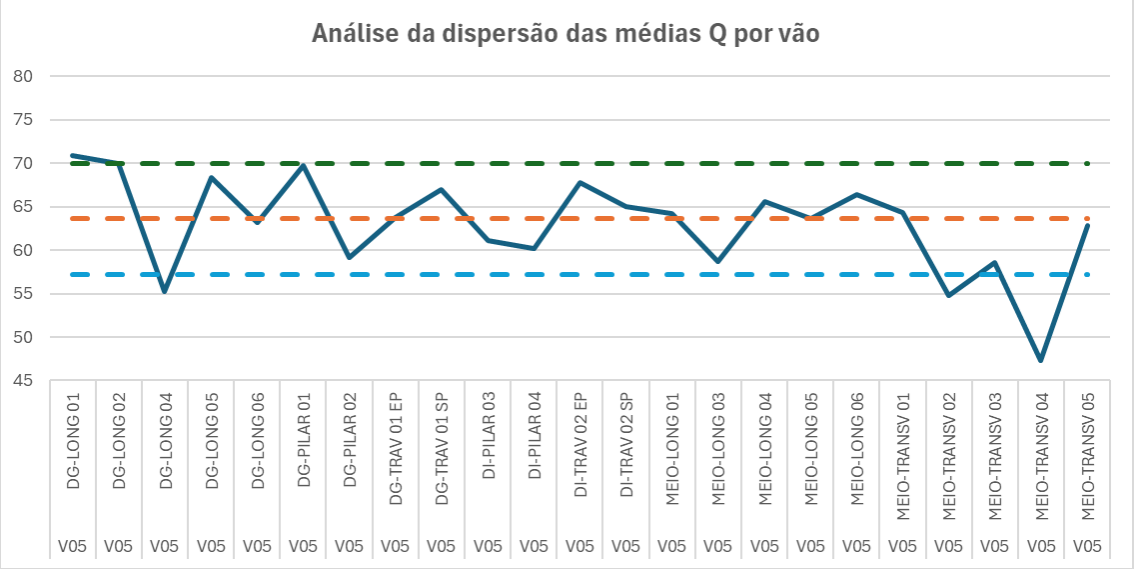
A seguir apresenta-se a dispersão dos índices esclerométricos médios obtidos nos pontos ensaiados por vão.

Figura 113 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 03



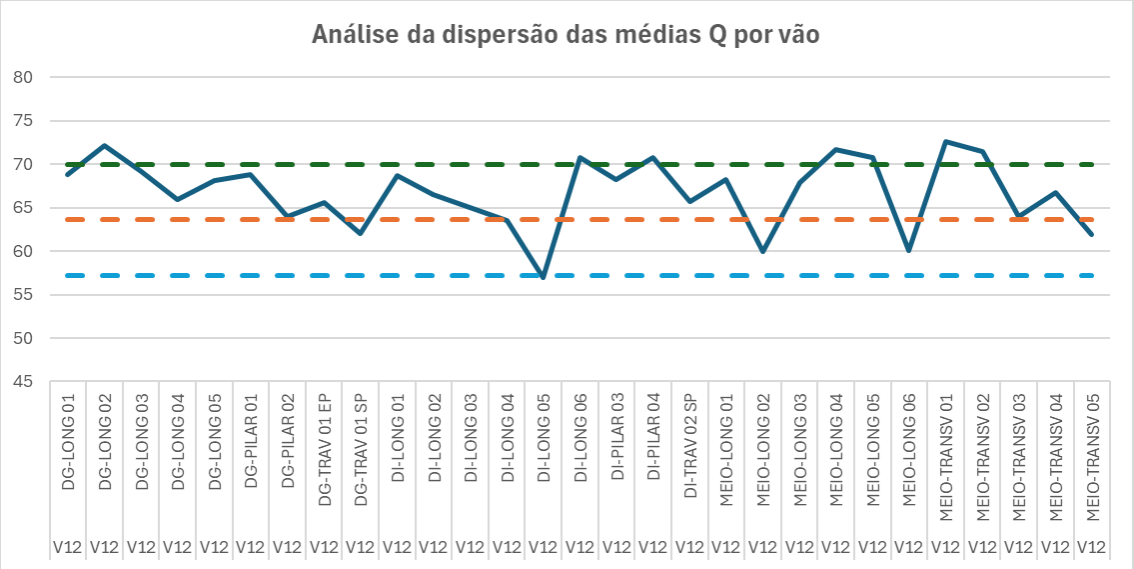
Fonte: PI Engenharia

Figura 114 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 05



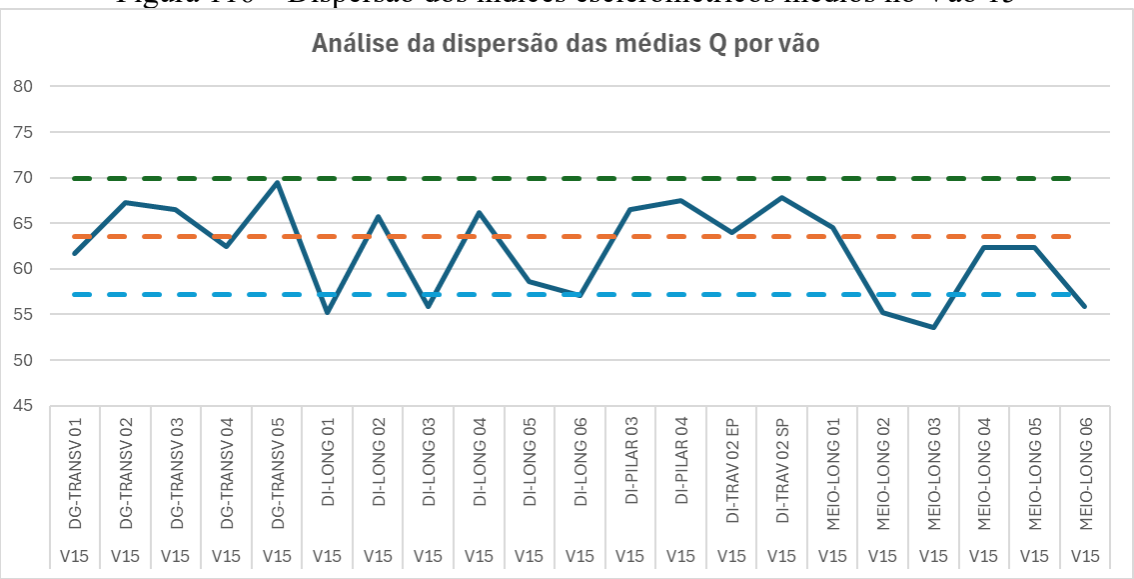
Fonte: PI Engenharia

Figura 115 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 12



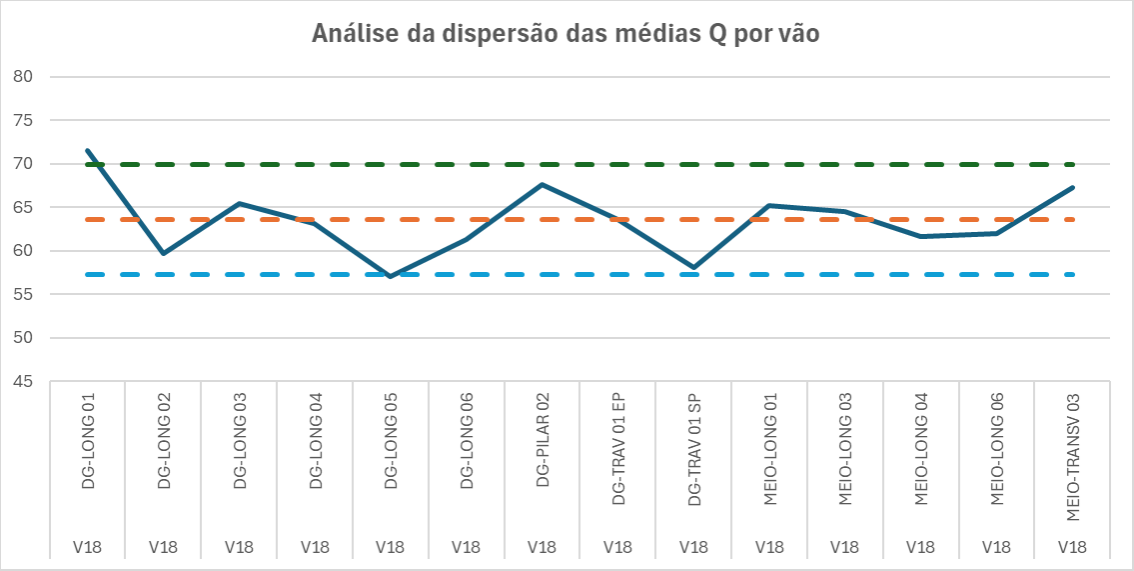
Fonte: PI Engenharia

Figura 116 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 15



Fonte: PI Engenharia

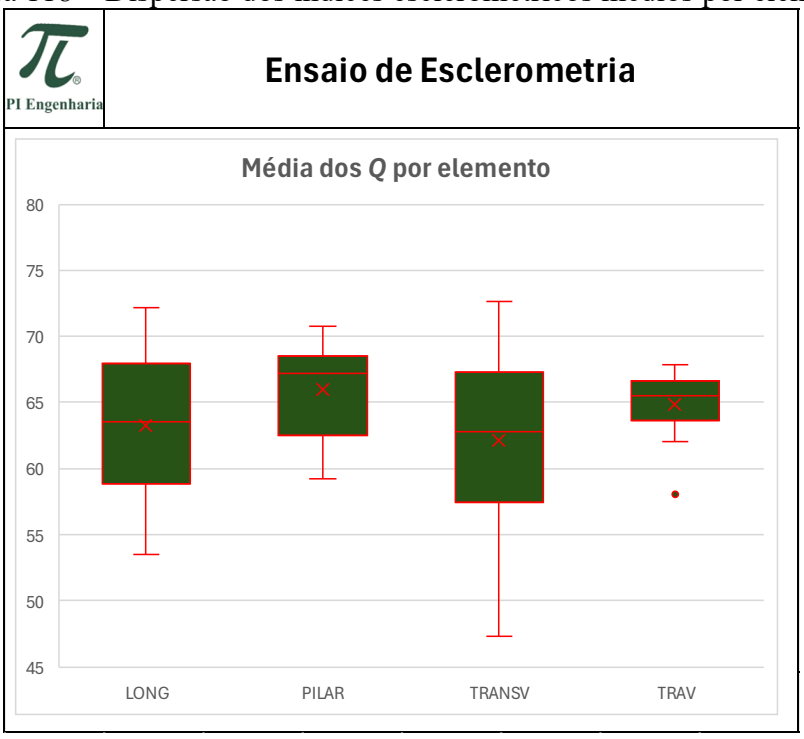
Figura 117 – Dispersão dos índices esclerométricos médios no Vão 18



Fonte: PI Engenharia

O gráfico abaixo apresenta a dispersão dos índices esclerométricos médios por elementos. Verifica-se que as transversinas e as longarinas apresentam uma maior dispersão entre os dados Q obtidos dos elementos estruturais.

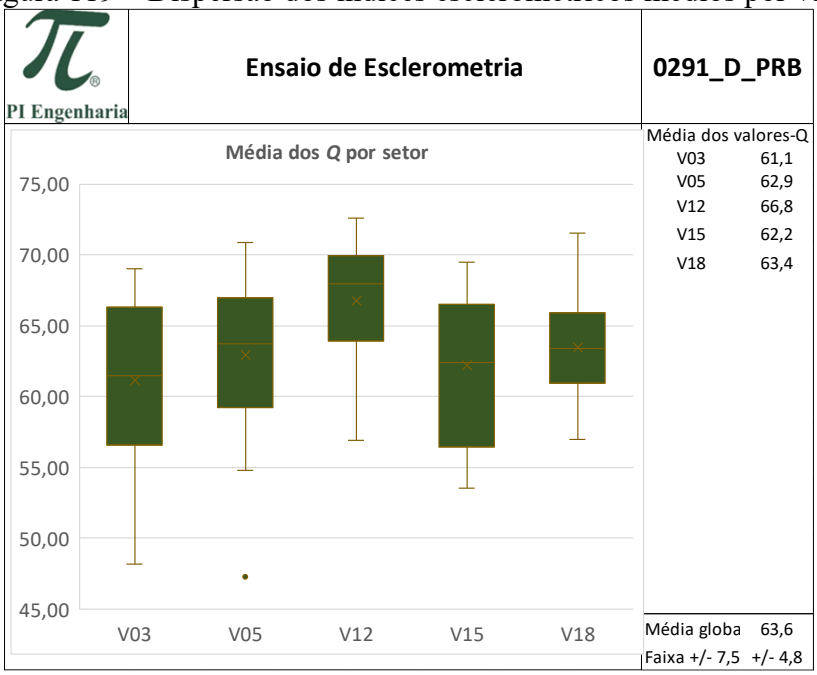
Figura 118 – Dispersão dos índices esclerométricos médios por elemento



Fonte: PI Engenharia

Na Figura 119 observa-se a dispersão dos índices esclerométricos médios por vão.

Figura 119 – Dispersão dos índices esclerométricos médios por vão



Fonte: PI Engenharia

Ao se comparar as médias dos índices esclerométricos por vão, nota-se uma tendência de variação nos valores médios de Q entre os diferentes vãos analisados. Os vãos V03, V05, V15 e V18 apresentaram médias inferiores à global, sendo que a do vão V18 se mostrou próxima da média. Em contraste, o vão V12 teve um resultado significativamente superior à média global.

Observando a faixa de variação de ±7,5% em relação à média global (63,6), que estabelece um intervalo de controle de 58,8 a 68,4, verifica-se que todos os vãos analisados apresentaram médias dentro do esperado. Dentre eles, destacam-se o vão V03 (61,1) com a menor média e o V12 (66,8) com a maior. Além disso, o vão V15 se destacou com a maior dispersão interna dos dados, evidenciando uma variabilidade significativa entre as medições realizadas.

Essas variações entre setores podem refletir diferenças nas condições locais de execução ou conservação do concreto, embora não se possa inferir causas específicas apenas com base nos dados esclerométricos.

5.6 ENSAIO DE AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO CONCRETO FRENTE À CARBONATAÇÃO

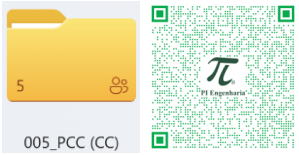
O ensaio de avaliação da frente de carbonatação do concreto foi realizado em pontos previamente determinados pela Alta Engenharia com a quebra pontual da região. O objetivo do ensaio foi de avaliar a frente de carbonatação no concreto avaliando assim a taxa de carbonatação da estrutura e a sua vida útil remanescente.

Para realização do ensaio de determinação da frente de carbonatação, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Demarcação dos pontos;
- Quebra pontual da região até atingir as armaduras;
- Aspersão da solução de fenolftaleína na superfície da região;
- Medição da frente de concreto carbonatada com paquímetro digital e esquadro combinado;
- Coleta dos dados e análise dos resultados.

Os registros fotográficos completo do ensaio de carbonatação pode ser acessado através do link exposto no QR-Code abaixo.

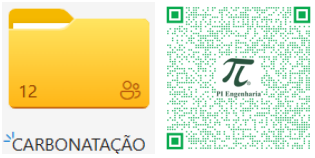
Figura 120 – Link de acesso e QR-Code as imagens disponibilizadas no servidor acerca dos resultados de carbonatação



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EiXFOeAdE2NKsMV8C0LHwAYBZaK3ZFkPVydq_EnUqMEJnQ

Fonte: PI Engenharia

Figura 121 – Link de acesso e QR-Code as imagens disponibilizadas no servidor acerca da realização do ensaio de carbonatação



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EmWX20rQly9DopAiXPwaJSMBZEYIKlGl5KiYWxwkHon8hg?e=pnudH0

Fonte: PI Engenharia

Como as pastas encontram-se em servidor online, recomenda-se que seja realizado o salvamento local dos arquivos compartilhados em até 30 dias para não expirar o acesso.

Figura 122 – Exemplo da realização do ensaio de determinação da frente de carbonatação



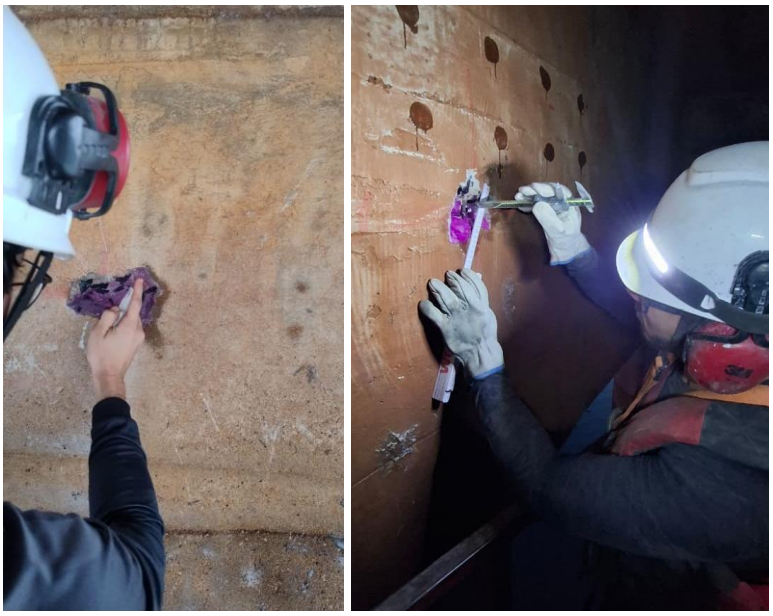
Fonte: PI Engenharia

Figura 123 – Procedimento de avaliação da frente de carbonatação em campo com uso de indicador de pH (fenolftaleína)



Fonte: PI Engenharia

Figura 124 – Medição da espessura da camada carbonatada após aspersão da solução de fenolftaleína



Fonte: PI Engenharia

Os resultados de profundidade de carbonatação, a análise da taxa de carbonatação e a avaliação do risco de despassivação encontram-se indicados nas tabelas dos subtópicos 4.5.1 ao 4.5.5, avaliados de acordo com os dados obtidos e a idade da estrutura (aproximadamente 50 anos).

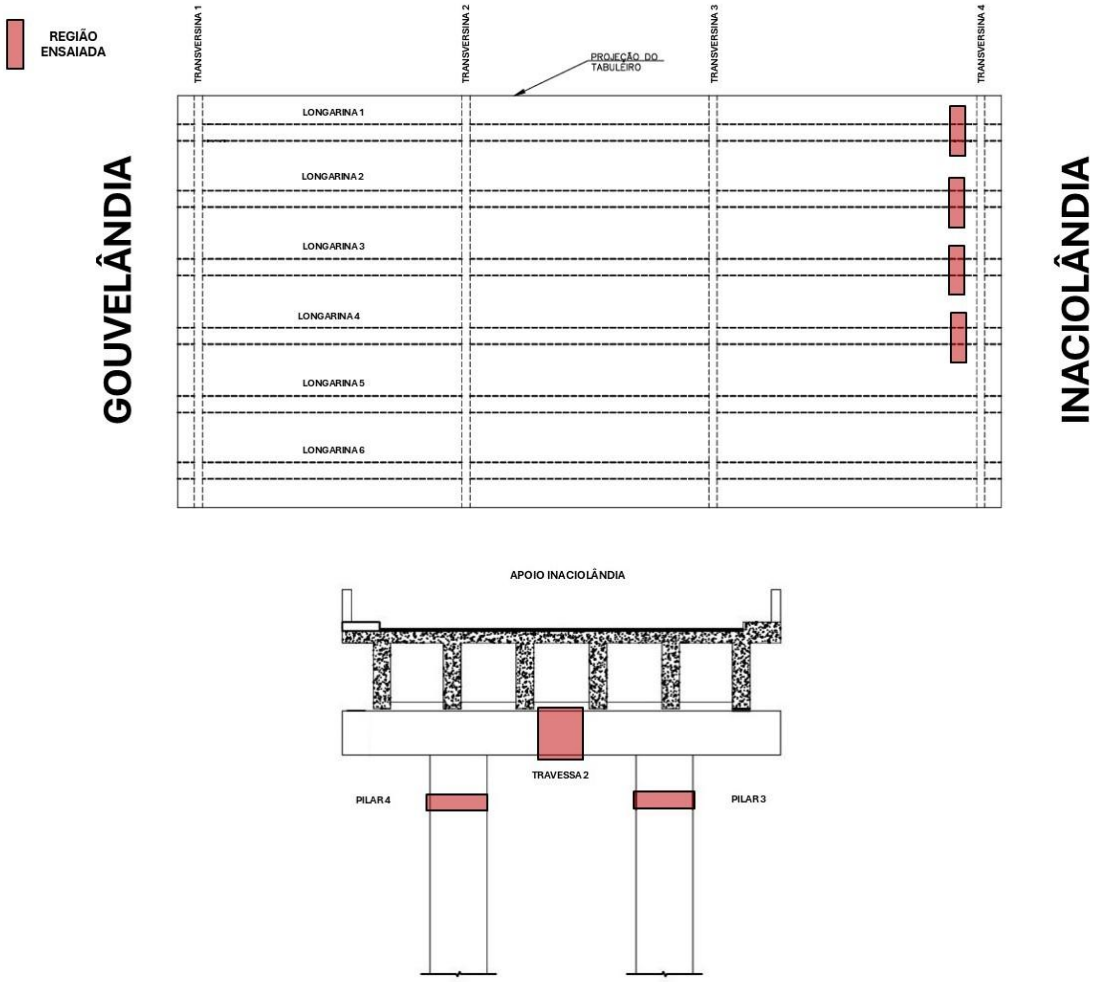
Para os resultados de profundidade de carbonatação, realizou-se uma comparação com o cobrimento e obteve-se a porcentagem de carbonatação para cada elemento. Se a profundidade de carbonatação for superior ao cobrimento, as armaduras encontram-se despassivadas.

Além disso, através de um modelo preditivo, dada a taxa de carbonatação média calculada, obtém-se a possibilidade de ocorrência de despassivação por carbonatação em anos dos elementos.

5.6.1 CROQUIS DOS ENSAIOS REALIZADOS

5.6.1.1 ENSAIOS REALIZADOS NO VÃO V03

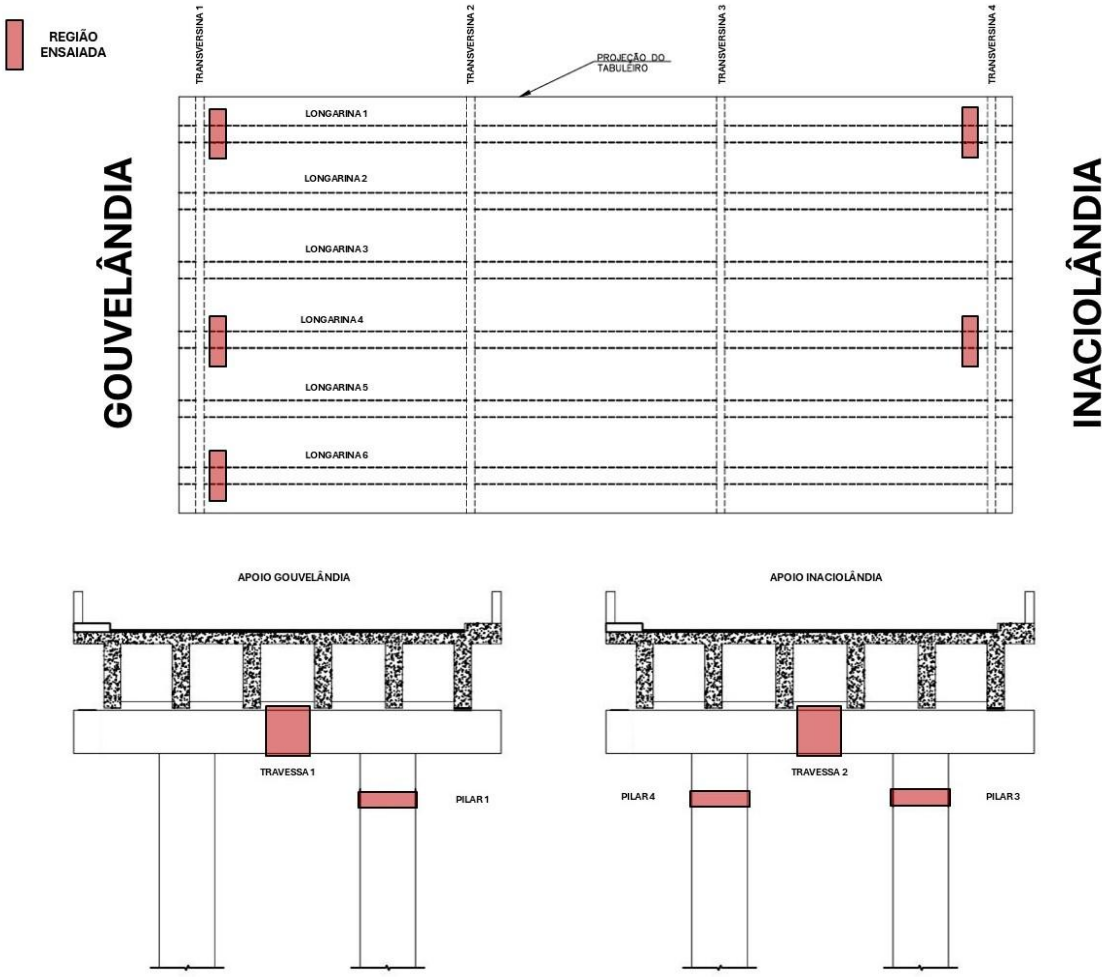
Figura 125 – Localização dos pontos de ensaio no vão V03



Fonte: PI Engenharia

5.6.1.2 ENSAIOS REALIZADOS NO VÃO V05

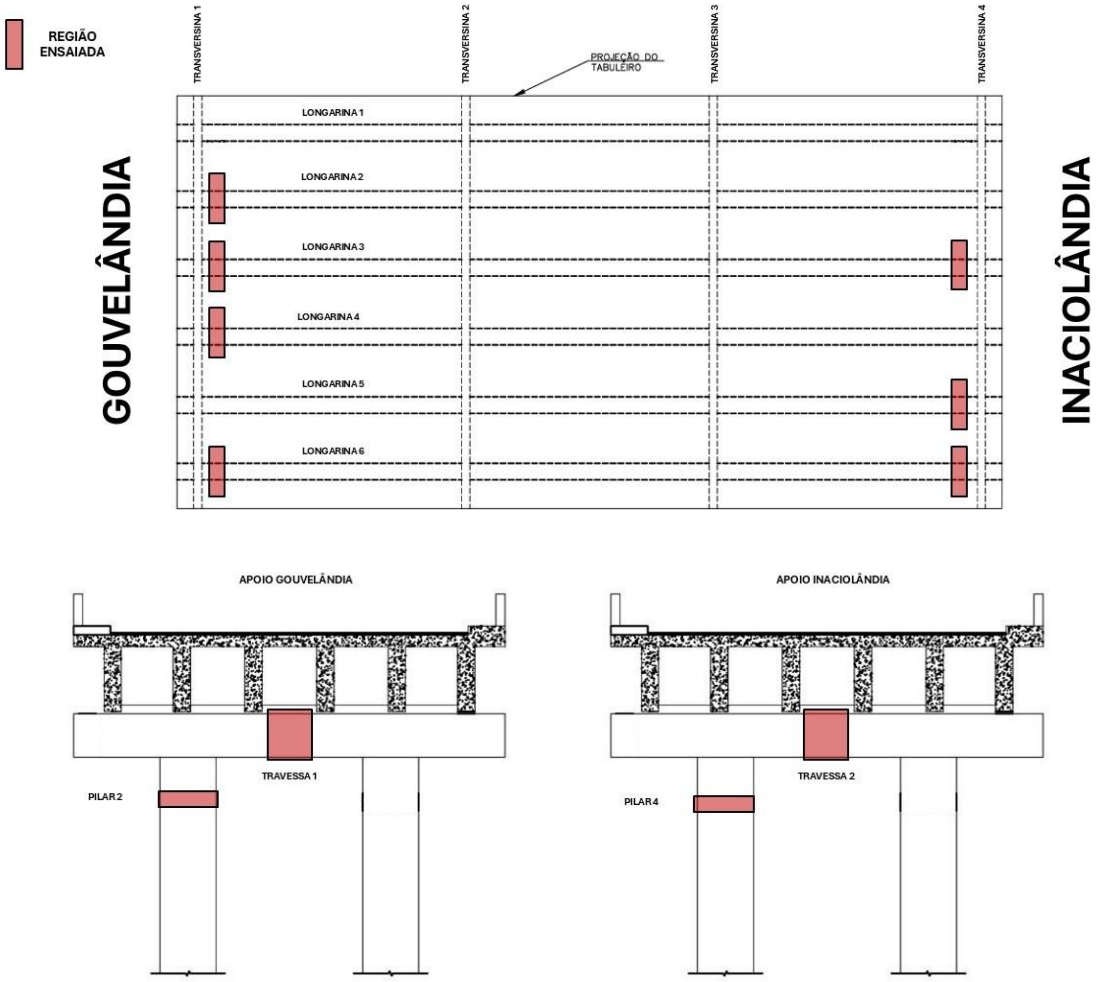
Figura 126 – Localização dos pontos de ensaio no vão V05



Fonte: PI Engenharia

5.6.1.3 ENSAIOS REALIZADOS NO VÃO V12

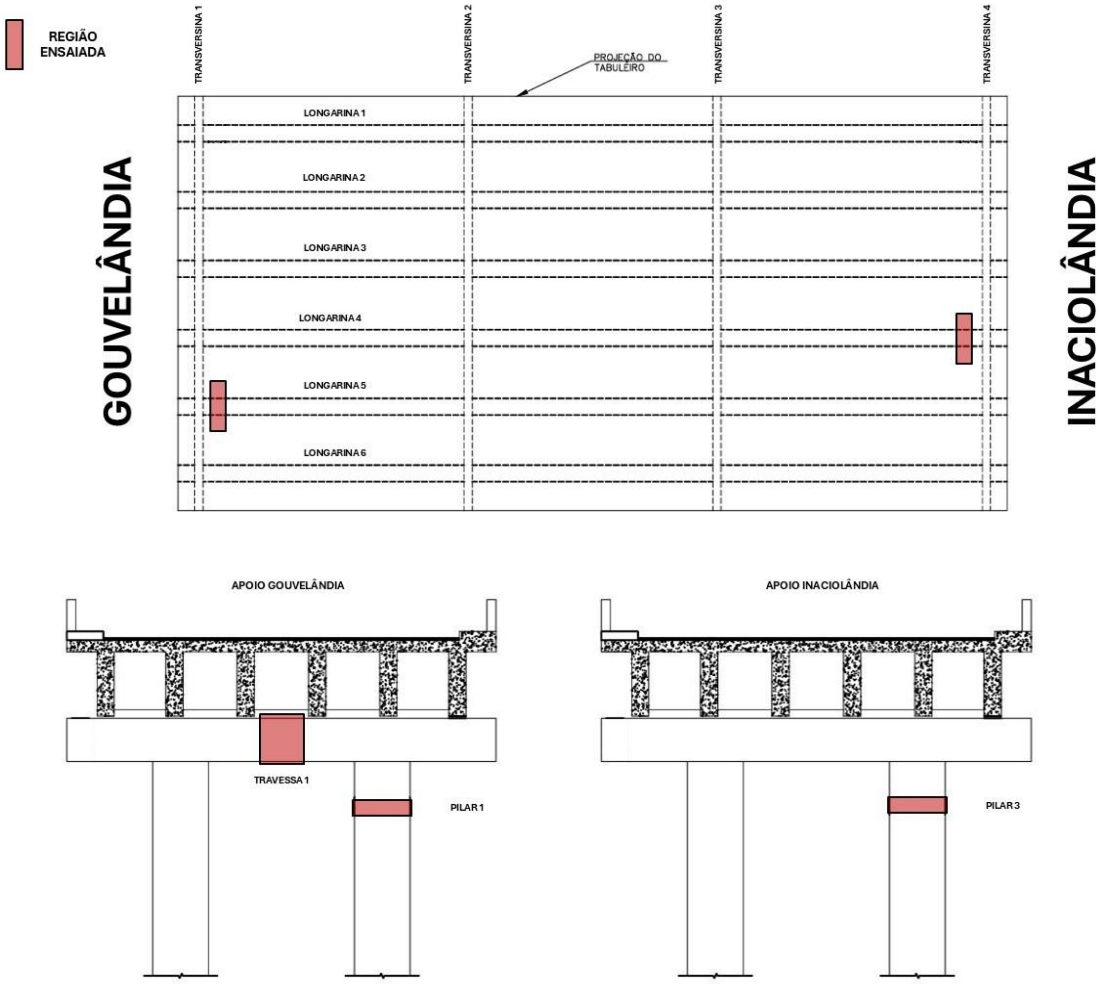
Figura 127 – Localização dos pontos de ensaio no vão V12



Fonte: PI Engenharia

5.6.1.4 ENSAIOS REALIZADOS NO VÃO V15

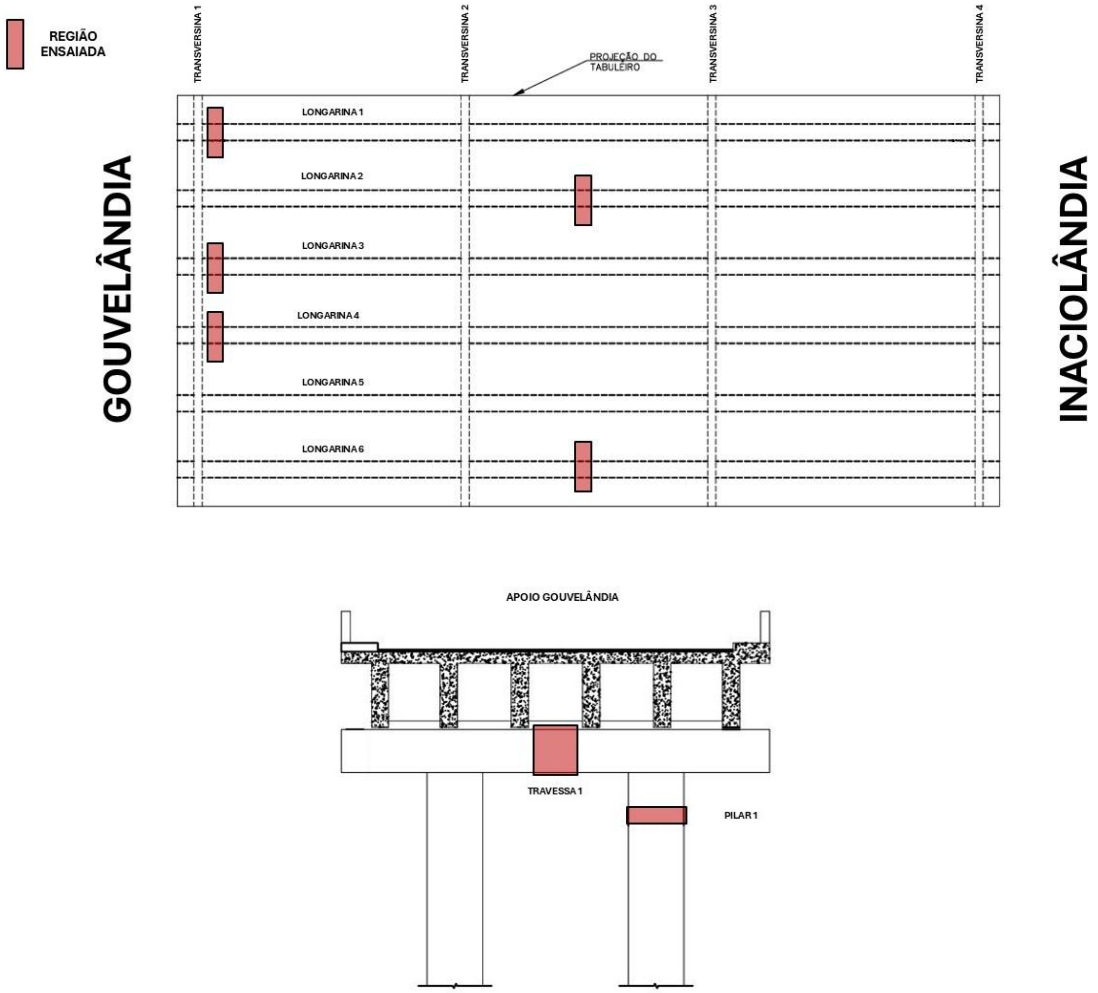
Figura 128 – Localização dos pontos de ensaio no vão V15



Fonte: PI Engenharia

5.6.1.5 ENSAIOS REALIZADOS NO VÃO V18

Figura 129 – Localização dos pontos de ensaio no vão V18



Fonte: PI Engenharia

5.6.2 ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

A tabela apresenta os resultados da determinação da profundidade de carbonatação.

Figura 130 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 03

ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DO CONCRETO ARMADO FRENTE À CARBONATAÇÃO

PI Engenharia

Estrutura		Ponte sobre o Rio dos Bois	Idade (anos)	50
Legenda:	Despassivada	Cobrimento < Carbonatação		90%
	Elevado	Possibilidade de despassivação em até 1 ano		10%
	Moderado	Possibilidade de despassivação em até 5 anos		0%
NC= Não Coletado	Baixo	Possibilidade de despassivação maior que 5 anos		0%
	Nulo	Probabilidade nula de despassivação por carbonatação		0%

Ambiente de Utilização	Rural	Classe Agressividade Ambiental	III
Vida útil Resídual (anos)	0,0	Necessidade de intervenção	Urgente

					Arm. Transversal		Arm. Longitudinal			
Vão	Direção	ID	Tipo de Elemento	Carbonatação (mm)	Cobrimento A.T. (mm)	Ø Barra A.T. (mm)	Cobrimento A.L. (mm)	Ø Barra A.L. (mm)	Taxa de Carbonatação (mm/(ano^0,5))	Risco de Despassivação
V03	DI	1	CA Longarina	46,7	42,7	6,3	51,1	8,0	6,6	Despassivada
V03	DI	2	CA Longarina	43,8	33,5	8,0	43,3	10,0	6,2	Despassivada
V03	DI	3	CA Longarina	48,1	39,8	8,0	48,9	10,0	6,8	Despassivada
V03	DI	4	CA Longarina	35,4	30,1	8,0	39,4	10,0	5,0	Despassivada
V03	DI	3	CA Longarina	47,9	15,0	-	-	-	6,8	Despassivada
V03	DI	4	CA Longarina	37,4	18,0	-	-	-	5,3	Despassivada
V03	DI	3	CA Pilar	15,9	66,5	8,0	72,4	12,5	2,2	Elevado
V03	DI	4	CA Pilar	32,9	21,7	6,3	35,3	12,5	4,7	Despassivada
V03	DI	4	CA Pilar	28,3	24,0	-	-	-	4,0	Despassivada
V03	DI	2	CA Travessa	12,2	10,0	-	-	-	1,7	Despassivada

Fonte: PI Engenharia

Figura 131 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 05

ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DO CONCRETO ARMADO FRENTE À CARBONATAÇÃO

PI Engenharia

Estrutura		Ponte sobre o Rio dos Bois	Idade (anos)	50
Legenda:	Despassivada	Cobrimento < Carbonatação		70%
	Elevado	Possibilidade de despassivação em até 1 ano		20%
	Moderado	Possibilidade de despassivação em até 5 anos		0%
NC= Não Coletado	Baixo	Possibilidade de despassivação maior que 5 anos		0%
	Nulo	Probabilidade nula de despassivação por carbonatação		10%

Ambiente de Utilização	Rural	Classe Agressividade Ambiental	III
Vida útil Resídual (anos)	0,0	Necessidade de intervenção	Urgente

					Arm. Transversal		Arm. Longitudinal			
Vão	Direção	ID	Tipo de Elemento	Carbonatação (mm)	Cobrimento A.T. (mm)	Ø Barra A.T. (mm)	Cobrimento A.L. (mm)	Ø Barra A.L. (mm)	Taxa de Carbonatação (mm/(ano^0,5))	Risco de Despassivação
V05	DG	6	CA Longarina	29,9	27,6	8,0	36,4	10,0	4,2	Despassivada
V05	DI	4	CA Longarina	41,4	34,4	8,0	41,4	10,0	5,9	Despassivada
V05	DG	4	CA Longarina	47,0	9,0	-	-	-	6,6	Despassivada
V05	DI	1	CA Longarina	37,0	11,0	-	-	-	5,2	Despassivada
V05	DG	1	CA Pilar	42,5	69,7	6,3	76,8	8,0	6,0	Elevado
V05	DI	3	CA Pilar	31,0	46,1	6,3	52,0	8,0	4,4	Elevado
V05	DG	1	CA Pilar	19,5	14,0	-	-	-	2,8	Despassivada
V05	DI	4	CA Pilar	0,0	5,7	-	-	-	0,0	Nulo
V05	DG	1	CA Travessa	34,8	31,0	-	-	-	4,9	Despassivada
V05	DI	2	CA Travessa	31,1	9,0	-	-	-	4,4	Despassivada

Fonte: PI Engenharia

Figura 132 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 12

ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DO CONCRETO ARMADO FRENTE À CARBONATAÇÃO

PI Engenharia

Estrutura		Ponte sobre o Rio dos Bois			Idade (anos)	50
Legenda:	Despassivada	Cobrimento < Carbonatação				62%
	Elevado	Possibilidade de despassivação em até 1 ano				31%
NC= Não Coletado	Moderado	Possibilidade de despassivação em até 5 anos				0%
	Baixo	Possibilidade de despassivação maior que 5 anos				0%
	Nulo	Probabilidade nula de despassivação por carbonatação				8%
Ambiente de Utilização		Rural	Classe Agressividade Ambiental		III	
Vida útil Resídual (anos)		29,9	Necessidade de intervenção		Longo Prazo (acima de 10 anos)	

					Arm. Transversal		Arm. Longitudinal			
Vão	Direção	ID	Tipo de Elemento	Carbonatação (mm)	Cobrimento A.T. (mm)	Ø Barra A.T. (mm)	Cobrimento A.L. (mm)	Ø Barra A.L. (mm)	Taxa de Carbonatação (mm/(ano^0,5))	Risco de Despassivação
V12	DG	4	CA Longarina	16,4	37,8	8,0	45,5	10,0	2,3	Elevado
V12	DI	3	CA Longarina	30,0	20,3	8,0	27,9	10,0	4,2	Despassivada
V12	DG	2	CA Longarina	29,0	22,0	-	-	-	4,1	Despassivada
V12	DG	3	CA Longarina	36,7	14,0	-	-	-	5,2	Despassivada
V12	DG	6	CA Longarina	35,8	10,0	-	-	-	5,1	Despassivada
V12	DI	5	CA Longarina	33,8	17,0	-	-	-	4,8	Despassivada
V12	DI	6	CA Longarina	26,3	13,0	-	-	-	3,7	Despassivada
V12	DG	2	CA Pilar	26,6	50,0	6,3	60,9	10,0	3,8	Elevado
V12	DI	4	CA Pilar	18,0	59,8	6,3	65,9	10,0	2,5	Elevado
V12	DG	2	CA Pilar	0,0	35,0	-	-	-	0,0	Nulo
V12	DI	4	CA Pilar	13,1	67,0	-	-	-	1,8	Elevado
V12	DG	1	CA Travessa	6,4	5,0	-	-	-	0,9	Despassivada
V12	DI	2	CA Travessa	15,9	13,0	-	-	-	2,2	Despassivada

Fonte: PI Engenharia

Figura 133 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vao15

ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DO CONCRETO ARMADO FRENTE À CARBONATAÇÃO

PI Engenharia

Estrutura		Ponte sobre o Rio dos Bois			Idade (anos)	50
Legenda:	Despassivada	Cobrimento < Carbonatação				50%
	Elevado	Possibilidade de despassivação em até 1 ano				42%
NC= Não Coletado	Moderado	Possibilidade de despassivação em até 5 anos				0%
	Baixo	Possibilidade de despassivação maior que 5 anos				0%
	Nulo	Probabilidade nula de despassivação por carbonatação				8%
Ambiente de Utilização		Rural	Classe Agressividade Ambiental		III	
Vida útil Resídual (anos)		0,0	Necessidade de intervenção		Urgente	

					Arm. Transversal		Arm. Longitudinal			
Vão	Direção	ID	Tipo de Elemento	Carbonatação (mm)	Cobrimento A.T. (mm)	Ø Barra A.T. (mm)	Cobrimento A.L. (mm)	Ø Barra A.L. (mm)	Taxa de Carbonatação (mm/(ano^0,5))	Risco de Despassivação
V15	DG	5	CA Longarina	27,0	20,5	8,0	27,0	10,0	3,8	Despassivada
V15	DI	4	CA Longarina	18,9	31,0	8,0	43,7	10,0	2,7	Elevado
V15	DG	2	CA Longarina	43,7	10,0	-	-	-	6,2	Despassivada
V15	DI	1	CA Longarina	56,2	31,0	-	-	-	7,9	Despassivada
V15	DI	4	CA Longarina	17,7	19,0	-	-	-	2,5	Elevado
V15	DG	1	CA Pilar	20,0	34,0	6,3	42,0	10,0	2,8	Elevado
V15	DI	3	CA Pilar	9,2	45,6	6,3	49,7	10,0	1,3	Elevado
V15	DG	2	CA Pilar	16,2	21,0	-	-	-	2,3	Elevado
V15	DI	3	CA Pilar	0,0	27,0	-	-	-	0,0	Nulo
V15	DG	1	CA Travessa	40,0	36,0	8,0	43,0	10,0	5,7	Despassivada
V15	DG	1	CA Travessa	40,0	16,0	-	-	-	5,7	Despassivada
V15	DI	2	CA Travessa	19,7	7,0	-	-	-	2,8	Despassivada

Fonte: PI Engenharia

Figura 134 – Análise da vida útil do concreto frente à carbonatação – Vão 18

ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DO CONCRETO ARMADO FRENTE À CARBONATAÇÃO

PI Engenharia

Estrutura		Ponte sobre o Rio dos Bois			Idade (anos)	50
Legenda:	Despassivada	Cobrimento < Carbonatação				67%
	Elevado	Possibilidade de despassivação em até 1 ano				33%
NC= Não Coletado	Moderado	Possibilidade de despassivação em até 5 anos				0%
	Baixo	Possibilidade de despassivação maior que 5 anos				0%
	Nulo	Probabilidade nula de despassivação por carbonatação				0%
Ambiente de Utilização		Rural		Classe Agressividade Ambiental		III
Vida útil Resídual (anos)		0,0		Necessidade de intervenção		Urgente

					Arm. Transversal		Arm. Longitudinal			
Vão	Direção	ID	Tipo de Elemento	Carbonatação (mm)	Cobrimento A.T. (mm)	Ø Barra A.T. (mm)	Cobrimento A.L. (mm)	Ø Barra A.L. (mm)	Taxa de Carbonatação (mm/(ano^0,5))	Risco de Despassivação
V18	DI	1	CA Longarina	46,0	35,0	8,0	44,0	10,0	6,5	Despassivada
V18	MEIO	2	CA Longarina	33,0	43,4	8,0	51,4	10,0	4,7	Elevado
V18	MEIO	6	CA Longarina	20,7	38,7	8,0	46,2	16,0	2,9	Elevado
V18	DG	3	CA Longarina	36,6	20,0	-	-	-	5,2	Despassivada
V18	DG	4	CA Longarina	30,7	22,0	-	-	-	4,3	Despassivada
V18	DI	1	CA Travessa	29,5	10,2	8,0	18,7	10,0	4,2	Despassivada
V18	DG	1	CA Pilar	24,1	38,0	-	-	-	3,4	Elevado
V18	DI	1	CA Travessa	27,0	19,0	8,0	29,0	12,5	3,8	Despassivada
V18	DG	1	CA Travessa	35,1	5,0	-	-	-	5,0	Despassivada

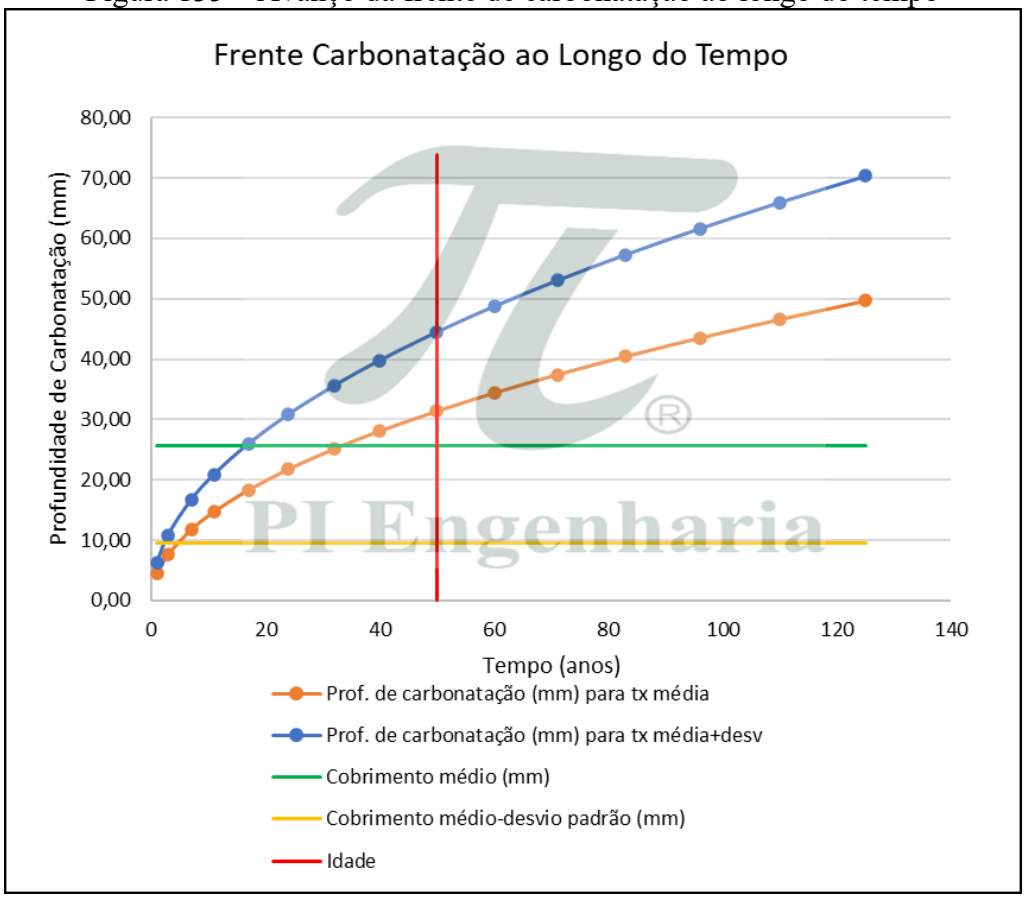
Fonte: PI Engenharia

De acordo com os ensaios de determinação da frente de carbonatação realizados em determinadas longarinas, pilares e travessas da Ponte sobre o Rio dos Bois na BR-483, Inaciolândia-GO, verifica-se que os elementos estruturais que apresentam despassivação são as longarinas e as travessas.

Deste modo, verifica-se que o elemento estrutural, longarinas, apresentou 69% das longarinas despassivados, contra 31% com probabilidade de despassivação em até 1 ano. A estrutura dos pilares apresentou 50% com risco baixo de despassivação, enquanto 37,5% com risco elevado e o pilar P4 do vão 03 (direção Inaciolândia) já se encontra despassivado. Já as estruturas das travessas, 100% apresentaram despassivação por carbonatação.

Os gráficos a seguir apresentam uma análise gráfica da frente de carbonatação ao longo da vida útil de serviço da estrutura. Vale ressaltar que, segundo o FIB 53 o horizonte de projeto para estruturas de edifícios residenciais e comerciais comuns devem ser de no mínimo 50 anos.

Figura 135 – Avanço da frente de carbonatação ao longo do tempo



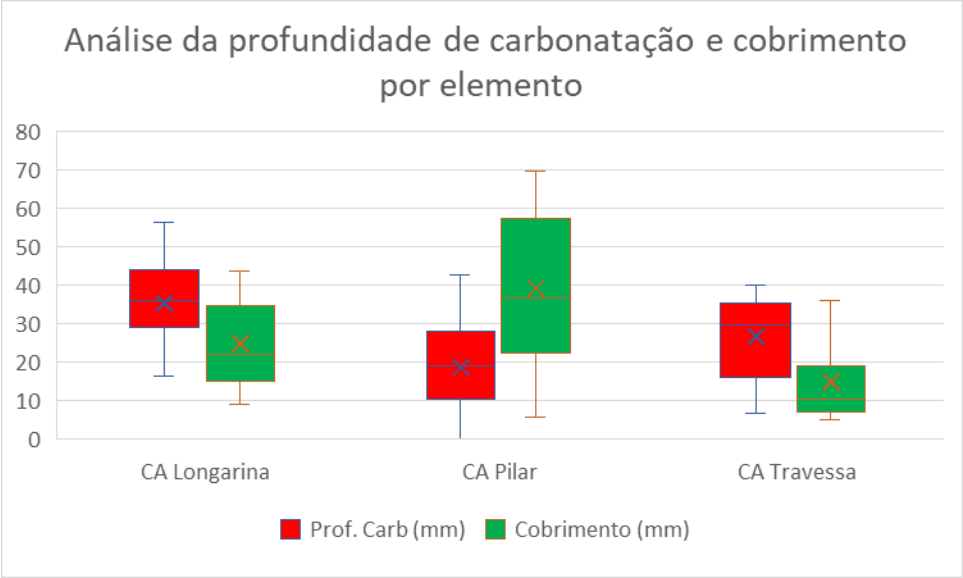
Fonte: PI Engenharia

O gráfico permite consultar ao longo dos anos a profundidade estimada da frente de carbonatação para duas situações distintas: a média e a conservadora. Na primeira, compara-se a taxa média (curva laranja) com o cobrimento médio (reta verde) e na segunda, a taxa média mais o desvio padrão (curva azul) com o cobrimento médio menos o desvio padrão (reta amarela).

Essa análise mais conservadora engloba as piores situações, ou seja, os pontos onde a agressividade e a exposição foram maiores e o cobrimento foi menor (por falha na execução, por exemplo).

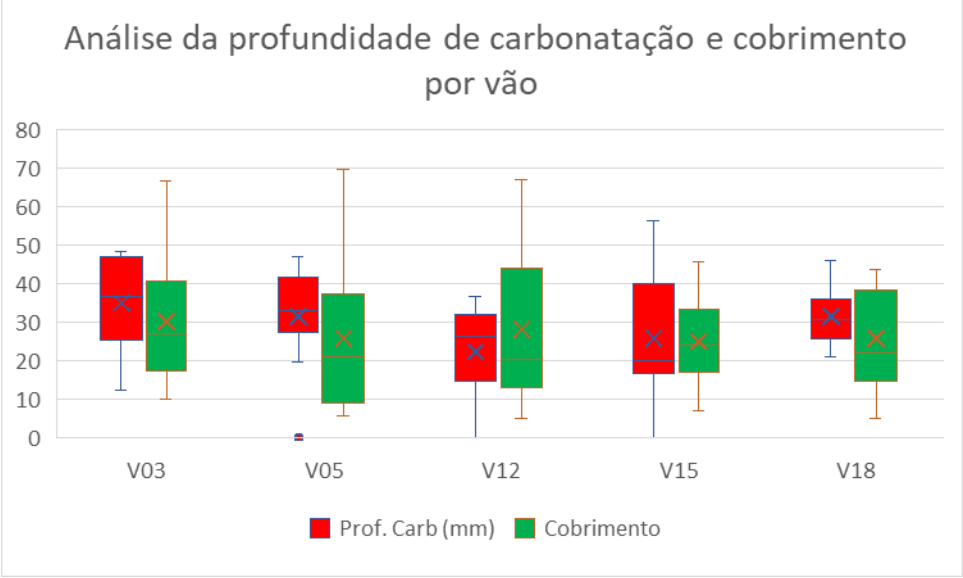
Vale ressaltar que existe uma notável diferença no cobrimento da camada de concreto até as armaduras da estrutura.

Figura 136 – Análise da dispersão dos dados de profundidade de carbonatação e cobrimento – agrupado por elemento



Fonte: PI Engenharia

Figura 137 – Análise da dispersão dos dados de profundidade de carbonatação e cobrimento – agrupado por vão



Fonte: PI Engenharia

Desse modo, tendo em vista a idade da estrutura e a análise de durabilidade por meio da profundidade de carbonatação, conclui-se que as armaduras dos elementos já despassivados estão sujeitas à corrosão.

5.7 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DO CONCRETO

5.7.1 METODOLOGIA DO TRABALHO EM CAMPO

Nas extrações dos testemunhos de concreto nas travessas, longarinas, transversinas e pilares dos vãos V03, V05, V12, V15 e V18, o Georadar (GPR) foi empregado para mapear a posição das armaduras, com o objetivo de que os furos interceptassem o mínimo de armaduras possível.

O ensaio para determinação da resistência à compressão axial foi realizado em testemunhos de concreto extraídos das travessas, longarinas, transversinas e pilares de concreto armado.

Os resultados obtidos devem ser repassados à equipe de engenharia, que utilizará essas informações para embasar avaliações técnicas e, se necessário, propor soluções de reforço ou reparo para garantir a segurança e a durabilidade da estrutura.

Para realização do ensaio de determinação da resistência à compressão axial do concreto, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Extração dos testemunhos de concreto dos elementos estruturais;
- Retífica dos testemunhos para nivelamento;
- Medições de altura, diâmetro e peso após retífica;
- Aplicação de carga gradual e controlada em prensa devidamente calibrada para compressão da amostra até a falha;
- Coleta dos dados e análise dos resultados.

Os resultados dos ensaios de compressão de cada corpo de prova, assim como seus coeficientes de correção e fci, ext, estão dispostos no anexo 01. Além disso, pode-se observar nesse anexo as dimensões de cada corpo de prova. Vale ressaltar que os coeficientes de correção K foram recalculados pela PI Engenharia.

Figura 138 – Extração de corpo de prova de concreto com perfuratriz diamantada para ensaio de resistência a compressão



Fonte: PI Engenharia

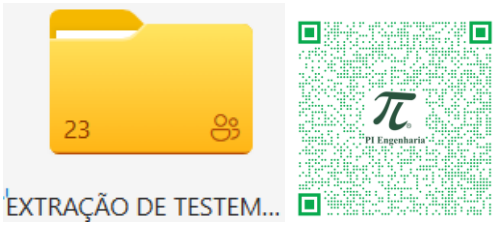
Figura 139 – Procedimento de recomposição do furo de extração com aplicação de argamassa de reparo



Fonte: PI Engenharia

Os links abaixo possibilitam o acesso aos demais registros fotográficos do ensaio.

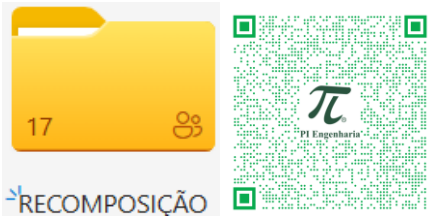
Figura 140 – Link de acesso e QR-Code as imagens da realização da extração de testemunhos



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/EgIGpLWkSTJCndXnhzI5prQBaGLTBJUrVUufaHhFntfQjw?e=YvKRTW

Fonte: PI Engenharia

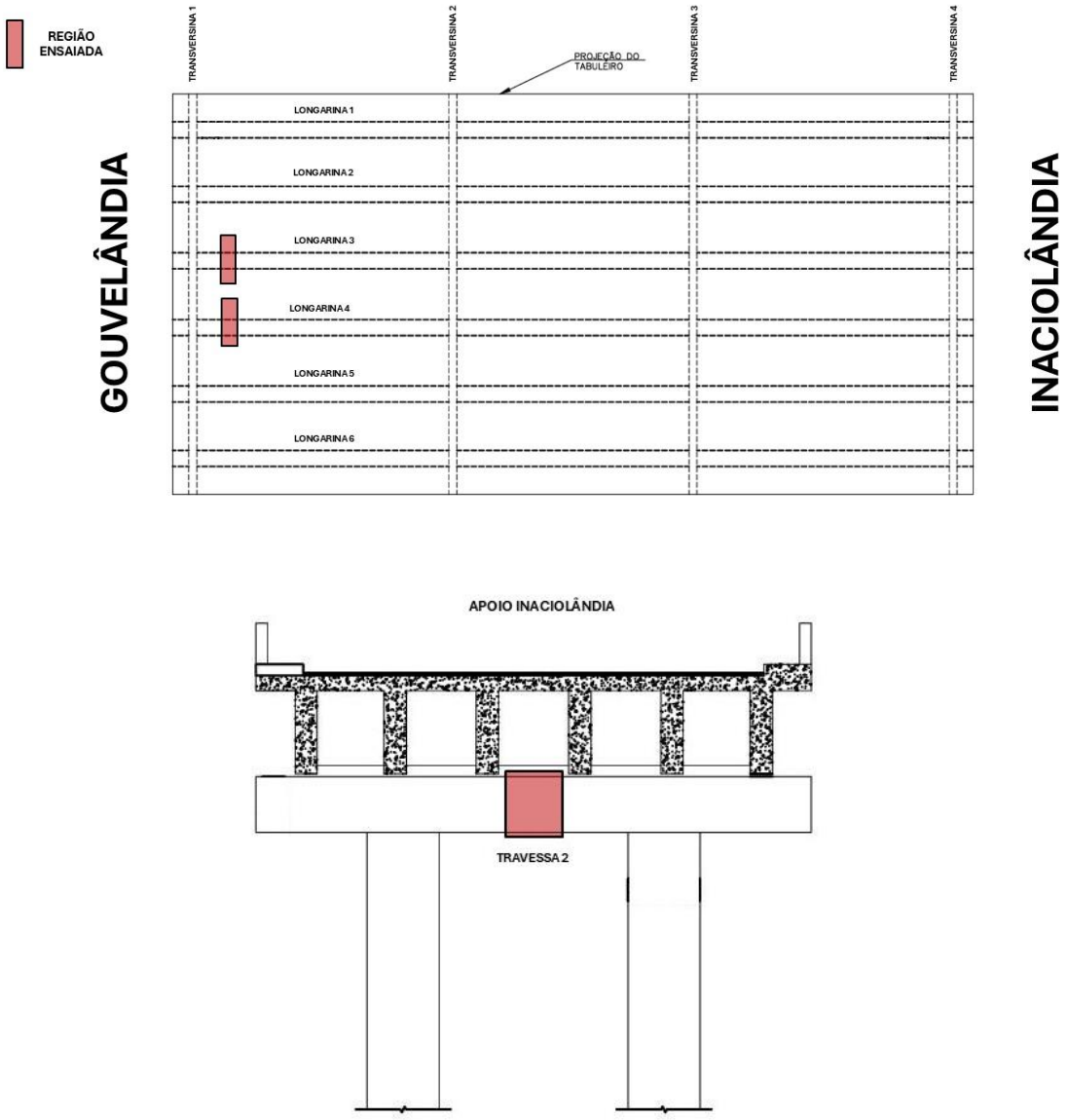
Figura 141 – Link de acesso e QR-Code as imagens acerca das recomposições realizadas



https://piengenharia-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/pi_piengenharia_com_br/Eod_Ke3QChFNtc9nyR8dJt4ByXASgTWFNqARsHaSvsS8dQ?e=KHbxpJ

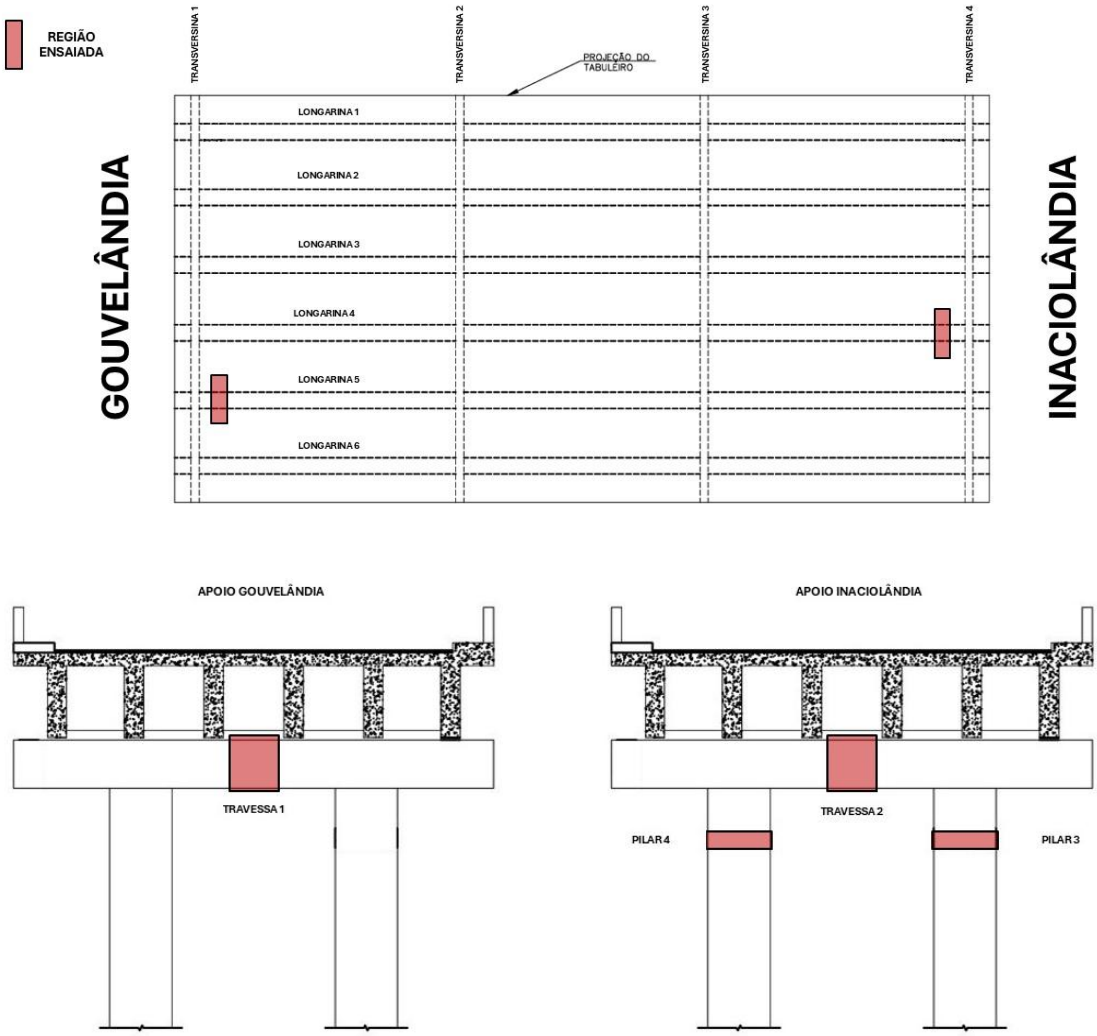
Fonte: PI Engenharia

Figura 142 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V03



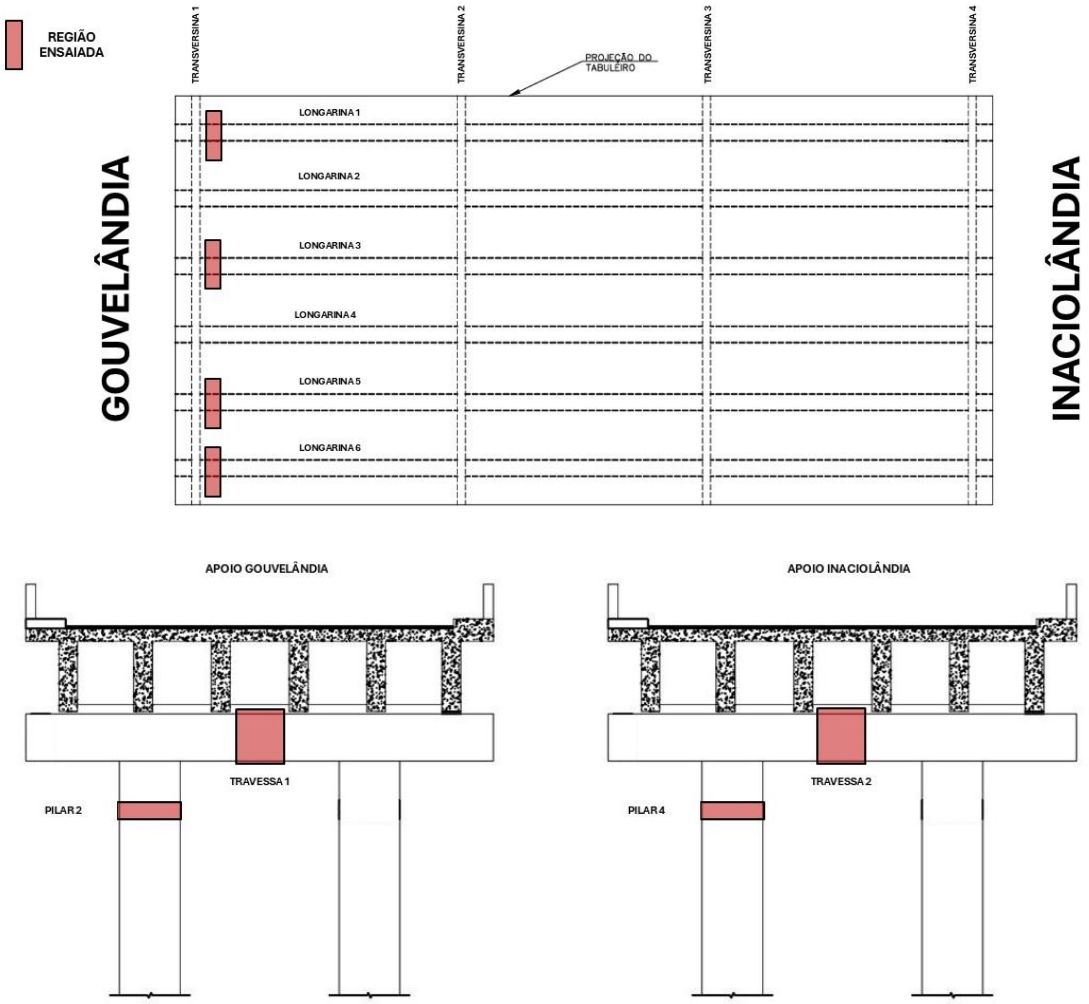
Fonte: PI Engenharia

Figura 143 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V05



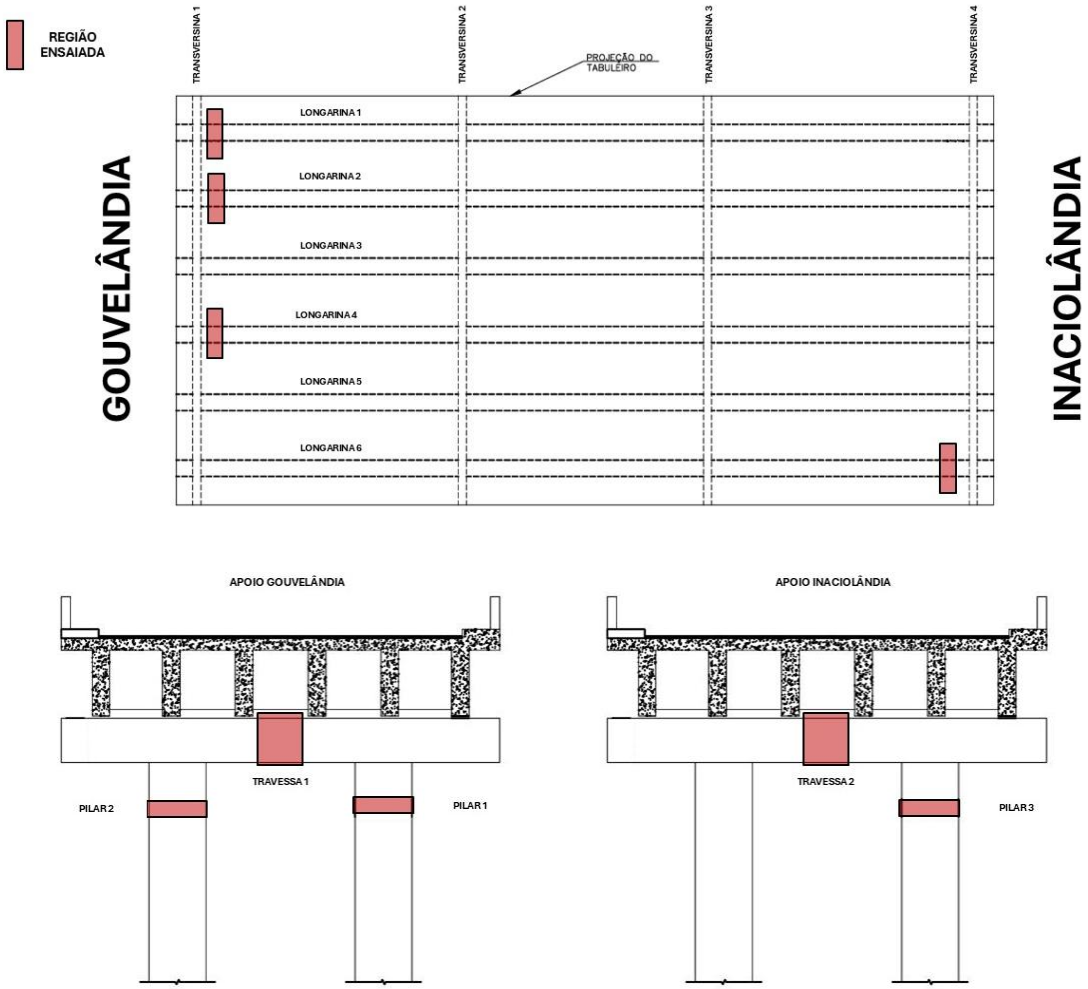
Fonte: PI Engenharia

Figura 144 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V12



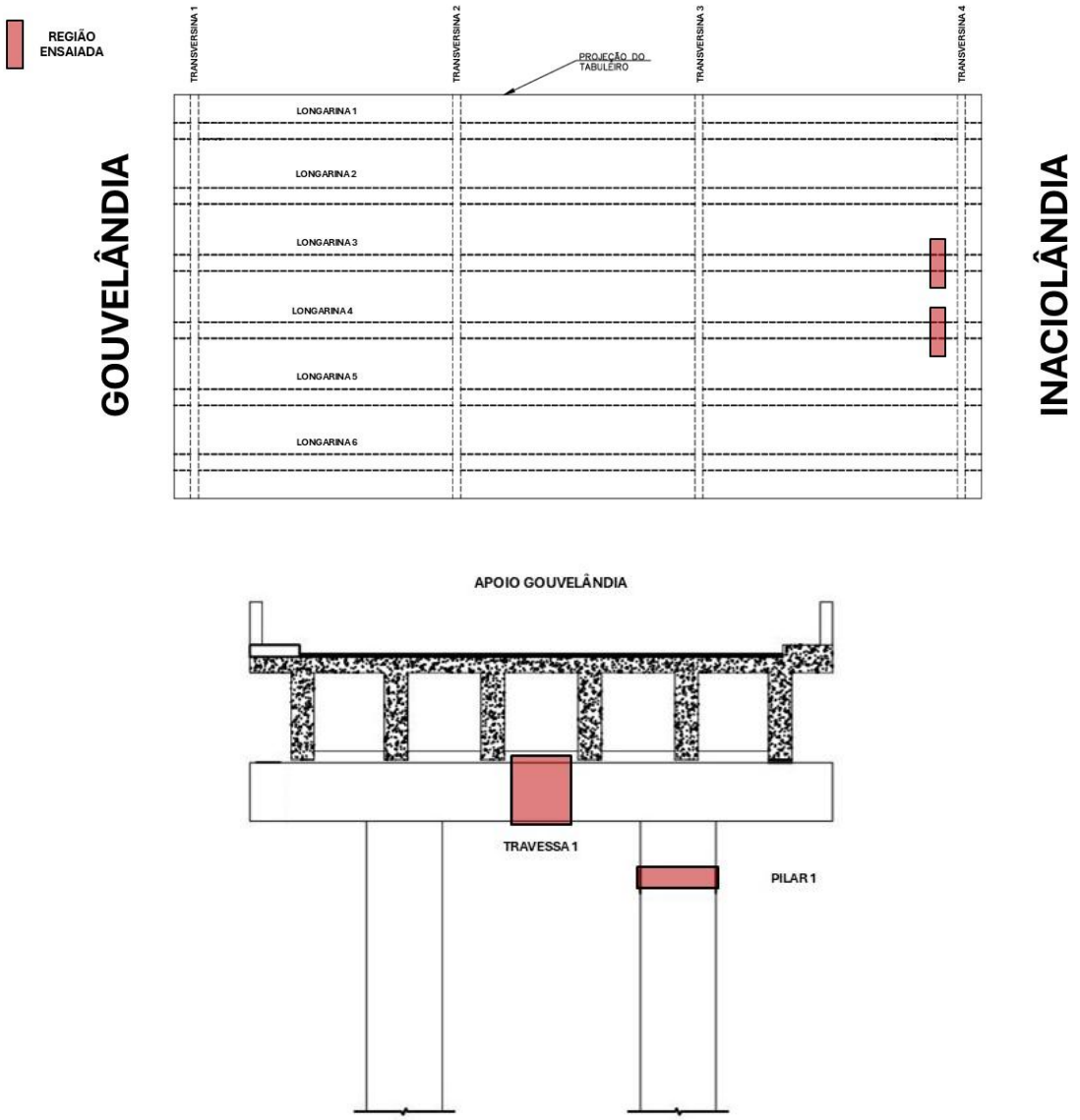
Fonte: PI Engenharia

Figura 145 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V15



Fonte: PI Engenharia

Figura 146 – Locação dos testemunhos extraídos no vão V18



Fonte: PI Engenharia

5.7.2 RESULTADOS

Apresenta-se a seguir os quadros resumo dos resultados do ensaio de resistência à compressão e a análise gráfica, conforme metodologia detalhada anteriormente.

O Anexo 03 do presente relatório apresenta o relatório laboratorial do ensaio de resistência à compressão axial emitido pela Consultare-Labcon.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de resistência à compressão axial nos testemunhos extraídos dos elementos estruturais

PI Engenharia

TABELA RESUMO DOS DADOS OBTIDOS COM ENSAIO DE RUPTURA NOS TESTEMUNHOS EXTRAÍDOS

DADOS GERAIS		DADOS FILTRADOS		Dados amostrais aceitos
Menor Valor (MPa)	15,71	Menor Valor (MPa)	26,60	
Média (MPa)	39,94	Média (MPa)	38,89	
Desvio Padrão (MPa)	13,56	Desvio Padrão (MPa)	7,14	70,0%
Coeficiente de Variação	34,0%	Coeficiente de Variação	18,4%	

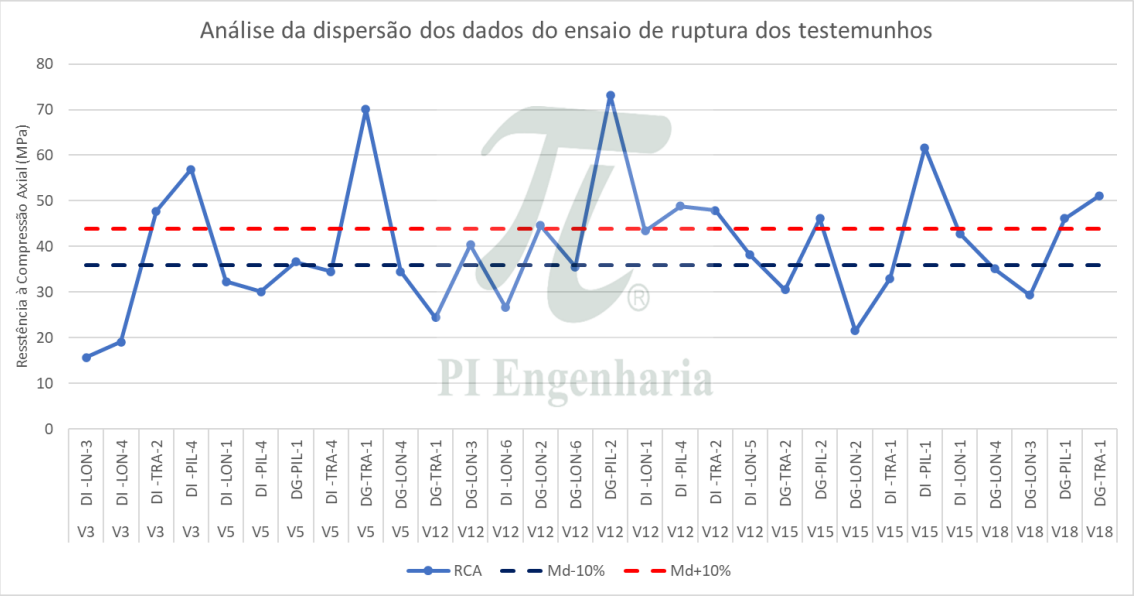
Vão	Testemunho	Elemento	D(mm)	h(mm)	fci, ext, inicial (MPa)	K1	K2	K3	K4	fci, ext (MPa)	Aceitação estatística da amostra
V3	DI -LON-3	LONGARINA	94,10	140,00	15,16	-0,04	0,07	0,05	-0,04	15,71	Rejeitado
V3	DI -LON-4	LONGARINA	94,20	150,80	18,24	-0,03	0,07	0,05	-0,04	19,07	Rejeitado
V3	DI -TRA-2	TRAVESSA	94,30	136,50	46,27	-0,05	0,07	0,05	-0,04	47,74	Aceito
V3	DI -PIL-4	PILAR	94,50	149,30	54,54	-0,03	0,07	0,05	-0,04	56,92	Rejeitado
V5	DI -LON-1	LONGARINA	94,30	155,90	30,76	-0,03	0,07	0,05	-0,04	32,27	Aceito
V5	DI -PIL-4	PILAR	94,00	124,10	29,66	-0,06	0,07	0,05	-0,04	30,11	Aceito
V5	DG-PIL-1	PILAR	94,20	149,90	35,03	-0,03	0,07	0,05	-0,04	36,60	Aceito
V5	DI -TRA-4	TRAVESSA	94,30	144,80	33,20	-0,04	0,07	0,05	-0,04	34,54	Aceito
V5	DG-TRA-1	TRAVESSA	75,30	126,90	65,19	-0,03	0,09	0,05	-0,04	70,03	Rejeitado
V5	DG-LON-4	LONGARINA	94,30	119,90	34,27	-0,07	0,07	0,05	-0,04	34,49	Aceito
V12	DG-TRA-1	TRAVESSA	94,10	176,10	22,95	-0,01	0,07	0,05	-0,04	24,44	Rejeitado
V12	DG-LON-3	LONGARINA	75,30	144,40	36,98	-0,01	0,09	0,05	-0,04	40,36	Aceito
V12	DI -LON-6	LONGARINA	75,50	140,60	24,48	-0,01	0,09	0,05	-0,04	26,60	Aceito
V12	DG-LON-2	LONGARINA	75,50	125,70	41,55	-0,03	0,09	0,05	-0,04	44,57	Aceito
V12	DG-LON-6	LONGARINA	75,40	144,50	32,60	-0,01	0,09	0,05	-0,04	35,57	Aceito
V12	DG-PIL-2	PILAR	75,30	129,40	68,01	-0,02	0,09	0,05	-0,04	73,21	Rejeitado
V12	DI -LON-1	LONGARINA	75,10	142,80	39,84	-0,01	0,09	0,05	-0,04	43,43	Aceito
V12	DI -PIL-4	PILAR	75,60	89,50	48,32	-0,09	0,09	0,05	-0,04	48,85	Aceito
V12	DI -TRA-2	TRAVESSA	75,60	146,40	43,88	-0,01	0,09	0,05	-0,04	47,95	Aceito
V12	DI -LON-5	LONGARINA	75,50	142,60	35,09	-0,01	0,09	0,05	-0,04	38,20	Aceito
V15	DG-TRA-2	TRAVESSA	75,70	127,80	28,43	-0,03	0,09	0,05	-0,04	30,53	Aceito
V15	DG-PIL-2	PILAR	75,20	139,60	42,47	-0,01	0,09	0,05	-0,04	46,14	Aceito
V15	DG-LON-2	LONGARINA	75,50	143,40	19,80	-0,01	0,09	0,05	-0,04	21,57	Rejeitado
V15	DI -TRA-1	TRAVESSA	75,40	133,80	30,56	-0,02	0,09	0,05	-0,04	33,01	Aceito
V15	DI -PIL-1	PILAR	75,40	138,10	56,88	-0,02	0,09	0,05	-0,04	61,67	Rejeitado
V15	DI -LON-1	LONGARINA	75,50	139,60	39,44	-0,01	0,09	0,05	-0,04	42,81	Aceito
V18	DG-LON-4	LONGARINA	94,30	145,00	33,73	-0,04	0,07	0,05	-0,04	35,09	Aceito
V18	DG-LON-3	LONGARINA	94,30	138,30	28,40	-0,04	0,07	0,05	-0,04	29,36	Aceito
V18	DG-PIL-1	PILAR	94,20	132,60	44,92	-0,05	0,07	0,05	-0,04	46,14	Aceito
V18	DG-TRA-1	TRAVESSA	94,30	105,50	52,60	-0,10	0,07	0,05	-0,04	51,13	Aceito

Fonte: PI Engenharia

Foi observada variabilidade nos resultados de resistência à compressão axial obtidos dos testemunhos extraídos dos elementos ensaiados. Após a análise e filtragem dos dados, 30% foram rejeitados devido à sua variação em relação à média.

A Figura 147 apresenta o gráfico da dispersão obtidos com os dados filtrados dos resultados do *fci, ext* dos testemunhos extraídos. Foram adotados uma média geral e um intervalo de 10% de variação no entorno desta.

Figura 147 – Análise da dispersão entre as médias da resistência à compressão axial dos elementos estruturais avaliadas



Fonte: PI Engenharia

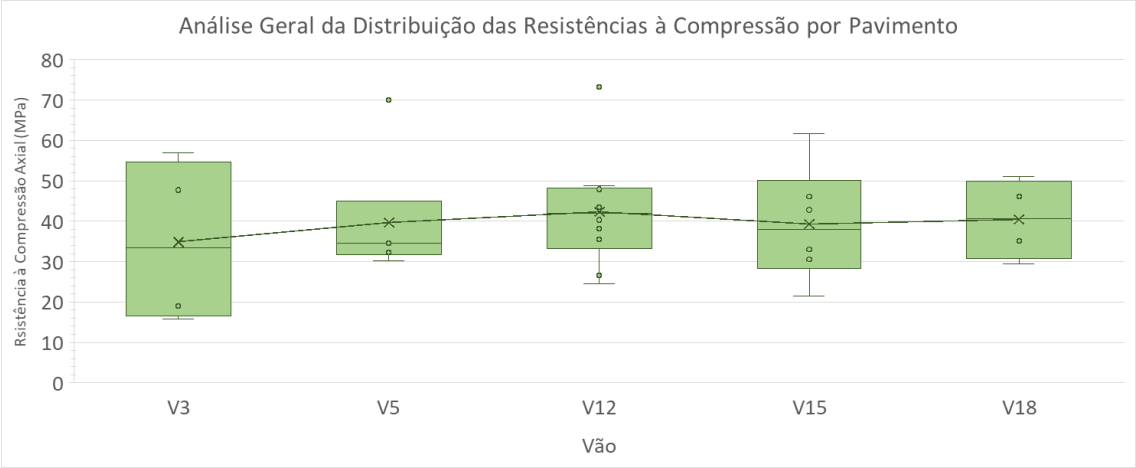
De acordo com o ensaio de determinação da resistência à compressão axial do concreto realizado nas travessas, longarinas, transversinas e pilares de concreto armado, verifica-se que:

- Verificou-se uma alta variação entre os valores obtidos para com a resistência à compressão axial, obtendo desvios padrões acima de 10 MPa;
- Os ensaios de resistência à compressão nos elementos estruturais apresentaram uma resistência média de 39 MPa, com valores variando entre 15 MPa e 73 MPa. Essa dispersão corresponde a um desvio padrão de 13 MPa e um coeficiente de variação de 34%.

A Figura 148, por sua vez, apresenta o gráfico de todos os dados tratados obtidos no ensaio de resistência à compressão axial dos testemunhos de concreto extraídos agrupados por vão.

Verifica-se que o vão 3 possui uma maior variação ente os resultados.

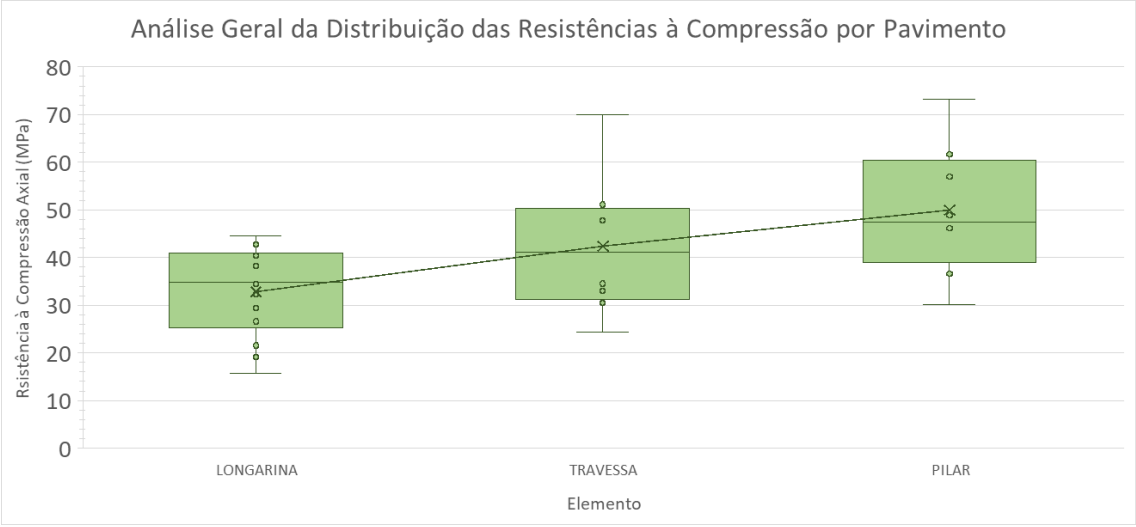
Figura 148 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por vão



Fonte: PI Engenharia

O gráfico a seguir apresenta a análise das resistências á compressão agrupados por elementos ensaiados. Verifica-se que os Pilares aprestaram uma maior resistência à compressão, já as longarinas apresentaram menores valores de resistência à compressão.

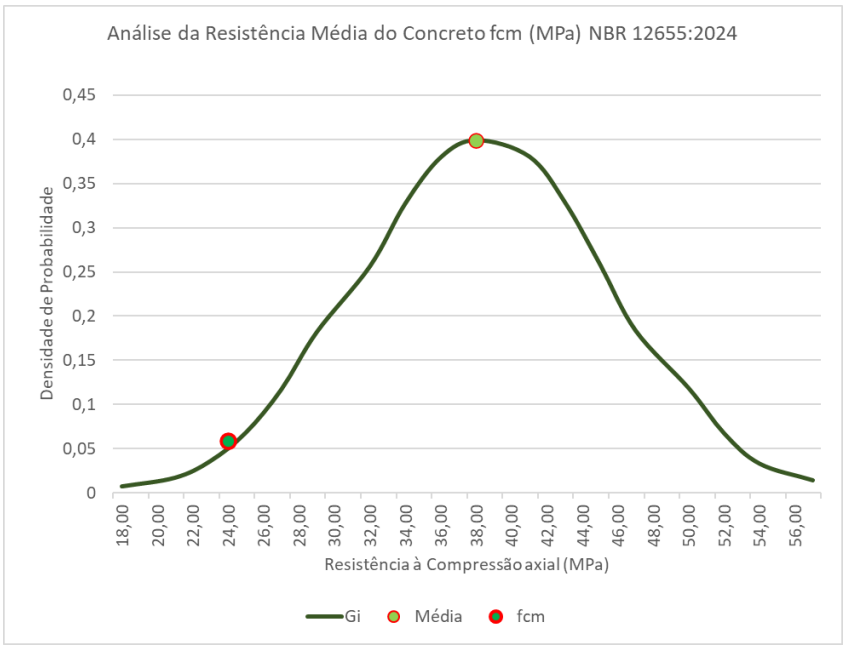
Figura 149 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por elemento



Fonte: PI Engenharia

O gráfico abaixo apresenta a resistência à compressão axial característica do concreto (*fcm*) considerando índice de confiabilidade de 95% conforme indica a NBR 12655:2024. Verifica-se um valo *fcm* de 24 MPa.

Figura 150 – Análise das resistências à compressão axial tratadas dos testemunhos por elemento



Fonte: PI Engenharia

6.0 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE CLORETOS E SULFATOS SOLÚVEIS

O ensaio de determinação dos teores solúveis em concreto objetiva a determinação dos teores de íons cloreto, sulfatos e sais solúveis em uma amostra de concreto pulverizado. A obtenção destes teores é imprescindível para uma completa análise da durabilidade situacional de uma estrutura, uma vez que são preconizados os limites para os teores de íons cloretos e sulfatos no concreto pela ABNT NBR 12655:2012 e pela ABNT NBR 16697:2018, respectivamente.

O relatório laboratorial do PILAD encontra-se no anexo 04 do presente relatório.

A Tabela 4 apresenta a Tabela 5 da ABNT NBR 12655:2015, que determina o teor de íons cloreto no concreto (% sobre a massa de cimento), considerando sua classe de agressividade ambiental. Já para o teor de sulfatos em cimento tem-se o limite de 4,5% (ABNT NBR 16697:2018), onde este limite é dado pela quantidade de sulfatos já existentes no concreto.

Tabela 4 – Teores máximos de íons cloreto para proteção das armaduras do concreto

Classe de agressividade (5.2.2)	**Condições de serviço da estrutura**	**Teor máximo de íons cloreto (Cl-) no concreto % sobre a massa de cimento**
Todas	Concreto protendido	0,05
III e IV	Concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,15
II	Concreto armado não exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,30
I	Concreto armado em brandas condições de exposição (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura)	0,40

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 12655:2015.

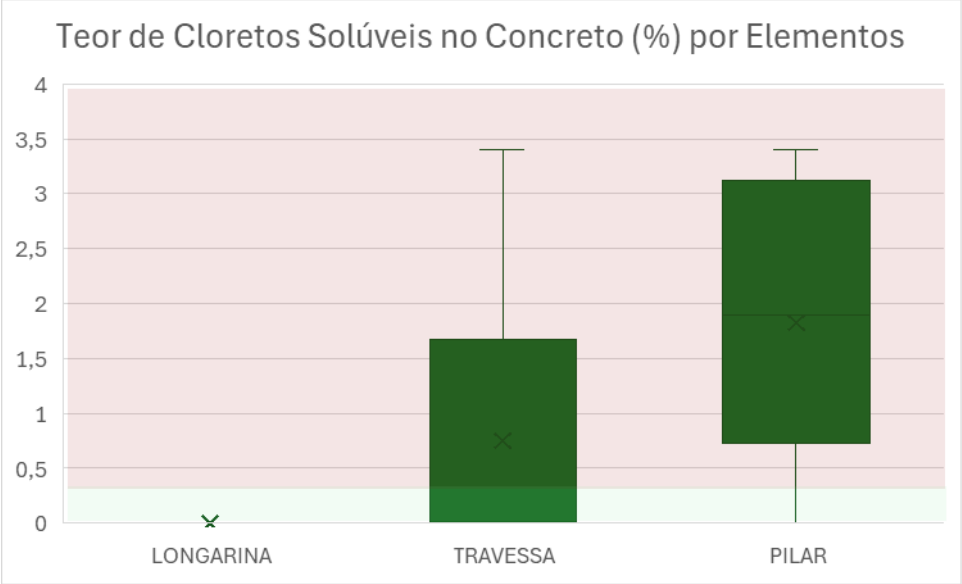
A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos para com os testemunhos extraídos. Os teores obtidos estão considerados por massa de cimento, considerando um concreto de densidade de 2400kg/m³ e os respectivos consumos de cimento determinados através do ensaio de reconstituição de traço.

Tabela 5 – Resultados do ensaio de determinação de teores solúveis em concreto

PI Engenharia		ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE TEORES SOLÚVEIS EM CONCRETO			
Vão	**Elemento**	**ID**	**Direção**	**Teor de Cloretos (%)**	**Teor de Sulfatos (%)**
V3	LONGARINA	3	DI	0	0,8
V3	TRAVESSA	2	DI	1,1	0,2
V3	PILAR	4	DI	0	0,1
V5	LONGARINA	6	DI	0	1,2
V5	PILAR	4	DI	1,9	0,1
V5	PILAR	4	DI	2,6	0,1
V5	TRAVESSA	2	DI	0	0,2
V12	TRAVESSA	1	DG	3,4	0,1
V12	PILAR	1	DG	1,9	0
V12	LONGARINA	1	DI	0	0,4
V12	PILAR	4	DI	3,4	0
V12	TRAVESSA	2	DI	0	0,2
V12	LONGARINA	5	DI	0	0,1
V15	PILAR	2	DI	0,7	0
V15	LONGARINA	2	DG	0	0,2
V15	TRAVESSA	1	DG	0	1,6
V15	PILAR	1	DG	3,3	0,1
V15	LONGARINA	1	DI	0	0,2
V18	PILAR	1	DG	0,8	0,1
V18	TRAVESSA	1	DG	0	0,8

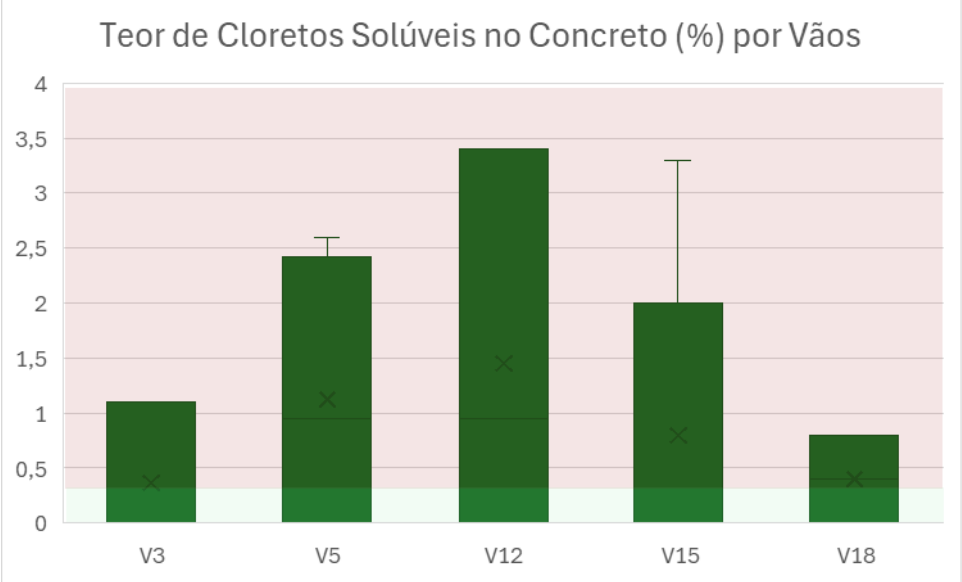
Fonte: PI Engenharia

Tabela 6 – Análise gráfica do teor de cloretos solúveis no concreto (%) por elementos



Fonte: PI Engenharia

Tabela 7 – Análise gráfica do teor de cloretos solúveis no concreto (%) por elementos



Fonte: PI Engenharia

6.1.1 ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

De acordo com o ensaio de determinação dos íons cloretos e sulfatos livres no concreto, realizados em nós elementos estruturais da ponte sobre o rio dos bois, verifica-se que:

- A respeito da determinação dos teores solúveis de **cloretos** no concreto (%)
    - Nas longarinas não se detectou presença de íons cloretos livres;
    - Nas travessas e pilares verificou-se uma variação entre os resultados obtidos;
        - Verificou-se a presença de íons cloretos nesses elementos, passando de valores de 3% para os teores livres, o que caracteriza uma alta contaminação;
    - Tem-se a coerência entre os resultados obtidos, uma vez que se obteve presença de cloretos apenas em elementos que tiveram contato direto com a água do rio ou respingos do mesmo.
    - Verificou-se que o vão 05 e vão 12 possuíram as maiores contaminações por íons cloreto, já os vãos 03 e 18 possuíram as menores concentrações;
- A respeito da determinação dos teores solúveis de **sulfatos** no concreto (%)
    - Não se teve contaminações acima do limite para com os íons sulfatos;

7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A respeito das análises realizadas com os resultados obtidos para com os ensaios de durabilidade e integridade realizados nos elementos estruturais do Ponte sobre o Rio dos Bois, considera-se que:

- De acordo com a análise preliminar situacional da estrutura:
  - Verificou-se que as Longarinas e Transversinas possuíam trincas com aberturas superiores à 0,4 mm em regiões próximas ao apoio, indicando a falha do elemento devido à esforços cortantes. Também se verificou fissuras presentes no meio do vão das longarinas, sendo estas passantes, devido ao esforço de flexão;
  - Observou-se nas travessas diversos pontos de corrosão e desplacamento do concreto devido ao baixo cobrimento das armaduras das faces laterais;
  - Os pilares por sua vez apresentavam uma intensa lixiviação até certa altura devido à ação da água. Nesta região lixiviada, observou-se barras expostas com corrosão evidente.
    - Cabe salientar eu o **Pilar 1 do Vão 03 DI** tinha uma intensa perda de seção com armaduras expostas, representando um alto risco estrutural.
  - Durante a execução dos ensaios, foi perceptível a vibração da estrutura da ponte durante a passagem de caminhões;
  - **Ressalta-se que:**
    - Não se faz objetivo do presente relatório e trabalho a realização de inspeção visual e mapeamento e manifestações patológicas, apresentou-se apenas as situações de anomalias/manifestações patológicas mais críticas que demandam de maior atenção;
    - Não foram inspecionados os aparelhos de apoio da estrutura, mas também não se identificou a presença destes nos consoles;
- De acordo com o ensaio de **determinação da velocidade da onda ultrassônica no concreto**:
  - ***In Loco:***
    - Verificou-se que as trincas/fissuras existentes nos elementos estruturais, bem como o desplacamento devido à corrosão, influenciou diretamente na velocidade da onda ultrassônica, o que permite inferir que:

- As trincas e fissuras observadas são graves, pois, influenciam na integridade e monoliticidade do elemento estrutural;
- A análise qualitativa do concreto superficial possui um alto coeficiente de variação, sendo que, consta-se a influência direta das manifestações patológicas superficiais para com a qualificação do concreto;
- Verificou-se que os pilares possuíram uma baixa variação entre os resultados coletados. Já para as transversinas e longarinas, verificou-se uma alta variabilidade entre os resultados (influência das manifestações patológicas existentes nessas – fissuras/trincas);

- **Em Testemunhos:**
  - A análise a partir dos testemunhos permite avaliar o concreto dos elementos estruturais sem que haja influência de manifestações patológicas superficiais, caracterizando-o em sua melhor condição;
  - Obteve-se bons valores de velocidade da onda ultrassônica longitudinal e transversal para com os testemunhos extraídos;
  - A classificação qualitativa do concreto alcançou marcas de "Excelente", isto se deve à granulometria de suas britas;
  - Ressalta-se que, a existência de britas de alta granulometria, não confere um alto desempenho no quesito de durabilidade e/ou desempenho estrutural;
  - De forma geral os testemunhos extraídos dos elementos estruturais (pilares, longarinas e travessas) possuíram baixa variabilidade entre si (considerando a ressalva de 03 testemunhos).

➢ De acordo com o ensaio de **determinação da dureza superficial esclerometria**:

- Verificou-se uma alta variabilidade dos dados coletados a partir dos elementos estruturais, com valores Q variando de 40 a 70. Isso permite inferir uma heterogeneidade de condição dos materiais de composição dos elementos estruturais que pode ser atribuída à sua concepção, acondicionamento ou função estrutural.
- De forma geral, observa-se certa variação nos índices esclerométricos médios por ponto ensaiado, o que fica evidenciado no fato de que aproximadamente 36% dos pontos ensaiados encontram-se fora da faixa de variação de 7,5% em torno da média global dos índices Q;

- Ao se comparar as médias dos índices esclerométricos por vão, nota-se uma tendência de variação nos valores médios de Q entre os diferentes vãos analisados. Os vãos V03, V05, V15 e V18 apresentaram médias inferiores à global, sendo que a do vão V18 se mostrou próxima da média. Em contraste, o vão V12 teve um resultado significativamente superior à média global.

- Verificou-se uma maior variação do índice Q nas transversinas, seguido das longarinas.

➢ De acordo com o ensaio de **determinação da resistividade volumétrica**:

- A partir do ensaio de resistividade volumétrica, verificou-se que as longarinas possuem maior variabilidade, possuindo elementos que possuem um risco alto de corrosão;

- Os pilares e travessas apresentam risco moderado de corrosão, mas já verifica-se nestes elementos, armaduras corroídas devido ao baixo cobrimento;

- Com isso verifica-se que o concreto de composição dos elementos estruturais não se apresenta como barreira defensiva efetiva para com as armaduras de aço;

➢ De acordo com o ensaio de **determinação da profundidade de carbonatação**:

- A análise da simulação do avanço da carbonatação ao longo do tempo no concreto permite inferir que de modo geral, a estrutura se encontra carbonatada, com alta probabilidade (>80%) de despassivação de suas armaduras;

- A análise do avanço da frente de carbonatação por elemento permite verificar que:

  - As longarinas e travessas possuíram valores mais altos para com as profundidades de carbonatação e menores valores de cobrimento, quando comparados aos valores obtidos dos pilares;

  - Os pilares obtiveram um maior cobrimento de suas armaduras, garantindo uma maior barreira contra a frente de carbonatação;

  - Ressalta-se a alta variabilidade nos cobrimentos de concreto coletados, especialmente nos pilares).

➢ De acordo com o ensaio de **resistência à compressão axial do concreto**:

- Verificou-se uma alta variabilidade entre as resistências obtidas, tendo uma variabilidade superior a 30 MPa entre elementos de mesmo tipo.

- Os testemunhos extraídos das travessas obtiveram uma maior variabilidade, comparados aos outros elementos.
- Os pilares obtiveram os maiores resultados de resistência, as longarinas por sua vez obtiveram as menores resistências.
- Devido á alta variabilidade observada nos testemunhos extraídos e rompidos, de acordo com a ABNT NBR 12655:2024, tem-se um *fcm* de 24 MPa (sendo este o valor sugerido para uso em projetos).

➢ De acordo com o ensaio de **determinação de teores de íons cloretos e sulfatos livres no concreto:**

- Não se verificou concentrações consideráveis de sulfatos no concreto, não sendo ponto crítico ou que gere manifestações patológicas de alta nocividade;
  - Pode-se então considerar que a exposição das britas vistas nos pilares, é devido à unicamente à lixiviação devido à ação da água do rio;
- Já quanto aos teores de íons cloretos solúveis (%), verificou-se altas taxas de contaminações nas travessas e nos pilares;
  - Não se observou contaminações nas longarinas;
  - Pode-se inferir que a contaminação por cloretos ocorreu apenas nos elementos que tinham contato com a água do rio ou respingos proveniente destes;

➢ Considerando as anomalias/manifestações patológicas observadas nos elementos estruturais da ponte, bem como os resultados dos ensaios realizados, **recomenda-se:**

- Realização de ensaio de “análise dinâmica da vibração da estrutura” para se avaliar se a estrutura ainda se encontra apta para utilização;
  - Os ensaios não destrutivos, em especial a ultrassonografia *in loco*, permitem inferir que os elementos estruturais (em especial as longarinas) não possuem a condição de integridade ideal para o pleno funcionamento do conjunto estrutural com segurança.
- Interdição parcial da estrutura até que se realize as recuperações/reforços das situações mais críticas e tenha-se o reestabelecimento da integridade dos elementos estruturais;
  - Como a estrutura apresenta um alto risco, verificado a partir dos ensaios e da análise preliminar, cabe ao responsável técnico pela

estrutura avaliar a possibilidade de interdição desta, frente ao risco de colapso parcial ou total da estrutura.

É importante salientar que os ensaios foram realizados de maneira localizada e demonstram pontualmente o estado de conservação dos elementos estruturais, assim como de forma amostral em relação a toda estrutura.

Este relatório deve ser enviado para a equipe de Engenharia Estrutural responsável pela avaliação da estrutura para que possa analisar os resultados discorridos neste relatório

8.0 REFERÊNCIAS UTILIZADAS

Ensaios realizados em campo;

ABNT NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;

ABNT NBR ISO 3534-1:2010 – Estatística – Vocabulário e símbolos – Parte 1: Termos estatísticos gerais e termos usados em probabilidade;

ABNT NBR 6118:1980 – Projeto e execução de obras de concreto;

ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto;

ABNT NBR 7584:2012 – Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de ensaio;

ABNT NBR 8802:2019 - Concreto endurecido - determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica;

ABNT NBR 7680:2015 - Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto;

NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos;

ACI 228.2R-98 Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures – Reported by ACI Committee 228;

ASTM C 597 – 02 – Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete;

British Standard – BS 1881: Part 203: 1986 – Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete;

Csda Best Practice – Ground Penetrationg Radar for Concrete Scanning – CSDA-BP 007.

Ground Penetrating Radar – 2nd Edition – Edited by David J. Daniels – The Institution of Electrical Engineers;

Guidebook on non-destructive testing of concrete structures da International Atomic Energy Agency;

IS 13311-1 (1992): Method of Non-destructive testing of concrete, Part 1: Ultrasonic pulse velocity [CED 2: Cement and Concrete];

9.0 ANEXO 01 – RESULTADOS DO ENSAIO DE DUREZA SUPERFICIAL - ESCLEROMETRIA

9.1.1 ÍNDICES ESCLEROMÉTRICOS GERAL

Tabela 8 – Quadro resumo dos resultados dos índices esclerométricos

PI Engenharia	Relatório de ensaio esclerométrico	0291_D_PRB

Dados do cliente

Nome da Empresa:	Alta Engenharia
Nome da Estrutura:	Ponte sobre o Rio dos Bois
Idade da Estrutura:	50 anos
Endereço da Estrutura:	BR-483, Inaciolândia - GO

Equipamento

Modelo: SilverSchmidt | Nº de Série: OS82-002-0438 | Tipo: N

Resumo Geral

Observações: As leituras foram realizadas fora da área de influência da armadura.

Peça Ensaiada	Data e hora	Posição do aparelho	Prof. Carb. (mm)	Idade do Concreto (anos)	Medições	Medições Válidas	Valor Médio (Q)	Desv. Pad.	Coef. Var.
V03_DI-LONG 02	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	61,45	2,78	4,5%
V03_DI-LONG 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	56,55	3,17	5,6%
V03_DI-LONG 04	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	59,33	3,00	5,1%
V03_DI-LONG 05	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	58,86	3,04	5,2%
V03_DI-LONG 06	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	64,07	2,59	4,0%
V03_DI-PILAR 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	67,15	2,57	3,8%
V03_DI-PILAR 04	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	66,67	2,15	3,2%
V03_DI-TRAV 02 EP	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	66,25	2,41	3,6%
V03_DI-TRAV 02 SP	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	66,29	3,28	5,0%
V03_MEIO-LONG 01	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	63,31	2,54	4,0%
V03_MEIO-LONG 02	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	56,50	3,35	5,9%
V03_MEIO-LONG 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	58,82	3,16	5,4%
V03_MEIO-LONG 05	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	68,80	1,97	2,9%
V03_MEIO-LONG 06	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	12	61,92	2,98	4,8%
V03_MEIO-TRANSV 01	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	56,23	2,04	3,6%
V03_MEIO-TRANSV 02	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	9	52,44	2,50	4,8%
V03_MEIO-TRANSV 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	60,00	2,73	4,6%
V03_MEIO-TRANSV 05	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	69,00	2,89	4,2%
V03_MEIO-TRANSV 06	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	5	48,20	2,86	5,9%
V05_DG-LONG 01	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	70,87	2,73	3,9%
V05_DG-LONG 02	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	69,91	1,98	2,8%
V05_DG-LONG 04	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	7	55,29	3,61	6,5%
V05_DG-LONG 05	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	68,33	2,27	3,3%
V05_DG-LONG 06	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	63,14	3,70	5,9%
V05_DG-PILAR 01	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	69,79	2,70	3,9%
V05_DG-PILAR 02	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	59,20	3,12	5,3%
V05_DG-TRAV 01 EP	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	63,75	3,90	6,1%
V05_DG-TRAV 01 SP	01/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	67,00	2,76	4,1%
V05_DI-PILAR 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	61,08	2,37	3,9%
V05_DI-PILAR 04	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	60,14	2,53	4,2%
V05_DI-TRAV 02 EP	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	67,77	4,25	6,3%
V05_DI-TRAV 02 SP	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	65,00	3,13	4,8%
V05_MEIO-LONG 01	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	12	64,17	2,67	4,2%
V05_MEIO-LONG 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	58,71	3,39	5,8%
V05_MEIO-LONG 04	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	65,55	3,68	5,6%
V05_MEIO-LONG 05	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	12	63,67	2,32	3,6%
V05_MEIO-LONG 06	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	66,38	2,12	3,2%
V05_MEIO-TRANSV 01	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	64,31	2,20	3,4%
V05_MEIO-TRANSV 02	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	10	54,80	2,71	5,0%
V05_MEIO-TRANSV 03	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	12	58,58	2,66	4,5%
V05_MEIO-TRANSV 04	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	7	47,29	2,86	6,1%
V05_MEIO-TRANSV 05	02/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	62,79	3,78	6,0%

V12_DG-LONG 01	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	68,80	3,19	4,6%
V12_DG-LONG 02	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	72,13	2,22	3,1%
V12_DG-LONG 03	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	69,13	2,85	4,1%
V12_DG-LONG 04	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	65,94	3,29	5,0%
V12_DG-LONG 05	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	68,13	2,71	4,0%
V12_DG-PILAR 01	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	68,79	2,76	4,0%
V12_DG-PILAR 02	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	63,93	2,66	4,2%
V12_DG-TRAV 01 EP	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	65,53	2,60	4,0%
V12_DG-TRAV 01 SP	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	62,00	3,43	5,5%
V12_DI-LONG 01	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	68,69	1,49	2,2%
V12_DI-LONG 02	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	66,53	2,92	4,4%
V12_DI-LONG 03	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	8	65,00	4,44	6,8%
V12_DI-LONG 04	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	7	63,57	1,50	2,4%
V12_DI-LONG 05	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	56,93	2,60	4,6%
V12_DI-LONG 06	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	70,80	2,86	4,0%
V12_DI-PILAR 03	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	68,25	2,05	3,0%
V12_DI-PILAR 04	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	70,80	3,35	4,7%
V12_DI-TRAV 02 SP	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	12	65,75	2,95	4,5%
V12_MEIO-LONG 01	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	68,19	2,98	4,4%
V12_MEIO-LONG 02	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	59,93	3,57	6,0%
V12_MEIO-LONG 03	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	67,94	1,98	2,9%
V12_MEIO-LONG 04	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	71,64	2,32	3,2%
V12_MEIO-LONG 05	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	13	70,77	2,36	3,3%
V12_MEIO-LONG 06	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	9	60,11	2,81	4,7%
V12_MEIO-TRANSV 01	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	72,63	2,15	3,0%
V12_MEIO-TRANSV 02	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	71,43	2,26	3,2%
V12_MEIO-TRANSV 03	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	63,94	3,01	4,7%
V12_MEIO-TRANSV 04	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	66,79	2,65	4,0%
V12_MEIO-TRANSV 05	31/08/2025	Horizontal	-	50	16	8	61,88	2,89	4,7%
V15_DG-TRANSV 01	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	12	61,67	3,17	5,1%
V15_DG-TRANSV 02	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	13	67,23	2,75	4,1%
V15_DG-TRANSV 03	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	13	66,54	3,03	4,6%
V15_DG-TRANSV 04	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	62,43	3,18	5,1%
V15_DG-TRANSV 05	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	69,47	2,68	3,9%
V15_DI-LONG 01	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	9	55,22	2,74	5,0%
V15_DI-LONG 02	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	13	65,77	2,78	4,2%
V15_DI-LONG 03	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	8	55,88	2,26	4,0%
V15_DI-LONG 04	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	66,20	2,17	3,3%
V15_DI-LONG 05	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	11	58,64	2,42	4,1%
V15_DI-LONG 06	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	57,07	3,26	5,7%
V15_DI-PILAR 03	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	16	66,50	3,18	4,8%
V15_DI-PILAR 04	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	67,50	2,64	3,9%
V15_DI-TRAV 02 EP	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	63,93	3,97	6,2%
V15_DI-TRAV 02 SP	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	14	67,86	3,20	4,7%
V15_MEIO-LONG 01	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	15	64,53	2,87	4,5%
V15_MEIO-LONG 02	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	9	55,22	3,26	5,9%
V15_MEIO-LONG 03	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	11	53,55	2,50	4,7%
V15_MEIO-LONG 04	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	11	62,36	3,11	5,0%
V15_MEIO-LONG 05	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	13	62,38	3,03	4,9%
V15_MEIO-LONG 06	30/08/2025	Horizontal	-	50	16	12	55,83	3,18	5,7%

V18_DG-LONG 01	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	71,56	2,32	3,2%
V18_DG-LONG 02	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	10	59,70	3,29	5,5%
V18_DG-LONG 03	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	15	65,47	3,38	5,2%
V18_DG-LONG 04	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	63,18	2,82	4,5%
V18_DG-LONG 05	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	8	57,00	3,00	5,3%
V18_DG-LONG 06	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	9	61,33	2,67	4,3%
V18_DG-PILAR 02	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	67,64	3,20	4,7%
V18_DG-TRAV 01 EP	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	63,57	3,18	5,0%
V18_DG-TRAV 01 SP	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	10	58,10	2,95	5,1%
V18_MEIO-LONG 01	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	16	65,25	3,34	5,1%
V18_MEIO-LONG 03	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	64,54	3,00	4,7%
V18_MEIO-LONG 04	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	11	61,64	3,17	5,1%
V18_MEIO-LONG 06	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	14	61,93	3,28	5,3%
V18_MEIO-TRANSV 03	03/09/2025	Horizontal	-	50	16	13	67,31	3,24	4,8%

Fonte: PI Engenharia

9.1.2 ÍNDICES ESCLEROMÉTRICOS DO VÃO V03

As figuras a seguir apresentam os dados discretizados obtidos por ponto de ensaio do vão V03.

Figura 151 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia

V03_DI-LONG 02								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	65,0	Válido	65,0	Medições	n	=	16	
2	64,0	Válido	64,0	Medições válidas	nv	=	11	69%
3	64,0	Válido	64,0	Valor médio	Q	=	61,5	
4	59,0	Válido	59,0	Desvio padrão	s	=	2,8	
5	50,0	Inválido		Coef. de variação	cv	=	4,5%	
6	54,0	Inválido						
7	59,0	Válido	59,0	Observações:				
8	66,0	Inválido						
9	65,0	Válido	65,0					
10	58,0	Válido	58,0					
11	66,0	Inválido						
12	61,0	Válido	61,0					
13	63,0	Válido	63,0					
14	42,0	Inválido						
15	61,0	Válido	61,0					
16	57,0	Válido	57,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 152 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia

V03_DI-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	54,0	Válido	54,0
2	52,0	Válido	52,0
3	44,0	Inválido	
4	58,0	Válido	58,0
5	61,0	Válido	61,0
6	51,0	Inválido	
7	58,0	Válido	58,0
8	58,0	Válido	58,0
9	67,0	Inválido	
10	63,0	Inválido	
11	53,0	Válido	53,0
12	56,0	Válido	56,0
13	52,0	Válido	52,0
14	64,0	Inválido	
15	60,0	Válido	60,0
16	60,0	Válido	60,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	56,5	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	5,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 153 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia

V03_DI-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	57,0	Válido	57,0
2	63,0	Válido	63,0
3	55,0	Válido	55,0
4	57,0	Válido	57,0
5	60,0	Válido	60,0
6	57,0	Válido	57,0
7	63,0	Válido	63,0
8	59,0	Válido	59,0
9	55,0	Válido	55,0
10	57,0	Válido	57,0
11	63,0	Válido	63,0
12	61,0	Válido	61,0
13	63,0	Válido	63,0
14	63,0	Válido	63,0
15	66,0	Inválido	
16	57,0	Válido	57,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	59,3	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	5,1%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 154 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia

V03_DI-LONG 05								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	69,0	Inválido		Medições	n	=	16	
2	64,0	Válido	64,0	Medições válidas	nv	=	14	88%
3	59,0	Válido	59,0	Valor médio	Q	=	58,9	
4	58,0	Válido	58,0	Desvio padrão	s	=	3,0	
5	54,0	Válido	54,0	Coef. de variação	cv	=	5,2%	
6	63,0	Válido	63,0					
7	63,0	Válido	63,0	Observações:				
8	59,0	Válido	59,0					
9	56,0	Válido	56,0					
10	55,0	Válido	55,0					
11	53,0	Inválido						
12	55,0	Válido	55,0					
13	60,0	Válido	60,0					
14	59,0	Válido	59,0					
15	61,0	Válido	61,0					
16	58,0	Válido	58,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 155 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia

V03_DI-LONG 06								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	66,0	Válido	66,0	Medições	n	=	16	
2	58,0	Válido	58,0	Medições válidas	nv	=	15	94%
3	62,0	Válido	62,0	Valor médio	Q	=	64,1	
4	63,0	Válido	63,0	Desvio padrão	s	=	2,6	
5	62,0	Válido	62,0	Coef. de variação	cv	=	4,0%	
6	65,0	Válido	65,0					
7	68,0	Válido	68,0	Observações:				
8	66,0	Válido	66,0					
9	57,0	Inválido						
10	67,0	Válido	67,0					
11	62,0	Válido	62,0					
12	66,0	Válido	66,0					
13	63,0	Válido	63,0					
14	64,0	Válido	64,0					
15	67,0	Válido	67,0					
16	62,0	Válido	62,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 156 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia

V03_DI-PILAR 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Válido	66,0
2	65,0	Válido	65,0
3	67,0	Válido	67,0
4	65,0	Válido	65,0
5	66,0	Válido	66,0
6	70,0	Válido	70,0
7	73,0	Válido	73,0
8	60,0	Inválido	
9	63,0	Válido	63,0
10	65,0	Válido	65,0
11	68,0	Válido	68,0
12	75,0	Inválido	
13	68,0	Válido	68,0
14	67,0	Válido	67,0
15	70,0	Válido	70,0
16	60,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	67,2	
Desvio padrão	s	=	2,6	
Coef. de variação	cv	=	3,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 157 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia

V03_DI-PILAR 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	67,0	Válido	67,0
3	64,0	Válido	64,0
4	65,0	Válido	65,0
5	68,0	Válido	68,0
6	70,0	Válido	70,0
7	65,0	Válido	65,0
8	63,0	Válido	63,0
9	63,0	Válido	63,0
10	69,0	Válido	69,0
11	67,0	Válido	67,0
12	68,0	Válido	68,0
13	66,0	Válido	66,0
14	58,0	Inválido	
15	68,0	Válido	68,0
16	68,0	Válido	68,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	66,7	
Desvio padrão	s	=	2,1	
Coef. de variação	cv	=	3,2%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 158 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia

V03_DI-TRAV 02 EP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	68,0	Válido	68,0
2	69,0	Válido	69,0
3	69,0	Válido	69,0
4	68,0	Válido	68,0
5	66,0	Válido	66,0
6	65,0	Válido	65,0
7	66,0	Válido	66,0
8	65,0	Válido	65,0
9	62,0	Válido	62,0
10	64,0	Válido	64,0
11	66,0	Válido	66,0
12	68,0	Válido	68,0
13	67,0	Válido	67,0
14	70,0	Válido	70,0
15	66,0	Válido	66,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	66,3	
Desvio padrão	s	=	2,4	
Coef. de variação	cv	=	3,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 159 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia

V03_DI-TRAV 02 SP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	67,0	Válido	67,0
2	56,0	Inválido	
3	71,0	Válido	71,0
4	61,0	Válido	61,0
5	68,0	Válido	68,0
6	71,0	Válido	71,0
7	65,0	Válido	65,0
8	68,0	Válido	68,0
9	64,0	Válido	64,0
10	62,0	Válido	62,0
11	71,0	Válido	71,0
12	73,0	Inválido	
13	66,0	Válido	66,0
14	68,0	Válido	68,0
15	63,0	Válido	63,0
16	63,0	Válido	63,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	66,3	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	5,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 160 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão

V03_MEIO-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	63,0	Válido	63,0
2	60,0	Válido	60,0
3	69,0	Válido	69,0
4	65,0	Válido	65,0
5	62,0	Válido	62,0
6	57,0	Válido	57,0
7	61,0	Válido	61,0
8	63,0	Válido	63,0
9	66,0	Válido	66,0
10	64,0	Válido	64,0
11	64,0	Válido	64,0
12	63,0	Válido	63,0
13	64,0	Válido	64,0
14	64,0	Válido	64,0
15	64,0	Válido	64,0
16	64,0	Válido	64,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	63,3	
Desvio padrão	s	=	2,5	
Coef. de variação	cv	=	4,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 161 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão

V03_MEIO-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	52,0	Válido	52,0
2	58,0	Válido	58,0
3	61,0	Válido	61,0
4	51,0	Válido	51,0
5	54,0	Válido	54,0
6	58,0	Válido	58,0
7	54,0	Válido	54,0
8	45,0	Inválido	
9	52,0	Válido	52,0
10	67,0	Inválido	
11	60,0	Válido	60,0
12	60,0	Válido	60,0
13	61,0	Válido	61,0
14	58,0	Válido	58,0
15	57,0	Válido	57,0
16	55,0	Válido	55,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	56,5	
Desvio padrão	s	=	3,4	
Coef. de variação	cv	=	5,9%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 162 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão

V03_MEIO-LONG 03								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	63,0	Válido	63,0	Medições	n	=	16	
2	55,0	Válido	55,0	Medições válidas	nv	=	11	69%
3	62,0	Válido	62,0	Valor médio	Q	=	58,8	
4	65,0	Inválido		Desvio padrão	s	=	3,2	
5	59,0	Válido	59,0	Coef. de variação	cv	=	5,4%	
6	63,0	Válido	63,0					
7	57,0	Válido	57,0	Observações:				
8	51,0	Inválido						
9	53,0	Válido	53,0					
10	66,0	Inválido						
11	57,0	Válido	57,0					
12	60,0	Válido	60,0					
13	48,0	Inválido						
14	65,0	Inválido						
15	57,0	Válido	57,0					
16	61,0	Válido	61,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 163 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão

V03_MEIO-LONG 05								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	61,0	Inválido		Medições	n	=	16	
2	70,0	Válido	70,0	Medições válidas	nv	=	15	94%
3	67,0	Válido	67,0	Valor médio	Q	=	68,8	
4	69,0	Válido	69,0	Desvio padrão	s	=	2,0	
5	72,0	Válido	72,0	Coef. de variação	cv	=	2,9%	
6	71,0	Válido	71,0					
7	69,0	Válido	69,0	Observações:				
8	70,0	Válido	70,0					
9	69,0	Válido	69,0					
10	64,0	Válido	64,0					
11	69,0	Válido	69,0					
12	70,0	Válido	70,0					
13	67,0	Válido	67,0					
14	70,0	Válido	70,0					
15	69,0	Válido	69,0					
16	66,0	Válido	66,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 164 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão

V03_MEIO-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Válido	66,0
2	63,0	Válido	63,0
3	65,0	Válido	65,0
4	64,0	Válido	64,0
5	64,0	Válido	64,0
6	57,0	Válido	57,0
7	68,0	Inválido	
8	60,0	Válido	60,0
9	72,0	Inválido	
10	66,0	Válido	66,0
11	60,0	Válido	60,0
12	51,0	Inválido	
13	60,0	Válido	60,0
14	58,0	Válido	58,0
15	60,0	Válido	60,0
16	42,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	61,9	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	4,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 165 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão

V03_MEIO-TRANSV 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	48,0	Inválido	
2	58,0	Válido	58,0
3	54,0	Válido	54,0
4	55,0	Válido	55,0
5	48,0	Inválido	
6	56,0	Válido	56,0
7	55,0	Válido	55,0
8	57,0	Válido	57,0
9	51,0	Válido	51,0
10	56,0	Válido	56,0
11	57,0	Válido	57,0
12	48,0	Inválido	
13	58,0	Válido	58,0
14	58,0	Válido	58,0
15	57,0	Válido	57,0
16	59,0	Válido	59,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	56,2	
Desvio padrão	s	=	2,0	
Coef. de variação	cv	=	3,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 166 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão

V03_MEIO-TRANSV 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	55,0	Válido	55,0
2	61,0	Inválido	
3	57,0	Válido	57,0
4	51,0	Válido	51,0
5	46,0	Inválido	
6	58,0	Inválido	
7	59,0	Inválido	
8	62,0	Inválido	
9	40,0	Inválido	
10	55,0	Válido	55,0
11	51,0	Válido	51,0
12	50,0	Válido	50,0
13	53,0	Válido	53,0
14	44,0	Inválido	
15	50,0	Válido	50,0
16	50,0	Válido	50,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	9	56%
Valor médio	Q	=	52,4	
Desvio padrão	s	=	2,5	
Coef. de variação	cv	=	4,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 167 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão

V03_MEIO-TRANSV 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	63,0	Válido	63,0
2	61,0	Válido	61,0
3	61,0	Válido	61,0
4	66,0	Inválido	
5	63,0	Válido	63,0
6	52,0	Inválido	
7	56,0	Válido	56,0
8	55,0	Válido	55,0
9	58,0	Válido	58,0
10	67,0	Inválido	
11	63,0	Válido	63,0
12	62,0	Válido	62,0
13	58,0	Válido	58,0
14	60,0	Válido	60,0
15	53,0	Inválido	
16	53,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	60,0	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	4,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 168 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão

V03_MEIO-TRANSV 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	71,0	Válido	71,0
2	67,0	Válido	67,0
3	69,0	Válido	69,0
4	70,0	Válido	70,0
5	70,0	Válido	70,0
6	69,0	Válido	69,0
7	67,0	Válido	67,0
8	70,0	Válido	70,0
9	68,0	Válido	68,0
10	71,0	Válido	71,0
11	65,0	Válido	65,0
12	73,0	Válido	73,0
13	70,0	Válido	70,0
14	63,0	Válido	63,0
15	75,0	Válido	75,0
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	69,0	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	4,2%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 169 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 06, meio do vão

V03_MEIO-TRANSV 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	50,0	Válido	50,0
2	55,0	Inválido	
3	53,0	Inválido	
4	60,0	Inválido	
5	41,0	Inválido	
6	46,0	Válido	46,0
7	49,0	Válido	49,0
8	35,0	Inválido	
9	39,0	Inválido	
10	40,0	Inválido	
11	44,0	Válido	44,0
12	43,0	Inválido	
13	36,0	Inválido	
14	52,0	Válido	52,0
15	60,0	Inválido	
16	63,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	5	31%
Valor médio	Q	=	48,2	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	5,9%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

9.1.3 ÍNDICES ESCLEROMÉTRICOS DO VÃO V05

As figuras a seguir apresentam os dados discretizados obtidos por ponto de ensaio do vão V05.

Figura 170 – Resultados do índice de esclerométrico da Longaria 01, direção Gouvelândia

V05_DG-LONG 01								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
01/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	75,0	Válido	75,0	Medições	n	=	16	
2	65,0	Válido	65,0	Medições válidas	nv	=	15	94%
3	72,0	Válido	72,0	Valor médio	Q	=	70,9	
4	72,0	Válido	72,0	Desvio padrão	s	=	2,7	
5	67,0	Válido	67,0	Coef. de variação	cv	=	3,9%	
6	68,0	Válido	68,0					
7	72,0	Válido	72,0	Observações:				
8	73,0	Válido	73,0					
9	74,0	Válido	74,0					
10	71,0	Válido	71,0					
11	70,0	Válido	70,0					
12	68,0	Válido	68,0					
13	71,0	Válido	71,0					
14	71,0	Válido	71,0					
15	57,0	Inválido						
16	74,0	Válido	74,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 171 – Resultados do índice de esclerométrico da Longaria 02, direção Gouvelândia

V05_DG-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	68,0	Válido	68,0
2	67,0	Válido	67,0
3	62,0	Inválido	
4	69,0	Válido	69,0
5	71,0	Válido	71,0
6	69,0	Válido	69,0
7	70,0	Válido	70,0
8	72,0	Válido	72,0
9	73,0	Válido	73,0
10	75,0	Inválido	
11	69,0	Válido	69,0
12	73,0	Válido	73,0
13	61,0	Inválido	
14	68,0	Válido	68,0
15	60,0	Inválido	
16	61,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	69,9	
Desvio padrão	s	=	2,0	
Coef. de variação	cv	=	2,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 172 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia

V05_DG-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	48,0	Inválido	
2	47,0	Inválido	
3	56,0	Válido	56,0
4	51,0	Válido	51,0
5	63,0	Inválido	
6	59,0	Válido	59,0
7	63,0	Inválido	
8	60,0	Válido	60,0
9	64,0	Inválido	
10	65,0	Inválido	
11	65,0	Inválido	
12	58,0	Válido	58,0
13	46,0	Inválido	
14	47,0	Inválido	
15	52,0	Válido	52,0
16	51,0	Válido	51,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	7	44%
Valor médio	Q	=	55,3	
Desvio padrão	s	=	3,6	
Coef. de variação	cv	=	6,5%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 173 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia

V05_DG-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Válido	66,0
2	72,0	Válido	72,0
3	68,0	Válido	68,0
4	68,0	Válido	68,0
5	58,0	Inválido	
6	67,0	Válido	67,0
7	65,0	Válido	65,0
8	72,0	Válido	72,0
9	66,0	Válido	66,0
10	65,0	Válido	65,0
11	68,0	Válido	68,0
12	71,0	Válido	71,0
13	68,0	Válido	68,0
14	69,0	Válido	69,0
15	69,0	Válido	69,0
16	71,0	Válido	71,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	68,3	
Desvio padrão	s	=	2,3	
Coef. de variação	cv	=	3,3%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 174 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Gouvelândia

V05_DG-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	65,0	Válido	65,0
3	67,0	Válido	67,0
4	56,0	Inválido	
5	70,0	Inválido	
6	59,0	Válido	59,0
7	67,0	Válido	67,0
8	69,0	Válido	69,0
9	60,0	Válido	60,0
10	67,0	Válido	67,0
11	59,0	Válido	59,0
12	57,0	Válido	57,0
13	60,0	Válido	60,0
14	66,0	Válido	66,0
15	65,0	Válido	65,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	63,1	
Desvio padrão	s	=	3,7	
Coef. de variação	cv	=	5,9%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 175 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 01, direção Gouvelândia

V05_DG-PILAR 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	73,0	Válido	73,0
3	59,0	Inválido	
4	69,0	Válido	69,0
5	68,0	Válido	68,0
6	67,0	Válido	67,0
7	64,0	Válido	64,0
8	69,0	Válido	69,0
9	70,0	Válido	70,0
10	72,0	Válido	72,0
11	73,0	Válido	73,0
12	71,0	Válido	71,0
13	62,0	Inválido	
14	72,0	Válido	72,0
15	73,0	Válido	73,0
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	69,8	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	3,9%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 176 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia

V05_DG-PILAR 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	58,0	Válido	58,0
2	59,0	Válido	59,0
3	56,0	Válido	56,0
4	56,0	Válido	56,0
5	59,0	Válido	59,0
6	65,0	Válido	65,0
7	68,0	Inválido	
8	58,0	Válido	58,0
9	57,0	Válido	57,0
10	64,0	Válido	64,0
11	54,0	Válido	54,0
12	59,0	Válido	59,0
13	59,0	Válido	59,0
14	65,0	Válido	65,0
15	60,0	Válido	60,0
16	59,0	Válido	59,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	59,2	
Desvio padrão	s	=	3,1	
Coef. de variação	cv	=	5,3%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 177 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia

V05_DG-TRAV 01 EP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	59,0	Válido	59,0
3	60,0	Válido	60,0
4	61,0	Válido	61,0
5	69,0	Válido	69,0
6	67,0	Válido	67,0
7	67,0	Válido	67,0
8	70,0	Válido	70,0
9	64,0	Válido	64,0
10	70,0	Válido	70,0
11	62,0	Válido	62,0
12	61,0	Válido	61,0
13	58,0	Válido	58,0
14	60,0	Válido	60,0
15	67,0	Válido	67,0
16	63,0	Válido	63,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	63,8	
Desvio padrão	s	=	3,9	
Coef. de variação	cv	=	6,1%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 178 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia

V05_DG-TRAV 01 SP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
01/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	71,0	Válido	71,0
2	68,0	Válido	68,0
3	69,0	Válido	69,0
4	70,0	Válido	70,0
5	71,0	Válido	71,0
6	62,0	Válido	62,0
7	66,0	Válido	66,0
8	67,0	Válido	67,0
9	68,0	Válido	68,0
10	65,0	Válido	65,0
11	51,0	Inválido	
12	69,0	Válido	69,0
13	63,0	Válido	63,0
14	67,0	Válido	67,0
15	63,0	Válido	63,0
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	67,0	
Desvio padrão	s	=	2,8	
Coef. de variação	cv	=	4,1%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 179 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia

V05_DI-PILAR 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	59,0	Válido	59,0
2	59,0	Válido	59,0
3	60,0	Válido	60,0
4	55,0	Inválido	
5	59,0	Válido	59,0
6	66,0	Válido	66,0
7	60,0	Válido	60,0
8	62,0	Válido	62,0
9	57,0	Válido	57,0
10	63,0	Válido	63,0
11	68,0	Inválido	
12	61,0	Válido	61,0
13	64,0	Válido	64,0
14	68,0	Inválido	
15	63,0	Válido	63,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	61,1	
Desvio padrão	s	=	2,4	
Coef. de variação	cv	=	3,9%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 180 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia

V05_DI-PILAR 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	57,0	Válido	57,0
2	57,0	Válido	57,0
3	57,0	Válido	57,0
4	61,0	Válido	61,0
5	64,0	Válido	64,0
6	50,0	Inválido	
7	57,0	Válido	57,0
8	61,0	Válido	61,0
9	59,0	Válido	59,0
10	60,0	Válido	60,0
11	63,0	Válido	63,0
12	62,0	Válido	62,0
13	51,0	Inválido	
14	63,0	Válido	63,0
15	58,0	Válido	58,0
16	63,0	Válido	63,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	60,1	
Desvio padrão	s	=	2,5	
Coef. de variação	cv	=	4,2%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 181 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia

V05_DI-TRAV 02 EP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	68,0	Válido	68,0
2	62,0	Válido	62,0
3	63,0	Válido	63,0
4	66,0	Válido	66,0
5	71,0	Válido	71,0
6	70,0	Válido	70,0
7	71,0	Válido	71,0
8	61,0	Válido	61,0
9	73,0	Válido	73,0
10	62,0	Válido	62,0
11	75,0	Inválido	
12	73,0	Válido	73,0
13	60,0	Inválido	
14	60,0	Inválido	
15	71,0	Válido	71,0
16	70,0	Válido	70,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	67,8	
Desvio padrão	s	=	4,2	
Coef. de variação	cv	=	6,3%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 182 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia

V05_DI-TRAV 02 SP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	74,0	Inválido	
2	72,0	Inválido	
3	71,0	Válido	71,0
4	73,0	Inválido	
5	67,0	Válido	67,0
6	69,0	Válido	69,0
7	73,0	Inválido	
8	63,0	Válido	63,0
9	36,0	Inválido	
10	68,0	Válido	68,0
11	62,0	Válido	62,0
12	61,0	Válido	61,0
13	64,0	Válido	64,0
14	63,0	Válido	63,0
15	65,0	Válido	65,0
16	62,0	Válido	62,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	65,0	
Desvio padrão	s	=	3,1	
Coef. de variação	cv	=	4,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 183 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão

V05_MEIO-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	48,0	Inválido	
2	66,0	Válido	66,0
3	61,0	Válido	61,0
4	65,0	Válido	65,0
5	61,0	Válido	61,0
6	56,0	Inválido	
7	61,0	Válido	61,0
8	66,0	Válido	66,0
9	66,0	Válido	66,0
10	63,0	Válido	63,0
11	57,0	Inválido	
12	66,0	Válido	66,0
13	68,0	Válido	68,0
14	69,0	Inválido	
15	60,0	Válido	60,0
16	67,0	Válido	67,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	64,2	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	4,2%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 184 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão

V05_MEIO-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	61,0	Válido	61,0
2	62,0	Válido	62,0
3	61,0	Válido	61,0
4	55,0	Válido	55,0
5	49,0	Inválido	
6	55,0	Válido	55,0
7	64,0	Válido	64,0
8	53,0	Válido	53,0
9	57,0	Válido	57,0
10	58,0	Válido	58,0
11	65,0	Inválido	
12	55,0	Válido	55,0
13	57,0	Válido	57,0
14	60,0	Válido	60,0
15	60,0	Válido	60,0
16	64,0	Válido	64,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	58,7	
Desvio padrão	s	=	3,4	
Coef. de variação	cv	=	5,8%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 185 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão

V05_MEIO-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	68,0	Válido	68,0
3	69,0	Válido	69,0
4	69,0	Válido	69,0
5	63,0	Válido	63,0
6	64,0	Válido	64,0
7	59,0	Válido	59,0
8	70,0	Inválido	
9	48,0	Inválido	
10	55,0	Inválido	
11	63,0	Válido	63,0
12	57,0	Inválido	
13	60,0	Válido	60,0
14	56,0	Inválido	
15	69,0	Válido	69,0
16	68,0	Válido	68,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	65,5	
Desvio padrão	s	=	3,7	
Coef. de variação	cv	=	5,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 186 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão

V05_MEIO-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	65,0	Válido	65,0
3	66,0	Válido	66,0
4	55,0	Inválido	
5	56,0	Inválido	
6	61,0	Válido	61,0
7	64,0	Válido	64,0
8	68,0	Válido	68,0
9	69,0	Inválido	
10	66,0	Válido	66,0
11	62,0	Válido	62,0
12	64,0	Válido	64,0
13	61,0	Válido	61,0
14	61,0	Válido	61,0
15	53,0	Inválido	
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	63,7	
Desvio padrão	s	=	2,3	
Coef. de variação	cv	=	3,6%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 187 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão

V05_MEIO-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	65,0	Válido	65,0
3	65,0	Válido	65,0
4	66,0	Válido	66,0
5	70,0	Válido	70,0
6	68,0	Válido	68,0
7	66,0	Válido	66,0
8	68,0	Válido	68,0
9	64,0	Válido	64,0
10	64,0	Válido	64,0
11	64,0	Válido	64,0
12	70,0	Válido	70,0
13	63,0	Válido	63,0
14	67,0	Válido	67,0
15	66,0	Válido	66,0
16	67,0	Válido	67,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	66,4	
Desvio padrão	s	=	2,1	
Coef. de variação	cv	=	3,2%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 188 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão

V05_MEIO-TRANSV 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	66,0	Válido	66,0
3	67,0	Válido	67,0
4	65,0	Válido	65,0
5	65,0	Válido	65,0
6	67,0	Válido	67,0
7	65,0	Válido	65,0
8	66,0	Válido	66,0
9	63,0	Válido	63,0
10	61,0	Válido	61,0
11	65,0	Válido	65,0
12	64,0	Válido	64,0
13	64,0	Válido	64,0
14	58,0	Válido	58,0
15	63,0	Válido	63,0
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	64,3	
Desvio padrão	s	=	2,2	
Coef. de variação	cv	=	3,4%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 189 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão

V05_MEIO-TRANSV 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	47,0	Inválido	
2	55,0	Válido	55,0
3	55,0	Válido	55,0
4	45,0	Inválido	
5	46,0	Inválido	
6	50,0	Válido	50,0
7	48,0	Inválido	
8	55,0	Válido	55,0
9	58,0	Válido	58,0
10	50,0	Válido	50,0
11	56,0	Válido	56,0
12	61,0	Inválido	
13	60,0	Inválido	
14	58,0	Válido	58,0
15	57,0	Válido	57,0
16	54,0	Válido	54,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	10	63%
Valor médio	Q	=	54,8	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	5,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 190 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão

V05_MEIO-TRANSV 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
02/09/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	61,0	Válido	61,0
2	54,0	Válido	54,0
3	60,0	Válido	60,0
4	65,0	Inválido	
5	61,0	Válido	61,0
6	56,0	Válido	56,0
7	56,0	Válido	56,0
8	56,0	Válido	56,0
9	65,0	Inválido	
10	63,0	Válido	63,0
11	60,0	Válido	60,0
12	61,0	Válido	61,0
13	58,0	Válido	58,0
14	57,0	Válido	57,0
15	49,0	Inválido	
16	50,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	58,6	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	4,5%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 191 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, meio do vão

V05_MEIO-TRANSV 04								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	62,0	Inválido		Medições	n	=	16	
2	67,0	Inválido		Medições válidas	nv	=	7	44%
3	54,0	Inválido		Valor médio	Q	=	47,3	
4	63,0	Inválido		Desvio padrão	s	=	2,9	
5	50,0	Válido	50,0	Coef. de variação	cv	=	6,1%	
6	54,0	Inválido						
7	34,0	Inválido		Observações:				
8	41,0	Inválido						
9	52,0	Válido	52,0					
10	46,0	Válido	46,0					
11	46,0	Válido	46,0					
12	33,0	Inválido						
13	38,0	Inválido						
14	44,0	Válido	44,0					
15	49,0	Válido	49,0					
16	44,0	Válido	44,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 192 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão

V05_MEIO-TRANSV 05								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
02/09/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	65,0	Válido	65,0	Medições	n	=	16	
2	68,0	Válido	68,0	Medições válidas	nv	=	14	88%
3	62,0	Válido	62,0	Valor médio	Q	=	62,8	
4	62,0	Válido	62,0	Desvio padrão	s	=	3,8	
5	71,0	Inválido		Coef. de variação	cv	=	6,0%	
6	60,0	Válido	60,0					
7	59,0	Válido	59,0	Observações:				
8	66,0	Válido	66,0					
9	69,0	Válido	69,0					
10	62,0	Válido	62,0					
11	70,0	Inválido						
12	61,0	Válido	61,0					
13	69,0	Válido	69,0					
14	60,0	Válido	60,0					
15	58,0	Válido	58,0					
16	58,0	Válido	58,0					

Fonte: PI Engenharia

9.1.4 ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO DO VÃO V12

As figuras a seguir apresentam os dados discretizados obtidos por ponto de ensaio do vão V12.

Figura 193 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Gouvelândia

V12_DG-LONG 01								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)			Idade do Concreto (anos)	
31/08/2025		Horizontal		-			50	
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	61,0	Inválido		Medições	n	=	16	
2	69,0	Válido	69,0	Medições válidas	nv	=	15	94%
3	69,0	Válido	69,0	Valor médio	Q	=	68,8	
4	66,0	Válido	66,0	Desvio padrão	s	=	3,2	
5	66,0	Válido	66,0	Coef. de variação	cv	=	4,6%	
6	64,0	Válido	64,0					
7	68,0	Válido	68,0	Observações:				
8	72,0	Válido	72,0					
9	72,0	Válido	72,0					
10	70,0	Válido	70,0					
11	74,0	Válido	74,0					
12	66,0	Válido	66,0					
13	75,0	Válido	75,0					
14	69,0	Válido	69,0					
15	65,0	Válido	65,0					
16	67,0	Válido	67,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 194 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Gouvelândia

V12_DG-LONG 02									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
31/08/2025		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	56,0	Inválido		Medições	n	=	16		
2	68,0	Válido	68,0	Medições válidas	nv	=	15	94%	
3	71,0	Válido	71,0	Valor médio	Q	=	72,1		
4	73,0	Válido	73,0	Desvio padrão	s	=	2,2		
5	72,0	Válido	72,0	Coef. de variação	cv	=	3,1%		
6	71,0	Válido	71,0						
7	73,0	Válido	73,0	Observações:					
8	70,0	Válido	70,0						
9	71,0	Válido	71,0						
10	74,0	Válido	74,0						
11	72,0	Válido	72,0						
12	73,0	Válido	73,0						
13	77,0	Válido	77,0						
14	73,0	Válido	73,0						
15	75,0	Válido	75,0						
16	69,0	Válido	69,0						

Fonte: PI Engenharia

Figura 195 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Gouvelândia

V12_DG-LONG 03									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
31/08/2025		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	70,0	Válido	70,0	Medições	n	=	16		
2	66,0	Válido	66,0	Medições válidas	nv	=	15	94%	
3	61,0	Inválido		Valor médio	Q	=	69,1		
4	70,0	Válido	70,0	Desvio padrão	s	=	2,8		
5	73,0	Válido	73,0	Coef. de variação	cv	=	4,1%		
6	70,0	Válido	70,0						
7	70,0	Válido	70,0	Observações:					
8	73,0	Válido	73,0						
9	66,0	Válido	66,0						
10	67,0	Válido	67,0						
11	66,0	Válido	66,0						
12	64,0	Válido	64,0						
13	71,0	Válido	71,0						
14	74,0	Válido	74,0						
15	69,0	Válido	69,0						
16	68,0	Válido	68,0						

Fonte: PI Engenharia

Figura 196 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia

V12_DG-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	64,0	Válido	64,0
2	64,0	Válido	64,0
3	71,0	Válido	71,0
4	70,0	Válido	70,0
5	70,0	Válido	70,0
6	68,0	Válido	68,0
7	63,0	Válido	63,0
8	66,0	Válido	66,0
9	65,0	Válido	65,0
10	66,0	Válido	66,0
11	72,0	Válido	72,0
12	60,0	Válido	60,0
13	64,0	Válido	64,0
14	65,0	Válido	65,0
15	62,0	Válido	62,0
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	65,9	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	5,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 197 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia

V12_DG-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	73,0	Válido	73,0
2	67,0	Válido	67,0
3	73,0	Válido	73,0
4	67,0	Válido	67,0
5	63,0	Válido	63,0
6	68,0	Válido	68,0
7	68,0	Válido	68,0
8	65,0	Válido	65,0
9	66,0	Válido	66,0
10	67,0	Válido	67,0
11	68,0	Válido	68,0
12	71,0	Válido	71,0
13	70,0	Válido	70,0
14	67,0	Válido	67,0
15	71,0	Válido	71,0
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	68,1	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	4,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 198 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 01, direção Gouvelândia

V12_DG-PILAR 01								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
31/08/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	58,0	Inválido		Medições	n	=	16	
2	70,0	Válido	70,0	Medições válidas	nv	=	14	88%
3	67,0	Válido	67,0	Valor médio	Q	=	68,8	
4	66,0	Válido	66,0	Desvio padrão	s	=	2,8	
5	73,0	Válido	73,0	Coef. de variação	cv	=	4,0%	
6	68,0	Válido	68,0					
7	72,0	Válido	72,0	Observações:				
8	71,0	Válido	71,0					
9	73,0	Válido	73,0					
10	67,0	Válido	67,0					
11	67,0	Válido	67,0					
12	68,0	Válido	68,0					
13	68,0	Válido	68,0					
14	70,0	Válido	70,0					
15	61,0	Inválido						
16	63,0	Válido	63,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 199 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia

V12_DG-PILAR 02								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
31/08/2025		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	60,0	Válido	60,0	Medições	n	=	16	
2	57,0	Inválido		Medições válidas	nv	=	14	88%
3	64,0	Válido	64,0	Valor médio	Q	=	63,9	
4	62,0	Válido	62,0	Desvio padrão	s	=	2,7	
5	67,0	Válido	67,0	Coef. de variação	cv	=	4,2%	
6	64,0	Válido	64,0					
7	61,0	Válido	61,0	Observações:				
8	63,0	Válido	63,0					
9	59,0	Válido	59,0					
10	72,0	Inválido						
11	69,0	Válido	69,0					
12	65,0	Válido	65,0					
13	66,0	Válido	66,0					
14	65,0	Válido	65,0					
15	66,0	Válido	66,0					
16	64,0	Válido	64,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 200 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia

V12_DG-TRAV 01 EP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Válido	66,0
2	56,0	Inválido	
3	65,0	Válido	65,0
4	70,0	Válido	70,0
5	66,0	Válido	66,0
6	61,0	Válido	61,0
7	61,0	Válido	61,0
8	63,0	Válido	63,0
9	67,0	Válido	67,0
10	63,0	Válido	63,0
11	66,0	Válido	66,0
12	67,0	Válido	67,0
13	64,0	Válido	64,0
14	69,0	Válido	69,0
15	67,0	Válido	67,0
16	68,0	Válido	68,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	65,5	
Desvio padrão	s	=	2,6	
Coef. de variação	cv	=	4,0%	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 201 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia

V12_DG-TRAV 01 SP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	60,0	Válido	60,0
2	57,0	Válido	57,0
3	58,0	Válido	58,0
4	60,0	Válido	60,0
5	65,0	Válido	65,0
6	67,0	Válido	67,0
7	63,0	Válido	63,0
8	65,0	Válido	65,0
9	59,0	Válido	59,0
10	67,0	Válido	67,0
11	59,0	Válido	59,0
12	60,0	Válido	60,0
13	60,0	Válido	60,0
14	64,0	Válido	64,0
15	68,0	Válido	68,0
16	60,0	Válido	60,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	62,0	
Desvio padrão	s	=	3,4	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 202 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	69,0	Válido	69,0
3	69,0	Válido	69,0
4	66,0	Válido	66,0
5	70,0	Válido	70,0
6	66,0	Válido	66,0
7	70,0	Válido	70,0
8	67,0	Válido	67,0
9	69,0	Válido	69,0
10	72,0	Válido	72,0
11	69,0	Válido	69,0
12	68,0	Válido	68,0
13	70,0	Válido	70,0
14	68,0	Válido	68,0
15	68,0	Válido	68,0
16	69,0	Válido	69,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	68,7	
Desvio padrão	s	=	1,5	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 203 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	69,0	Válido	69,0
3	66,0	Válido	66,0
4	60,0	Válido	60,0
5	65,0	Válido	65,0
6	68,0	Válido	68,0
7	68,0	Válido	68,0
8	70,0	Válido	70,0
9	71,0	Válido	71,0
10	69,0	Válido	69,0
11	63,0	Válido	63,0
12	66,0	Válido	66,0
13	65,0	Válido	65,0
14	58,0	Inválido	
15	63,0	Válido	63,0
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	66,5	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 204 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	74,0	Inválido	
2	70,0	Inválido	
3	56,0	Inválido	
4	69,0	Válido	69,0
5	69,0	Válido	69,0
6	51,0	Inválido	
7	59,0	Válido	59,0
8	59,0	Válido	59,0
9	75,0	Inválido	
10	53,0	Inválido	
11	60,0	Válido	60,0
12	67,0	Válido	67,0
13	68,0	Válido	68,0
14	57,0	Inválido	
15	53,0	Inválido	
16	69,0	Válido	69,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	8	50%
Valor médio	Q	=	65,0	
Desvio padrão	s	=	4,4	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 205 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	67,0	Inválido	
3	46,0	Inválido	
4	53,0	Inválido	
5	63,0	Válido	63,0
6	63,0	Válido	63,0
7	55,0	Inválido	
8	55,0	Inválido	
9	63,0	Válido	63,0
10	64,0	Válido	64,0
11	46,0	Inválido	
12	70,0	Inválido	
13	66,0	Válido	66,0
14	54,0	Inválido	
15	73,0	Inválido	
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	7	44%
Valor médio	Q	=	63,6	
Desvio padrão	s	=	1,5	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 206 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	56,0	Válido	56,0
2	54,0	Válido	54,0
3	68,0	Inválido	
4	50,0	Inválido	
5	60,0	Válido	60,0
6	56,0	Válido	56,0
7	54,0	Válido	54,0
8	57,0	Válido	57,0
9	61,0	Válido	61,0
10	60,0	Válido	60,0
11	56,0	Válido	56,0
12	52,0	Válido	52,0
13	59,0	Válido	59,0
14	60,0	Válido	60,0
15	56,0	Válido	56,0
16	56,0	Válido	56,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	56,9	
Desvio padrão	s	=	2,6	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 207 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia

V12_DI-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	72,0	Válido	72,0
2	73,0	Válido	73,0
3	70,0	Válido	70,0
4	66,0	Válido	66,0
5	70,0	Válido	70,0
6	75,0	Válido	75,0
7	67,0	Válido	67,0
8	72,0	Válido	72,0
9	75,0	Válido	75,0
10	66,0	Válido	66,0
11	73,0	Válido	73,0
12	71,0	Válido	71,0
13	63,0	Inválido	
14	73,0	Válido	73,0
15	68,0	Válido	68,0
16	71,0	Válido	71,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	70,8	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 208 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia

V12_DI-PILAR 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	67,0	Válido	67,0
3	67,0	Válido	67,0
4	70,0	Válido	70,0
5	70,0	Válido	70,0
6	68,0	Válido	68,0
7	66,0	Válido	66,0
8	68,0	Válido	68,0
9	72,0	Válido	72,0
10	70,0	Válido	70,0
11	64,0	Válido	64,0
12	68,0	Válido	68,0
13	69,0	Válido	69,0
14	68,0	Válido	68,0
15	65,0	Válido	65,0
16	70,0	Válido	70,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	68,3	
Desvio padrão	s	=	2,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 209 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia

V12_DI-PILAR 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	64,0	Válido	64,0
2	73,0	Válido	73,0
3	62,0	Inválido	
4	72,0	Válido	72,0
5	68,0	Válido	68,0
6	76,0	Válido	76,0
7	73,0	Válido	73,0
8	72,0	Válido	72,0
9	64,0	Válido	64,0
10	73,0	Válido	73,0
11	74,0	Válido	74,0
12	70,0	Válido	70,0
13	68,0	Válido	68,0
14	73,0	Válido	73,0
15	71,0	Válido	71,0
16	71,0	Válido	71,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	70,8	
Desvio padrão	s	=	3,4	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 210 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia

V12_DI-TRAV 02 SP

Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	58,0	Inválido	
2	59,0	Válido	59,0
3	65,0	Válido	65,0
4	69,0	Válido	69,0
5	73,0	Inválido	
6	69,0	Válido	69,0
7	68,0	Válido	68,0
8	67,0	Válido	67,0
9	62,0	Válido	62,0
10	58,0	Inválido	
11	67,0	Válido	67,0
12	68,0	Válido	68,0
13	53,0	Inválido	
14	63,0	Válido	63,0
15	65,0	Válido	65,0
16	67,0	Válido	67,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	65,8	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 211 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão

V12_MEIO-LONG 01

Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	67,0	Válido	67,0
3	68,0	Válido	68,0
4	72,0	Válido	72,0
5	64,0	Válido	64,0
6	68,0	Válido	68,0
7	65,0	Válido	65,0
8	67,0	Válido	67,0
9	70,0	Válido	70,0
10	69,0	Válido	69,0
11	72,0	Válido	72,0
12	71,0	Válido	71,0
13	62,0	Válido	62,0
14	68,0	Válido	68,0
15	71,0	Válido	71,0
16	72,0	Válido	72,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	68,2	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 212 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão

V12_MEIO-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	64,0	Válido	64,0
2	64,0	Válido	64,0
3	59,0	Válido	59,0
4	61,0	Válido	61,0
5	57,0	Válido	57,0
6	53,0	Inválido	
7	59,0	Válido	59,0
8	64,0	Válido	64,0
9	64,0	Válido	64,0
10	64,0	Válido	64,0
11	61,0	Válido	61,0
12	55,0	Válido	55,0
13	66,0	Inválido	
14	56,0	Válido	56,0
15	57,0	Válido	57,0
16	54,0	Válido	54,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	59,9	
Desvio padrão	s	=	3,6	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 213 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão

V12_MEIO-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	63,0	Válido	63,0
3	68,0	Válido	68,0
4	68,0	Válido	68,0
5	67,0	Válido	67,0
6	68,0	Válido	68,0
7	68,0	Válido	68,0
8	70,0	Válido	70,0
9	69,0	Válido	69,0
10	69,0	Válido	69,0
11	69,0	Válido	69,0
12	68,0	Válido	68,0
13	64,0	Válido	64,0
14	71,0	Válido	71,0
15	68,0	Válido	68,0
16	67,0	Válido	67,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	67,9	
Desvio padrão	s	=	2,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 214 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão

V12_MEIO-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	75,0	Válido	75,0
2	68,0	Válido	68,0
3	69,0	Válido	69,0
4	73,0	Válido	73,0
5	74,0	Válido	74,0
6	74,0	Válido	74,0
7	68,0	Válido	68,0
8	63,0	Inválido	
9	71,0	Válido	71,0
10	74,0	Válido	74,0
11	74,0	Válido	74,0
12	70,0	Válido	70,0
13	70,0	Válido	70,0
14	72,0	Válido	72,0
15	71,0	Válido	71,0
16	64,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	71,6	
Desvio padrão	s	=	2,3	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 215 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão

V12_MEIO-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	68,0	Válido	68,0
2	72,0	Válido	72,0
3	61,0	Inválido	
4	62,0	Inválido	
5	65,0	Válido	65,0
6	71,0	Válido	71,0
7	62,0	Inválido	
8	73,0	Válido	73,0
9	69,0	Válido	69,0
10	72,0	Válido	72,0
11	70,0	Válido	70,0
12	71,0	Válido	71,0
13	75,0	Válido	75,0
14	72,0	Válido	72,0
15	71,0	Válido	71,0
16	71,0	Válido	71,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	70,8	
Desvio padrão	s	=	2,4	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 216 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão

V12_MEIO-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	63,0	Válido	63,0
2	62,0	Válido	62,0
3	68,0	Inválido	
4	63,0	Válido	63,0
5	49,0	Inválido	
6	62,0	Válido	62,0
7	51,0	Inválido	
8	61,0	Válido	61,0
9	57,0	Válido	57,0
10	55,0	Válido	55,0
11	53,0	Inválido	
12	51,0	Inválido	
13	50,0	Inválido	
14	57,0	Válido	57,0
15	65,0	Inválido	
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	9	56%
Valor médio	Q	=	60,1	
Desvio padrão	s	=	2,8	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 217 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, meio do vão

V12_MEIO-TRANSV 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	72,0	Válido	72,0
2	69,0	Válido	69,0
3	75,0	Válido	75,0
4	70,0	Válido	70,0
5	72,0	Válido	72,0
6	74,0	Válido	74,0
7	77,0	Válido	77,0
8	69,0	Válido	69,0
9	72,0	Válido	72,0
10	72,0	Válido	72,0
11	73,0	Válido	73,0
12	75,0	Válido	75,0
13	74,0	Válido	74,0
14	71,0	Válido	71,0
15	73,0	Válido	73,0
16	74,0	Válido	74,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	72,6	
Desvio padrão	s	=	2,1	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 218 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, meio do vão

V12_MEIO-TRANSV 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	52,0	Inválido	
2	71,0	Válido	71,0
3	72,0	Válido	72,0
4	72,0	Válido	72,0
5	67,0	Válido	67,0
6	73,0	Válido	73,0
7	72,0	Válido	72,0
8	74,0	Válido	74,0
9	71,0	Válido	71,0
10	74,0	Válido	74,0
11	71,0	Válido	71,0
12	73,0	Válido	73,0
13	73,0	Válido	73,0
14	71,0	Válido	71,0
15	66,0	Válido	66,0
16	63,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	71,4	
Desvio padrão	s	=	2,3	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 219 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão

V12_MEIO-TRANSV 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	67,0	Válido	67,0
2	63,0	Válido	63,0
3	68,0	Válido	68,0
4	64,0	Válido	64,0
5	61,0	Válido	61,0
6	60,0	Válido	60,0
7	58,0	Válido	58,0
8	62,0	Válido	62,0
9	67,0	Válido	67,0
10	64,0	Válido	64,0
11	66,0	Válido	66,0
12	62,0	Válido	62,0
13	68,0	Válido	68,0
14	62,0	Válido	62,0
15	63,0	Válido	63,0
16	68,0	Válido	68,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	63,9	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 220 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, meio do vão

V12_MEIO-TRANSV 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	74,0	Inválido	
3	69,0	Válido	69,0
4	69,0	Válido	69,0
5	66,0	Válido	66,0
6	62,0	Válido	62,0
7	68,0	Válido	68,0
8	66,0	Válido	66,0
9	67,0	Válido	67,0
10	69,0	Válido	69,0
11	69,0	Válido	69,0
12	62,0	Válido	62,0
13	66,0	Válido	66,0
14	75,0	Inválido	
15	69,0	Válido	69,0
16	63,0	Válido	63,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	66,8	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 221 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, meio do vão

V12_MEIO-TRANSV 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
31/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	50,0	Inválido	
2	48,0	Inválido	
3	63,0	Válido	63,0
4	43,0	Inválido	
5	63,0	Válido	63,0
6	65,0	Válido	65,0
7	67,0	Inválido	
8	64,0	Válido	64,0
9	67,0	Inválido	
10	63,0	Válido	63,0
11	69,0	Inválido	
12	61,0	Válido	61,0
13	61,0	Válido	61,0
14	54,0	Inválido	
15	55,0	Válido	55,0
16	66,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	8	50%
Valor médio	Q	=	61,9	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

9.1.5 ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO DO VÃO V15

As figuras a seguir apresentam os dados discretizados obtidos por ponto de ensaio do vão V15.

Figura 222 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 01, direção Gouvelândia

V15_DG-TRANSV 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS			
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Inválido	
2	64,0	Válido	64,0
3	67,0	Válido	67,0
4	73,0	Inválido	
5	62,0	Válido	62,0
6	54,0	Inválido	
7	66,0	Válido	66,0
8	63,0	Válido	63,0
9	59,0	Válido	59,0
10	61,0	Válido	61,0
11	63,0	Válido	63,0
12	56,0	Válido	56,0
13	62,0	Válido	62,0
14	57,0	Válido	57,0
15	53,0	Inválido	
16	60,0	Válido	60,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	61,7	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 223 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 02, direção Gouvelândia

V15_DG-TRANSV 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	67,0	Válido	67,0
2	66,0	Válido	66,0
3	71,0	Válido	71,0
4	65,0	Válido	65,0
5	71,0	Válido	71,0
6	71,0	Válido	71,0
7	74,0	Inválido	
8	62,0	Válido	62,0
9	74,0	Inválido	
10	70,0	Válido	70,0
11	66,0	Válido	66,0
12	67,0	Válido	67,0
13	68,0	Válido	68,0
14	64,0	Válido	64,0
15	50,0	Inválido	
16	66,0	Válido	66,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	67,2	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 224 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, direção Gouvelândia

V15_DG-TRANSV 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	67,0	Válido	67,0
2	72,0	Válido	72,0
3	67,0	Válido	67,0
4	66,0	Válido	66,0
5	73,0	Inválido	
6	68,0	Válido	68,0
7	71,0	Válido	71,0
8	58,0	Inválido	
9	62,0	Válido	62,0
10	68,0	Válido	68,0
11	66,0	Válido	66,0
12	62,0	Válido	62,0
13	66,0	Válido	66,0
14	68,0	Válido	68,0
15	56,0	Inválido	
16	62,0	Válido	62,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	66,5	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 225 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 04, direção Gouvelândia

V15_DG-TRANSV 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	68,0	Válido	68,0
3	64,0	Válido	64,0
4	68,0	Válido	68,0
5	65,0	Válido	65,0
6	71,0	Inválido	
7	63,0	Válido	63,0
8	61,0	Válido	61,0
9	62,0	Válido	62,0
10	63,0	Válido	63,0
11	60,0	Válido	60,0
12	51,0	Inválido	
13	63,0	Válido	63,0
14	61,0	Válido	61,0
15	57,0	Válido	57,0
16	57,0	Válido	57,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	62,4	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 226 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 05, direção Gouvelândia

V15_DG-TRANSV 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	71,0	Válido	71,0
2	68,0	Válido	68,0
3	69,0	Válido	69,0
4	66,0	Válido	66,0
5	58,0	Inválido	
6	71,0	Válido	71,0
7	71,0	Válido	71,0
8	68,0	Válido	68,0
9	65,0	Válido	65,0
10	73,0	Válido	73,0
11	66,0	Válido	66,0
12	67,0	Válido	67,0
13	70,0	Válido	70,0
14	70,0	Válido	70,0
15	74,0	Válido	74,0
16	73,0	Válido	73,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	69,5	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 227 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	50,0	Inválido	
2	57,0	Válido	57,0
3	55,0	Válido	55,0
4	51,0	Válido	51,0
5	60,0	Válido	60,0
6	50,0	Inválido	
7	52,0	Válido	52,0
8	55,0	Válido	55,0
9	68,0	Inválido	
10	56,0	Válido	56,0
11	62,0	Inválido	
12	66,0	Inválido	
13	63,0	Inválido	
14	50,0	Inválido	
15	58,0	Válido	58,0
16	53,0	Válido	53,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	9	56%
Valor médio	Q	=	55,2	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 228 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	70,0	Válido	70,0
3	58,0	Inválido	
4	67,0	Válido	67,0
5	47,0	Inválido	
6	63,0	Válido	63,0
7	65,0	Válido	65,0
8	66,0	Válido	66,0
9	68,0	Válido	68,0
10	71,0	Inválido	
11	67,0	Válido	67,0
12	59,0	Válido	59,0
13	67,0	Válido	67,0
14	67,0	Válido	67,0
15	67,0	Válido	67,0
16	67,0	Válido	67,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	65,8	
Desvio padrão	s	=	2,8	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 229 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Inválido	
2	50,0	Inválido	
3	44,0	Inválido	
4	53,0	Válido	53,0
5	57,0	Válido	57,0
6	53,0	Válido	53,0
7	41,0	Inválido	
8	54,0	Válido	54,0
9	57,0	Válido	57,0
10	56,0	Válido	56,0
11	57,0	Válido	57,0
12	64,0	Inválido	
13	64,0	Inválido	
14	60,0	Válido	60,0
15	67,0	Inválido	
16	66,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	8	50%
Valor médio	Q	=	55,9	
Desvio padrão	s	=	2,3	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 230 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Válido	66,0
2	70,0	Válido	70,0
3	68,0	Válido	68,0
4	65,0	Válido	65,0
5	69,0	Válido	69,0
6	65,0	Válido	65,0
7	68,0	Válido	68,0
8	63,0	Válido	63,0
9	68,0	Válido	68,0
10	64,0	Válido	64,0
11	63,0	Válido	63,0
12	65,0	Válido	65,0
13	67,0	Válido	67,0
14	64,0	Válido	64,0
15	68,0	Válido	68,0
16	54,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	66,2	
Desvio padrão	s	=	2,2	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 231 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	56,0	Válido	56,0
2	55,0	Válido	55,0
3	57,0	Válido	57,0
4	57,0	Válido	57,0
5	51,0	Inválido	
6	50,0	Inválido	
7	59,0	Válido	59,0
8	57,0	Válido	57,0
9	61,0	Válido	61,0
10	65,0	Inválido	
11	59,0	Válido	59,0
12	49,0	Inválido	
13	63,0	Válido	63,0
14	67,0	Inválido	
15	59,0	Válido	59,0
16	62,0	Válido	62,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	58,6	
Desvio padrão	s	=	2,4	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 232 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Inaciolândia

V15_DI-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	60,0	Válido	60,0
3	54,0	Válido	54,0
4	55,0	Válido	55,0
5	62,0	Válido	62,0
6	58,0	Válido	58,0
7	46,0	Inválido	
8	53,0	Válido	53,0
9	58,0	Válido	58,0
10	57,0	Válido	57,0
11	58,0	Válido	58,0
12	52,0	Válido	52,0
13	60,0	Válido	60,0
14	60,0	Válido	60,0
15	53,0	Válido	53,0
16	54,0	Válido	54,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	57,1	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 233 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 03, direção Inaciolândia

V15_DI-PILAR 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	69,0	Válido	69,0
3	67,0	Válido	67,0
4	67,0	Válido	67,0
5	64,0	Válido	64,0
6	68,0	Válido	68,0
7	69,0	Válido	69,0
8	69,0	Válido	69,0
9	70,0	Válido	70,0
10	66,0	Válido	66,0
11	67,0	Válido	67,0
12	68,0	Válido	68,0
13	60,0	Válido	60,0
14	72,0	Válido	72,0
15	64,0	Válido	64,0
16	62,0	Válido	62,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	66,5	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 234 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 04, direção Inaciolândia

V15_DI-PILAR 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	72,0	Válido	72,0
3	67,0	Válido	67,0
4	66,0	Válido	66,0
5	66,0	Válido	66,0
6	68,0	Válido	68,0
7	60,0	Inválido	
8	65,0	Válido	65,0
9	67,0	Válido	67,0
10	71,0	Válido	71,0
11	63,0	Válido	63,0
12	70,0	Válido	70,0
13	69,0	Válido	69,0
14	58,0	Inválido	
15	63,0	Válido	63,0
16	69,0	Válido	69,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	67,5	
Desvio padrão	s	=	2,6	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 235 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 entre pilares, direção Inaciolândia

V15_DI-TRAV 02 EP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	60,0	Válido	60,0
3	72,0	Inválido	
4	60,0	Válido	60,0
5	68,0	Válido	68,0
6	68,0	Válido	68,0
7	60,0	Válido	60,0
8	60,0	Válido	60,0
9	69,0	Válido	69,0
10	64,0	Válido	64,0
11	64,0	Válido	64,0
12	59,0	Válido	59,0
13	70,0	Válido	70,0
14	61,0	Válido	61,0
15	65,0	Válido	65,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	63,9	
Desvio padrão	s	=	4,0	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 236 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 02 sobre pilar, direção Inaciolândia

V15_DI-TRAV 02 SP			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	70,0	Válido	70,0
2	52,0	Inválido	
3	68,0	Válido	68,0
4	63,0	Válido	63,0
5	71,0	Válido	71,0
6	73,0	Válido	73,0
7	71,0	Válido	71,0
8	66,0	Válido	66,0
9	69,0	Válido	69,0
10	70,0	Válido	70,0
11	61,0	Válido	61,0
12	66,0	Válido	66,0
13	60,0	Inválido	
14	68,0	Válido	68,0
15	69,0	Válido	69,0
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	67,9	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 237 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão

V15_MEIO-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	68,0	Válido	68,0
2	61,0	Válido	61,0
3	67,0	Válido	67,0
4	61,0	Válido	61,0
5	65,0	Válido	65,0
6	64,0	Válido	64,0
7	66,0	Válido	66,0
8	56,0	Inválido	
9	62,0	Válido	62,0
10	68,0	Válido	68,0
11	62,0	Válido	62,0
12	63,0	Válido	63,0
13	70,0	Válido	70,0
14	67,0	Válido	67,0
15	63,0	Válido	63,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	64,5	
Desvio padrão	s	=	2,9	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 238 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, meio do vão

V15_MEIO-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	58,0	Válido	58,0
2	57,0	Válido	57,0
3	44,0	Inválido	
4	64,0	Inválido	
5	62,0	Inválido	
6	57,0	Válido	57,0
7	46,0	Inválido	
8	50,0	Válido	50,0
9	59,0	Válido	59,0
10	55,0	Válido	55,0
11	49,0	Inválido	
12	58,0	Válido	58,0
13	61,0	Inválido	
14	50,0	Válido	50,0
15	61,0	Inválido	
16	53,0	Válido	53,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	9	56%
Valor médio	Q	=	55,2	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 239 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão

V15_MEIO-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	57,0	Válido	57,0
2	56,0	Válido	56,0
3	41,0	Inválido	
4	56,0	Válido	56,0
5	50,0	Válido	50,0
6	52,0	Válido	52,0
7	44,0	Inválido	
8	54,0	Válido	54,0
9	53,0	Válido	53,0
10	49,0	Válido	49,0
11	56,0	Válido	56,0
12	71,0	Inválido	
13	66,0	Inválido	
14	54,0	Válido	54,0
15	46,0	Inválido	
16	52,0	Válido	52,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	53,5	
Desvio padrão	s	=	2,5	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 240 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão

V15_MEIO-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	64,0	Válido	64,0
2	66,0	Válido	66,0
3	55,0	Inválido	
4	69,0	Inválido	
5	68,0	Inválido	
6	58,0	Válido	58,0
7	55,0	Inválido	
8	63,0	Válido	63,0
9	66,0	Válido	66,0
10	65,0	Válido	65,0
11	60,0	Válido	60,0
12	57,0	Válido	57,0
13	64,0	Válido	64,0
14	40,0	Inválido	
15	64,0	Válido	64,0
16	59,0	Válido	59,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	62,4	
Desvio padrão	s	=	3,1	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 241 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, meio do vão

V15_MEIO-LONG 05			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	69,0	Inválido	
3	62,0	Válido	62,0
4	54,0	Inválido	
5	65,0	Válido	65,0
6	57,0	Válido	57,0
7	61,0	Válido	61,0
8	62,0	Válido	62,0
9	65,0	Válido	65,0
10	67,0	Válido	67,0
11	69,0	Inválido	
12	66,0	Válido	66,0
13	63,0	Válido	63,0
14	58,0	Válido	58,0
15	59,0	Válido	59,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	62,4	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 242 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão

V15_MEIO-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
30/08/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	63,0	Inválido	
2	58,0	Válido	58,0
3	56,0	Válido	56,0
4	54,0	Válido	54,0
5	54,0	Válido	54,0
6	68,0	Inválido	
7	60,0	Válido	60,0
8	51,0	Válido	51,0
9	53,0	Válido	53,0
10	59,0	Válido	59,0
11	50,0	Inválido	
12	46,0	Inválido	
13	56,0	Válido	56,0
14	51,0	Válido	51,0
15	57,0	Válido	57,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	12	75%
Valor médio	Q	=	55,8	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

9.1.6 ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO DO VÃO V18

As figuras a seguir apresentam os dados discretizados obtidos por ponto de ensaio do vão V18.

Figura 243 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 01								
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)		
03/09/2025 00:00		Horizontal		-		50		
RESULTADOS								
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística				
1	71,0	Válido	71,0	Medições	n	=	16	
2	72,0	Válido	72,0	Medições válidas	nv	=	16	100%
3	67,0	Válido	67,0	Valor médio	Q	=	71,6	
4	71,0	Válido	71,0	Desvio padrão	s	=	2,3	
5	71,0	Válido	71,0	Coef. de variação	cv	=	0,0	
6	73,0	Válido	73,0					
7	75,0	Válido	75,0	Observações:				
8	74,0	Válido	74,0					
9	71,0	Válido	71,0					
10	75,0	Válido	75,0					
11	72,0	Válido	72,0					
12	74,0	Válido	74,0					
13	70,0	Válido	70,0					
14	70,0	Válido	70,0					
15	72,0	Válido	72,0					
16	67,0	Válido	67,0					

Fonte: PI Engenharia

Figura 244 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 02, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	66,0	Inválido	
2	68,0	Inválido	
3	64,0	Válido	64,0
4	56,0	Válido	56,0
5	63,0	Válido	63,0
6	65,0	Inválido	
7	64,0	Válido	64,0
8	61,0	Válido	61,0
9	60,0	Válido	60,0
10	57,0	Válido	57,0
11	52,0	Inválido	
12	56,0	Válido	56,0
13	43,0	Inválido	
14	61,0	Válido	61,0
15	55,0	Válido	55,0
16	52,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	10	63%
Valor médio	Q	=	59,7	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 245 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	55,0	Inválido	
2	69,0	Válido	69,0
3	63,0	Válido	63,0
4	68,0	Válido	68,0
5	64,0	Válido	64,0
6	70,0	Válido	70,0
7	70,0	Válido	70,0
8	68,0	Válido	68,0
9	69,0	Válido	69,0
10	65,0	Válido	65,0
11	67,0	Válido	67,0
12	65,0	Válido	65,0
13	61,0	Válido	61,0
14	60,0	Válido	60,0
15	62,0	Válido	62,0
16	61,0	Válido	61,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	15	94%
Valor médio	Q	=	65,5	
Desvio padrão	s	=	3,4	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 246 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 04									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
03/09/2025 00:00		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	53,0	Inválido		Medições	n	=	16		
2	59,0	Válido	59,0	Medições válidas	nv	=	11	69%	
3	59,0	Válido	59,0	Valor médio	Q	=	63,2		
4	67,0	Válido	67,0	Desvio padrão	s	=	2,8		
5	62,0	Válido	62,0	Coef. de variação	cv	=	0,0		
6	67,0	Válido	67,0						
7	64,0	Válido	64,0	Observações:					
8	56,0	Inválido							
9	63,0	Válido	63,0						
10	60,0	Válido	60,0						
11	65,0	Válido	65,0						
12	52,0	Inválido							
13	71,0	Inválido							
14	72,0	Inválido							
15	66,0	Válido	66,0						
16	63,0	Válido	63,0						

Fonte: PI Engenharia

Figura 247 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 05, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 05									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
03/09/2025 00:00		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	48,0	Inválido		Medições	n	=	16		
2	48,0	Inválido		Medições válidas	nv	=	8	50%	
3	44,0	Inválido		Valor médio	Q	=	57,0		
4	57,0	Válido	57,0	Desvio padrão	s	=	3,0		
5	46,0	Inválido		Coef. de variação	cv	=	0,1		
6	52,0	Válido	52,0						
7	54,0	Válido	54,0	Observações:					
8	55,0	Válido	55,0						
9	61,0	Válido	61,0						
10	60,0	Válido	60,0						
11	68,0	Inválido							
12	60,0	Válido	60,0						
13	67,0	Inválido							
14	57,0	Válido	57,0						
15	69,0	Inválido							
16	66,0	Inválido							

Fonte: PI Engenharia

Figura 248 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, direção Gouvelândia

V18_DG-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	60,0	Válido	60,0
2	65,0	Válido	65,0
3	64,0	Válido	64,0
4	60,0	Válido	60,0
5	59,0	Válido	59,0
6	57,0	Válido	57,0
7	50,0	Inválido	
8	65,0	Válido	65,0
9	45,0	Inválido	
10	72,0	Inválido	
11	41,0	Inválido	
12	54,0	Inválido	
13	66,0	Inválido	
14	62,0	Válido	62,0
15	67,0	Inválido	
16	60,0	Válido	60,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	9	56%
Valor médio	Q	=	61,3	
Desvio padrão	s	=	2,7	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 249 – Resultados do índice esclerométrico do Pilar 02, direção Gouvelândia

V18_DG-PILAR 02			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	72,0	Válido	72,0
2	74,0	Inválido	
3	67,0	Válido	67,0
4	63,0	Válido	63,0
5	67,0	Válido	67,0
6	72,0	Válido	72,0
7	69,0	Válido	69,0
8	51,0	Inválido	
9	71,0	Válido	71,0
10	70,0	Válido	70,0
11	64,0	Válido	64,0
12	74,0	Inválido	
13	54,0	Inválido	
14	55,0	Inválido	
15	64,0	Válido	64,0
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	67,6	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 250 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 entre pilares, direção Gouvelândia

V18_DG-TRAV 01 EP									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
03/09/2025 00:00		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	70,0	Inválido		Medições	n	=	16		
2	57,0	Inválido		Medições válidas	nv	=	14	88%	
3	58,0	Válido	58,0	Valor médio	Q	=	63,6		
4	66,0	Válido	66,0	Desvio padrão	s	=	3,2		
5	66,0	Válido	66,0	Coef. de variação	cv	=	0,0		
6	63,0	Válido	63,0						
7	65,0	Válido	65,0	Observações:					
8	64,0	Válido	64,0						
9	67,0	Válido	67,0						
10	64,0	Válido	64,0						
11	69,0	Válido	69,0						
12	58,0	Válido	58,0						
13	62,0	Válido	62,0						
14	66,0	Válido	66,0						
15	62,0	Válido	62,0						
16	60,0	Válido	60,0						

Fonte: PI Engenharia

Figura 251 – Resultados do índice esclerométrico da Travessa 01 sobre pilar, direção Gouvelândia

V18_DG-TRAV 01 SP									
Data		Posição do aparelho		Profundidade de Carbonatação (mm)		Idade do Concreto (anos)			
03/09/2025 00:00		Horizontal		-		50			
RESULTADOS									
Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos	Estatística					
1	56,0	Válido	56,0	Medições	n	=	16		
2	54,0	Válido	54,0	Medições válidas	nv	=	10	63%	
3	59,0	Válido	59,0	Valor médio	Q	=	58,1		
4	67,0	Inválido		Desvio padrão	s	=	2,9		
5	55,0	Válido	55,0	Coef. de variação	cv	=	0,1		
6	64,0	Válido	64,0						
7	53,0	Inválido		Observações:					
8	58,0	Válido	58,0						
9	59,0	Válido	59,0						
10	49,0	Inválido							
11	56,0	Válido	56,0						
12	62,0	Válido	62,0						
13	65,0	Inválido							
14	66,0	Inválido							
15	67,0	Inválido							
16	58,0	Válido	58,0						

Fonte: PI Engenharia

Figura 252 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 01, meio do vão

V18_MEIO-LONG 01			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	67,0	Válido	67,0
2	60,0	Válido	60,0
3	68,0	Válido	68,0
4	68,0	Válido	68,0
5	68,0	Válido	68,0
6	71,0	Válido	71,0
7	64,0	Válido	64,0
8	62,0	Válido	62,0
9	69,0	Válido	69,0
10	64,0	Válido	64,0
11	68,0	Válido	68,0
12	66,0	Válido	66,0
13	60,0	Válido	60,0
14	64,0	Válido	64,0
15	65,0	Válido	65,0
16	60,0	Válido	60,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	16	100%
Valor médio	Q	=	65,3	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 253 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 03, meio do vão

V18_MEIO-LONG 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	65,0	Válido	65,0
2	65,0	Válido	65,0
3	60,0	Válido	60,0
4	68,0	Válido	68,0
5	58,0	Válido	58,0
6	66,0	Válido	66,0
7	61,0	Válido	61,0
8	68,0	Válido	68,0
9	55,0	Inválido	
10	53,0	Inválido	
11	64,0	Válido	64,0
12	65,0	Válido	65,0
13	68,0	Válido	68,0
14	65,0	Válido	65,0
15	66,0	Válido	66,0
16	57,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	64,5	
Desvio padrão	s	=	3,0	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 254 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 04, meio do vão

V18_MEIO-LONG 04			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	62,0	Válido	62,0
2	59,0	Válido	59,0
3	69,0	Inválido	
4	63,0	Válido	63,0
5	58,0	Válido	58,0
6	69,0	Inválido	
7	65,0	Válido	65,0
8	66,0	Válido	66,0
9	65,0	Válido	65,0
10	59,0	Válido	59,0
11	50,0	Inválido	
12	52,0	Inválido	
13	57,0	Válido	57,0
14	59,0	Válido	59,0
15	51,0	Inválido	
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	11	69%
Valor médio	Q	=	61,6	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 255 – Resultados do índice esclerométrico da Longarina 06, meio do vão

V18_MEIO-LONG 06			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	59,0	Válido	59,0
2	66,0	Válido	66,0
3	63,0	Válido	63,0
4	60,0	Válido	60,0
5	67,0	Válido	67,0
6	63,0	Válido	63,0
7	59,0	Válido	59,0
8	58,0	Válido	58,0
9	62,0	Válido	62,0
10	57,0	Válido	57,0
11	53,0	Inválido	
12	66,0	Válido	66,0
13	64,0	Válido	64,0
14	58,0	Válido	58,0
15	55,0	Inválido	
16	65,0	Válido	65,0

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	14	88%
Valor médio	Q	=	61,9	
Desvio padrão	s	=	3,3	
Coef. de variação	cv	=	0,1	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

Figura 256 – Resultados do índice esclerométrico da Transversina 03, meio do vão

V18_MEIO-TRANSV 03			
Data	Posição do aparelho	Profundidade de Carbonatação (mm)	Idade do Concreto (anos)
03/09/2025 00:00	Horizontal	-	50

RESULTADOS

Nº DO GOLPE	Valores-Q	Status	Válidos
1	69,0	Válido	69,0
2	70,0	Válido	70,0
3	70,0	Válido	70,0
4	60,0	Inválido	
5	65,0	Válido	65,0
6	61,0	Válido	61,0
7	68,0	Válido	68,0
8	70,0	Válido	70,0
9	56,0	Inválido	
10	71,0	Válido	71,0
11	67,0	Válido	67,0
12	71,0	Válido	71,0
13	62,0	Válido	62,0
14	64,0	Válido	64,0
15	67,0	Válido	67,0
16	59,0	Inválido	

Estatística				
Medições	n	=	16	
Medições válidas	nv	=	13	81%
Valor médio	Q	=	67,3	
Desvio padrão	s	=	3,2	
Coef. de variação	cv	=	0,0	

Observações:

Fonte: PI Engenharia

10.0 ANEXO 02 – RESULTADOS DO ENSAIO DE ULTRASSONOGRAFIA LONGITUDINAL

	DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL NO CONCRETO					
Vão	**Direção**	**Elemento**	**ID**	**Leitura**	**Vel. Longitudinal (m/s)**	**Classificação do Concreto**
V15	DG	Pilar	1	1	3843	Bom
V15	DG	Pilar	1	2	3137	Médio
V15	DG	Travessa	1	1-1	3435	Médio
V15	DG	Travessa	1	1-2	2849	Duvidoso
V15	DG	Travessa	1	2-1	3315	Médio
V15	DG	Travessa	1	2-2	3768	Bom
V15	DG	Longarina	1	1	3848	Bom
V15	DG	Longarina	1	2	3343	Médio
V15	DG	Longarina	2	1	4280	Bom
V15	DG	Longarina	2	2	3857	Bom
V15	DG	Longarina	3	1	3062	Médio
V15	DG	Longarina	3	2	3278	Médio
V15	DG	Longarina	4	1	3832	Bom
V15	DG	Longarina	4	2	3918	Bom
V15	DG	Longarina	5	1	2362	Duvidoso
V15	DG	Longarina	5	2	3779	Bom
V15	DG	Longarina	6	2	1995	Duvidoso
V15	DG	Transversina	1	1	3837	Bom
V15	DG	Transversina	1	2	3705	Bom
V15	Meio	Longarina	6	1	2433	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	6	2	2880	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	5	1	2297	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	5	2	2327	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	5	3	2771	Duvidoso
V15	Meio	Transversina	4	1	3201	Médio
V15	Meio	Transversina	4	2	3755	Bom
V15	Meio	Longarina	4	1	3100	Médio
V15	Meio	Longarina	4	2	3651	Bom
V15	Meio	Longarina	3	1	3272	Médio
V15	Meio	Longarina	3	2	3816	Bom
V15	Meio	Transversina	3	1	3453	Médio
V15	Meio	Transversina	3	2	3822	Bom
V15	Meio	Longarina	2	1	2474	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	2	2	3530	Bom
V15	Meio	Transversina	2	1	2889	Duvidoso
V15	Meio	Transversina	2	2	2837	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	1	1	2618	Duvidoso
V15	Meio	Longarina	1	2	3111	Médio
V15	Meio	Transversina	1	1	4309	Bom
V15	Meio	Transversina	1	2	3548	Bom
V15	DI	Travessa	2	1-1	4087	Bom
V15	DI	Travessa	2	1-2	2241	Duvidoso
V15	DI	Travessa	2	2-1	3787	Bom
V15	DI	Travessa	2	2-2	3440	Médio
V15	DI	Pilar	3	1	3596	Bom
V15	DI	Pilar	3	2	3934	Bom
V15	DI	Pilar	4	1	4309	Bom
V15	DI	Pilar	4	2	3988	Bom
V15	DI	Longarina	1	1	2395	Duvidoso
V15	DI	Longarina	1	2	3146	Médio
V15	DI	Longarina	2	1	4232	Bom
V15	DI	Longarina	2	2	2222	Duvidoso
V15	DI	Longarina	3	1	1867	Duvidoso
V15	DI	Longarina	3	2	2686	Duvidoso
V15	DI	Longarina	4	1	2648	Duvidoso
V15	DI	Longarina	4	2	2796	Duvidoso
V15	DI	Longarina	6	1	3833	Bom
V15	DI	Longarina	6	2	3538	Bom
V15	DI	Longarina	5	1	2928	Duvidoso
V15	DI	Longarina	5	2	3297	Médio

	DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL NO CONCRETO					
Vão	**Direção**	**Elemento**	**ID**	**Leitura**	**Vel. Longitudinal (m/s)**	**Classificação do Concreto**
V12	DG	Travessa	1	2-1	3471	Médio
V12	DG	Travessa	1	2-2	4102	Bom
V12	DG	Travessa	1	1-1	4124	Bom
V12	DG	Travessa	1	1-2	4049	Bom
V12	DG	Pilar	1	1	3523	Bom
V12	DG	Pilar	1	2	3682	Bom
V12	DG	Pilar	2	1	3530	Bom
V12	DG	Pilar	2	2	3794	Bom
V12	DG	Longarina	2	1	3634	Bom
V12	DG	Longarina	2	2	3304	Médio
V12	DG	Longarina	1	1	3562	Bom
V12	DG	Longarina	1	2	3751	Bom
V12	DG	Longarina	4	1	2393	Duvidoso
V12	DG	Longarina	4	2	2269	Duvidoso
V12	DG	Longarina	3	1	3272	Médio
V12	DG	Longarina	3	2	3928	Bom
V12	DG	Longarina	5	1	3948	Bom
V12	DG	Longarina	5	2	3812	Bom
V12	DG	Longarina	6	1	2765	Duvidoso
V12	DG	Longarina	6	2	2648	Duvidoso
V12	Meio	Longarina	6	1	4260	Bom
V12	Meio	Longarina	6	2	4096	Bom
V12	Meio	Longarina	5	1	3940	Bom
V12	Meio	Longarina	5	2	4067	Bom
V12	Meio	Transversina	5	1	3816	Bom
V12	Meio	Transversina	5	2	3680	Bom
V12	Meio	Longarina	4	1	3784	Bom
V12	Meio	Longarina	4	2	4082	Bom
V12	Meio	Transversina	4	1	3369	Médio
V12	Meio	Transversina	4	2	2815	Duvidoso
V12	Meio	Longarina	3	1	3495	Médio
V12	Meio	Longarina	3	2	3846	Bom
V12	Meio	Transversina	3	1	3503	Bom
V12	Meio	Transversina	3	2	2562	Duvidoso
V12	Meio	Transversina	2	1	3781	Bom
V12	Meio	Transversina	2	2	3529	Bom
V12	Meio	Longarina	2	1	4203	Bom
V12	Meio	Longarina	2	2	4186	Bom
V12	Meio	Longarina	1	1	4548	Excelente
V12	Meio	Longarina	1	2	4044	Bom
V12	Meio	Transversina	1	1	3902	Bom
V12	Meio	Transversina	1	2	3396	Médio
V12	DI	Travessa	1	1-1	3327	Médio
V12	DI	Travessa	1	1-2	4143	Bom
V12	DI	Travessa	1	2-1	2588	Duvidoso
V12	DI	Travessa	1	2-2	3497	Médio
V12	DI	Pilar	3	1	3473	Médio
V12	DI	Pilar	3	2	3738	Bom
V12	DI	Pilar	4	1	3184	Médio
V12	DI	Pilar	4	2	3170	Médio
V12	DI	Longarina	1	1	3109	Médio
V12	DI	Longarina	1	2	3111	Médio
V12	DI	Longarina	2	1	3213	Médio
V12	DI	Longarina	2	2	3336	Médio
V12	DI	Longarina	3	1	3169	Médio
V12	DI	Longarina	3	2	3192	Médio
V12	DI	Longarina	4	1	3309	Médio
V12	DI	Longarina	4	2	3341	Médio
V12	DI	Longarina	6	1	2935	Duvidoso
V12	DI	Longarina	6	2	3625	Bom
V12	DI	Longarina	5	1	2181	Duvidoso
V12	DI	Longarina	5	2	2655	Duvidoso

	DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL NO CONCRETO					
Vão	**Direção**	**Elemento**	**ID**	**Leitura**	**Vel. Longitudinal (m/s)**	**Classificação do Concreto**
V5	DG	Travessa	2	1-1	3503	Bom
V5	DG	Travessa	2	1-2	3891	Bom
V5	DG	Travessa	2	2-1	2661	Duvidoso
V5	DG	Travessa	2	2-2	2412	Duvidoso
V5	DG	Pilar	2	1	3334	Médio
V5	DG	Pilar	2	2	3627	Bom
V5	DG	Pilar	1	1	3046	Médio
V5	DG	Pilar	1	2	3438	Médio
V5	DG	Longarina	6	1	2422	Duvidoso
V5	DG	Longarina	6	2	2812	Duvidoso
V5	DG	Longarina	5	1	2752	Duvidoso
V5	DG	Longarina	5	2	4117	Bom
V5	DG	Longarina	4	1	2245	Duvidoso
V5	DG	Longarina	4	2	2800	Duvidoso
V5	DG	Longarina	3	1	2596	Duvidoso
V5	DG	Longarina	3	2	3842	Bom
V5	DG	Longarina	1	1	2965	Duvidoso
V5	DG	Longarina	1	2	3210	Médio
V5	DG	Longarina	2	1	2580	Duvidoso
V5	DG	Longarina	2	2	2622	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	6	1	2597	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	6	2	2160	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	5	1	3365	Médio
V5	MEiO	Longarina	5	2	3156	Médio
V5	MEiO	Transversina	5	1	3678	Bom
V5	MEiO	Transversina	5	2	3568	Bom
V5	MEiO	Transversina	4	1	3031	Médio
V5	MEiO	Longarina	3	1	2093	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	3	2	2427	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	4	1	2309	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	4	2	3267	Médio
V5	MEiO	Transversina	3	1	2628	Duvidoso
V5	MEiO	Transversina	3	2	3015	Médio
V5	MEiO	Transversina	2	1	2796	Duvidoso
V5	MEiO	Transversina	2	2	1972	Duvidoso
V5	MEiO	Longarina	1	1	4304	Bom
V5	MEiO	Longarina	1	2	3447	Médio
V5	MEiO	Longarina	2	1	3410	Médio
V5	MEiO	Longarina	2	2	3258	Médio
V5	MEiO	Transversina	1	1	2782	Duvidoso
V5	MEiO	Transversina	1	2	2727	Duvidoso
V5	DI	Travessa	2	1-1	3917	Bom
V5	DI	Travessa	2	1-2	3462	Médio
V5	DI	Travessa	2	2-1	3568	Bom
V5	DI	Travessa	2	2-2	3460	Médio
V5	DI	Pilar	4	1	3448	Médio
V5	DI	Pilar	4	2	3473	Médio
V5	DI	Pilar	3	1	4026	Bom
V5	DI	Pilar	3	2	3357	Médio

		DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL NO CONCRETO				
Vão	**Direção**	**Elemento**	**ID**	**Leitura**	**Vel. Longitudinal (m/s)**	**Classificação do Concreto**
V3	DI	Travessa	1	1-1	4254	Bom
V3	DI	Travessa	1	1-2	2776	Duvidoso
V3	DI	Travessa	1	2-1	3009	Médio
V3	DI	Travessa	1	2-2	2594	Duvidoso
V3	DI	Pilar	1	1	3815	Bom
V3	DI	Pilar	1	2	4117	Bom
V3	DI	Pilar	2	1	3794	Bom
V3	DI	Pilar	2	2	3901	Bom
V3	DI	Longarina	1	1	1965	Duvidoso
V3	DI	Longarina	1	2	2410	Duvidoso
V3	DI	Longarina	2	1	2406	Duvidoso
V3	DI	Longarina	2	2	3090	Médio
V3	DI	Longarina	4	1	3115	Médio
V3	DI	Longarina	4	2	4346	Bom
V3	DI	Longarina	3	1	1966	Duvidoso
V3	DI	Longarina	3	2	2405	Duvidoso
V3	DI	Longarina	6	1	2571	Duvidoso
V3	DI	Longarina	6	2	3796	Bom
V3	DI	Longarina	5	1	2580	Duvidoso
V3	DI	Longarina	5	2	2298	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	1	1	2491	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	1	2	2397	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	2	1	2498	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	2	2	2789	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	1	1	3457	Médio
V3	Meio	Transversina	1	2	3518	Bom
V3	Meio	Transversina	2	1	2971	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	2	2	2515	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	3	1	4405	Bom
V3	Meio	Longarina	3	2	2348	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	4	1	4109	Bom
V3	Meio	Longarina	4	2	3711	Bom
V3	Meio	Transversina	3	1	2882	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	3	2	4360	Bom
V3	Meio	Transversina	4	1	1568	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	4	2	2963	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	5	1	2158	Duvidoso
V3	Meio	Transversina	5	2	3325	Médio
V3	Meio	Longarina	5	1	2812	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	5	2	3593	Bom
V3	Meio	Longarina	6	1	2729	Duvidoso
V3	Meio	Longarina	6	2	3690	Bom

	DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DO PULSO ULTRASSÔNICO LONGITUDINAL NO CONCRETO					
Vão	**Direção**	**Elemento**	**ID**	**Leitura**	**Vel. Longitudinal (m/s)**	**Classificação do Concreto**
V18	Meio	Longarina	6	1	3193	Médio
V18	Meio	Longarina	6	2	3608	Bom
V18	Meio	Longarina	5	1	2840	Duvidoso
V18	Meio	Longarina	5	2	3190	Médio
V18	Meio	Transversina	5	1	3440	Médio
V18	Meio	Transversina	5	2	3300	Médio
V18	Meio	Longarina	2	1	2730	Duvidoso
V18	Meio	Longarina	2	2	3045	Médio
V18	Meio	Longarina	1	1	4438	Bom
V18	Meio	Longarina	1	2	3806	Bom
V18	Meio	Transversina	1	1	3622	Bom
V18	Meio	Transversina	1	2	3511	Bom
V18	Meio	Longarina	4	1	3161	Médio
V18	Meio	Longarina	4	2	3728	Bom
V18	Meio	Longarina	3	1	2947	Duvidoso
V18	Meio	Longarina	3	2	2894	Duvidoso
V18	Meio	Transversina	3	1	2396	Duvidoso
V18	Meio	Transversina	3	2	1980	Duvidoso
V18	DG	Longarina	1	1	2690	Duvidoso
V18	DG	Longarina	1	2	2380	Duvidoso
V18	DG	Longarina	2	1	2684	Duvidoso
V18	DG	Longarina	2	2	2469	Duvidoso
V18	DG	Longarina	3	1	2793	Duvidoso
V18	DG	Longarina	3	2	2465	Duvidoso
V18	DG	Longarina	4	1	3219	Médio
V18	DG	Longarina	4	2	3164	Médio
V18	DG	Longarina	5	1	2800	Duvidoso
V18	DG	Longarina	5	2	2947	Duvidoso
V18	DG	Longarina	6	1	2719	Duvidoso
V18	DG	Longarina	6	2	2577	Duvidoso
V18	DG	Travessa	1	2-1	3483	Médio
V18	DG	Travessa	1	2-2	3562	Bom
V18	DG	Travessa	1	1-2	2843	Duvidoso
V18	DG	Travessa	1	1-1	2884	Duvidoso
V18	DG	Pilar	1	1	2988	Duvidoso
V18	DG	Pilar	1	2	2935	Duvidoso

11.0 ANEXO 03 – RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL -LABCON

CONSULTARE LABCON

Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão axial

REEX PIEC 1225-R00

Relatório de Ensaio

GES Nº 8791

1.Dados do solicitante

Nome da Empresa: PI Engenharia e Consultoria
Nome da Obra: 291.
Endereço Completo da Obra: Não informado.

2.Metodologias e Normas ABNT aplicadas ao ensaio

NBR 5739	2018	Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
NBR 7680-1	2015	Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão

3. Amostragem

Data da Extração: Não informado.
Data do Ensaio: 26/09/2025
Tipo de Concreto: Não informado.
Fornecedor: Não informado.
Fck (MPa): Não informado.
Descontinuidade ou deformação no concreto (materiais estranhos, barra de aço, etc.): Não se aplica

4.Condições de Cura

Tempo e Condição de Cura: ## dias - Seco ao ar

5. Preparo e Ensaio das Amostras

Equipamento	Identificação Equipamento	Local da Realização
Perfuratriz e Broca Diamantada	Extração Realizada Pelo Cliente	In loco
Retifica Pneumática	EQUIP-134	Laboratório Interno
Paquímetro Digital - Série:22060952	EQUIP-267	Laboratório Interno
Balança Semi-analítica	EQUIP-86	Laboratório Interno
Prensa Hidráulica - Classe: 0,5	EQUIP-34	Laboratório Interno

6. Observações Gerais

Reprodução/autorização: Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra analisada. Quando o laboratório não for responsável pela etapa de amostragem e coleta, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente e sem nenhuma alteração. Utilizar para outros fins somente com autorização da ConsultareLabcon. O relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com a aprovação do cliente.

Regra de Decisão: A declaração de conformidade é baseada numa especificação ou norma e a incerteza de medição não foi considerada nos resultados apresentados.

CONSULTARE LABCON

Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão axial

REEX PIEC 1225-R00

Relatório de Ensaio

GES Nº 8791

7. Identificação dos Testemunhos

CP	Nota Fiscal	Identificação do Local da Extração	Data da Concretagem	Idade (dias)	Presença de Barra de Aço
1	Não informado.	V3 - LONG 3 DI	Não informado.	_	Não
2	Não informado.	V3 - LONG 4 DI	Não informado.	_	Não
3	Não informado.	V3 - TRAVESSA 2 DI	Não informado.	_	Não
4	Não informado.	V3 PILAR 4 DI	Não informado.	_	Não
5	Não informado.	V5 LONG DI	Não informado.	_	Não
6	Não informado.	V5 P4 DI	Não informado.	_	Não
7	Não informado.	V5 - P4	Não informado.	_	Não
8	Não informado.	V5 TRAV 2 DI	Não informado.	_	Não
9	Não informado.	V15 - TV 2	Não informado.	_	Não
10	Não informado.	V5 - T1	Não informado.	_	Não
11	Não informado.	V5 LONG 4 DG	Não informado.	_	Não
12	Não informado.	V12 - TRAV 1 DG	Não informado.	_	Não
13	Não informado.	V12 - LONG 3	Não informado.	_	Não
14	Não informado.	V12 - LONG 6 - DI	Não informado.	_	Não
15	Não informado.	V12 - LONG 2	Não informado.	_	Não
16	Não informado.	V12 - LONG 6	Não informado.	_	Sim
17	Não informado.	V12 - P1	Não informado.	_	Não
18	Não informado.	V12 - LONG 1 DI	Não informado.	_	Não
19	Não informado.	V12 - P4 DI	Não informado.	_	Não
20	Não informado.	V12 TRAV 2 DI	Não informado.	_	Não
21	Não informado.	V12 - LONG 5 DI	Não informado.	_	Não
22	Não informado.	V15 - P2	Não informado.	_	Não
23	Não informado.	V15 - L2	Não informado.	_	Não

7. Identificação dos Testemunhos

CP	Nota Fiscal	Identificação do Local da Extração	Data da Concretagem	Idade (dias)	Presença de Barra de Aço
24	Não informado.	V15 - TV1	Não informado.	_	Não
25	Não informado.	V15 - P1	Não informado.	_	Não
26	Não informado.	V15 - L1	Não informado.	_	Não
27	Não informado.	V18 LONG 4 - DG	Não informado.	_	Não
28	Não informado.	V18 LONG 3 - DG	Não informado.	_	Não
29	Não informado.	V18 - P1	Não informado.	_	Não
30	Não informado.	V18 - TRAV 1 DG	Não informado.	_	Não

CONSULTARE LABCON

Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão axial

REEX PIEC 1225-R00

Relatório de Ensaio

GES Nº 8791

8. Expressão dos Resultados

CP / Série	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Área (cm²)	Relação H/D	Peso (kg)	Massa Específica (kg/m³)	Carga (kN)	$f_{ck,est,inicial}$ Resistência à Compressão Inicial (MPa)	k1	k2	k3	k4	Fator de Correção	$f_{ck,est}$ Resistência à Compressão Final (MPa)	$f_{c,est,psi}$ Resistência à Compressão (MPa)	$f_{ck,est,seg}$ Resistência característica (Mpa)
1	94,1	140,0	69,48	1,49	2,397	2464	105,30	15,16	-0,04	0,07	0,05	-0,04	1,04	**15,8**	-	-
2	94,2	150,8	69,69	1,60	2,525	2403	127,10	18,24	-0,06	0,07	0,05	-0,04	1,02	**18,6**	-	-
3	94,3	136,5	69,83	1,45	2,334	2448	323,10	46,27	-0,05	0,07	0,05	-0,04	1,03	**47,7**	-	-
4	94,5	149,3	70,04	1,58	2,573	2461	382,00	54,54	-0,03	0,07	0,05	-0,04	1,05	**57,3**	-	-
5	94,3	155,9	69,77	1,65	2,613	2402	214,60	30,76	-0,03	0,07	0,05	-0,04	1,05	**32,3**	-	-
6	94,0	124,1	69,42	1,32	2,123	2465	205,90	29,66	-0,06	0,07	0,05	-0,04	1,02	**30,3**	-	-
7	94,2	149,9	69,72	1,59	2,467	2361	244,20	35,03	-0,03	0,07	0,05	-0,04	1,05	**36,8**	-	-
8	94,3	144,8	69,81	1,54	2,464	2437	231,80	33,20	-0,04	0,07	0,05	-0,04	1,04	**34,5**	-	-
9	75,3	126,9	44,55	1,68	1,391	2461	290,40	65,19	-0,03	0,09	0,05	-0,04	1,07	**69,8**	-	-
10	94,3	119,9	69,87	1,27	2,081	2483	239,40	34,27	-0,07	0,09	0,05	-0,04	1,03	**35,3**	-	-
11	94,1	176,1	69,55	1,87	2,497	2039	159,60	22,95	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**25,0**	-	-
12	75,3	144,4	44,45	1,92	1,557	2426	164,40	36,98	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**40,3**	-	-
13	75,5	140,6	44,78	1,86	1,560	2478	109,60	24,48	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**26,7**	-	-
14	75,5	125,7	44,79	1,66	1,391	2470	186,10	41,55	-0,03	0,09	0,05	-0,04	1,07	**44,5**	-	-
15	75,4	144,5	44,58	1,92	1,612	2503	145,30	32,60	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**35,5**	-	-
16	75,3	129,4	44,49	1,72	1,430	2484	302,60	68,01	-0,02	0,09	0,05	-0,04	1,08	**73,5**	-	-
17	75,1	142,8	44,28	1,90	1,536	2460	176,40	39,84	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**43,4**	-	-
18	75,6	89,5	44,91	1,18	0,993	2470	217,00	48,32	-0,09	0,09	0,05	-0,04	1,01	**48,8**	-	-
19	75,6	146,4	44,88	1,94	1,537	2340	196,90	43,88	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**47,8**	-	-
20	75,5	142,6	44,71	1,89	1,538	2413	136,90	30,09	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**38,2**	-	-
21	75,7	127,8	44,98	1,69	1,391	2419	127,90	28,43	-0,03	0,09	0,05	-0,04	1,07	**30,4**	-	-
22	75,2	139,6	44,40	1,86	1,503	2425	188,60	42,47	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**46,3**	-	-
23	75,5	143,4	44,75	1,90	1,610	2509	88,60	19,80	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**21,6**	-	-

8. Expressão dos Resultados

CP / Série	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Área (cm²)	Relação H/D	Peso (kg)	Massa Específica (kg/m³)	Carga (kN)	$f_{ck,ext,inicial}$ Resistência à Compressão Inicial (MPa)	k1	k2	k3	k4	Fator de Correção	$f_{ck,ext}$ Resistência à Compressão Final (MPa)	$f_{c,ext,psi}$ Resistência à Compressão (MPa)	$f_{ck,ext,seg}$ Resistência característica (Mpa)
24	75,4	133,8	44,58	1,78	1,434	2404	136,20	30,56	-0,02	0,09	0,05	-0,04	1,08	**33,0**	-	-
25	75,4	138,1	44,63	1,83	1,476	2395	253,90	56,88	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**62,0**	-	-
26	75,5	139,6	44,78	1,85	1,541	2465	176,60	39,44	-0,01	0,09	0,05	-0,04	1,09	**43,0**	-	-
27	94,3	145,0	69,84	1,54	2,437	2406	235,60	33,73	-0,04	0,07	0,05	-0,04	1,04	**35,1**	-	-
28	94,3	138,3	69,83	1,47	2,337	2419	198,30	28,40	-0,04	0,07	0,05	-0,04	1,04	**29,5**	-	-
29	94,2	132,6	69,70	1,41	2,267	2452	313,10	44,92	-0,05	0,07	0,05	-0,04	1,03	**46,3**	-	-
30	94,3	105,5	69,73	1,12	1,812	2463	366,80	52,60	-0,11	0,07	0,05	-0,04	0,97	**51,0**	-	-

9. Anexos

9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 1



CP 2



CP 3



CP 4



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 5



CP 6



CP 7



CP 8



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 9



CP 10



CP 11



CP 12



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 13



CP 14



CP 15



CP 16



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 17



CP 18



CP 19



CP 20



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 21



CP 22



CP 23



CP 24



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 25



CP 26



CP 27



CP 28



9.2 Registros Fotográficos do Processo de Ensaio de Ruptura

CP 29



CP 30



10. Referência Normativa

Os coeficientes previstos na NBR 7680-1:2015 (k1, k2, k3 e k4) devem ser utilizados para corrigir as interferências nos resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão em testemunhos de concreto. O fator de correção é dado pela fórmula 1+(k1+k2+k3+k4).

Conforme informado na NBR 7680-1:2015 no item 7.1.2, a resistência de projetp fcd a ser usada na verificação da estrutura deve ser calculada, utilizando-se a minoração de Yc prevista na tabela abaixo.

Resistência de cálculo do concreto - NBR 6118 - Item 12.3.3:

No caso específico da resistência de cálculo de concreto (Fcd) alguns detalhes adicionais são necessários, conforme descrito a seguir:

a) quando a verificação se faz em data j igual ou superior a 28 dias, adota-se a expressão:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Neste caso, o controle à resistência à compressão do concreto deve ser feito aos 28 dias, de forma a confirmar o valor fck adotado no projeto,

Valores dos coeficientes Yc Ys		
Combinações	**Concreto Yc**	**Aço Ys**
Normais	1,4	1,15
Especiais ou de construção	1,2	1,15
Excepcionais	1,2	1,0

Análise de Resultados:

Caso os resultados tenham divergência em relação à média maior do que ± 15%, este valor deve ser analisado com mais rigor, pois pode indicar que o testemunho não faz parte do lote examinado, este estará identificado no relatório com asterisco (*). Nesse caso, pode ser recomendável repetir a extração ou estudar uma nova subdivisão de lotes. Este critério também pode ser utilizado para descartar resultados espúrios.

Conforme informado na NBR 7680-1:2015 no item 7.1.2, a estimativa da resistência característica do lote para fins de verificação da segurança estrutural (fck,ext,seg) é dada pela média dos resultados individuais daquele lote.

Fc , ext, pot é o maior valor de Fci,ext de cada lote.

Belo Horizonte, terça-feira, 30 de setembro de 2025

Marcelo Fonseca Araújo
Gerente Técnico

12.0 ANEXO 04 – RELATÓRIO LABORATORIAL DE TEORES DE CLORETOS E SULFATOS SOLÚVEIS

INTERESSADA	Nº DO SERVIÇO	DATA	
PI Engenharia	0291_D_PRB	16/10/2025	Lote 191092025

RELATÓRIO TÉCNICO

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE TEORES SOLÚVEIS EM CONCRETO

ÍONS CLORETOS E ÍONS SULFATOS



πLAD®

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO 3
2.0 METODOLOGIA DE ENSAIO 4
3.0 MATERIAL FORNECIDO 5
4.0 AFERIÇÃO DA CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO 6
5.0 RESULTADOS 11
6.0 COMENTÁRIOS 13
7.0 CERTIFICADOS E CALIBRAÇÕES 15

O presente relatório técnico objetiva a apresentação dos procedimentos e resultados obtidos com o ensaio de determinação de teores solúveis – íons cloretos e íons sulfatos – em amostras de concreto pulverizadas. O ensaio foi realizado no laboratório de análises físico-químicas da PI Engenharia.

1.0 INTRODUÇÃO

O conceito de durabilidade se prenuncia no que diz ao desempenho do material nos estados limites último, de serviço e de durabilidade no microclima exposto. A ABNT NBR 15575-1:2013, preconiza que a estrutura de concreto armado deve ter uma vida útil dos seus componentes estruturais de ao mínimo 50 anos.

O ensaio de determinação dos teores solúveis em concreto - Sais, Cloretos e Sulfatos - normatizado pela ABNT NBR 9917:2022 e de acordo com as recomendações preconizadas na ABNT NBR 13797:1997 e ASTM C114:2009, objetiva a determinação dos teores de íons cloreto, sulfatos e sais solúveis em uma amostra de concreto pulverizado.

A obtenção destes teores é imprescindível para uma completa análise da durabilidade situacional de uma estrutura, uma vez que são preconizados os limites para os teores de íons cloretos e sulfatos no concreto pela ABNT NBR 12655:2012 e pela ABNT NBR 16697:2018, respectivamente.

A ABNT NBR 12655:2015 estabelece limites para o teor crítico de cloretos em relação à massa de cimento de acordo com a condição de serviço da estrutura e à classe de agressividade ambiental a que esta está exposta.

Os íons cloretos livres são responsáveis pela despassivação e consequente corrosão eletroquímica das armaduras do concreto armado.O estágio avançado da corrosão corrobora na perda de capacidade portante de uma estrutura, comprometendo de modo precoce a durabilidade da mesma.

A ABNT NBR 16697:2018 por sua vez estabelece um limite único do teor de sulfatos (SO_3) expresso em porcentagem de massa, para todos os cimentos por ela preconizados.

O ataque por sulfatos no concreto ocasiona a fissuração e trincamento do elemento estrutural, devido à reações de expansão dos componentes químicos do concreto afetados pelo sulfato.

2.0 METODOLOGIA DE ENSAIO

As amostras para este ensaio são recebidas em forma de testemunho de concreto, com a devida identificação de origem. São divididas frações do material para cada ensaio a ser realizado a partir da moagem do material.

A determinação do teor de cloretos livres é realizada pelo método titulação condutimétrica e pelo método de Mohr (titulação colorimétrica) para uma validação cruzada dos resultados. Utiliza-se como titulante uma solução de Nitrato de Prata ($AgNO_3$) padronizada.

O método da titulação condutimétrica, utilizado por aparelhos de determinação automática, verifica o ponto de viragem da solução a partir da mudança de sua condutividade durante a adição do titulante, uma vez que ele consome todos os íons cloreto. Por fim, o seu excesso causa o aumento progressivo da condutividade.

Para a determinação do teor de sulfatos livres, realiza-se a precipitação dos sulfatos em meio ácido, por meio da adição do Cloreto de Bário ($BaCl_2$). Após a adição do BaCl, mistura-se a solução e deixa-se em repouso por um período de 24 horas. Em seguida, filtra-se a solução e lava-se o soluto ($BaSO_4$) até que verifique a ausência de íons cloreto. Por fim realiza-se a calcinação do precipitado a 900°C por 1 hora. Após resfriamento em dessecador, o conteúdo é pesado e determinado o teor de sulfatos obtido.

Por fim, a determinação de sais solúveis na solução é realizada a partir da análise gravimétrica, para isso é separada uma amostra de 100ml da solução inicial. Realiza-se evaporação da água solução, restando assim apenas o soluto (sais). Ao fim pesa-se o soluto restante, previamente resfriado, e determina-se o teor de sais.

3.0 MATERIAL FORNECIDO

O material fornecido pela contratante consistiu em 20 amostras de concreto, constituindo o lote de amostras 191092025.

Tabela 1 – Amostras do lote 28918072025 recebidas pela PI Engenharia.

Amostra	Descrição	Tipo
CP01	V3 LONG3 DI	CONCRETO
CP03	V3 TRAVESSA 2DI	CONCRETO
CP04	V3 PILAR 4DI	CONCRETO
CP05	V5 LONG DI	CONCRETO
CP06	V5 P4 DI	CONCRETO
CP07	V5 P4	CONCRETO
CP08	V5 TRAV2 DI	CONCRETO
CP12	V12 TRAV1 DG	CONCRETO
CP17	V12 P1	CONCRETO
CP18	V12 LONG1 DI	CONCRETO
CP19	V12 P4 DI	CONCRETO
CP20	V12 TRAV2 DI	CONCRETO
CP21	V12 LONG5 DI	CONCRETO
CP22	V15 P2	CONCRETO
CP23	V15 L2	CONCRETO
CP24	V15 TV1	CONCRETO
CP25	V15 P1	CONCRETO
CP26	V15 L1	CONCRETO
CP29	V18 P1	CONCRETO
CP30	V18 TRAV1 DG	CONCRETO

4.0 AFERIÇÃO DA CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO

A aferição da calibração do equipamento é feita com a sequência metodológica demandada pelo material. São aferidos todos os equipamentos necessários.

Para a realização dessa etapa, utiliza-se a água deionizada/destilada e soluções padronizadas. Para calibração da sonda de pH, separa-se as soluções tampão de pH 4, 7 e 10, utilizando 15mL de cada. Instala-se a sonda de pH no medidor multi-parâmetro e realiza-se a fixação da sonda na garra da haste universal.

O fluxograma de calibração ocorre da forma como Figura 1, seguida dos registros das aferições realizadas em laboratório.

Figura 1 – Fluxograma de calibração do pH



Fonte: PI Engenharia

Figura 2 – Soluções utilizadas para calibração



Fonte: PI Engenharia

Figura 3 – Aferição da calibração do medidor multiparâmetro para o ensaio



Fonte: PI Engenharia

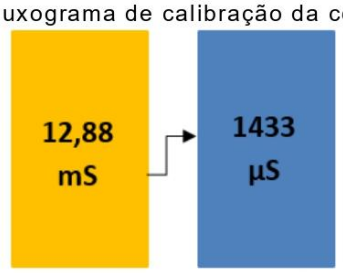
Tabela 2 – Aferição da calibração do medidor multiparâmetro

Solução padrão	Registro de aferição
pH 4	4,00
pH 7	7,00
pH 9	9,00
pH 10	10,00

Para calibração da sonda de condutividade, separa-se as soluções tampão de condutividade 1433 µS/cm e 12,88 mS/cm, utilizando 15mL de cada. Instala-se a sonda de condutividade no medidor multi-parâmetro e realiza-se a fixação da sonda na garra da haste universal.

O fluxograma de calibração ocorre da forma como Figura 4, seguida dos registros das aferições realizadas em laboratório.

Figura 4 – Fluxograma de calibração da condutividade



Fonte: PI Engenharia

Figura 5 – Soluções utilizadas para calibração



Fonte: PI Engenharia

Figura 6 – Aferição da calibração do equipamento para o ensaio



Fonte: PI Engenharia

Tabela 3 – Aferição da calibração do medidor multiparâmetro

Solução padrão	Registro de aferição
1433 µS/cm	1433 µS/cm
12,88 mS/cm	12,88 mS/cm

Em seguida, as medições das balanças são aferidas com o conjunto de pesos padrões. A balança analítica é aferida com as massas de 100, 50, 20, 10, 5, 2, 0,5, 0,2, 0,1, 0,05, 0,02 e 0,01. Já a semi-analítica, são utilizados os padrões 100, 50, 20, 10, 5, 2 e 0,5 gramas.

Figura 7 – Aferição da calibração da balança semi analítica para o ensaio



Fonte: PI Engenharia

Tabela 4 – Aferição da calibração da balança semi analítica

Peso padrão	Registro de aferição
100 g	100,03
50 g	50,00
20 g	20,00
10 g	9,99
5 g	5,00
2 g	2,00
0,5 g	0,50

Figura 8 – Aferição da calibração da balança analítica para o ensaio



Fonte: PI Engenharia

Tabela 5 – Aferição da calibração da balança analítica

Peso padrão	Registro de aferição
100 g	100,0015
50 g	49,9998
20 g	20,0030
10 g	9,9953
5 g	4,9986
2 g	2,0045
0,5 g	0,4972
0,02 g	0,1979
0,01g	0,0124

5.0 RESULTADOS

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos para o ensaio de determinação dos teores solúveis concreto.

Tabela 6 – Teor de cloretos solúveis em cada amostra

Amostra	% Cloretos*	Situação conforme norma**
CP01 (V3 LONG3 DI)	0,0	APROVADO
CP03 (V3 TRAVESSA2 DI)	1,1	REPROVADO
CP04 (V3 PILAR 4 DI)	0,0	APROVADO
CP05 (V5 LONG DI)	0,0	APROVADO
CP06 (V5 P4 DI)	1,9	APROVADO
CP07 (V5 P4)	2,6	REPROVADO
CP08 (V5 TRAV2 DI)	0,0	APROVADO
CP12 (V12 TRAV1 DG)	3,4	REPROVADO
CP17 (V12 P1)	1,9	REPROVADO
CP18 (V12 LONG1 DI)	0,0	APROVADO
CP19 (V12 P4 DI)	3,4	REPROVADO
CP20 (V12 TRAV2 DI)	0,0	APROVADO
CP21 (V12 LONG5 DI)	0,0	APROVADO
CP22 (V15 P2)	0,7	REPROVADO
CP23 (V15 L2)	0,0	APROVADO
CP24 (V15 TV1)	0,0	APROVADO
CP25 (V15 P1)	3,3	REPROVADO
CP26(V15 L1)	0,0	APROVADO
CP29 (V18 P1)	0,8	REPROVADO
CP30 (V18 TRAV1 DG)	0,0	APROVADO

Fonte: PI Engenharia

Tabela 7 – Teor de sulfatos solúveis em cada amostra

Amostra	% Sulfatos*	Situação conforme norma**
CP01 (V3 LONG3 DI)	0,8	APROVADO
CP03 (V3 TRAVESSA2 DI)	0,2	APROVADO
CP04 (V3 PILAR 4 DI)	0,1	APROVADO
CP05 (V5 LONG DI)	1,2	APROVADO
CP06 (V5 P4 DI)	0,1	APROVADO
CP07 (V5 P4)	0,1	APROVADO
CP08 (V5 TRAV2 DI)	0,2	APROVADO
CP12 (V12 TRAV1 DG)	0,1	APROVADO
CP17 (V12 P1)	0,0	APROVADO
CP18 (V12 LONG1 DI)	0,4	APROVADO
CP19 (V12 P4 DI)	0,0	APROVADO
CP20 (V12 TRAV2 DI)	0,2	APROVADO
CP21 (V12 LONG5 DI)	0,1	APROVADO
CP22 (V15 P2)	0,0	APROVADO
CP23 (V15 L2)	0,2	APROVADO
CP24 (V15 TV1)	1,6	APROVADO
CP25 (V15 P1)	0,1	APROVADO
CP26(V15 L1)	0,2	APROVADO
CP29 (V18 P1)	0,1	APROVADO
CP30 (V18 TRAV1 DG)	0,8	APROVADO

Fonte: PI Engenharia

6.0 COMENTÁRIOS

* O percentual de cloretos e sulfatos apresentado diz respeito à concentração com base na massa de cimento, para comparação com o parâmetro da NBR 12655:2015. Esse percentual foi obtido com o teor de cloretos em relação à massa de concreto e o consumo de cimento estimado para as amostras.

Para a conversão dos teores obtidos por massa de concreto para teores por massa de cimento deve-se utilizar a equação abaixo.

$$\%C_{cim} = \frac{\%C_{con} * \rho_{con}}{C_{cim}}$$

Em que:

$\%C_{cim}$: Porcentagem do teor sobre a massa de cimento;

$\%C_{con}$: Porcentagem do teor sobre a massa de cimento;

ρ_{con}: Densidade do concreto (kg/m³);

C_{cim}: Consumo de cimento (kg/m³).

** Os parâmetros de concentração de cloretos fornecidos pela ABNT NBR 12655:2015 (Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento). Estes teores são dados em porcentagem por massa de cimento e estão reproduzidos na tabela abaixo.

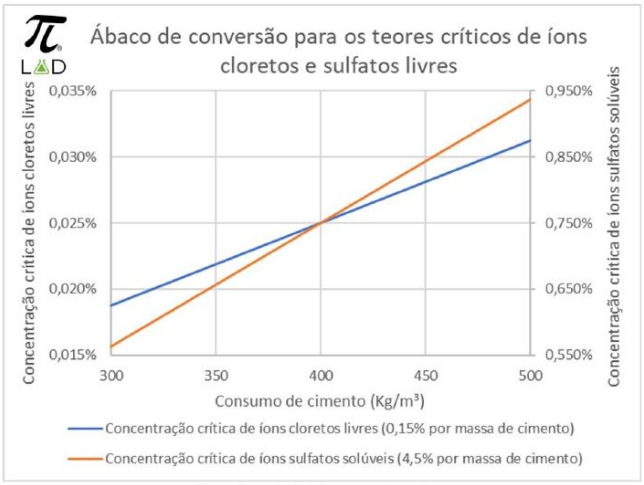
Tabela 8 – Teor máximo de íons cloreto para proteção das armaduras do concreto

Classe de agressividade	Condições de serviço da estrutura	Teor máximo de íons cloreto (Cl^-) no concreto (% sobre a massa de cimento)
Todas	Concreto protendido	0,05
III e IV	Concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,15
II	Concreto armado não exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,30
I	Concreto armado em brandas condições de exposição (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura)	0,40

Fonte: ABNT NBR 12655:2015.

A ABNT NBR 16697:2018 (Cimento Portland – Requisitos) por sua vez, preconiza o limite máximo para o teor de sulfatos (SO_3) em porcentagem sobre

a cimento como sendo de 4,5%. No entanto, não há parâmetros oficiais sobre a concentração de sulfatos na massa de concreto.



Fonte: PI Engenharia.

7.0 CERTIFICADOS E CALIBRAÇÕES

Os certificados de calibração anexados abaixo referem-se a ferramentas e equipamentos utilizados ao longo dos procedimentos dos ensaios. Nestes certificados, constam as informações dos equipamentos e as datas das respectivas calibrações.

No que tange aos métodos utilizados para calibração, existem os objetos chamados “padrões”. Estes padrões possuem uma identificação e um intervalo de validade de utilização, que corresponde ao tempo que podem ser utilizados como calibradores. Assim, a data de validade do padrão corresponde ao prazo para sua utilização, mas não interfere no período de duração da calibração do equipamento.

Ademais, antes da realização dos ensaios, são aferidas as calibrações e registradas no relatório, conforme desenvolvimento do documento.

AKSO

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Cliente:	PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço:	AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG
Solicitante:	PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço:	AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG

Data da Calibração	Data da Emissão	OS/Pedido	Nº do Certificado
22/09/2022	22/09/2022	0010084035379	27995/2022

Descrição:	Medidor Multiparâmetro		
TAG:	27992	**Modelo:**	AK88 v.2
Série:	1000147	**Fabricante:**	AKSO
Resolução do instrumento:	0,1		
Identificação do sensor:	10532346		
Canal/Entrada:	pH		

Procedimento:	A calibração foi realizada conforme o Procedimento: PT-23-LA , revisão 2
Método:	Comparação com termômetro digital de referência. Calibração realizada no Laboratório AKSO.
Condições Ambientais:	Temperatura: (23 ± 3) °C Umidade Relativa: (55 ± 25) %UR

Padrões Utilizados:

Padrão	Descrição	Certificado	Laboratório	Válido
TDP-003	Termômetro digital padrão c/ sensor pt-100	T0325/2022	Labelo	03/2023

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos (Veff) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi determinada de acordo com o "Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008", 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008. Os valores de k e Veff são apresentados na tabela de resultados.

RESULTADOS DE TEMPERATURA

VR (°C)	MM (°C)	ERRO (°C)	U (°C)	k	*V* eff
20,0	19,5	-0,5	0,3	2,00	INFINITOS
25,0	24,7	-0,3	0,3	2,00	INFINITOS
30,0	29,6	-0,4	0,3	2,00	INFINITOS

VR = Valor de Referência (Leitura Padrão)
MM = Média das Medições (Leitura do Instrumento)
ERRO = MM - VR

U = Incerteza de Medição Expandida
k = Fator de Abrangência
Veff = Graus de Liberdade Efetivos

Observações:
A escala de temperatura em uso é a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITT-90).
A profundidade de imersão do sensor é de dez vezes o diâmetro externo de proteção.

Alessandra de Quadros Willand
Signatário Autorizado

RQ-10-LA
Rev: 06

Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. Este calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na regulamentação metrológica. A AKSO autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral.

Akso Produtos Eletrônicos Ltda.
Rua Emílio Dexheimer, 357 - Bairro Jardim América, São Leopoldo - RS - CEP: 93032-200
Telefone/WhatsApp: (51) 3406.1717
www.akso.com.br

Página 1 de 1

AKSO
qualidade que se mede

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Cliente: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG
Solicitante: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG

Data da Calibração	Data da Emissão	OS/Pedido	Nº do Certificado
22/09/2022	22/09/2022	0010084035379	27992/2022

Descrição: Medidor Multiparâmetro
TAG: 27992 **Modelo:** AK88 v.2
Série: 1000147 **Fabricante:** AKSO
Identificação do Eletrodo: 10532346

Procedimento: A calibração foi realizada conforme o procedimento: PT-14-LA revisão: 3
Método: Comparação direta em solução padrão.
Calibração realizada no Laboratório AKSO.

Condições Ambientais: Temperatura: (23 ± 3) °C
Umidade Relativa: (55 ± 25) %UR

Padrões Utilizados:

Padrão	Descrição	Certificado	Laboratório	Válido
MRC pH 4	Material de Referência Certificado - pH 4	MR-235/21 Rev.1	Elus	05/2023
MRC pH 7	Material de Referência Certificado - pH 7	MR-210/21	Elus	04/2023
MRC pH 10	Material de Referência Certificado - pH 10	MR-220/21 Rev1	Elus	04/2023

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos (Veff) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi determinada de acordo com o "Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008", 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008. Os valores de k e Veff são apresentados na tabela de resultados.

RESULTADOS DE PH COM MATERIAL DE REFERÊNCIA CERTIFICADO

VR (pH)	MM (pH)	ERRO (pH)	U (pH)	k	V eff
4,01	4,00	-0,01	0,02	2,00	INFINITOS
7,00	7,00	0,00	0,02	2,00	INFINITOS
10,00	10,00	0,00	0,02	2,00	INFINITOS

VR = Valor de Referência (Leitura Padrão)
MM = Média das Medições (Leitura do Instrumento)
U = Incerteza de Medição
k = Fator de Abrangência
ERRO = MM - VR
Veff = Graus de Liberdade Efetivos

Alessandra de Quadros Willand
Signatário Autorizado

RQ-13-LA
Revisão: 3

Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na regulamentação metrológica. A AKSO autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral.

Akso Produtos Eletrônicos Ltda.
Rua Emilio Dexheimer, 357 - São Leopoldo - RS - CEP: 93032-200
Fone (51) 3406-1717 www.akso.com.br

Página 1 de 1

AKSO

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Cliente:	PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço:	AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG
Solicitante:	PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço:	AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG

Data da Calibração	Data da Emissão	OS/Pedido	Nº do Certificado
22/09/2022	22/09/2022	0010084035379	27996/2022

Descrição:	Medidor Multiparâmetro		
TAG:	27992	**Modelo:**	AK88 v.2
Série:	1000147	**Fabricante:**	AKSO
Resolução do instrumento:	0,1		
Identificação do sensor:	10532600		
Canal/Entrada:	D.O.		

Procedimento:	A calibração foi realizada conforme o Procedimento: PT-23-LA , revisão 2
Método:	Comparação com termômetro digital de referência. Calibração realizada no Laboratório AKSO.
Condições Ambientais:	Temperatura: (23 ± 3) °C Umidade Relativa: (55 ± 25) %UR

Padrões Utilizados:

Padrão	Descrição	Certificado	Laboratório	Válido
TDP-003	Termômetro digital padrão c/sensor pt-100	T0325/2022	Labelo	03/2023

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos (Veff) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi determinada de acordo com o "Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008", 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008. Os valores de k e Veff são apresentados na tabela de resultados.

RESULTADOS DE TEMPERATURA

VR (°C)	MM (°C)	ERRO (°C)	U (°C)	k	*V* eff
20,0	19,9	-0,1	0,3	2,00	INFINITOS
25,0	25,0	0,0	0,3	2,00	INFINITOS
30,0	29,9	-0,1	0,3	2,00	INFINITOS

VR = Valor de Referência (Leitura Padrão)
MM = Média das Medições (Leitura do Instrumento)
ERRO = MM - VR

U = Incerteza de Medição Expandida
k = Fator de Abrangência
Veff = Graus de Liberdade Efetivos

Observações:
A escala de temperatura em uso é a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITT-90).
A profundidade de imersão do sensor é de dez vezes o diâmetro externo de proteção.

Alessandra de Quadros Willand
Signatário Autorizado

RQ-10-LA
Rev: 06

Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. Este calibração não isenta o instrumento do controle metrológicos estabelecido na regulamentação metrológica. A AKSO autoriza a reprodução deste certificado, desde que quaisquer cópias sempre apresente seu conteúdo integral.

Akso Produtos Eletrônicos Ltda.
Rua Emílio Dexheimer, 357 - Bairro Jardim América, São Leopoldo - RS - CEP: 93032-200
Telefone/WhatsApp: **(51) 3406.1717**
www.akso.com.br

AKSO
qualidade que se mede

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Cliente: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG
Solicitante: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG

Data da Calibração	Data da Emissão	OS/Pedido	Nº do Certificado
22/09/2022	22/09/2022	0010084035379	27993/2022

Descrição: Medidor Multiparâmetro
TAG: 27992 **Modelo:** AK88 v.2
Série: 1000147 **Fabricante:** AKSO
Identificação do eletrodo: 10532600

Procedimento: A calibração foi realizada conforme procedimento PT-29-LA revisão 1
Método: Comparação direta com medidor padrão de oxigênio dissolvido.
Calibração realizada no Laboratório AKSO.

Condições Ambientais: Temperatura: (23 ± 3) °C
Umidade Relativa: (55 ± 25) %UR

Padrões Utilizados:

Padrão	Descrição	Certificado	Laboratório	Válido
1021527	Medidor de Oxigênio Dissolvido	E11882/21	Elus	07/2023

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos (Veff) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi determinada de acordo com o "Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008", 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008. Os valores de k e Veff são apresentados na tabela de resultados.

RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO

VR (mg/L)	MM (mg/L)	ERRO (mg/L)	U (mg/L)	k	*V eff*
0,0	0,3	0,3	0,2	2,00	INFINITOS
8,6	8,8	0,2	0,2	2,00	INFINITOS

VR = Valor de Referência (Leitura Padrão)
MM = Média das Medições (Leitura do Instrumento)
U = Incerteza de Medição
ERRO = MM - VR
k = Fator de Abrangência
Veff = Graus de Liberdade Efetivos

Observações:
- O sensor nunca deve estar sem o preenchimento da solução de reação, e a troca da membrana, deve ser efetuada conforme orientação do fabricante.

Alessandra de Quadros Willand
Signatário Autorizado

RQ-32-LA
Revisão: 02

Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na regulamentação metrológica. A AKSO autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral.

Akso Produtos Eletrônicos Ltda.
Rua Emilio Dexheimer, 357 - São Leopoldo - RS - CEP: 93032-200
Fone (51) 3406-1717 www.akso.com.br

Página 1 de 1

AKSO

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Cliente: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG
Solicitante: PI ENGENHARIA E LOCAÇÕES LTDA
Endereço: AV. CRISTIANO MACHADO, 640 - 1401 - BELO HORIZONTE - MG

Data da Calibração	Data da Emissão	OS/Pedido	Nº do Certificado
22/09/2022	22/09/2022	0010084035379	27994/2022

Descrição: Medidor Multiparâmetro
TAG: 27992 **Modelo:** AK88 v.2
Série: 1000147 **Fabricante:** AKSO

Procedimento: A calibração foi realizada conforme o Procedimento: PT-09-LA Revisão 3
Método: Comparação direta em solução padrão.
Calibração realizada no Laboratório AKSO.

Condições Ambientais: Temperatura: (23 ± 3) °C
Umidade Relativa: (55 ± 25) %UR

Padrões Utilizados:

Padrão	Descrição	Certificado	Laboratório	Válido
MRC - 1408 µS/cm	Material de Referência Certificado - 1408 µS/cm	MR-234/21	Elus	11/2022

Incerteza de Medição: A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com graus de liberdade efetivos (Veff) corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi determinada de acordo com o "Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008", 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008. Os valores de k e Veff são apresentados na tabela de resultados.

Identificação da célula de condutividade: 10532096

RESULTADOS DE CONDUTIVIDADE COM MATERIAL DE REFERÊNCIA CERTIFICADO

Unidade	VR	MM	ERRO	U	k	Veff
µS/cm	1.413	1.413	0	6	2,00	INFINITOS

VR = Valor de Referência (Leitura Padrão)
MM = Média das Medições (Leitura do Instrumento)
ERRO = MM - VR

U = Incerteza de Medição
K = Fator de Abrangência
Veff = Graus de Liberdade Efetivos

Alessandra de Quadros Willand
Signatário Autorizado

RQ-18-LA
Revisão: 05

Os resultados deste certificado referem-se exclusivamente ao instrumento submetido à calibração, nas condições específicas, não sendo extensivo a quaisquer lotes. Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na regulamentação metrológica. A AKSO autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral.

Akso Produtos Eletrônicos Ltda.
Rua Emílio Dexheimer, 357 - Bairro Jardim América, São Leopoldo - RS - CEP: 93032-200
Telefone/WhatsApp: **(51) 3406.1717**
www.akso.com.br

Página 1 de 1

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388 Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020247/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020247/2024 - RBC

1. Dados do Solicitante
1. Requester Data

Cliente: Customer:	PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Endereço: Address:	AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Solicitante: Requestor:	PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Endereço: Address:	AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG

2. Dados do Instrumento Calibrado
2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Instrument Type:	Balança Digital	**Ordem de Serviço:** Service Order:	003998/2024
Identificação: Identification:	005335	**Faixa de Indicação:** Indication Range:	0,000 a 5,000 kg, 5,000 a 10,000 kg
Número de Série: Serial Number:	005335	**Resolução:** Resolution:	0,001 kg / 0,002 kg
Modelo: Instrument Model:	ELC-10	**Local da Calibração:** Calibration Location:	Campo
Fabricante: Manufacturer:	BALMAK	**Data de Recebimento:** Receipt Date:	Calibração In-Loco
Classe: Class:	III	**Data da Calibração:** Calibration Date:	27/05/2024
e: e:	0,001/0,002 kg	**Data da Emissão:** Emission Date:	04/06/2024

3. Dados do Ambiente
3. Environment Conditions

Temperatura: Temperature:	23,0°C ± 1,0°C	**Pressão Barométrica:** Barometric Pressure:	915,0 hPa ± 10,0 hPa	**Umidade Relativa:** Relative Umidity:	49,0% ± 2,0%

4. Padrões Utilizados
4. Standards Used

Código (Code)	Descrição (Description)	Certificado (Certificate)	Rastreabilidade (Traceability)	Validade (Validity)
THI.022	Termohigrômetro Digital	M033279/2023	Calibracenter	09/2024
PEP.003	Peso padrão	MA 442_05_22	Padrão Balanças	06/2024
PEP.004	Peso padrão	MA 443_05_22	Padrão Balanças	06/2024
PEP.005	Peso padrão	MA 444_05_22	Padrão Balanças	06/2024
JPP.015	Jogo de Pesos Padrão	M-76059/24	KN WAAGEN - H Eireli	03/2026
BAR.004	Barômetro Digital	LP-294 509	ESCALA	06/2024

5. Procedimento
5. Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.107 - conforme última revisão, onde houve a verificação do erro de medição através da utilização de pesos padrão calibrados e a verificação da excentricidade da balança. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.107 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument.Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020247/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020247/2024 - RBC

6. Resultados da Calibração
6. Results

Resultados - 0 a 5 kg - 0,001 kg

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		
0,020	0,020	0,002	0,006	2,00	∞
2,000	2,000	0,002	0,006	2,00	∞
5,000	5,000	0,002	0,006	2,00	∞

Resultados - 5 a 10 kg - 0,002 kg

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		
8,000	8,000	0,002	0,006	2,00	∞
10,000	10,000	0,002	0,006	2,00	∞

Excentricidade

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)		
4,000	4,000	0,000	0,006	2,00	∞

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020247/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020247/2024 - RBC

7. Notas
7. Notes

Nota: Instrumento Calibrado Sem Ajuste
U = Incerteza expandida de medição.
k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional)
Veff = Graus de liberdade efetivos.
Erro = (Indicação no Intrumento - Indicação no Padrão)
Erro Total = (|Erro| + |Incerteza de medição|)
Laboratório de metrologia Acreditado pela Cgcre de acordo com a norma ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 sob o nº0388
A atividade de ajuste não faz parte do escopo de acreditação da Cgre
A Cgcre é signatária do acordo de reconhecimento mútuo da ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
A Cgcre é signatária de acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a EA-European Co-operation for Accreditation.
Este certificado atende aos requisitos de acreditação da Cgcre, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade á padrões nacionais de medida.
Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso de instrumento regulamentado.
Este certificado esta em conformidade com a norma ABNT NBR-ISO/ IEC – 17025/2017.

Note: Calibrated Instrument Without Adjustment
U = Expanded measurement uncertainty
k = Coverage factor
Veff = Effective degrees of freedom
Erro = (Indication on the Instrument - Indication in the Pattern)
Total Error = (|Error| + |Measurement Uncertainty|)
Metrology Laboratory Accredited by Cgcre in accordance with ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 under No. 0388
The adjustment activity is not part of the accreditation scope of Cgre
Cgcre is a signatory to the mutual recognition agreement of the ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
Cgcre is a signatory of a bilateral mutual recognition agreement with EA-European Co-operation for Accreditation.
This certificate meets Cgcre's accreditation requirements, which assessed the laboratory's competence and proved its traceability to national measurement standards.
The results of this certificate are valid exclusively for the calibrated instrument described, under the specified conditions, not being extended to any others, even if similar.
Partial reproduction of this certificate is not permitted.
This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of an instrument regulated.
This certificate complies with the ABNT NBR-ISO/IEC – 17025/2017 standard.

Evandro dos Reis Costa
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatário Autorizado"
"Authorized Signatory"

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020249/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020249/2024 - RBC

1. Dados do Solicitante
1. Requester Data

Cliente: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Customer:
Endereço: AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:
Solicitante: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Requestor:
Endereço: AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:

2. Dados do Instrumento Calibrado
2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Instrument Type:	Balança Analítica	**Ordem de Serviço:** Service Order:	003998/2024
Identificação: Identification:	BE22001456	**Faixa de Indicação:** Indication Range:	0,0000 a 220,0000 g
Número de Série: Serial Number:	BE22001456	**Resolução:** Resolution:	0,0001 g
Modelo: Instrument Model:	M214AI	**Local da Calibração:** Calibration Location:	Campo
Fabricante: Manufacturer:	Bel	**Data de Recebimento:** Receipt Date:	Calibração In-Loco
Classe: Class:	I	**Data da Calibração:** Calibration Date:	27/05/2024
e: e:	1 mg	**Data da Emissão:** Emission Date:	04/06/2024

3. Dados do Ambiente
3. Environment Conditions

Temperatura: 22,0°C ± 1,0°C (Temperature:) **Pressão Barométrica:** 920,0 hPa ± 10,0 hPa (Barometric Pressure:) **Umidade Relativa:** 55,0% ± 2,0% (Relative Umidity:)

4. Padrões Utilizados
4. Standards Used

Código (Code)	Descrição (Description)	Certificado (Certificate)	Rastreabilidade (Traceability)	Validade (Validity)
THI.022	Termohigrômetro Digital	M033279/2023	Calibracenter	09/2024
JPP.015	Jogo de Pesos Padrão	M-76059/24	KN WAAGEN - H Eireli	03/2026
BAR.004	Barômetro Digital	LP-294 509	ESCALA	06/2024

5. Procedimento
5. Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.107 - conforme última revisão, onde houve a verificação do erro de medição através da utilização de pesos padrão calibrados e a verificação da excentricidade da balança. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.107 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument.Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020249/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020249/2024 - RBC

6. Resultados da Calibração
6. Results

Resultados

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
(g)	(g)	(g)	(g)		
1,0000	1,0000	0,0000	0,0001	2,00	∞
50,0000	49,9998	-0,0002	0,0002	2,00	∞
100,0000	99,9998	-0,0002	0,0004	2,00	∞
150,0000	149,9997	-0,0003	0,0005	2,00	∞
220,0000	219,9996	-0,0004	0,0008	2,00	∞

Excentricidade

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
(g)	(g)	(g)	(g)		
75,0000	74,9998	0,0002	0,0003	2,00	∞

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório de Massa
Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Mass Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020249/2024 - RBC
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020249/2024 - RBC

7. Notas
7. Notes

Nota: Instrumento Calibrado Sem Ajuste
U = Incerteza expandida de medição.
k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional)
Veff = Graus de liberdade efetivos.
Erro = (Indicação no Intrumento - Indicação no Padrão)
Erro Total = (|Erro| + |Incerteza de medição|)
Laboratório de metrologia Acreditado pela Cgcre de acordo com a norma ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 sob o nº0388
A atividade de ajuste não faz parte do escopo de acreditação da Cgre
A Cgcre é signatária do acordo de reconhecimento mútuo da ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
A Cgcre é signatária de acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a EA-European Co-operation for Accreditation.
Este certificado atende aos requisitos de acreditação da Cgcre, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade á padrões nacionais de medida.
Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso de instrumento regulamentado.
Este certificado esta em conformidade com a norma ABNT NBR-ISO/ IEC – 17025/2017.

Note: Calibrated Instrument Without Adjustment
U = Expanded measurement uncertainty
k = Coverage factor
Veff = Effective degrees of freedom
Erro = (Indication on the Instrument - Indication in the Pattern)
Total Error = (|Error| + |Measurement Uncertainty|)
Metrology Laboratory Accredited by Cgcre in accordance with ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 under No. 0388
The adjustment activity is not part of the accreditation scope of Cgre
Cgcre is a signatory to the mutual recognition agreement of the ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
Cgcre is a signatory of a bilateral mutual recognition agreement with EA-European Co-operation for Accreditation.
This certificate meets Cgcre's accreditation requirements, which assessed the laboratory's competence and proved its traceability to national measurement standards.
The results of this certificate are valid exclusively for the calibrated instrument described, under the specified conditions, not being extended to any others, even if similar.
Partial reproduction of this certificate is not permitted.
This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of an instrument regulated.
This certificate complies with the ABNT NBR-ISO/IEC – 17025/2017 standard.

Evandro dos Reis Costa
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatário Autorizado"
"Authorized Signatory"

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M019739/2024

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M019739/2024

1. Dados do Solicitante
1. Requester Data

Cliente: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Customer:

Endereço: AV CRISTIANO MACHADO - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:

Solicitante: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Requestor:

Endereço: AV CRISTIANO MACHADO - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:

2. Dados do Instrumento Calibrado
2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Instrument Type:	Balança Semi-Analítica	**Ordem de Serviço:** Service Order:	003945/2024
Identificação: Identification:	22011130001001	**Faixa de Indicação:** Faixa de Indicação:	0,00 a 4100,00 g
Número de Série: Serial Number:	22011130001001	**Resolução:** Faixa de Indicação:	0,01 g
Modelo: Instrument Model:	BK4000	**Local da Calibração:** Calibration Location:	Laboratório
Fabricante: Manufacturer:	Gehaka	**Data de Recebimento:** Receivement Date:	27/05/2024
Classe: Class:	II	**Data da Calibração:** Calibration Date:	29/05/2024
e: e	0,1g	**Data da Emissão:** Emission Date:	29/05/2024

3. Dados do Ambiente
3. Environment Conditions

Temperatura: 23,0°C ± 5,0°C
Temperature:

Pressão Barométrica: 920,0 hPa ± 15,0 hPa
Barometric Pressure:

Umidade Relativa: 50,0% ± 20,0%
Relative Humidity:

4. Padrões Utilizados
4. Standards Used

Código Code	Descrição Description	Certificado Certificate	Rastreabilidade Traceability	Validade Validity
JPP.008	Jogo de Pesos Padrão	M-76057/24	KN WAAGEN - H Eireli	03/2026
JPP.024	Jogo de Pesos Padrão	M-72518/23	KN WAAGEN - H Eireli	03/2025

5. Procedimento
5. Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.012 - conforme última revisão, onde houve a verificação do erro de medição através da utilização de pesos padrão calibrados e a verificação da excentricidade da balança. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.012 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument.Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

5.1 Norma de Referência
5.1 Reference Norm

Portaria nº 157, de 31 de março de 2022.

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M019739/2024 Pag. 2/3

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M019739/2024

6. Resultados
6. Results

Antes do Ajuste:
Before Adjustment:

Devido o instrumento apresentar-se danificado, não foi possível efetuar a calibração antes do ajuste.
Due to the instrument being damaged, it was not possible to perform the calibration before the adjustment.

Resultados

Indicação Padrão Standard Indication	Indicação Instrumento Instrument Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff	Erro Total Total Error
(g)	(g)	(g)	(g)			(g)
0,20	0,20	0,00	0,01	2,00	∞	0,01
500,00	500,00	0,00	0,01	2,00	∞	0,01
1000,00	1000,00	0,00	0,01	2,00	∞	0,01
2000,00	2000,00	0,00	0,01	2,00	∞	0,01
4100,00	4099,99	-0,01	0,01	2,00	∞	0,02

Excentricidade

Indicação Padrão Standard Indication	Indicação Instrumento Instrument Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff	Erro Total Total Error
(g)	(g)	(g)	(g)			(g)
2000,00	2000,00	0,00	0,01	2,00	∞	0,01

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M019739/2024 Pag. 3/3

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M019739/2024

7. Notas
7. Notes

Os valores obtidos foram considerados após média de três medições.
Nota: Instrumento Calibrado com Ajuste
Veff = Graus de liberdade efetivo.
K = Fator de abrangência.
Erro = (Indicação no Intrumento - Indicação no Padrão)
Erro Total = (|Erro| + |Incerteza de medição|)

O erro se refere a Média do Valor Indicado Instrumento - Média do Valor Indicado Padrão.
A Incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95,45%.O fator (K) e um multiplicativo tabelado.
A incerteza de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso do instrumento regulamentado.
Este certificado está em conformidade com a norma ABNT NBR - ISO/ IEC-17025/2017.
A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no seu sistema da qualidade.
Certificado digital, dispensa cópia física.

The values obtained were considered after the average of three measurements.
Note: Calibrated Instrument with Adjustment
k = Coverage factor (dimensionless multiplicative factor)
Veff = Effective degrees of freedom
Error = (Indication on the Instrument - Indication on the Standard)
Total Error = (|Error| + |Measurement Uncertainty|)

The error refers to Mean Indicated Value Instrument - Mean Default Indicated Value.
The reported Expanded Measurement Uncertainty is stated as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor k, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95.45%. The factor (K) is a tabulated multiplicative.
The measurement uncertainty was determined in accordance with publication EA-4/02.
The results of this certificate are valid exclusively for the calibrated instrument described, under the specified conditions, not being extended to any others, even if similar.
Partial reproduction of this certificate is not permitted.
This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of the regulated instrument.
This certificate complies with the ABNT NBR - ISO/IEC-17025/2017 standard.
The instrument's calibration validity must be established by the user in a calibration plan described in their quality system.
Digital certificate, no physical copy required.

8. Observações
8. Observations

Lacre: 20444

Rogerio Henrique de Martins Pereira
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatario Autorizado"
"Authorized Signatory"

(31) 3398 9022
www.calibracenter.com.br
calibracenter@calibracenter.com.br
Av. Severino Ballesteros Rodrigues, 2.999, Ressaca, Contagem/MG CEP 32.110-005

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020281/2024

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020281/2024

1. Dados do Solicitante
1. Requester Data

Cliente: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Customer:

Endereço: AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:

Solicitante: PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Requestor:

Endereço: AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Address:

2. Dados do Instrumento Calibrado
2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Bureta Automática
Instrument Type:

Identificação: BUR-001
Identification:

Número de Série: 22H31979
Serial Number:

Modelo: DE-M22
Instrument Model:

Fabricante: Brand Titrette
Manufacture:

Faixa de Indicação: 0 a 50 ml
Indication Range:

Resolução: 0,01 ml
Resolution:

Ordem de Serviço: 003945/2024
Service Order:

Local da Calibração: Laboratório
Calibration Location:

Data de Recebimento: 27/05/2024
Receivement Date:

Data da Emissão: 04/06/2024
Emission Date:

Data da Calibração: 04/06/2024
Calibration Date:

3. Dados do Ambiente
3. Environment Conditions

Temperatura: 20,0°C ± 1,0°C
Temperature:

Pressão Barométrica: 930,0 hPa ± 15,0 hPa
Barometric Pressure:

Umidade Relativa: 50,0% ± 20,0%
Relative Umidity:

4. Padrões Utilizados
4. Standards Used

Código Code	Descrição Description	Certificado Certificate	Rastreabilidade Traceability	Validade Validity
BAL.014	Balança Semi-Analítica	M002155/2024	Calibracenter	01/2025
BAR.004	Barômetro Digital	LP-294 509	ESCALA	06/2024
TTE.001	Termômetro Tipo Espeto	CER35974/22	ENGECAL	06/2024
THE.024	Termohigrômetro Digital	M003232/2024	Calibracenter	01/2025

5. Método Utilizado
5. Method Used

5.1 Procedimento
5.1 Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.045 - conforme última revisão, onde houve a comparação entre a indicação do instrumento e a leitura apresentada pelo padrão. A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.045 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument.Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

CALIBRACENTER®
Só não medimos esforços!

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020281/2024 Pág. 2/2
CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020281/2024

6. Resultados
6. Results

Tabela de Resultados

Indicação Instrumento Standard Indication	Indicação Padrão Instrument Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff	Erro Total Total Error
(ml)	(ml)	(ml)	(ml)			(ml)
10,00	9,95	0,05	0,01	2,00	∞	0,06
20,00	19,97	0,03	0,01	2,00	∞	0,04
30,00	29,93	0,07	0,01	2,00	∞	0,08
40,00	39,94	0,06	0,01	2,00	∞	0,07
50,00	49,98	0,02	0,01	2,00	∞	0,03

7. Notas
7. Notes

Os valores obtidos foram considerados após média de três medições.
Nota: Instrumento Calibrado Sem Ajuste
Erro Total = (|Erro| + |Incerteza de medição|)
Veff = Graus de liberdade efetivo.
K = Fator de abrangência.
O erro se refere a Média do Valor Indicado Instrumento - Média do Valor Indicado Padrão.
A Incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95,45%.O fator (K) e um multiplicativo tabelado. A incerteza de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso do instrumento regulamentado.
Este certificado está em conformidade com a norma ABNT NBR - ISO/ IEC-17025/2017.
A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no seu sistema da qualidade.
Certificado digital, dispensa cópia física.

The values obtained were considered after an average of three measurements.
Note: Calibrated Instrument Without Adjustment
Total Error = (|Error| + |Measurement Uncertainty|)
Veff = Effective degrees of freedom
k = Coverage factor

The error refers to the Average of the Indicated Value Instrument - Average of the Indicated Value Standard.
The reported expanded measurement uncertainty is declared as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor k, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95.45%. The factor (K) is a tabulated multiplicative.
The measurement uncertainty was determined according to publication EA-4/02.
The results of this certificate are valid only for the calibrated instrument described, under the specified conditions, and are not extended to any others, even if similar.
Partial reproduction of this certificate is not permitted.
This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of a regulated instrument.
This certificate complies with the ABNT NBR-ISO / IEC - 17025/2017 standard.
The calibration validity of the instrument must be established by the user in the calibration plan described in his quality system.
Digital certificate, no physical copy required.

Ana Clara Rodrigues
Ana Clara Rodrigues
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatário Autorizado"
"Authorized Signatory"

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório Dimensional

Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Dimensional Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020250/2024 - RBC

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020250/2024 - RBC

1. Dados do Solicitante
1. Requester Data

Cliente: Customer:	PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Endereço: Address:	AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG
Solicitante: Requestor:	PI ENGENHARIA DIAGNOSTICA LTDA
Endereço: Address:	AV CRISTIANO MACHADO 640 - SAGRADA FAMILIA - Belo Horizonte-MG

2. Dados do Instrumento Calibrado
2. Calibrated Instrument Data

Instrumento: Instrument Type:	Paquímetro Quadrimensional Digital	**Faixa de Indicação:** Indication Range:	0,00 a 200,00mm
Identificação: Identification:	PQ-001	**Resolução:** Resolution:	0,01 mm
Número de Série: Serial Number:	S/N	**Local da Calibração:** Calibration Location:	Laboratório
Modelo: Instrument Model:	S/m	**Data de Recebimento:** Receipt Date:	29/05/2024
Fabricante: Manufacturer:	Kingtools	**Data da Emissão:** Emission Date:	04/06/2024
Ordem de Serviço: Service Order:	003998/2024	**Data da Calibração:** Calibration Date:	27/05/2024

3. Dados do Ambiente
3. Environment Conditions

Temperatura: 23,0°C ± 1,0°C
Temperature:

Umidade Relativa: 49,0% ± 2,0%
Relative Umidity:

4. Padrões Utilizados
4. Standards Used

Código Code	Descrição Description	Certificado Certificate	Rastreabilidade Traceability	Validade Validity
JBP.004	Jogo de Blocos Padrão	D3945 22	Laboratório Feinmess	03/2025

5. Método Utilizado
5. Method Used

5.1 Procedimento
5.1 Procedure

A calibração foi realizada conforme procedimento IPR.001 - conforme última revisão, onde houve a comparação entre a indicação do padrão e a leitura apresentada pelo instrumento.A calibração foi realizada no instrumento acima com base em nosso procedimento de confirmação metrológica PGQ-005.

Calibration was performed according to procedure IPR.001 - according to the last revision, where there was a comparison between the indication of the standard and the reading presented by the instrument.Calibration was performed on the above instrument based on our metrological confirmation procedure PGQ-005.

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório Dimensional

Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Dimensional Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020250/2024 - RBC

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020250/2024 - RBC

6. Resultados
6. Results

Medição Externa

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
mm	mm	mm	mm		
5,00	5,00	0,00	0,01	2,00	∞
60,00	60,00	0,00	0,01	2,00	∞
120,00	120,00	0,00	0,01	2,00	∞
180,00	180,00	0,00	0,01	2,00	∞
240,00	239,99	-0,01	0,01	2,00	∞
300,00	299,99	-0,01	0,01	2,00	∞

Medição Interna

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
mm	mm	mm	mm		
30,00	30,00	0,00	0,01	2,00	∞

Medição Ressalto

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
mm	mm	mm	mm		
15,00	15,00	0,00	0,01	2,00	∞

Medição Profundidade

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
mm	mm	mm	mm		
15,00	15,00	0,00	0,01	2,00	∞

Paralelismo Interno

Indicação Padrão Instrument Indication	Indicação Instrumento Standard Indication	Erro Error	Incerteza de medição Measurement Uncertainty	k	Veff
mm	mm	mm	mm		
1,00	1,00	0,00	0,01	2,00	∞

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a Norma NBR ISO/IEC 17025 Sob o n°0388
Laboratório Dimensional

Calibration Laboratory Accredited by Cgcre according to with NBR ISO/IEC 17025 Standard Under N°0388
Dimensional Laboratory

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: M020250/2024 - RBC

CALIBRATION CERTIFICATE Nº: M020250/2024 - RBC

7. Notas

7. Notes

Nota: Instrumento Calibrado Sem Ajuste

Erro = (Indicação no Intrumento - Indicação no Padrão)
U = Incerteza expandida de medição.
k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional)
Veff = Graus de liberdade efetivos.
Laboratório de metrologia Acreditado pela Cgcre de acordo com a norma ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 sob o nº0388
A atividade de ajuste não faz parte do escopo de acreditação da Cgre
A Cgcre é signatária do acordo de reconhecimento mútuo da ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
A Cgcre é signatária de acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a EA-European Co-operation for Accreditation.
Este certificado atende aos requisitos de acreditação da Cgcre, o qual avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade á padrões nacionais de medida.
Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.
Não é permitida a reprodução parcial deste certificado.
Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica, no caso de instrumento regulamentado.
Este certificado esta em conformidade com a norma ABNT NBR-ISO/ IEC – 17025/2017.
Certificado digital, dispensa cópia física.

Note: Calibrated Instrument Without Adjustment

Error = (Indication in The Instrument - Indication in the Standard)
U = Expanded measurement uncertainty
k = Coverage factor
Veff = Effective degrees of freedom
Metrology Laboratory Accredited by Cgcre in accordance with ABNT NBR - ISO/IEC 17025/2017 under No. 0388
The adjustment activity is not part of the accreditation scope of Cgre
Cgcre is a signatory to the mutual recognition agreement of the ILAC- International Laboratory Accreditation Cooperation.
Cgcre is a signatory of a bilateral mutual recognition agreement with EA-European Co-operation for Accreditation.
This certificate meets Cgcre's accreditation requirements, which assessed the laboratory's competence and proved its traceability to national measurement standards.
The results of this certificate are valid exclusively for the calibrated instrument described, under the specified conditions, not being extended to any others, even if similar.
Partial reproduction of this certificate is not permitted.
This calibration does not exempt the instrument from the metrological control established in the Metrological Regulation, in the case of an instrument regulated.
This certificate complies with the ABNT NBR ISO/IEC – 17025/2017 standard.
Digital certificate, no physical copy required.

Evandro dos Reis Costa
"Técnico Executante"
"Performer Technician"

Willian Douglas Martins Paulino
"Signatário Autorizado"
"Authorized Signatory"

13.0 ANEXO 05 – ART'S

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250158738

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

BRUNO FERNAL SIQUEIRA RNP: **1420135511**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** Registro: **293784**
Empresa contratada: **CONSÓRCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

BRUNO FERNAL SIQUEIRA - CPF: 109.418.326-19

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui	Não Possui
103,03	03/06/2025	R$ 103,03	28320690125154641	Registrada/OK		Livro de Ordem	CAT/CAO

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250157953

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

CAMILO DE LELLIS NOGUEIRA RNP: **1403721157**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** Registro: **40297/D-MG**
Empresa contratada: **CONSÓRCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

_____
CAMILO DE LELLIS NOGUEIRA - CPF: 401.464.136-87

_____

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
103,03	02/06/2025	R$ 103,03	28320690125153828	Registrada/OK			

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250157975

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

JOYCE PATRÍCIA DOS SANTOS
RNP: **1416081666**
Título profissional: **Engenheira Civil,**
Registro: **MG0000211812D**
Empresa contratada: **CONSÓRCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

Joyce Patrícia dos Santos

JOYCE PATRÍCIA DOS SANTOS - CPF: 078.526.946-08

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
103,03	02/06/2025	R$ 103,03	28320690125153850	Registrada/OK			

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250168571

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

LUCAS MARQUES NOGUEIRA
RNP: **2419794141**
Título profissional: **Engenheiro Civil,**
Registro: **321415/D-TO**
Empresa contratada: **CONSÓRCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENADOR TÉCNICO E RESP. TÉCNICO PELO PROJETO DE RESTAURAÇÃO OAE (PROJETO ESTRUTURAL) NO CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

Documento assinado digitalmente
gov.br
LUCAS MARQUES NOGUEIRA
Data: 12/06/2025 13:53:42-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
LUCAS MARQUES NOGUEIRA - CPF: 052.339.971-50

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
103,03	10/06/2025	R$ 103,03	28320690125163882	Registrada/OK			

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250153741

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

THALES THOME NOGUEIRA
RNP: **1418266990**
Título profissional: **Engenheiro Civil,**
Registro: **238933/D-MG**
Empresa contratada: **CONSÓRCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
INSPEÇÃO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

Thales Thome Nogueira

THALES THOME NOGUEIRA - CPF: 129.064.646-51

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
103,03	02/06/2025	R$ 103,03	28320690125153960	Registrada/OK			

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250225988

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

PEDRO AUGUSTO MARTINS MATOZINHO RNP: **1420628038**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** Registro: **324913**
Empresa contratada: **ALTA ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA LTDA - Registro CREA-GO: 17527**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA Celebrado em: 03/04/2025 Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N Bairro: Inaciolândia CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - Complemento: Cidade: Inaciolândia-GO
Data de Início: 28/04/2025 Previsão término: 25/08/2025 Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRENAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENADOR TÉCNICO E RESP. TÉCNICO PELO PROJETO DE RESTAURAÇÃO OAE (PROJETO ESTRUTURAL) NO CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

Documento assinado digitalmente
gov.br PEDRO AUGUSTO MARTINS MATOZINHO
Data: 20/08/2025 17:11:28-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PEDRO AUGUSTO MARTINS MATOZINHO - CPF: 019.163.596-04

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
103,03	11/08/2025	R$ 103,03	28320690125219945	Registrada/OK			

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250224121

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Equipe à 1020250152044

1. Responsável Técnico(a)

ANDRÉA LAPENDA DE MORAES BARBOSA
Título profissional: Engenheira Civil,
RNP: **1801043590**
Registro: **PE020614**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES**
CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20
Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara
CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: -
Complemento:
Cidade: Goiânia-GO
E-Mail:
Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA
Celebrado em: 03/04/2025
Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N
Bairro: Inaciolândia
CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: -
Complemento:
Cidade: Inaciolândia-GO
Data de início: 28/04/2025
Previsão término: 25/08/2025
Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: Infra-estrutura
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA**
CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail:
Fone: (-) -
Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

ASSESSORIA, CONSULTORIA OU ASSISTENCIA	Quantidade	Unidade
ESTUDO GEOLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO GEOTECNIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO HIDROLOGIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO TOPOGRAFIA GEORREFERENCIADA POLIGONAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO AVALIACAO DE CUSTO DE OBRA	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO ENSAIO DE MATERIAL	4.640,00	METROS QUADRADOS
ESTUDO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM MEIO AMBIENTE	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO SINALIZACAO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PONTE, VIADUTO OU ELEVADO DE CONCRETO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO DRAGAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO PAVIMENTACAO ASFÁLTICA	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
PROJETO FUNDACOES PROFUNDAS	4.640,00	METROS QUADRADOS
ORCAMENTO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO BATIMETRIA	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO ENSAIO DE SOLOS	4.640,00	METROS QUADRADOS
EXECUCAO E PROJETO SONDAGEM	4.640,00	METROS QUADRADOS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENADORA GERAL DO CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS E RESPONSÁVEL TÉCNICA PELAS INSPEÇÕES E ESTUDOS DE CONCRETO.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

_____
ANDRÉA LAPENDA DE MORAES BARBOSA - CPF: 463.897.414-72

_____

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06	www.creago.org.br atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200	CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui	Não Possui
103,03	04/08/2025	R$ 103,03	28320690125218095	Registrada/OK		Livro de Ordem	CAT

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

CREA-GO

ART Obra ou serviço
1020250152044

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico(a)

HUMBERTO PINTO SILVA — RNP: **1801133069**
Título profissional: **Engenheiro Civil,** — Registro: **22205/D-PE**
Empresa contratada: **CONSORCIO ALTA- GEOSISTEMAS - Registro CREA-GO: 39438**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
Avenida Governador José Ludovico de Almeida, Nº 20 — Bairro: Vila Santa Maria - Conjunto Caiçara — CEP: 74775-013
Quadra: - Lote: - — Complemento: — Cidade: Goiânia-GO
E-Mail: — Fone: (-)-
Contrato: 52/2025/GOINFRA — Celebrado em: 03/04/2025 — Valor Obra/Serviço R$: 1.153.739,46
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público
Ação Institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-206, Nº S/N — Bairro: Inaciolândia — CEP: 75550-000
Quadra: - Lote: - — Complemento: — Cidade: Inaciolândia-GO
Data de início: 28/04/2025 — Previsão término: 25/08/2025 — Coordenadas Geográficas: -18.482433240,-50.037508055
Finalidade: Infra-estrutura
Proprietário(a): **AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - GOINFRA** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: — Fone: (-) - — Tipo de proprietário(a): Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
SUPERVISAO OU COORDENACAO PROJETO ESTRUTURA CONCRETO ARMADO	476,00	METROS

O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.
Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENADOR TÉCNICO E RESP. TÉCNICO PELO PROJETO DE RESTAURAÇÃO OAE (PROJETO ESTRUTURAL) NO CONTRATO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA RECUPERAÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL (OAE) SOBRE O RIO DOS BOIS, NA RODOVIA GO-206, TRECHO: INACIOLÂNDIA/ GOUVELÂNDIA, COM EXTENÇÃO DE 476 METROS.

6. Declarações

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica 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

_____
HUMBERTO PINTO SILVA - CPF: 652.998.254-04

_____
AGENCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES - CPF/CNPJ: 03.520.933/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

Valor da ART:	Registrada em	Valor Pago	Nosso Numero	Situação		Não possui Livro de Ordem	Não Possui CAT/CAO
271,47	28/05/2025	R$ 271,47	28320690125148152	Registrada/OK			

14.0 TERMO DE ENCERRAMENTO

Este **Relatório Técnico dos Ensaios de Integridade e Durabilidade Estrutural da OAE**, referente ao contrato de Elaboração de Projeto Executivo de Engenharia para Recuperação da Obra de Arte Especial (OAE) sobre o Rio dos Bois, na Rodovia GO-206 trecho Inaciolândia / Gouvelândia possui 2**58 (duzentos e cinquenta e oito)** páginas.

Contagem/MG, 17 de setembro de 2025.