

MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

VOLUME 6

MANUAIS TÉCNICOS

CONTEÚDO 07 – ENERGIZAÇÃO

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

Exmo. Sr. Tarcísio Gomes de Freitas

DIRETOR GERAL DA ANTT

Sr. Rafael Vitale Rodrigues

SUPERINTENDÊNCIA DE CONCESSÃO DA INFRAESTRUTURA

Sr. Renan Essucy Gomes Brandão

GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Sra. Larissa Wendling

MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

VOLUME 6

MANUAIS TÉCNICOS

CONTEÚDO 07 – ENERGIZAÇÃO

MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

A. VERSÃO ATUAL

EQUIPE TÉCNICA:

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 086/2014)

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 029/2018)

SUPERVISÃO DA ANTT (Superintendência de Concessão da Infraestrutura):

Superintendente: Renan Essucy Gomes Brandão

Especialista em Regulação (Gerente): Larissa Wendling

B. PRIMEIRA EDIÇÃO

EQUIPE TÉCNICA (SICFER):

Elaboração: Departamento de Engenharia e Construção – DEC (Termo de Cooperação Técnica nº 011/ANTT/2009)

SUPERVISÃO DA ANTT:

Especialista em Regulação: Jean Mafra dos Reis

Especialista em Regulação: Alexandre Porto Mendes de Souza

Especialista em Regulação: Andre Luis Oliveira de Melo

Especialista em Regulação: Silvio Vinhal da Silva

Brasil, Agência Nacional de Transportes Terrestres.
Manual de Custos Referenciais Ferroviários. 2ª Edição - Brasília,
2021.

1 v. em 363 p.

V. 6: Manuais Técnicos – Conteúdo 07 Energização

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

**MANUAL DE CUSTOS
REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**

VOLUME 6

MANUAIS TÉCNICOS

CONTEÚDO 07 – ENERGIZAÇÃO

2ª Edição

BRASÍLIA
2021

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES

Setor de Clubes Esportivos Sul – SCES, trecho 03, lote 10, Projeto Orla Polo 8 – Bloco A – 1º Andar

Brasília – DF

CEP: 70200-003

Tel.: (061) 3410-1000

Site: www.antt.gov.br

E-mail: ouvidoria@antt.gov.br

TÍTULO: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

Segunda edição: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS, 2021

VOLUME 6 – Manuais Técnicos Conteúdo 07 Energização

Revisão:

Fundação Getúlio Vargas - FGV

Contrato 086/2014-00 (ANTT) e 029/2018 (ANTT)

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Direitos autorais exclusivos da ANTT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (ANTT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

APRESENTAÇÃO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários cumpre o estabelecido nos Contratos nº 086/2014 e 029/2018, celebrados entre a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e a Fundação Getúlio Vargas.

Este manual, em sua versão integral, é apresentado em 10 volumes e 11 tomos com os seguintes títulos:

Volume 1 – Metodologia e Conceitos

Volume 2 – Pesquisa de Preços

Volume 3 – Equipamentos

Volume 4 – Mão de Obra

Volume 5 – Materiais

Volume 6 – Manuais Técnicos

- Conteúdo 01 – Instalações de Obras
- Conteúdo 02 – Superestrutura
- Conteúdo 03 – Transportes
- Conteúdo 04 – Serviços Auxiliares
- Conteúdo 05 – Sinalização
- Conteúdo 06 – Telecomunicação
- Conteúdo 07 – Energização

Volume 7 – Canteiros de Obras Ferroviárias

Volume 8 – Desenvolvimento de estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de engenharia consultiva

Volume 9 – Fator de Interferência de Tráfego Ferroviário

Volume 10 – Produções de Equipes Mecânicas (PEM)

- Tomo 01
- Tomo 02
- Tomo 03
- Tomo 04

RESUMO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários SICFER apresenta as metodologias, conceitos, critérios e parâmetros utilizados no desenvolvimento do projeto, cuja finalidade é a elaboração de composições de custos referenciais para subsidiar os orçamentos de projetos ferroviários.

ABSTRACT

The SICFER Transport Infrastructure Costs Manual presents the methodologies, concepts, criteria and parameters used in the development of the project, whose purpose is the elaboration of reference cost compositions for railway project budgets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Painel de comando e proteção digitalizado	5
Figura 2: Painel de comando e proteção digitalizado	9
Figura 3: Instalação de caixa de energia com saída para duto de aterramento	16
Figura 4: Caixa metálica	17
Figura 5: Caixa de inspeção de aterramento	18
Figura 6: Disjuntor PVO	30
Figura 7: Disjuntor a gás SF6	31
Figura 8: Transformador Pad mounted	34
Figura 9: conexões elétricas transformador pad-mounted	35
Figura 10: Corte lateral da instalação de transformador pedestal	40
Figura 11: Corte frontal da instalação de transformador pedestal	41
Figura 12: Desenho esquemático de transformador	43
Figura 13: Conexão de cabos de média tensão	44
Figura 14: Transformador de corrente interno a cubículo	47
Figura 15: Transformador de Potencial em cubículo	48
Figura 16: TCs e TPs instalados em cela	48
Figura 17: Exemplo de eletrocentro	52
Figura 18: Triângulo de potência	57
Figura 19: Banco de capacitores de parede	58
Figura 20: Banco de capacitores de piso	58
Figura 21: Triângulo de potência	62
Figura 22: Banco de capacitores de parede	63
Figura 23: Banco de capacitores de piso	63
Figura 24: Base de Concreto	68
Figura 25: Içamento do disjuntor	68
Figura 26: DPS classe I+II de 4 módulos	71
Figura 27: Fixação do trilho DIN em placa de montagem	72
Figura 28: Mecanismo de fixação do DPS ao trilho DIN	72
Figura 29: Transformador de 300 kVA ou 500 kVA localizado em Via Pública	76
Figura 30: Içamento de transformador de potência	76
Figura 31: Exemplo de esquema de ligação para DPS em sistema trifásico	81
Figura 32: Quadro de transferência automática aberto	89

Figura 33: Quadro de transferência automática fechado	89
Figura 34: Acessórios de fixação instalados em poste	99
Figura 35: Chave seccionadora.....	99
Figura 36: Base de concreto para equipamentos elétricos.....	116
Figura 37: Estrutura SI1	126
Figura 38: Estrutura SI4	126
Figura 39: Estrutura IT	126
Figura 40: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado	127
Figura 41: Estrutura SI1	133
Figura 42: Estrutura SI4	133
Figura 43: Estrutura IT	133
Figura 44: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente	134
Figura 45: Estrutura SI1	140
Figura 46: Estrutura SI4	140
Figura 47: Estrutura IT	140
Figura 48: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva	141
Figura 49: Estrutura SI1	147
Figura 50: Estrutura SI4	147
Figura 51: Estrutura IT	147
Figura 52: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente	148
Figura 53: Simbologia Básica - NBR 15688:2013.....	153
Figura 54: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva	154
Figura 55: Desenho esquemático do Poste de Ancoragem dupla (N4)	155
Figura 56: Desenho esquemático do Poste de Passagem em curva (N2)	155
Figura 57: Simbologia Básica - NBR 15688:2013.....	160
Figura 58: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente	161
Figura 59: Desenho esquemático do Poste de Ancoragem dupla (N4 adaptado).....	162
Figura 60: Desenho esquemático do Poste de Passagem (N1 adaptado)	162
Figura 61: Vala para lançamento dos cabos	168
Figura 62: Abertura de vala com minivaletadeira	173
Figura 63: lançamento de cabos em rede subterrânea	178
Figura 64: Simbologia das estruturas	182
Figura 65: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado	182

Figura 66: Detalhe de poste em trecho em curva	183
Figura 67: Ancoragem do cabo mensageiro	184
Figura 68: Poste de passagem para o cabo mensageiro trecho em curva	184
Figura 69: Lançamento do cabo mensageiro	185
Figura 70: Simbologia das estruturas	190
Figura 71: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente	191
Figura 72: Desenho esquemático da estrutura CE1A	192
Figura 73: Ancoragem do cabo mensageiro	193
Figura 74: Poste de passagem para o cabo mensageiro	193
Figura 75: Alça pré-formada	194
Figura 76: Armadura de aço	194
Figura 77: Lançamento do cabo mensageiro	194
Figura 78: Simbologia das estruturas	199
Figura 79: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado	199
Figura 80: Detalhe de poste em trecho em curva	200
Figura 81: Simbologia das estruturas	206
Figura 82: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente	206
Figura 83: Desenho esquemático da estrutura CE1A	207
Figura 84: Aplicação da fita de advertência	212
Figura 85: Lançamento de dutos	216
Figura 86: Aterramento em poste	221
Figura 87: Haste de aterramento	225
Figura 88: Esquema da Malha de aterramento	228
Figura 89: Execução da malha de aterramento	229
Figura 90: Instalação da haste de aterramento	229
Figura 91: Exemplo de aplicação do para-raios	232
Figura 92: Para-raios em rede trifásica secundária	232
Figura 93: Exemplo de malha de aterramento	235
Figura 94: Malha de aterramento	236
Figura 95: Esquema de ligação dos eletrodos de aterramento	239
Figura 96: Conexão cabo-haste HTH	246
Figura 97: Conexão cabo-haste HTC	247
Figura 98: Conexão cabo-cabo XPH	247

Figura 99: Conexão cabo-cabo CDH.....	247
Figura 100: Travamento do molde para solda exotérmica	248
Figura 101: Colocação do pó de solda no molde.....	248
Figura 102: Execução da solda exotérmica	249
Figura 103: Simbologia Básica - NBR 15688:2013	253
Figura 104: Simbologia Básica - NBR 15688:2013	256
Figura 105: Instalação de alça pré-formada	283
Figura 106: Conector em cunha com estribo	286
Figura 107: Fixação de cruzeta em poste	289
Figura 108: Isolador pino em porcelana	294
Figura 109: Estrutura com isolador pino	295
Figura 110: Vista superior de poste com fixação de isolador tipo bastão	297
Figura 111: Gancho olhal	298
Figura 112: Isolador tipo bastão	298
Figura 113: Manilha Sapatilha	300
Figura 114: Porca Olhal.....	303
Figura 115: conector torquimétrico	305
Figura 116: Emenda contrátil a frio.....	309
Figura 117: Instalação do conector torquimétrico	309
Figura 118: Aplicação de mastic	310
Figura 119: kit instalado	310
Figura 120: Construção de dutos	324

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composições de custos	5
Tabela 2: Materiais	7
Tabela 3: Tempo Fixo.....	8
Tabela 4: Momento de Transporte.....	8
Tabela 5: Composições de custos	9
Tabela 6: Materiais	11
Tabela 7: Tempo Fixo.....	11
Tabela 8: Momento de Transporte.....	12
Tabela 9: Composições de custos	13
Tabela 10: Materiais	14
Tabela 11: Tempo Fixo.....	14
Tabela 12: Momento de Transporte.....	14
Tabela 13: Composições de custos	16
Tabela 14: Materiais	19
Tabela 15: Tempo Fixo.....	20
Tabela 16: Momento de Transporte.....	20
Tabela 17: Composições de custos	21
Tabela 18: Materiais	23
Tabela 19: Tempo Fixo.....	24
Tabela 20: Momento de Transporte.....	25
Tabela 21: Composições de custos	26
Tabela 22: Materiais	27
Tabela 23: Tempo Fixo.....	28
Tabela 24: Momento de Transporte.....	28
Tabela 25: Composições de custos	29
Tabela 26: Materiais	32
Tabela 27: Tempo Fixo.....	33
Tabela 28: Momento de Transporte.....	33
Tabela 29: Composições de custos	34
Tabela 30: Materiais	36
Tabela 31: Tempo Fixo.....	37
Tabela 32: Momento de Transporte.....	37

Tabela 33: Composições de custos	39
Tabela 34: Materiais	41
Tabela 35: Tempo Fixo.....	42
Tabela 36: Momento de Transporte.....	42
Tabela 37: Composições de Custos	43
Tabela 38: Materiais	45
Tabela 39: Tempo Fixo.....	46
Tabela 40: Momento de Transporte.....	46
Tabela 41: Composições de Custos	47
Tabela 42: Materiais	49
Tabela 43: Tempo Fixo.....	50
Tabela 44: Momento de Transporte.....	50
Tabela 45: Composições de custos	52
Tabela 46: Materiais	53
Tabela 47: Serviços Auxiliares	54
Tabela 48: Tempo Fixo.....	54
Tabela 49: Momento de Transportes	55
Tabela 50: Composições de custos	56
Tabela 51: Materiais	59
Tabela 52: Tempo Fixo.....	61
Tabela 53: Momento de Transporte.....	61
Tabela 54: Composições de custos	62
Tabela 55: Materiais	65
Tabela 56: Tempo Fixo.....	65
Tabela 57: Momento de Transporte.....	66
Tabela 58: Composições de custos	67
Tabela 59: Materiais	69
Tabela 60: Serviços Auxiliares	70
Tabela 61: Tempo Fixo.....	70
Tabela 62: Momento de Transportes	70
Tabela 63: Composições de custos	71
Tabela 64: Materiais	73
Tabela 65: Tempo Fixo.....	74

Tabela 66: Momento de Transporte.....	74
Tabela 67: Composições de custos	75
Tabela 68: Equipamentos	77
Tabela 69: Materiais	77
Tabela 70: Serviços Auxiliares	78
Tabela 71: Tempo Fixo.....	78
Tabela 72: Momento de Transporte.....	79
Tabela 73: Composições de custos	80
Tabela 74: Materiais	82
Tabela 75: Tempo Fixo.....	82
Tabela 76: Momento de Transporte.....	83
Tabela 77: Composições de custos	84
Tabela 78: Tempo Fixo.....	86
Tabela 79: Momento de Transporte.....	87
Tabela 80: Materiais	89
Tabela 81: Tempo Fixo.....	90
Tabela 82: Momento de Transporte.....	90
Tabela 83: Composições de custos	92
Tabela 84: Materiais	93
Tabela 85: Tempo Fixo.....	94
Tabela 86: Momento de Transporte.....	94
Tabela 87: Composições de custos	95
Tabela 88: Materiais	96
Tabela 89: Tempo Fixo.....	97
Tabela 90: Momento de Transporte.....	97
Tabela 91: Composições de custos	98
Tabela 92: Materiais	100
Tabela 93: Tempo Fixo.....	101
Tabela 94: Momento de Transporte.....	101
Tabela 95: Composições de custos	102
Tabela 96: Materiais	103
Tabela 97: Tempo Fixo.....	104
Tabela 98: Momento de Transporte.....	104

Tabela 99: Composições de custos	105
Tabela 100: Materiais	106
Tabela 101: Serviços Auxiliares	107
Tabela 102: Tempo Fixo.....	107
Tabela 103: Momento de Transporte.....	108
Tabela 104: Composições de custos	109
Tabela 105: Tempo Fixo.....	111
Tabela 106: Momento de Transportes	111
Tabela 107: Composições de custos	112
Tabela 108: Materiais	114
Tabela 109: Composições de custos	116
Tabela 110: Materiais	118
Tabela 111: Serviços Auxiliares	119
Tabela 112: Tempo Fixo.....	119
Tabela 113: Momento de Transporte.....	119
Tabela 114: Composições de custos	120
Tabela 115: Composições de custos	125
Tabela 116: Materiais	129
Tabela 117: Tempo Fixo.....	130
Tabela 118: Momento de Transportes	131
Tabela 119: Composições de custos	132
Tabela 120: Materiais	136
Tabela 121: Tempo Fixo.....	137
Tabela 122: Momento de Transportes	138
Tabela 123: Composições de custos	139
Tabela 124: Materiais	143
Tabela 125: Tempo Fixo.....	145
Tabela 126: Momento de Transportes	145
Tabela 127: Composições de custos	146
Tabela 128: Materiais	150
Tabela 129: Tempo Fixo.....	151
Tabela 130: Momento de Transportes	152
Tabela 131: Composições de custos	153

Tabela 132: Materiais	158
Tabela 133: Tempo Fixo.....	159
Tabela 134: Momento de Transportes	159
Tabela 135: Composições de custos	160
Tabela 136: Materiais	164
Tabela 137: Tempo Fixo.....	166
Tabela 138: Momento de Transportes	166
Tabela 139: Composições de custos	168
Tabela 140: Materiais	169
Tabela 141: Serviços Auxiliares	170
Tabela 142: Tempo Fixo.....	170
Tabela 143: Momento de Transporte.....	171
Tabela 144: Composições de custos	173
Tabela 145: Materiais	175
Tabela 146: Serviços Auxiliares	176
Tabela 147: Tempo Fixo.....	176
Tabela 148: Momento de Transportes	176
Tabela 149: Composições de custos	177
Tabela 150: Materiais	178
Tabela 151: Tempo Fixo.....	179
Tabela 152: Momento de Transporte.....	179
Tabela 153: Composições de custos	180
Tabela 154: Materiais	186
Tabela 155: Tempo Fixo.....	187
Tabela 156: Momento de Transportes	187
Tabela 157: Composições de custos	189
Tabela 158: Materiais	196
Tabela 159: Tempo Fixo.....	197
Tabela 160: Momento de Transportes	197
Tabela 161: Composições de custos	198
Tabela 162: Materiais	202
Tabela 163: Tempo Fixo.....	204
Tabela 164: Momento de Transportes	204

Tabela 165: Composições de custos	205
Tabela 166: Materiais	209
Tabela 167: Tempo Fixo.....	211
Tabela 168: Momento de Transportes	211
Tabela 169: Composições de custos	212
Tabela 170: Materiais	213
Tabela 171: Tempo Fixo.....	213
Tabela 172: Momento de Transporte.....	214
Tabela 173: Composições de custos	215
Tabela 174: Materiais	216
Tabela 175: Serviços Auxiliares	217
Tabela 176: Tempo Fixo.....	218
Tabela 177: Momento de Transporte.....	218
Tabela 178: Composições de custos	221
Tabela 179: Materiais	223
Tabela 180: Serviços Auxiliares	223
Tabela 181: Tempo Fixo.....	224
Tabela 182: Momento de Transporte.....	224
Tabela 183: Composições de custos	225
Tabela 184: Materiais	226
Tabela 185: Serviços Auxiliares	226
Tabela 186: Tempo Fixo.....	227
Tabela 187: Momento de Transporte.....	227
Tabela 188: Composições de custos	228
Tabela 189: Serviços Auxiliares	230
Tabela 190: Composições de custos	232
Tabela 191: Materiais	233
Tabela 192: Tempo Fixo.....	234
Tabela 193: Momento de Transporte.....	234
Tabela 194: Composições de custos	235
Tabela 195: Materiais	237
Tabela 196: Tempo Fixo.....	237
Tabela 197: Momento de Transporte.....	237

Tabela 198: Composições de custos	239
Tabela 199: Composições de custos	242
Tabela 200: Materiais	243
Tabela 201: Tempo Fixo.....	244
Tabela 202: Momento de Transporte.....	244
Tabela 203: Composições de custos	246
Tabela 204: Materiais	249
Tabela 205: Tempo Fixo.....	250
Tabela 206: Momento de Transporte.....	250
Tabela 207: Composições de custos	253
Tabela 208: Materiais	254
Tabela 209: Tempo Fixo.....	255
Tabela 210: Momento de Transporte.....	255
Tabela 211: Composições de custos	256
Tabela 212: Materiais	257
Tabela 213: Tempo Fixo.....	258
Tabela 214: Momento de Transporte.....	258
Tabela 215: Composições de custos	259
Tabela 216: Materiais	260
Tabela 217: Tempo Fixo.....	261
Tabela 218: Momento de Transporte.....	261
Tabela 219: Composições de custos	262
Tabela 220: Materiais	263
Tabela 221: Tempo Fixo.....	264
Tabela 222: Momento de Transporte.....	264
Tabela 223: Composições de custos	265
Tabela 224: Materiais	266
Tabela 225: Tempo Fixo.....	267
Tabela 226: Momento de Transporte.....	267
Tabela 227: Composições de custos	268
Tabela 228: Materiais	269
Tabela 229: Tempo Fixo.....	270
Tabela 230: Momento de Transporte.....	270

Tabela 231: Composições de custos	272
Tabela 232: Materiais	273
Tabela 233: Tempo Fixo.....	273
Tabela 234: Momento de Transporte.....	274
Tabela 235: Composições de custos	275
Tabela 236: Materiais	276
Tabela 237: Tempo Fixo.....	277
Tabela 238: Momento de Transporte.....	277
Tabela 239: Composições de custos	278
Tabela 240: Materiais	279
Tabela 241: Tempo Fixo.....	279
Tabela 242: Momento de Transporte.....	280
Tabela 243: Composições de custos	283
Tabela 244: Materiais	284
Tabela 245: Tempo Fixo.....	284
Tabela 246: Momento de Transporte.....	284
Tabela 247: Composições de custos	286
Tabela 248: Materiais	287
Tabela 249: Tempo Fixo.....	287
Tabela 250: Momento de Transporte.....	287
Tabela 251: Composições de custos	289
Tabela 252: Materiais	290
Tabela 253: Tempo Fixo.....	291
Tabela 254: Momento de Transporte.....	291
Tabela 255: Composições de custos	292
Tabela 256: Materiais	292
Tabela 257: Tempo Fixo.....	293
Tabela 258: Momento de Transporte.....	293
Tabela 259: Composições de custos	294
Tabela 260: Materiais	295
Tabela 261: Tempo Fixo.....	296
Tabela 262: Momento de Transporte.....	296
Tabela 263: Composições de custos	297

Tabela 264: Materiais	298
Tabela 265: Tempo Fixo.....	299
Tabela 266: Momento de Transporte.....	299
Tabela 267: Composições de custos	300
Tabela 268: Materiais	301
Tabela 269: Tempo Fixo.....	301
Tabela 270: Momento de Transporte.....	301
Tabela 271: Composições de custos	303
Tabela 272: Materiais	303
Tabela 273: Tempo Fixo.....	304
Tabela 274: Momento de Transporte.....	304
Tabela 275: Composições de custos	305
Tabela 276: Materiais	306
Tabela 277: Tempo Fixo.....	307
Tabela 278: Momento de Transporte.....	307
Tabela 279: Composições de custos	308
Tabela 280: Materiais	310
Tabela 281: Tempo Fixo.....	311
Tabela 282: Momento de Transporte.....	311
Tabela 283: Composições de custos	312
Tabela 284: Materiais	313
Tabela 285: Tempo Fixo.....	314
Tabela 286: Momento de Transporte.....	314
Tabela 287: Composições de custos	316
Tabela 288: Materiais	317
Tabela 289: Tempo Fixo.....	318
Tabela 290: Momento de Transporte.....	318
Tabela 291: Composições de custos	319
Tabela 292: Materiais	320
Tabela 293: Tempo Fixo.....	322
Tabela 294: Momento de Transporte.....	322
Tabela 295: Composições de custos	323
Tabela 296: Materiais	324

Tabela 297: Tempo Fixo.....	325
Tabela 298: Momento de Transporte.....	325
Tabela 299: Composições de custos	326
Tabela 300: Materiais	327
Tabela 301: Serviços Auxiliares	327
Tabela 302: Tempo Fixo.....	328
Tabela 303: Momento de Transporte.....	328
Tabela 304: Composições de custos	331
Tabela 305: Equipamentos	333
Tabela 306: Composições de custos	335
Tabela 307: Equipamentos	337
Tabela 308: Composições de custos	339
Tabela 309: Composições de custos	343
Tabela 310: Equipamentos	345
Tabela 311: Composições de custos	348
Tabela 312: Serviços Auxiliares	350
Tabela 313: Composições de custos	352
Tabela 314: Equipamentos	355
Tabela 315: Composições de custos	357
Tabela 316: Equipamentos	360

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	SUBESTAÇÃO E TRANSFORMADORES	4
2.1.	Instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento.....	5
2.1.1.	Metodologia Executiva.....	6
2.1.2.	Equipamentos	7
2.1.3.	Mão De Obra	7
2.1.4.	Materiais	7
2.1.5.	Produção da Equipe	7
2.1.6.	Serviços Auxiliares.....	8
2.1.7.	Tempo Fixo	8
2.1.8.	Momento De Transportes	8
2.1.9.	Critério De Medição	8
2.2.	Instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado	9
2.2.1.	Metodologia Executiva.....	9
2.2.2.	Equipamentos	10
2.2.3.	Mão De Obra	10
2.2.4.	Materiais	10
2.2.5.	Produção da Equipe.....	11
2.2.6.	Serviços Auxiliares.....	11
2.2.7.	Tempo Fixo	11
2.2.8.	Momento De Transportes	12
2.2.9.	Critério De Medição	12
2.3.	Instalação de nobreak	13
2.3.1.	Metodologia Executiva.....	13
2.3.2.	Equipamentos	13
2.3.3.	Mão De Obra	13
2.3.4.	Materiais	13
2.3.5.	Produção da Equipe.....	14
2.3.6.	Serviços Auxiliares.....	14
2.3.7.	Tempo Fixo	14
2.3.8.	Momento De Transportes	14
2.3.9.	Critério De Medição	15
2.4.	Instalação de padrão trifásico para caixa de sinalização e torre de telecomunicações	16

2.4.1.	Metodologia Executiva.....	16
2.4.2.	Equipamentos	18
2.4.3.	Mão De Obra	19
2.4.4.	Materiais	19
2.4.5.	Produção da Equipe	19
2.4.6.	Serviços Auxiliares.....	20
2.4.7.	Tempo Fixo	20
2.4.8.	Momento De Transportes	20
2.4.9.	Critério De Medição	20
2.5.	Instalação elétrica de banco de capacitores automático	21
2.5.1.	Metodologia Executiva.....	22
2.5.2.	Equipamentos	23
2.5.3.	Mão De Obra	23
2.5.4.	Materiais	23
2.5.5.	Produção da Equipe	24
2.5.6.	Serviços Auxiliares.....	24
2.5.7.	Tempo Fixo	24
2.5.8.	Momento De Transportes	25
2.5.9.	Critério De Medição	25
2.6.	Instalação elétrica de banco de capacitores fixo.....	26
2.6.1.	Metodologia Executiva.....	26
2.6.2.	Equipamentos	27
2.6.3.	Mão De Obra	27
2.6.4.	Materiais	27
2.6.5.	Produção da Equipe	28
2.6.6.	Serviços Auxiliares.....	28
2.6.7.	Tempo Fixo	28
2.6.8.	Momento De Transportes	28
2.6.9.	Critério De Medição	28
2.7.	Instalação elétrica de disjuntores.....	29
2.7.1.	Metodologia Executiva.....	31
2.7.2.	Equipamentos	32
2.7.3.	Mão De Obra	32
2.7.4.	Materiais	32
2.7.5.	Produção da Equipe	32
2.7.6.	Serviços Auxiliares.....	33

2.7.7.	Tempo Fixo	33
2.7.8.	Momento De Transportes	33
2.7.9.	Critério De Medição	33
2.8.	Instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted	34
2.8.1.	Metodologia Executiva.....	35
2.8.2.	Equipamentos	36
2.8.3.	Mão De Obra	36
2.8.4.	Materiais	36
2.8.5.	Produção da Equipe	37
2.8.6.	Serviços Auxiliares.....	37
2.8.7.	Tempo Fixo	37
2.8.8.	Momento De Transportes	37
2.8.9.	Critério De Medição	38
2.9.	Instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal	39
2.9.1.	Metodologia Executiva.....	39
2.9.2.	Equipamentos	41
2.9.3.	Mão De Obra	41
2.9.4.	Materiais	41
2.9.5.	Produção da Equipe	42
2.9.6.	Serviços Auxiliares.....	42
2.9.7.	Tempo Fixo	42
2.9.8.	Momento De Transportes	42
2.9.9.	Critério De Medição	42
2.10.	Instalação elétrica de transformador de distribuição em poste.....	43
2.10.1.	Metodologia Executiva.....	44
2.10.2.	Equipamentos	45
2.10.3.	Mão De Obra	45
2.10.4.	Materiais	45
2.10.5.	Produção da Equipe	45
2.10.6.	Serviços Auxiliares.....	46
2.10.7.	Tempo Fixo	46
2.10.8.	Momento De Transportes	46
2.10.9.	Critério De Medição	46
2.11.	Instalação elétrica de transformadores de corrente e transformadores de potência ...	47
2.11.1.	Metodologia Executiva.....	49
2.11.2.	Equipamentos	49

2.11.3. Mão De Obra	49
2.11.4. Materiais	49
2.11.5. Produção da Equipe	50
2.11.6. Serviços Auxiliares.....	50
2.11.7. Tempo Fixo	50
2.11.8. Momento De Transportes	50
2.11.9. Critério De Medição	51
2.12. Instalação de eletrocentro	52
2.12.1. Metodologia Executiva.....	52
2.12.2. Equipamentos	53
2.12.3. Mão De Obra	53
2.12.4. Materiais	53
2.12.5. Produção da Equipe	53
2.12.6. Serviços Auxiliares.....	54
2.12.7. Tempo Fixo	54
2.12.8. Momento De Transportes	54
2.12.9. Critério De Medição	55
2.13. Instalação mecânica de banco de capacitores automático	56
2.13.1. Metodologia Executiva.....	58
2.13.2. Equipamentos	59
2.13.3. Mão De Obra	59
2.13.4. Materiais	59
2.13.5. Produção da Equipe	60
2.13.6. Serviços Auxiliares.....	60
2.13.7. Tempo Fixo	60
2.13.8. Momento De Transportes	61
2.13.9. Critério De Medição	61
2.14. Instalação mecânica de banco de capacitores fixo	62
2.14.1. Metodologia Executiva.....	64
2.14.2. Equipamentos	64
2.14.3. Mão De Obra	64
2.14.4. Materiais	65
2.14.5. Produção da Equipe	65
2.14.6. Serviços Auxiliares.....	65
2.14.7. Tempo Fixo	65
2.14.8. Momento De Transportes	66

2.14.9. Critério De Medição	66
2.15. Instalação mecânica de disjuntores	67
2.15.1. Metodologia Executiva.....	67
2.15.2. Equipamentos	68
2.15.3. Mão De Obra	69
2.15.4. Materiais	69
2.15.5. Produção da Equipe	69
2.15.6. Serviços Auxiliares.....	69
2.15.7. Tempo Fixo	70
2.15.8. Momento De Transportes	70
2.15.9. Critério De Medição	70
2.16. Instalação mecânica de DPSs	71
2.16.1. Metodologia Executiva.....	72
2.16.2. Equipamentos	73
2.16.3. Mão De Obra	73
2.16.4. Materiais	73
2.16.5. Produção da Equipe	73
2.16.6. Serviços Auxiliares.....	74
2.16.7. Tempo Fixo	74
2.16.8. Momento De Transportes	74
2.16.9. Critério De Medição	74
2.17. Instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted.....	75
2.17.1. Metodologia Executiva.....	76
2.17.2. Equipamentos	77
2.17.3. Mão De Obra	77
2.17.4. Materiais	77
2.17.5. Produção da Equipe	77
2.17.6. Serviços Auxiliares.....	78
2.17.7. Tempo Fixo	78
2.17.8. Momento De Transportes	78
2.17.9. Critério De Medição	79
2.18. Instalação elétrica de DPS	80
2.18.1. Metodologia Executiva.....	80
2.18.2. Equipamentos	81
2.18.3. Mão De Obra	81
2.18.4. Materiais	82

2.18.5.	Produção da Equipe	82
2.18.6.	Serviços Auxiliares.....	82
2.18.7.	Tempo Fixo	82
2.18.8.	Momento De Transportes	83
2.18.9.	Critério De Medição	83
2.19.	Montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação.....	84
2.19.1.	Metodologia Executiva.....	84
2.19.2.	Equipamentos	85
2.19.3.	Mão De Obra	85
2.19.4.	Materiais	85
2.19.5.	Produção da Equipe	86
2.19.6.	Serviços Auxiliares.....	86
2.19.7.	Tempo Fixo	86
2.19.8.	Momento De Transportes	86
2.19.9.	Critério De Medição	87
2.20.	Montagem e instalação de quadro de transferência automática	88
2.20.1.	Metodologia Executiva.....	88
2.20.2.	Equipamentos	89
2.20.3.	Mão De Obra	89
2.20.4.	Materiais	89
2.20.5.	Produção da Equipe	90
2.20.6.	Serviços Auxiliares.....	90
2.20.7.	Tempo Fixo	90
2.20.8.	Momento De Transportes	90
2.20.9.	Critério De Medição	91
2.21.	Montagem e instalação de retificador estático	92
2.21.1.	Metodologia Executiva.....	92
2.21.2.	Equipamentos	93
2.21.3.	Mão De Obra	93
2.21.4.	Materiais	93
2.21.5.	Produção da Equipe	93
2.21.6.	Serviços Auxiliares.....	94
2.21.7.	Tempo Fixo	94
2.21.8.	Momento De Transportes	94
2.21.9.	Critério De Medição	94
2.22.	Montagem elétrica de Tabela de transferência automática	95

2.22.1. Metodologia Executiva.....	95
2.22.2. Equipamentos	95
2.22.3. Mão De Obra	95
2.22.4. Materiais	96
2.22.5. Produção da Equipe	96
2.22.6. Serviços Auxiliares.....	97
2.22.7. Tempo Fixo	97
2.22.8. Momento De Transportes	97
2.22.9. Critério De Medição	97
2.23. Montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste	98
2.23.1. Metodologia Executiva.....	98
2.23.2. Equipamentos	99
2.23.3. Mão De Obra	100
2.23.4. Materiais	100
2.23.5. Produção da Equipe	100
2.23.6. Serviços Auxiliares.....	101
2.23.7. Tempo Fixo	101
2.23.8. Momento De Transportes	101
2.23.9. Critério De Medição	101
2.24. Montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal.....	102
2.24.1. Metodologia Executiva.....	102
2.24.2. Equipamentos	103
2.24.3. Mão De Obra	103
2.24.4. Materiais	103
2.24.5. Produção da Equipe	103
2.24.6. Serviços Auxiliares.....	104
2.24.7. Tempo Fixo	104
2.24.8. Momento De Transportes	104
2.24.9. Critério De Medição	104
2.25. Montagem mecânica de transformador de distribuição em poste	105
2.25.1. Metodologia Executiva.....	105
2.25.2. Equipamentos	106
2.25.3. Mão De Obra	106
2.25.4. Materiais	106
2.25.5. Produção da Equipe	106
2.25.6. Serviços Auxiliares.....	107

2.25.7.	Tempo Fixo	107
2.25.8.	Momento De Transportes	108
2.25.9.	Critério De Medição	108
2.26.	Desmontagem de base de energia para transformadores.....	109
2.26.1.	Metodologia Executiva.....	109
2.26.2.	Equipamentos	110
2.26.3.	Mão De Obra	110
2.26.4.	Materiais	110
2.26.5.	Produção da Equipe	110
2.26.6.	Serviços Auxiliares.....	111
2.26.7.	Tempo Fixo	111
2.26.8.	Momento De Transportes	111
2.26.9.	Critério De Medição	111
2.27.	Coleta e análise de óleo isolante mineral em transformadores	112
2.27.1.	Metodologia Executiva.....	113
2.27.2.	Equipamentos	114
2.27.3.	Mão De Obra	114
2.27.4.	Materiais	114
2.27.5.	Produção da Equipe	114
2.27.6.	Serviços Auxiliares.....	115
2.27.7.	Tempo Fixo	115
2.27.8.	Momento De Transportes	115
2.27.9.	Critério De Medição	115
2.28.	Construção de base para transformadores	116
2.28.1.	Metodologia Executiva.....	116
2.28.2.	Equipamentos	118
2.28.3.	Mão De Obra	118
2.28.4.	Materiais	118
2.28.5.	Produção da Equipe	118
2.28.6.	Serviços Auxiliares.....	119
2.28.7.	Tempo Fixo	119
2.28.8.	Momento De Transportes	119
2.28.9.	Critério De Medição	119
2.29.	Preparação de painel de comando e controle de subestação	120
2.29.1.	Metodologia Executiva.....	120
2.29.2.	Equipamentos	122

2.29.3.	Mão De Obra	122
2.29.4.	Materiais	122
2.29.5.	Produção da Equipe	122
2.29.6.	Serviços Auxiliares.....	122
2.29.7.	Tempo Fixo	122
2.29.8.	Momento De Transportes	122
2.29.9.	Critério De Medição	122
3.	LANÇAMENTO E TRACIONAMENTO.....	124
3.1.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em curva ou desnivelado	125
3.1.1.	Metodologia Executiva.....	125
3.1.2.	Equipamentos	129
3.1.3.	Mão De Obra	129
3.1.4.	Materiais	129
3.1.5.	Produção da Equipe.....	130
3.1.6.	Serviços Auxiliares.....	130
3.1.7.	Tempo Fixo	130
3.1.8.	Momento De Transportes	131
3.1.9.	Critério De Medição	131
3.2.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em tangente	132
3.2.1.	Metodologia Executiva.....	132
3.2.2.	Equipamentos	136
3.2.3.	Mão De Obra	136
3.2.4.	Materiais	136
3.2.5.	Produção da Equipe.....	136
3.2.6.	Serviços Auxiliares.....	137
3.2.7.	Tempo Fixo	137
3.2.8.	Momento De Transportes	138
3.2.9.	Critério De Medição	138
3.3.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em curva ou desnivelado	139
3.3.1.	Metodologia Executiva.....	139
3.3.2.	Equipamentos	143
3.3.3.	Mão De Obra	143
3.3.4.	Materiais	143
3.3.5.	Produção da Equipe.....	144

3.3.6.	Serviços Auxiliares.....	144
3.3.7.	Tempo Fixo	144
3.3.8.	Momento De Transportes	145
3.3.9.	Critério De Medição	145
3.4.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em tangente	146
3.4.1.	Metodologia Executiva.....	146
3.4.2.	Equipamentos	150
3.4.3.	Mão De Obra	150
3.4.4.	Materiais	150
3.4.5.	Produção da Equipe	150
3.4.6.	Serviços Auxiliares.....	151
3.4.7.	Tempo Fixo	151
3.4.8.	Momento De Transportes	152
3.4.9.	Critério De Medição	152
3.5.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em curva.....	153
3.5.1.	Metodologia Executiva.....	153
3.5.2.	Equipamentos	157
3.5.3.	Mão De Obra	157
3.5.4.	Materiais	157
3.5.5.	Produção da Equipe	158
3.5.6.	Serviços Auxiliares.....	159
3.5.7.	Tempo Fixo	159
3.5.8.	Momento De Transportes	159
3.5.9.	Critério De Medição	159
3.6.	Lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em tangente	160
3.6.1.	Metodologia Executiva.....	160
3.6.2.	Equipamentos	164
3.6.3.	Mão De Obra	164
3.6.4.	Materiais	164
3.6.5.	Produção da Equipe	165
3.6.6.	Serviços Auxiliares.....	166
3.6.7.	Tempo Fixo	166
3.6.8.	Momento De Transportes	166
3.6.9.	Critério De Medição	166
3.7.	Lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com escavação manual	167

3.7.1.	Metodologia Executiva.....	168
3.7.2.	Equipamentos	169
3.7.3.	Mão De Obra	169
3.7.4.	Materiais	169
3.7.5.	Produção da Equipe	170
3.7.6.	Serviços Auxiliares.....	170
3.7.7.	Tempo Fixo	170
3.7.8.	Momento De Transportes	170
3.7.9.	Critério De Medição	171
3.8.	Lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira	172
3.8.1.	Metodologia Executiva.....	173
3.8.2.	Equipamentos	174
3.8.3.	Mão De Obra	174
3.8.4.	Materiais	174
3.8.5.	Produção da Equipe	175
3.8.6.	Serviços Auxiliares.....	175
3.8.7.	Tempo Fixo	176
3.8.8.	Momento De Transportes	176
3.8.9.	Critério De Medição	176
3.9.	Lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados	177
3.9.1.	Metodologia Executiva.....	177
3.9.2.	Equipamentos	178
3.9.3.	Mão De Obra	178
3.9.4.	Materiais	178
3.9.5.	Produção da Equipe	178
3.9.6.	Serviços Auxiliares.....	179
3.9.7.	Tempo Fixo	179
3.9.8.	Momento De Transportes	179
3.9.9.	Critério De Medição	179
3.10.	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado	180
3.10.1.	Metodologia Executiva.....	180
3.10.2.	Equipamentos	186
3.10.3.	Mão De Obra	186
3.10.4.	Materiais	186
3.10.5.	Produção da Equipe	186

3.10.6.	Serviços Auxiliares.....	187
3.10.7.	Tempo Fixo	187
3.10.8.	Momento De Transportes	187
3.10.9.	Critério De Medição	188
3.11.	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente.....	189
3.11.1.	Metodologia Executiva.....	189
3.11.2.	Equipamentos	195
3.11.3.	Mão De Obra	195
3.11.4.	Materiais	195
3.11.5.	Produção da Equipe	196
3.11.6.	Serviços Auxiliares.....	197
3.11.7.	Tempo Fixo	197
3.11.8.	Momento De Transportes	197
3.11.9.	Critério De Medição	197
3.12.	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado	198
3.12.1.	Metodologia Executiva.....	198
3.12.2.	Equipamentos	202
3.12.3.	Mão De Obra	202
3.12.4.	Materiais	202
3.12.5.	Produção da Equipe	203
3.12.6.	Serviços Auxiliares.....	203
3.12.7.	Tempo Fixo	204
3.12.8.	Momento De Transportes	204
3.12.9.	Critério De Medição	204
3.13.	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente.....	205
3.13.1.	Metodologia Executiva.....	205
3.13.2.	Equipamentos	209
3.13.3.	Mão De Obra	209
3.13.4.	Materiais	209
3.13.5.	Produção da Equipe	210
3.13.6.	Serviços Auxiliares.....	211
3.13.7.	Tempo Fixo	211
3.13.8.	Momento De Transportes	211
3.13.9.	Critério De Medição	211

3.14.	Aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea.....	212
3.14.1.	Metodologia Executiva.....	212
3.14.2.	Equipamentos	212
3.14.3.	Mão De Obra	213
3.14.4.	Materiais	213
3.14.5.	Produção da Equipe.....	213
3.14.6.	Serviços Auxiliares.....	213
3.14.7.	Tempo Fixo	213
3.14.8.	Momento De Transportes	214
3.14.9.	Critério De Medição	214
3.15.	Confecção de rede subterrânea isolada em média tensão, em duto corrugado	215
3.15.1.	Metodologia Executiva.....	215
3.15.2.	Equipamentos	216
3.15.3.	Mão De Obra	216
3.15.4.	Materiais	216
3.15.5.	Produção da Equipe.....	216
3.15.6.	Serviços Auxiliares.....	217
3.15.7.	Tempo Fixo	217
3.15.8.	Momento De Transportes	218
3.15.9.	Critério De Medição	218
4.	ATERRAMENTO E PARA-RAIOS	220
4.1.	Aterramento em poste	221
4.1.1.	Metodologia Executiva.....	221
4.1.2.	Equipamentos	222
4.1.3.	Mão De Obra	222
4.1.4.	Materiais	223
4.1.5.	Produção da Equipe.....	223
4.1.6.	Serviços Auxiliares.....	223
4.1.7.	Tempo Fixo	223
4.1.8.	Momento De Transportes	224
4.1.9.	Critério De Medição	224
4.2.	Instalação de haste de aterramento, tipo copperweld	225
4.2.1.	Metodologia Executiva.....	225
4.2.2.	Equipamentos	226
4.2.3.	Mão De Obra	226
4.2.4.	Materiais	226

4.2.5.	Produção da Equipe	226
4.2.6.	Serviços Auxiliares.....	226
4.2.7.	Tempo Fixo	227
4.2.8.	Momento De Transportes	227
4.2.9.	Critério De Medição	227
4.3.	Instalação de malha de aterramento	228
4.3.1.	Metodologia Executiva.....	228
4.3.2.	Equipamentos	230
4.3.3.	Mão De Obra	230
4.3.4.	Materiais	230
4.3.5.	Produção da Equipe	230
4.3.6.	Serviços Auxiliares.....	230
4.3.7.	Tempo Fixo	231
4.3.8.	Momento De Transportes	231
4.3.9.	Critério De Medição	231
4.4.	Instalação de para-raios de baixa tensão para rede secundária trifásica.....	232
4.4.1.	Metodologia Executiva.....	232
4.4.2.	Equipamentos	233
4.4.3.	Mão De Obra	233
4.4.4.	Materiais	233
4.4.5.	Produção da Equipe	233
4.4.6.	Serviços Auxiliares.....	234
4.4.7.	Tempo Fixo	234
4.4.8.	Momento De Transportes	234
4.4.9.	Critério De Medição	234
4.5.	Lançamento de cabo para malha de aterramento	235
4.5.1.	Metodologia Executiva.....	235
4.5.2.	Equipamentos	236
4.5.3.	Mão De Obra	236
4.5.4.	Materiais	237
4.5.5.	Produção da Equipe	237
4.5.6.	Serviços Auxiliares.....	237
4.5.7.	Tempo Fixo	237
4.5.8.	Momento De Transportes	237
4.5.9.	Critério De Medição	238
4.6.	Medição de resistência de aterramento.....	239

4.6.1.	Metodologia Executiva.....	239
4.6.2.	Equipamentos	240
4.6.3.	Mão De Obra	240
4.6.4.	Materiais	240
4.6.5.	Produção da Equipe	241
4.6.6.	Serviços Auxiliares.....	241
4.6.7.	Tempo Fixo	241
4.6.8.	Momento De Transportes	241
4.6.9.	Critério De Medição	241
4.7.	Montagem e instalação de para-raios	242
4.7.1.	Metodologia Executiva.....	242
4.7.2.	Equipamentos	243
4.7.3.	Mão De Obra	243
4.7.4.	Materiais	243
4.7.5.	Produção da Equipe	244
4.7.6.	Serviços Auxiliares.....	244
4.7.7.	Tempo Fixo	244
4.7.8.	Momento De Transportes	244
4.7.9.	Critério De Medição	245
4.8.	Soldagem exotérmica	246
4.8.1.	Metodologia Executiva.....	246
4.8.2.	Equipamentos	249
4.8.3.	Mão De Obra	249
4.8.4.	Materiais	249
4.8.5.	Produção da Equipe	249
4.8.6.	Serviços Auxiliares.....	250
4.8.7.	Tempo Fixo	250
4.8.8.	Momento De Transportes	250
4.8.9.	Critério De Medição	250
5.	EQUIPAGENS	252
5.1.	Equipagem de passagem simples, trecho em curva.....	253
5.1.1.	Metodologia Executiva.....	253
5.1.2.	Equipamentos	254
5.1.3.	Mão De Obra	254
5.1.4.	Materiais	254
5.1.5.	Produção da Equipe	254

5.1.6.	Serviços Auxiliares.....	255
5.1.7.	Tempo Fixo	255
5.1.8.	Momento De Transportes	255
5.1.9.	Critério De Medição	255
5.2.	Equipagem de passagem simples, trecho em tangente	256
5.2.1.	Metodologia Executiva.....	256
5.2.2.	Equipamentos	257
5.2.3.	Mão De Obra	257
5.2.4.	Materiais	257
5.2.5.	Produção da Equipe	257
5.2.6.	Serviços Auxiliares.....	258
5.2.7.	Tempo Fixo	258
5.2.8.	Momento De Transportes	258
5.2.9.	Critério De Medição	258
5.3.	Equipagem em poste de encabeçamento de cabo mensageiro	259
5.3.1.	Metodologia Executiva.....	259
5.3.2.	Equipamentos	260
5.3.3.	Mão De Obra	260
5.3.4.	Materiais	260
5.3.5.	Produção da Equipe	260
5.3.6.	Serviços Auxiliares.....	261
5.3.7.	Tempo Fixo	261
5.3.8.	Momento De Transportes	261
5.3.9.	Critério De Medição	261
5.4.	Equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de cobre nu	262
5.4.1.	Metodologia Executiva.....	262
5.4.2.	Equipamentos	263
5.4.3.	Mão De Obra	263
5.4.4.	Materiais	263
5.4.5.	Produção da Equipe	263
5.4.6.	Serviços Auxiliares.....	264
5.4.7.	Tempo Fixo	264
5.4.8.	Momento De Transportes	264
5.4.9.	Critério De Medição	264
5.5.	Equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de energia multiplexado	265
5.5.1.	Metodologia Executiva.....	265

5.5.2.	Equipamentos	265
5.5.3.	Mão De Obra	266
5.5.4.	Materiais	266
5.5.5.	Produção da Equipe	266
5.5.6.	Serviços Auxiliares.....	267
5.5.7.	Tempo Fixo	267
5.5.8.	Momento De Transportes	267
5.5.9.	Critério De Medição	267
5.6.	Equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio.....	268
5.6.1.	Metodologia Executiva.....	268
5.6.2.	Equipamentos	269
5.6.3.	Mão De Obra	269
5.6.4.	Materiais	269
5.6.5.	Produção da Equipe	269
5.6.6.	Serviços Auxiliares.....	270
5.6.7.	Tempo Fixo	270
5.6.8.	Momento De Transportes	270
5.6.9.	Critério De Medição	271
5.7.	Equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro	272
5.7.1.	Metodologia Executiva.....	272
5.7.2.	Equipamentos	272
5.7.3.	Mão De Obra	272
5.7.4.	Materiais	273
5.7.5.	Produção da Equipe	273
5.7.6.	Serviços Auxiliares.....	273
5.7.7.	Tempo Fixo	273
5.7.8.	Momento De Transportes	273
5.7.9.	Critério De Medição	274
5.8.	Equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio.....	275
5.8.1.	Metodologia Executiva.....	275
5.8.2.	Equipamentos	275
5.8.3.	Mão De Obra	276
5.8.4.	Materiais	276
5.8.5.	Produção da Equipe	276
5.8.6.	Serviços Auxiliares.....	276
5.8.7.	Tempo Fixo	276

5.8.8.	Momento De Transportes	277
5.8.9.	Critério De Medição	277
5.9.	Equipagem em poste de passagem para cabo de energia multiplexado	278
5.9.1.	Metodologia Executiva.....	278
5.9.2.	Equipamentos	278
5.9.3.	Mão De Obra	278
5.9.4.	Materiais	279
5.9.5.	Produção da Equipe	279
5.9.6.	Serviços Auxiliares.....	279
5.9.7.	Tempo Fixo	279
5.9.8.	Momento De Transportes	279
5.9.9.	Critério De Medição	280
6.	MONTAGENS, INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DIVERSOS	282
6.1.	Instalação de alça pré-formada para cordoalha	283
6.1.1.	Metodologia Executiva.....	283
6.1.2.	Equipamentos	283
6.1.3.	Mão De Obra	283
6.1.4.	Materiais	283
6.1.5.	Produção da Equipe	284
6.1.6.	Serviços Auxiliares.....	284
6.1.7.	Tempo Fixo	284
6.1.8.	Momento De Transportes	284
6.1.9.	Critério De Medição	285
6.2.	Instalação de conector em cunha, com estribo	286
6.2.1.	Metodologia Executiva.....	286
6.2.2.	Equipamentos	286
6.2.3.	Mão De Obra	286
6.2.4.	Materiais	287
6.2.5.	Produção da Equipe	287
6.2.6.	Serviços Auxiliares.....	287
6.2.7.	Tempo Fixo	287
6.2.8.	Momento De Transportes	287
6.2.9.	Critério De Medição	288
6.3.	Instalação de cruzeta em poste circular	289
6.3.1.	Metodologia Executiva.....	289
6.3.2.	Equipamentos	290

6.3.3.	Mão De Obra	290
6.3.4.	Materiais	290
6.3.5.	Produção da Equipe	290
6.3.6.	Serviços Auxiliares.....	291
6.3.7.	Tempo Fixo	291
6.3.8.	Momento De Transportes	291
6.3.9.	Critério De Medição	291
6.4.	Instalação de grampos de linha viva.....	292
6.4.1.	Metodologia Executiva.....	292
6.4.2.	Equipamentos	292
6.4.3.	Mão De Obra	292
6.4.4.	Materiais	292
6.4.5.	Produção da Equipe	292
6.4.6.	Serviços Auxiliares.....	293
6.4.7.	Tempo Fixo	293
6.4.8.	Momento De Transportes	293
6.4.9.	Critério De Medição	293
6.5.	Instalação de isolador pino porcelana.....	294
6.5.1.	Metodologia Executiva.....	294
6.5.2.	Equipamentos	295
6.5.3.	Mão De Obra	295
6.5.4.	Materiais	295
6.5.5.	Produção da Equipe	296
6.5.6.	Serviços Auxiliares.....	296
6.5.7.	Tempo Fixo	296
6.5.8.	Momento De Transportes	296
6.5.9.	Critério De Medição	296
6.6.	Instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico	297
6.6.1.	Metodologia Executiva.....	297
6.6.2.	Equipamentos	298
6.6.3.	Mão De Obra	298
6.6.4.	Materiais	298
6.6.5.	Produção da Equipe	298
6.6.6.	Serviços Auxiliares.....	299
6.6.7.	Tempo Fixo	299
6.6.8.	Momento De Transportes	299

6.6.9.	Critério De Medição	299
6.7.	Instalação de manilha sapatilha	300
6.7.1.	Metodologia Executiva.....	300
6.7.2.	Equipamentos	300
6.7.3.	Mão De Obra	300
6.7.4.	Materiais	300
6.7.5.	Produção da Equipe	301
6.7.6.	Serviços Auxiliares.....	301
6.7.7.	Tempo Fixo	301
6.7.8.	Momento De Transportes	301
6.7.9.	Critério De Medição	302
6.8.	Instalação de porca olhal	303
6.8.1.	Metodologia Executiva.....	303
6.8.2.	Equipamentos	303
6.8.3.	Mão De Obra	303
6.8.4.	Materiais	303
6.8.5.	Produção da Equipe	304
6.8.6.	Serviços Auxiliares.....	304
6.8.7.	Tempo Fixo	304
6.8.8.	Momento De Transportes	304
6.8.9.	Critério De Medição	304
6.9.	Montagem de conector terminal	305
6.9.1.	Metodologia Executiva.....	305
6.9.2.	Equipamentos	306
6.9.3.	Mão De Obra	306
6.9.4.	Materiais	306
6.9.5.	Produção da Equipe	307
6.9.6.	Serviços Auxiliares.....	307
6.9.7.	Tempo Fixo	307
6.9.8.	Momento De Transportes	307
6.9.9.	Critério De Medição	307
6.10.	Montagem de emenda contrátil a frio.....	308
6.10.1.	Metodologia Executiva.....	308
6.10.2.	Equipamentos	310
6.10.3.	Mão De Obra	310
6.10.4.	Materiais	310

6.10.5. Produção da Equipe	311
6.10.6. Serviços Auxiliares.....	311
6.10.7. Tempo Fixo	311
6.10.8. Momento De Transportes	311
6.10.9. Critério De Medição	311
6.11. Montagem de emenda de derivação de baixa tensão.....	312
6.11.1. Metodologia Executiva.....	312
6.11.2. Equipamentos	313
6.11.3. Mão De Obra	313
6.11.4. Materiais	313
6.11.5. Produção da Equipe	314
6.11.6. Serviços Auxiliares.....	314
6.11.7. Tempo Fixo	314
6.11.8. Momento De Transportes	314
6.11.9. Critério De Medição	315
6.12. Montagem de emenda torquimétrica	316
6.12.1. Metodologia Executiva.....	316
6.12.2. Equipamentos	317
6.12.3. Mão De Obra	317
6.12.4. Materiais	317
6.12.5. Produção da Equipe	317
6.12.6. Serviços Auxiliares.....	318
6.12.7. Tempo Fixo	318
6.12.8. Momento De Transportes	318
6.12.9. Critério De Medição	318
6.13. Montagem de terminação contrátil a frio	319
6.13.1. Metodologia Executiva.....	319
6.13.2. Equipamentos	320
6.13.3. Mão De Obra	320
6.13.4. Materiais	320
6.13.5. Produção da Equipe	321
6.13.6. Serviços Auxiliares.....	322
6.13.7. Tempo Fixo	322
6.13.8. Momento De Transportes	322
6.13.9. Critério De Medição	322
6.14. Construção de linha de duto de aço galvanizado interligando caixas de passagem	323

6.14.1.	Metodologia Executiva.....	323
6.14.2.	Equipamentos	324
6.14.3.	Mão De Obra	324
6.14.4.	Materiais	324
6.14.5.	Produção da Equipe	324
6.14.6.	Serviços Auxiliares.....	325
6.14.7.	Tempo Fixo	325
6.14.8.	Momento De Transportes	325
6.14.9.	Critério De Medição	325
6.15.	Travessia subterrânea rodoviária de rede de energia elétrica isolada.....	326
6.15.1.	Metodologia Executiva.....	326
6.15.2.	Equipamentos	326
6.15.3.	Mão De Obra	327
6.15.4.	Materiais	327
6.15.5.	Produção da Equipe	327
6.15.6.	Serviços Auxiliares.....	327
6.15.7.	Tempo Fixo	327
6.15.8.	Momento De Transportes	328
6.15.9.	Critério De Medição	328
7.	TESTES E COMISSIONAMENTO	330
7.1.	Comissionamento em chaves seccionadoras de média tensão	331
7.1.1.	Metodologia Executiva.....	331
7.1.2.	Equipamentos	332
7.1.3.	Mão De Obra	333
7.1.4.	Materiais	333
7.1.5.	Produção da Equipe	333
7.1.6.	Serviços Auxiliares.....	334
7.1.7.	Tempo Fixo	334
7.1.8.	Momento De Transportes	334
7.1.9.	Critério De Medição	334
7.2.	Comissionamento em disjuntores.....	335
7.2.1.	Metodologia Executiva.....	335
7.2.2.	Equipamentos	337
7.2.3.	Mão De Obra	337
7.2.4.	Materiais	337
7.2.5.	Produção da Equipe	337

7.2.6.	Serviços Auxiliares.....	338
7.2.7.	Tempo Fixo	338
7.2.8.	Momento De Transportes	338
7.2.9.	Critério De Medição	338
7.3.	Comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição	339
7.3.1.	Metodologia Executiva.....	339
7.3.2.	Equipamentos	341
7.3.3.	Mão De Obra	341
7.3.4.	Materiais	341
7.3.5.	Produção da Equipe	341
7.3.6.	Serviços Auxiliares.....	342
7.3.7.	Tempo Fixo	342
7.3.8.	Momento De Transportes	342
7.3.9.	Critério De Medição	342
7.4.	Comissionamento em transformadores de corrente e transformadores de potencial	343
7.4.1.	Metodologia Executiva.....	344
7.4.2.	Equipamentos	345
7.4.3.	Mão De Obra	346
7.4.4.	Materiais	346
7.4.5.	Produção da Equipe	346
7.4.6.	Serviços Auxiliares.....	347
7.4.7.	Tempo Fixo	347
7.4.8.	Momento De Transportes	347
7.4.9.	Critério De Medição	347
7.5.	Comissionamento em transformadores de potência	348
7.5.1.	Metodologia Executiva.....	348
7.5.2.	Equipamentos	349
7.5.3.	Mão De Obra	349
7.5.4.	Materiais	349
7.5.5.	Produção da Equipe	350
7.5.6.	Serviços Auxiliares.....	350
7.5.7.	Tempo Fixo	350
7.5.8.	Momento De Transportes	350
7.5.9.	Critério De Medição	351
7.6.	Teste e comissionamento de equipamentos em subestações digitalizadas.....	352
7.6.1.	Metodologia Executiva.....	352

7.6.2.	Equipamentos	355
7.6.3.	Mão De Obra	355
7.6.4.	Materiais	355
7.6.5.	Produção da Equipe	355
7.6.6.	Serviços Auxiliares.....	356
7.6.7.	Tempo Fixo	356
7.6.8.	Momento De Transportes	356
7.6.9.	Critério De Medição	356
7.7.	Testes em transformadores	357
7.7.1.	Metodologia Executiva.....	359
7.7.2.	Equipamentos	360
7.7.3.	Mão De Obra	360
7.7.4.	Materiais	360
7.7.5.	Produção da Equipe	360
7.7.6.	Serviços Auxiliares.....	361
7.7.7.	Tempo Fixo	361
7.7.8.	Momento De Transportes	361
7.7.9.	Critério De Medição	361
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		362

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Dentro do SICFER, a parte de sistemas ferroviários está dividida em três segmentos: sinalização, telecomunicação e energização, que são segmentos correlacionados e que atuam principalmente na segurança operacional, no controle do tráfego e na capacidade produtiva da ferrovia.

Parte fundamental para o funcionamento de todos os sistemas de sinalização e de telecomunicações, o sistema de energia é primordial para qualquer ferrovia. Independentemente se a ferrovia em si utiliza locomotivas elétricas (catenárias) ou apenas a diesel, os sistemas necessitam de energia elétrica para funcionarem corretamente e conseqüentemente fornecerem toda a segurança e otimização para a operação ferroviária.

Além dos serviços de infraestrutura de rede aérea de energia, seja em baixa ou média tensão, com todo o suporte de infraestrutura de posteamento, cabos, transformadores, chaves seccionadoras e outros elementos, este manual também aborda toda a infraestrutura necessária para os abrigos de sinalização e telecomunicações, como *nobreaks*, banco de baterias e geradores.

Ao longo deste manual, os subgrupos têm seus temas brevemente introduzidos, com descrições, desenhos esquemáticos e fotos, para melhor compreensão das composições de custo referentes à energização.

2. SUBESTAÇÃO E TRANSFORMADORES

2. SUBESTAÇÃO E TRANSFORMADORES

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes a subestação e transformadores.

A subestação se trata de uma instalação elétrica de alta potência, contendo equipamentos de transmissão e distribuição de energia, além de equipamentos de proteção e controle. Já o transformador é um dos equipamentos mais importantes a serem instalados próximos das unidades consumidoras, responsável principalmente por baixar a tensão das redes de transmissão para níveis adequados aos abrigos de equipamentos de sinalização e telecomunicações ao lado da via férrea.

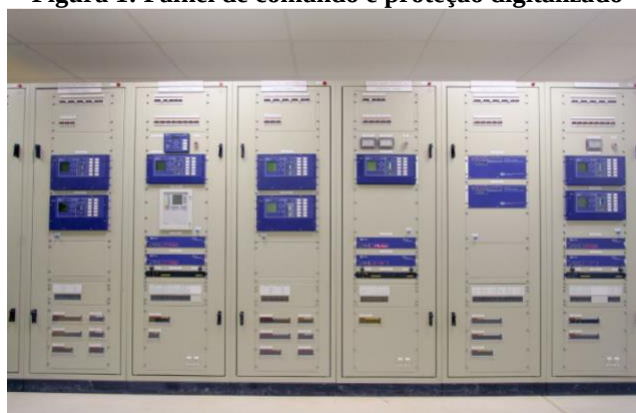
No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de subestação e transformadores: instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento; instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado; instalação de nobreak; instalação de padrão trifásico para caixa de sinalização e torre de telecomunicações; instalação elétrica de banco de capacitores automático; instalação elétrica de banco de capacitores fixo; instalação elétrica de disjuntores; instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted; instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal; instalação elétrica de transformador de distribuição em poste; instalação elétrica de transformadores de corrente e transformadores de potência; instalação de eletrocentro; instalação mecânica de banco de capacitores automático; instalação mecânica de banco de capacitores fixo; instalação mecânica de disjuntores; instalação mecânica de DPSS; instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted; instalação elétrica de DPSS; montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação; montagem e instalação de quadro de transferência automática; montagem e instalação de retificador estático; montagem elétrica de quadro de transferência automática; montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste; montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal; montagem mecânica de transformador de distribuição em poste; desmontagem de base de energia para transformadores; coleta e análise de óleo isolante mineral em transformadores; construção de base para transformadores; preparação de painel de comando e controle de subestação.

2.1. Instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento

Este subgrupo apresenta as novas composições de custos de instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento.

Os serviços deste subgrupo são aplicados na montagem de subestações digitalizadas com capacidade para manutenção autônoma. A montagem da subestação inclui a substituição de relés de proteção eletromecânicos por relés de proteção digitais nos painéis de controle e modernização do painel de comunicação.

Figura 1: Painel de comando e proteção digitalizado



Fonte: CPFL (2018)

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 61850-10:2018.

A Tabela 1 apresenta a descrição das composições de custo criadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 1: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350431	IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento de um transformador de média tensão - fornecimento e instalação	un
350433	Instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento de um transformador abastecedor de 13,2 kV, excluindo fornecimento de material	un
350434	Instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento de um transformador de grupo retificador, excluindo fornecimento de material	un
350435	Instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento de uma linha de transmissão em 88 kV, excluindo fornecimento de material	un

Fonte: FGV IBRE

2.1.1. Metodologia Executiva

Para montagem de subestação digitalizada com capacidade para manutenção autônoma, são necessários os seguintes serviços:

- Isolação dos painéis;
- Desmontagem dos equipamentos internos antigos;
- Retirada do cabeamento antigo;
- Adequação/substituição da chaparia;
- Instalação das IEDs;
- Instalação dos equipamentos de supervisão;
- Interligação da parte de potência;
- Interligação da parte de comunicação;
- Teste e comissionamento da subestação.

A metodologia executiva do serviço de instalação de IED microprocessada em cubículo blindado é composto pelas seguintes etapas:

Para a execução das etapas deste serviço foi considerada inicialmente a atividade de montagem mecânica dos equipamentos. Nesta etapa, os equipamentos de proteção, controle e monitoramento deverão ser acomodados nos cortes já realizados da porta do cubículo.

Os equipamentos deverão ser fixados e nivelados em suas respectivas aberturas, de forma que fique garantida a estabilidade dos mesmos durante manobras de abertura e fechamento da porta do cubículo.

Em seguida, é executada a etapa de conexões elétricas e de comando, na qual é prevista a realização das conexões de aterramento, alimentação dos equipamentos, bem como a conexão das entradas de tensão/corrente CA de referência.

Segue-se então com a etapa de conexões de comunicação. Nessa etapa foi considerada a interligação dos equipamentos com o concentrador de dados instalado em cubículo contíguo. Para isso, foram considerados cordões ópticos já conectorizados, ou seja, prontos para instalação.

Concluídas todas as conexões, os diversos cabos conectados na parte traseira dos equipamentos (interior do painel) devem ser reorganizados de forma que fique garantida a estabilidade de cada conexão com os terminais e borneiras dos novos equipamentos.

2.1.2. Equipamentos

Não são utilizados equipamentos na execução do presente serviço.

2.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada neste subgrupo é formada por 01 auxiliar técnico e 01 eletricitista.

2.1.4. Materiais

Para o serviço deste subgrupo são empregados os seguintes materiais:

Tabela 2: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4034	Relé de proteção de transformadores, com porta de comunicação ethernet, capacidade de comunicação via protocolos MMS e Goose da norma IEC 61850	un
MT4035	Módulo para monitoramento e controle de transformadores de potência, com porta de comunicação ethernet, capacidade de comunicação via protocolos MMS e Goose da norma IEC 61850	un
MT4038	Cordão óticos multimodo, com conectores LC/LC - C = 15 m	un
MT1365	Cabo de controle de cobre isolado em PVC/A 70°C, classe 5 - tensão de 0,6/1 kV e seção de 2 x 4,0 mm ²	m
MT1366	Cabo de controle de cobre isolado em PVC/A 70°C, classe 5 - tensão de 0,6/1 kV e seção de 4 x 4,0 mm ²	m
MT4041	Relé de proteção para alimentador, com porta de comunicação ethernet, capacidade de comunicação via protocolos MMS e Goose da norma IEC 61850	un
MT4042	Controlador de automação programável, com entradas e saídas digitais, porta de comunicação ethernet, capacidade de comunicação via protocolos MMS e Goose da norma IEC 61850	un

Fonte: FGV IBRE

2.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

Fe representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

Tciclo representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.1.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.1.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativo o peso do insumo transportado.

Tabela 3: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.1.8. Momento De Transportes

Para o momento de transporte foi considerada a parcela do insumo usado na execução do serviço em função do seu peso. Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte:

Tabela 4: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.1.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação de IED microprocessada em cubículo blindado, para controle, proteção e monitoramento são medidos por unidade executada.

2.2. Instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado

Este subgrupo apresenta a nova composição de custos de instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado.

Os serviços deste subgrupo são aplicados na montagem de subestações digitalizadas com capacidade para manutenção autônoma. A montagem da subestação inclui a substituição de relés de proteção eletromecânicos por relés de proteção digitais nos painéis de controle e modernização do painel de comunicação.

Figura 2: Painel de comando e proteção digitalizado



Fonte: CPFL (2018)

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 61850-10:2018.

A Tabela 5 apresenta a descrição das composições de custo criadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 5: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350436	Instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado, incluindo 1 GPS, 2 switches gerenciáveis e uma unidade concentradora de dados, excluindo fornecimento de material	un

Fonte: FGV IBRE

2.2.1. Metodologia Executiva

Para montagem de subestação digitalizada com capacidade para manutenção autônoma, são necessários os seguintes serviços:

- Isolação dos painéis;
- Desmontagem dos equipamentos internos antigos;
- Retirada do cabeamento antigo;
- Adequação/substituição da chaparia;

- Instalação das IEDs;
- Instalação dos equipamentos de supervisão;
- Interligação da parte de potência;
- Interligação da parte de comunicação;
- Teste e comissionamento da subestação.

A metodologia executiva do serviço de instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado é composta pelas atividades a seguir.

Inicialmente, é executada a atividade de montagem mecânica dos equipamentos. Nesta etapa, os equipamentos de proteção, controle e monitoramento deverão ser acomodados nos cortes já realizados da porta do cubículo.

Os equipamentos devem ser fixados e nivelados em suas respectivas aberturas, de forma que fique garantida a estabilidade dos mesmos durante manobras de abertura e fechamento da porta do cubículo.

Em seguida, é executada a etapa de conexões elétricas e de comando, na qual é prevista a realização das conexões de aterramento e alimentação dos equipamentos.

Segue-se então com a execução das conexões de comunicação. Nessa etapa, foi considerada a interligação dos switches com o concentrador de dados, bem como a conexão do sincronizador de tempo também com o concentrador. Para isso, foram considerados cordões ópticos já conectorizados, ou seja, prontos para instalação, e cabo coaxial para a conexão do GPS.

Concluídas todas as conexões, os diversos cabos conectados na parte traseira dos equipamentos (interior do painel) devem ser reorganizados de forma que fique garantida a estabilidade de cada conexão com os terminais e borneiras dos novos equipamentos.

2.2.2. Equipamentos

Não são usados equipamentos neste subgrupo.

2.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada neste subgrupo é formada por 01 auxiliar técnico e 01 eletricista.

2.2.4. Materiais

Para o serviço deste subgrupo são empregados os seguintes materiais:

Tabela 6: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4043	Controlador de automação em tempo real, com entradas e saídas digitais, porta de comunicação ethernet, capacidade de comunicação via protocolos MMS e Goose da norma IEC 61850	un
MT4044	Unidade de sincronização de tempo via satélite, com saída IRIG-B, para sincronização de tempo de IEDs	un
MT4045	Switch ethernet gerenciável com 24 Portas, com protocolo RSTP e com suporte para mensagens IEC 61850 GOOSE	un
MT3013	Cabo Coaxial RG58	m
MT3014	Conector N Fêmea para Cabo Coaxial RG58	un
MT3015	Conector BNC Macho para Cabo Coaxial RG59	un
MT4046	Cordão óticos multimodo, com conectores LC/LC - C = 5 m	un

Fonte: FGV IBRE

2.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.2.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.2.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativo o peso do insumo transportado.

Tabela 7: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.2.8. Momento De Transportes

Para o momento de transporte foi considerada a parcela do insumo usado na execução do serviço em função do seu peso. Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte:

Tabela 8: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.2.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação de IEDs microprocessadas para comunicação em cubículo blindado são medidos por unidade executada.

2.3. Instalação de nobreak

Este subgrupo compreende a composição de custo de instalação de nobreak.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15014:2003.

A Tabela 9 apresenta a descrição das composições de custo criadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 9: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350020	Montagem, instalação e teste de nobreak - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.3.1. Metodologia Executiva

Nesta CCU foi considerada a instalação de um nobreak de 8 kVA/6,4 kW, tensão de entrada 220 V e tensão de saída 115/127 V. A composição consiste basicamente no fornecimento e instalação dos cabos de conexão e do equipamento.

Na metodologia executiva do serviço, considerou-se que o nobreak já se encontra posicionado em seu local de operação, restando, portanto, realizar a crimpagem dos conectores e lançamento dos cabos.

Uma distância de 5 metros entre o nobreak e a fonte CA foi considerada, sendo necessários dois cabos para a instalação. Quanto aos conectores, foram considerados 2 conectores para cada cabo, sendo instalados um em cada extremidade.

Com os cabos prontos e os conectores instalados, o serviço se conclui por meio da conexão dos cabos aos bornes do nobreak. Ao término das conexões pode-se proceder com a energização do equipamento.

2.3.2. Equipamentos

Não são usados equipamentos neste subgrupo.

2.3.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço instalação de nobreak é formada por 01 eletricista.

2.3.4. Materiais

Para o serviço deste subgrupo são empregados os seguintes materiais:

Tabela 10: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2079	Nobreak senoidal - potência de 8 kVA/6,4 kW, tensão de entrada de 220 V e tensão de saída de 115/127 V	un
MT1358	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 4 - tensão de 0,6/1kV e seção de 6,0 mm ²	m
MT2428	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 6 mm ² , com um furo de 4,7 a 5,8 mm	un

Fonte: FGV IBRE

2.3.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.3.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.3.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativo o peso do insumo transportado.

Tabela 11: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.3.8. Momento De Transportes

Para o momento de transporte foi considerada a parcela do insumo usado na execução do serviço em função do seu peso. Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte:

Tabela 12: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm

Código	Descrição	Unidade
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.3.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de nobreak é medido por unidade.

2.4. Instalação de padrão trifásico para caixa de sinalização e torre de telecomunicações

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de padrão trifásico para atendimento da caixa de sinalização e torre de telecomunicações.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 14039:2005 e 5410:2004.

A Tabela 13 apresenta a descrição das composições de custo criadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 13: Composições de custos

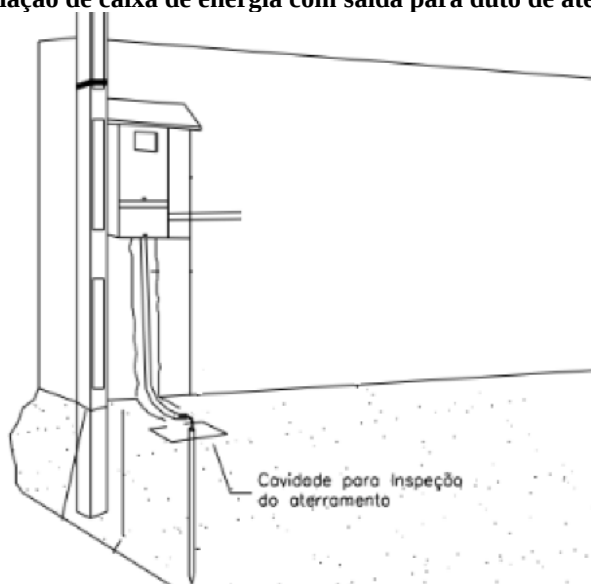
Código	Descrição	Unidade
350402	Instalação de padrão trifásico para atendimento da caixa de sinalização e torre de telecomunicações - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.4.1. Metodologia Executiva

A composição de custos deste subgrupo apresenta o serviço de instalação de padrão trifásico, ou caixa de energia, equipado com disjuntor tripolar, DPSs e aterramento. A Figura 3 apresenta um esquema de instalação da caixa de energia com saída para duto de aterramento.

Figura 3: Instalação de caixa de energia com saída para duto de aterramento



Fonte: CPFL (2018)

A instalação desses dispositivos tem a finalidade de proteger os circuitos de alimentação de caixas de sinalização e torre de telecomunicações instaladas às margens de linhas férreas.

A Figura 4 apresenta um exemplo de caixa metálica a ser usada no serviço.

Figura 4: Caixa metálica



Fonte: CPFL (2018)

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

a) Fixação da caixa de energia no poste, com suporte

Nesta etapa deve ser feita a fixação da caixa de energia em poste circular com o auxílio das abraçadeiras de aço BAP (MT0556).

Inicialmente, os quatro suportes para abraçadeira do tipo BAP (MT1635) devem ser fixados nas extremidades da caixa, mantendo o alinhamento necessário para que as duas abraçadeiras sejam passadas através deles, permitindo correta fixação da caixa.

b) Fixação do disjuntor principal e DPSs no interior da caixa

Nesta etapa, é realizada a fixação do disjuntor tripolar à placa de montagem do interior da caixa de energia. Para a melhor acomodação dos cabos no interior da caixa, pode ser observado o padrão GED-4137 da CPFL, ou executar conforme projeto específico.

Em seguida, seguindo o mesmo processo e observações, deve ser realizada a fixação dos DPSs na mesma placa de montagem, respeitando distâncias adequadas que permitam a acomodação de todos os cabos ao fim da instalação.

c) Fixação dos eletrodutos de aterramento e para circuito de distribuição

Abaixo da caixa de energia, deve ser instalado o eletroduto de PVC para encaminhamento da cordoalha de cobre que se conectará à haste de aterramento. A conexão, junto à caixa, deve ser feita utilizando bucha e arruela com bitola especificada na relação de insumos.

Além disso, devem ser lançados os dutos de aterramento e duto que acomodará os circuitos alimentadores. O duto dos alimentadores deriva da caixa de energia até o solo e segue enterrado até o local da carga a ser alimentada, ou seja, local da caixa de sinalização/telecomunicações.

d) Cravamento da haste de aterramento

Nesta etapa, é executado o cravamento da haste de aterramento no solo, nas proximidades do ponto de instalação da caixa de energia. A haste ficará abrigada na caixa de inspeção de aterramento, conforme apresenta a Figura 5.

Figura 5: Caixa de inspeção de aterramento



Fonte: COLINAS (2021)

e) Lançamento dos cabos de baixa tensão e conexões

Feita a instalação da infraestrutura de dutos, devem ser lançados os cabos de baixa tensão e aterramento, conectando todos os pontos do sistema. Em seguida, são executadas as conexões de aterramento (haste e caixa de energia, incluindo DPSs), e entre disjuntor geral e a carga (caixa de sinalização/telecomunicações).

f) Teste de continuidade

Com todos os cabos devidamente conectados, deve ser feita a verificação de aperto em todas as conexões, e realizado o teste de continuidade em cada um deles a fim de assegurar que não haverá pontos quentes por conta de conexões inadequadas.

2.4.2. Equipamentos

Não são usados equipamentos neste subgrupo.

2.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de instalação de padrão trifásico é formada por eletricitista e auxiliar técnico, participando de todas as atividades igualmente.

2.4.4. Materiais

Para o serviço deste subgrupo são empregados os seguintes materiais:

Tabela 14: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4007	Caixa de energia CPFL trifásica tipo III	un
MT1635	Suporte para abraçadeira do tipo BAP com furo de 18 mm	un
MT0556	Abraçadeira de aço galvanizado n° 2, tipo BAP, com cinta suporte, parafuso J com porca e arruela de 800 mm	un
MT1450	Parafuso de cabeça sextavada com rosca total, porca e arruela lisa - D = 15,9 mm (5/8") e C = 40 mm	cj
MT4009	Disjuntor tripolar caixa moldada In=100A, 25 kA	un
MT2434	Dispositivo de proteção de surtos (DPS), classe I, trifásico + neutro, com módulo a varistor e centelhador de gás encapsulado substituível, sinalização visual e remota 230 V-AC, In = 20 KA, Imáx = 40kA	un
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT0481	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 12,7 mm (1/2")	m
MT0054	Haste de aterramento tipo copperweld - D = 19,05 mm (3/4") e C = 3,00 m	un
MT2001	Caixa de inspeção de PVC para aterramento - D = 200 mm	un
MT1536	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 mm	un
MT4010	Curva para eletroduto, PVC roscável 90°, de 2"	un
MT0482	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 50,8 mm (2")	m
MT4001	Bucha em alumínio, de 2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4002	Arruela em alumínio, de 2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4011	Bucha em alumínio, de 1/2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4012	Arruela em alumínio, de 1/2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT1356	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 50 mm ²	m
MT1479	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 25 mm ²	m

Fonte: FGV IBRE

2.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de padrão trifásico é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

Fe representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

Tciclo representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

2.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.4.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativo o peso do insumo transportado.

Tabela 15: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.4.8. Momento De Transportes

Para o momento de transporte foi considerada a parcela do insumo usado na execução do serviço em função do seu peso. Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte:

Tabela 16: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.4.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de padrão trifásico deve ser medido por unidade instalada.

2.5. Instalação elétrica de banco de capacitores automático

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de banco de capacitor automático, variando de 20 kVAr a 180 kVAr.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5282:1998 e 12479:1992.

A Tabela 17 apresenta a descrição das composições de custo criadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 17: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350245	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350246	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 40 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350247	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350248	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350249	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 100 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350250	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 220 V com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350251	Instalação elétrica de banco de capacitores automático trifásico, de 150 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350252	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350253	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350254	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 40 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350255	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350256	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350257	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 100 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350258	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un

Código	Descrição	Unidade
350259	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 150 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350260	Instalação elétrica de banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un

Fonte: FGV IBRE

2.5.1. Metodologia Executiva

Os bancos de capacitores são equipamentos comumente utilizados na correção do fator de potência de uma rede elétrica e podem ser divididos em três tipos:

- **Fixo:** normalmente possuem acionamento manual, e enquanto estão em operação são capazes de compensar um volume de energia constante, um valor fixo.
- **Programável:** normalmente utilizado para sistemas que possuem necessidade de correção do fator de potência em horários específicos. Assim, a entrada e saída de operação do banco de capacitores pode ser programada conforme horários desejados.
- **Automático:** possuem mecanismos de monitoramento da variação do fator de potência da rede em que os bancos estão instalados, bem como acionamentos automáticos para entrada e saída de operação do equipamento. Assim, o equipamento atuará conforme demanda instantânea de compensação de reativos da rede a qual ele está conectado.

O local ideal para a instalação de um banco depende do seu tipo (fixo, automático ou programável), bem como das características específicas de cada planta elétrica.

Considerou-se que o banco de capacitores está instalado a uma distância de 10 metros do ponto de conexão com a rede, e que toda infraestrutura para a realização do lançamento e conexão dos condutores já está preparada.

Dessa forma, o serviço de instalação elétrica do banco de capacitores se resume à conexão elétrica do equipamento à rede de energia local. Para os serviços de instalação elétrica de banco de capacitor fixo são consideradas as seguintes etapas de serviço:

- a) **Instalação e encaminhamento do cabo:** Nesta etapa os cabos são instalados e convergidos na infraestrutura previamente instalada (eletrodutos, eletrocalhas);
- b) **Instalação de anilha:** Colocação das anilhas para a identificação de fios e cabos. São utilizadas duas anilhas por terminal;

c) Fixação de terminal aos cabos: Instalação do terminal de compressão nos cabos, utilizando 1 (um) terminal para cada ponta de cabo;

d) Fixação de terminal nos equipamentos.

2.5.2. Equipamentos

Não são usados equipamentos neste subgrupo.

2.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação elétrica de banco de capacitor fixo é formada por 01 técnico especializado e 01 eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.5.4. Materiais

Para o serviço deste subgrupo são empregados os seguintes materiais:

Tabela 18: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0524	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 35 mm ²	m
MT1337	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 16 mm ²	m
MT1356	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 50 mm ²	m
MT1359	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 70 mm ²	m
MT1479	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 25 mm ²	m
MT2012	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 95 mm ²	m
MT2013	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 10 mm ²	m
MT2014	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 240 mm ²	m
MT2077	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 25 mm ² em diante	un
MT2234	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 16 mm ² , com um furo de 6 a 6,4 mm	un
MT2235	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 25 mm ² , com um furo de 6,4 a 6,8 mm	un
MT2236	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 a 8,4 mm	un
MT2237	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 70 mm ² , com um furo de 10,0 a 10,5 mm	un
MT2238	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 120 mm ² , com um furo de 13,3 a 13,8 mm	un
MT2239	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 185 mm ² , com um furo de 17,0 a 17,5 mm	un
MT2240	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 240 mm ² , com um furo de 17,5 a 18,0 mm	un
MT2241	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 95 mm ² , com um furo de 13,0 a 13,3 mm	un

Código	Descrição	Unidade
MT2242	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 50 mm ² , com um furo de 8,4 a 9,0 mm	un
MT2302	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios até 10 mm ²	un
MT2304	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 10 mm ² , com um furo de 6 mm	un
MT2420	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 120 mm ²	m
MT2421	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 150,0 até 240,0 mm ²	un
MT2422	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 185 mm ²	m
MT2423	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 70,0 até 185,0 mm ²	un
MT2425	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 16 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

2.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

Fe representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

Tciclo representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.5.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.5.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativo o peso do insumo transportado.

Tabela 19: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.5.8. Momento De Transportes

Para o momento de transporte foi considerada a parcela do insumo usado na execução do serviço em função do seu peso. Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte:

Tabela 20: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.5.9. Critério De Medição

O serviço de instalação elétrica de banco de capacitor automático é medido por unidade executada.

2.6. Instalação elétrica de banco de capacitores fixo

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de banco de capacitor fixo, variando de 5 kVAr a 15 kVAr.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5282:1998 e 12479:1992.

O quadro apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 21: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350242	Instalação elétrica de banco de capacitor fixo, trifásico de 5 kVAr – 220 V, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350243	Instalação elétrica de banco de capacitor fixo, trifásico de 10 kVAr – 220 V, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un
350244	Instalação elétrica de banco de capacitor fixo, trifásico de 15 kVAr – 220 V, para correção de fator de potência da instalação, excluindo o fornecimento do banco de capacitor	un

Fonte: FGV IBRE

2.6.1. Metodologia Executiva

Os bancos de capacitores são equipamentos utilizados na correção do fator de potência de uma rede elétrica e podem ser divididos em três tipos:

- **Fixo:** normalmente possuem acionamento manual, e enquanto estão em operação são capazes de compensar um volume de energia constante, um valor fixo.
- **Programável:** normalmente utilizado para sistemas que possuem necessidade de correção do fator de potência em horários específicos. Assim, a entrada e saída de operação do banco de capacitores pode ser programada conforme horários desejados.
- **Automático:** possuem mecanismos de monitoramento da variação do fator de potência da rede em que os bancos estão instalados, bem como acionamentos automáticos para entrada e saída de operação do equipamento. Assim, o equipamento atuará conforme demanda instantânea de compensação de reativos da rede a qual ele está conectado.

O local ideal para a instalação de um banco depende do seu tipo (fixo, automático ou programável), bem como das características específicas de cada planta elétrica.

Para a revisão desta CCU, considerou-se que o banco de capacitores está instalado a uma distância de 10 metros do ponto de conexão com a rede. Considerou-se, também, que toda infraestrutura para a realização do lançamento e conexão dos condutores já está preparada.

Dessa forma, o serviço de instalação elétrica do banco de capacitores se resume à conexão elétrica do equipamento à rede de energia local. Para os serviços de instalação elétrica de banco de capacitor fixo são consideradas as seguintes etapas de serviço:

- a) Instalação e encaminhamento do cabo: Nesta etapa os cabos são instalados e convergidos na infraestrutura previamente instalada (eletrodutos, eletrocalhas);
- b) Instalação de anilha: Colocação das anilhas para a identificação de fios e cabos. São utilizadas duas anilhas por terminal;
- c) Fixação de terminal aos cabos: Instalação do terminal de compressão nos cabos, utilizando 1 (um) terminal para cada ponta de cabo;
- d) Fixação de terminal nos equipamentos.

2.6.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de instalação elétrica de banco de capacitor fixo não são utilizados equipamentos.

2.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação elétrica de banco de capacitor fixo é formada por 01 técnico especializado e 01 eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.6.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 22: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2426	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 4 mm ² , com um furo de 3,1 a 4,7 mm	un
MT2427	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 4 - tensão de 0,6/1kV e seção de 4,0 mm ²	m
MT2302	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios até 10 mm ²	un
MT2428	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 6 mm ² , com um furo de 4,7 a 5,8 mm	un
MT1358	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 4 - tensão de 0,6/1kV e seção de 6,0 mm ²	m
MT2304	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 10 mm ² , com um furo de 6 mm	un
MT2013	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 10 mm ²	m
MT2302	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios até 10 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

2.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.6.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 23: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.6.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 24: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.6.9. Critério De Medição

O serviço de instalação elétrica de banco de capacitor fixo é medido por unidade executada.

2.7. Instalação elétrica de disjuntores

Neste subgrupo foram abordados os serviços de instalação elétrica de disjuntores à óleo (Pequeno Volume de Óleo – PVO) e a gás SF6 (Hexafluoreto de enxofre). Os disjuntores são equipamentos de proteção de circuitos elétricos que atuam interrompendo a circulação de corrente quando esta apresenta valor acima do ajustado.

Para realizar esta interrupção, o disjuntor deve ter capacidade de extinguir o arco elétrico, gerado no momento da abertura do circuito. Existem diversos meios de extinção do arco elétrico, o que leva a uma variedade de tipos de disjuntores para a mesma aplicação.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 14039:2005 ABNT NBR IEC 60947-2:2013.

A Tabela 25 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 25: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350126	Instalação elétrica de disjuntores de 13,8 kV - 630 A à óleo PVO (pequeno volume de óleo), instalado em pedestal, excluindo fornecimento de disjuntores	un
350132	Instalação elétrica de disjuntores de 13,8 kV-630 A à SF6 - Gás isolante, excluindo fornecimento de disjuntores	un

Fonte: FGV IBRE

As duas CCUs apresentam equipamentos que possuem a mesma função, entretanto, algumas características construtivas diferentes.

- Disjuntor à óleo – PVO:

Estes disjuntores representam o desenvolvimento natural dos antigos disjuntores GVO (Grande Volume de Óleo), na medida em que se procura projetar uma câmara de extinção com fluxo forçado de óleo sobre o arco aumentando-se a eficiência do processo de interrupção da corrente e diminuindo-se drasticamente o volume de óleo no disjuntor.

Quando utilizado em média tensão, contém, em média, de 2 a 5 litros de óleo isolante por polo. Para alta tensão, contém, em média, de 50 a 100 litros de óleo isolante por polo.

A Figura 6 apresenta um modelo de disjuntor à óleo (PVO).

Figura 6: Disjuntor PVO



Fonte: ABRAMAN (2018)

- Disjuntor a Gás SF6

Esta categoria pode ser dividida em dois tipos principais:

- Disjuntor a dupla pressão
- Disjuntor a pressão única

No disjuntor a dupla pressão, em uma operação de abertura, quando o contato móvel inicia o seu afastamento do contato fixo, a válvula de sopro é aberta e um forte sopro de gás é dirigido contra o arco, esfriando-o, desionizando-o e acabando por extingui-lo.

Em seguida, a válvula de sopro é fechada e o compressor transfere o excesso de gás da câmara para o reservatório de alta pressão, que retira do gás os produtos de sua decomposição e os resíduos formados pela ação do arco sobre os contatos.

No disjuntor a pressão única, em uma operação de abertura, o contato móvel se movimenta simultaneamente com um cilindro de sopro que tem, na sua parte interna, um pistão sobre o qual desliza. O gás SF6 do interior do cilindro, é comprimido e acaba sendo lançado contra o arco, através do bocal de sopro.

Figura 7: Disjuntor a gás SF6



Fonte: ABRAMAN (2018)

2.7.1. Metodologia Executiva

O serviço de instalação elétrica dos disjuntores de média tensão consistem basicamente na conexão de seus terminais à rede elétrica local, e a conexão do equipamento à malha de aterramento.

Para a conexão com a rede elétrica foi utilizado um cabo de cobre nu de 35 mm² classe 2A. Este cabo apresenta uma têmpera mais dura, permitindo assim uma melhor acomodação de cada fase no local de instalação do disjuntor.

Os disjuntores apresentam uma capacidade de interrupção de corrente de até 630 A, em 13,8 kV. A corrente de interrupção operacional deverá ser ajustada de acordo com as características de cada sistema com o auxílio de dispositivos complementares (relés, etc).

Adotou-se o cabo de 35 mm², que possui uma capacidade de condução de corrente elevada, para média tensão, porém, inferior ao limite de interrupção do disjuntor. Assim, é importante observar no momento da utilização da CCU se o cabo de 35 mm² é compatível com os ajustes de proteção de projeto.

Para o serviço de instalação elétrica de disjuntores foram consideradas as seguintes etapas:

a) Lançamento de cabos

Nesta etapa são lançados os cabos de entrada e saída do disjuntor. Foram considerados lances de 3 metros por fase da entrada e saída do disjuntor.

b) Instalação de terminais

Nesta etapa, considerou-se que os cabos conectam o disjuntor a um barramento de entrada e saída. Assim, são necessários 2 conectores por fase da entrada e saída do disjuntor.

Considerou-se também nesta etapa, a instalação dos conectores de aterramento do disjuntor.

c) Fixação de terminais aos bornes

Essa é a etapa de conexão dos conectores junto aos bornes do disjuntor e pontos de aterramento. Deve-se verificar o aperto adequando das conexões a fim de evitar pontos quente durante a operação do equipamento.

d) Teste de continuidade

O teste de continuidade é a etapa final do serviço, na qual se verifica se há continuidade nas conexões realizadas.

2.7.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

2.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação elétrica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.7.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 26: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT0518	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 25 mm ²	m
MT4023	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com dois furos de 8,5 mm ²	un
MT2038	Conector de parafuso fendido com sapata para condutor principal de 25 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

2.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação elétrica de disjuntores é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

2.7.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.7.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 27: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.7.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 28: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.7.9. Critério De Medição

O serviço de instalação elétrica de disjuntores é medido por unidade.

2.8. Instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted, de 300 KVA e 500 KVA.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5356:2007.

A Tabela 29 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 29: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350305	Instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted (pedestal), 300 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV , excluindo o fornecimento do transformador	un
350306	Instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted (pedestal), 500 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV, excluindo o fornecimento do transformador	un

Fonte: FGV IBRE

O transformador do tipo pad-mounted (pedestal) é um equipamento interessante para construção de subestação abrigada, em situações em que há restrição de espaço físico associada à necessidade de proximidade deste equipamento com as cargas que atende. Assim, são comumente utilizados em centros urbanos, praças, condomínios e lugares em que exista fluxo de pessoas nas proximidades.

Além de compactos, esse tipo de transformador possui na própria carcaça uma espécie de fechamento, protegendo as áreas vivas de contatos indevidos, e são apropriados para instalações ao tempo.

Figura 8: Transformador Pad mounted



Fonte: FGV IBRE

Para este subgrupo considerou-se que toda a instalação mecânica, como fixação do transformador na base de instalação, já está concluída.

2.8.1. Metodologia Executiva

O serviço de instalação elétrica de transformador em pedestal engloba o lançamento dos cabos de entrada e saída do transformador, instalação do aterramento, conectorização dos terminais de conexão dos cabos e interligação com a rede primária.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

a) Instalação dos cabos

Com o transformador disponível, inicia-se a instalação dos cabos do lado de média tensão do transformador (entrada). Considerou-se um lance de 20 metros por fase para interligar o transformador à rede de distribuição. Para a interligação foi utilizado cabo de cobre de 25 mm².

Para o lado de baixa do transformador de 300 kVA foram considerados quatro cabos flexíveis de cobre de 150 mm² por fase e quatro cabos flexíveis de cobre de 150 mm² para o neutro. A adoção de quatro cabos por fase e neutro, na saída do transformador, deve-se à potência nominal do mesmo.

Para o lado de baixa do transformador de 500 kVA foram considerados dois cabos flexíveis de cobre de 185 mm² por fase e dois cabos flexíveis de cobre de 185 mm² para o neutro. A adoção de dois cabos por fase e neutro, na saída do transformador deve-se à potência nominal do mesmo.

É importante que no momento da aplicação da CCU seja observada a memória de cálculo específica de cada projeto e seja compatibilizada a quantidade e bitola dos condutores de saída.

Figura 9: conexões elétricas transformador pad-mounted



Fonte: FGV IBRE

b) Aterramento carcaça do transformador

Seguindo o processo de instalação, deve ser executado o aterramento da carcaça do transformador. A instalação é feita nos pontos de média tensão e baixa tensão da carcaça do equipamento.

Com os pontos de aterramento conectados, o fio de cobre deve ser interligado ao aterramento local. Para isso foi considerado um lance de 10 metros entre o transformador e a malha de aterramento local.

c) Conexões dos cabos

Com os cabos lançados, devem ser feitas as conexões ao equipamento. Para a conexão no lado de saída dos transformadores foram utilizados terminais de compressão conforme cada bitola de cada circuito.

Para a conexão dos cabos de média tensão aos terminais do transformador foi adotado terminal desconectável tipo TDC 200A.

2.8.2. Equipamentos

Para a realização do serviço instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted não são utilizados equipamentos.

2.8.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted é formada por um eletricista e dois técnicos especializados.

2.8.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 30: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2514	Cabo de cobre isolado em EPR 90°C, classe 2 - tensão de 8,7/15 kV e seção de 25 mm ²	m
MT4048	Terminal desconectável, tipo TDC 200A - 15 kV	un
MT2513	Terminal polimérico com isolamento EPR para cabo 25 mm ² - tensão de 15 kV	un
MT2422	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 185 mm ²	m
MT2239	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 185 mm ² , com um furo de 17,0 a 17,5 mm	un
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT2236	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 a 8,4 mm	un
MT2471	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 150 mm ²	m

Código	Descrição	Unidade
MT2515	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 150 mm², com um furo de 17,0 a 17,5 mm	un

Fonte: FGV IBRE

2.8.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.8.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.8.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 31: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.8.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 32: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.8.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação elétrica de entrada e saída para transformador pad-mounted são medidos por unidade.

2.9. Instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de transformadores de potência convencionais, apoiados em base de concreto (pedestal).

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5440:2014 e 14039:2005.

A Tabela 33 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 33: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350004	Instalação elétrica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 500 kVA, em rede primária 13,8 kV e secundária 220-127 V, instalado em pedestal, excluindo fornecimento do transformador	un
350005	Instalação elétrica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 120 kVA, em rede primária 44 kV e secundária 4,4 kV, instalado em pedestal, excluindo fornecimento do transformador	un

Fonte: FGV IBRE

As composições de montagem e instalação de transformadores foram divididas em instalações elétricas e mecânicas.

2.9.1. Metodologia Executiva

O serviço de instalação elétrica de transformador em pedestal engloba o lançamento dos cabos de entrada e saída do transformador, instalação do aterramento, conectorização dos terminais de conexão dos cabos e interligação com a rede primária. Segue metodologia executiva:

a) Instalação de cabos

Com o transformador disponível, inicia-se a instalação dos cabos do lado de média tensão do transformador (entrada). Considerou-se um lance de 20 metros por fase para interligar o transformador à rede de distribuição. Para a interligação foi utilizado cabo de cobre de 25 mm².

Para o lado de baixa do transformador de 500 kVA foram considerados dois cabos flexíveis de cobre de 185 mm² por fase e dois cabos flexíveis de cobre de 185 mm² para o neutro. A adoção de dois cabos por fase e neutro, na saída do transformador deve-se à potência nominal do mesmo.

Para o lado de baixa do transformador de 120 kVA foi considerado 1 cabo de cobre de 10 mm² por fase e 1 cabo de cobre de 10 mm para o neutro. A adoção de 1 cabo por fase e neutro na saída do transformador deve-se à potência nominal do mesmo.

É importante que no momento da aplicação da CCU seja observada a memória de cálculo específica de cada projeto e seja compatibilizada a quantidade e bitola dos condutores de saída.

b) Aterramento da carcaça

Seguindo o processo de instalação, deve ser executado o aterramento da carcaça do transformador. A instalação é feita nos pontos de média tensão e baixa tensão da carcaça do equipamento.

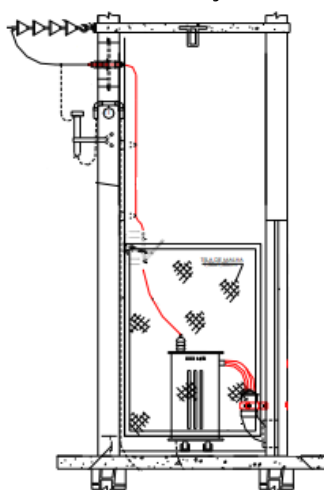
Com os pontos de aterramento conectados, o fio de cobre deve ser interligado ao aterramento local. Para isso foi considerado um lance de 10 metros entre o transformador e a malha de aterramento local.

c) Conexões dos cabos

Com os cabos lançados, devem ser feitas as conexões ao equipamento. Para a conexão no lado de saída dos transformadores foram utilizados terminais de compressão conforme cada bitola de cada circuito.

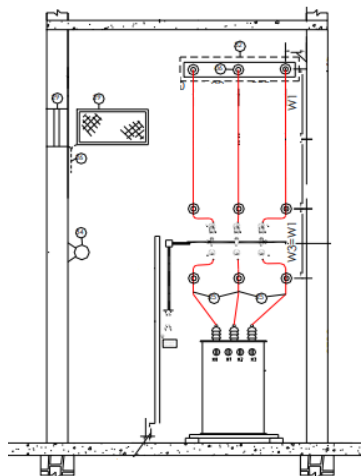
Para a conexão dos cabos de média tensão aos terminais do transformador foi adotada a utilização de terminais poliméricos com faixa de isolamento compatível com cada tipo de instalação.

Figura 10: Corte lateral da instalação de transformador pedestal



Fonte: EDP (2021)

Figura 11: Corte frontal da instalação de transformador pedestal



Fonte: EDP (2021)

2.9.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal não é utilizado equipamento.

2.9.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal é formada por dois técnicos especializados e um eletricitista.

2.9.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 34: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2514	Cabo de cobre isolado em EPR 90°C, classe 2 - tensão de 8,7/15 kV e seção de 25 mm ²	m
MT2513	Terminal polimérico com isolamento EPR para cabo 25 mm ² - tensão de 15 kV	un
MT2471	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 150 mm ²	m
MT2515	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 150 mm ² , com um furo de 17,0 a 17,5 mm	un
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT2236	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 a 8,4 mm	un
MT2328	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 35 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT4023	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com dois furos de 8,5 mm ²	un
MT2124	Cabo de cobre isolado em EPR 90°C, classe 2 - tensão de 3,6/6 kV e seção de 10 mm ²	m
MT2006	Terminal polimérico com isolamento EPR para cabo 10 mm ² - tensão de 3,6/6 kV	un
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m

Fonte: FGV IBRE

2.9.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.9.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.9.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 35: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.9.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 36: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.9.9. Critério De Medição

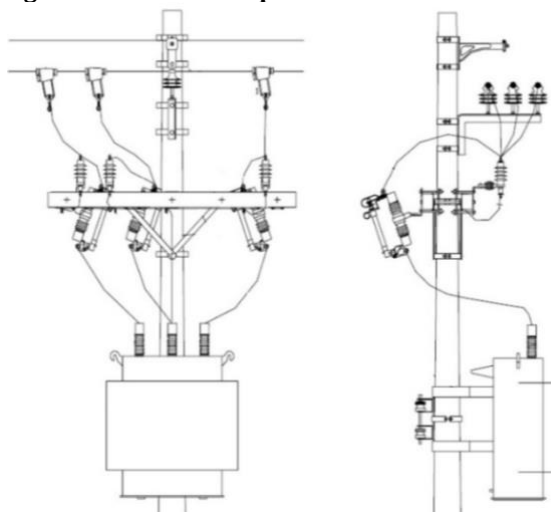
O serviço de instalação elétrica de transformador de distribuição em pedestal é medido por unidade.

2.10. Instalação elétrica de transformador de distribuição em poste

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de transformador de distribuição em poste, para diferentes níveis de tensão e potência.

A Figura 12 apresenta um exemplo de transformador instalado em poste.

Figura 12: Desenho esquemático de transformador



Fonte FGV IBRE

O transformador de energia é um equipamento que tem como finalidade transmitir potência ou energia elétrica entre diferentes circuitos por meio da indução de tensão e corrente ou da modificação da impedância do circuito elétrico.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15688:2012, 15992:2011 e 14039:2005.

A Tabela 37 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 37: Composições de Custos

Código	Descrição	Unidade
350001	Instalação elétrica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência 75 kVA, em rede primária 13,8 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste, excluindo fornecimento do transformador	un
350002	Instalação elétrica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 50 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste, excluindo fornecimento do transformador	un
350003	Instalação elétrica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 1 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste, excluindo fornecimento do transformador	un
350006	Instalação elétrica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 75 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste de concreto, excluindo fornecimento do transformador	un
350007	Instalação elétrica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência de 5 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste de concreto, excluindo fornecimento do transformador	un

Código	Descrição	Unidade
350008	Instalação elétrica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência de 10 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste de concreto, excluindo fornecimento do transformador	un
350009	Instalação elétrica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 15 kVA, em rede primária 6,6 kV e secundária 220-127 V, instalado em poste, excluindo fornecimento do transformador	un

Fonte: FGV IBRE

2.10.1. Metodologia Executiva

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

Instalação de cabos em média tensão;

Instalação de cabos em baixa tensão e terra de para-raios;

Instalação de conexões;

Teste de continuidade nos cabos.

Para os cabos de média tensão, foi padronizado o cabo de alumínio protegido de 35 mm². Adotou-se também, para a conexão de aterramento, o fio de cobre nu de 16 mm².

Na etapa de ligação dos cabos de média tensão, são utilizados cabos de alumínio protegidos, que são conectados, com os conectores adequados, aos três terminais de alta tensão do transformador. Na outra extremidade, o cabo de média tensão é conectado a um dispositivo de seccionamento da rede como chave seccionadora ou chave fusível.

A Figura 13 apresenta a execução da etapa de conexão dos cabos de média tensão.

Figura 13: Conexão de cabos de média tensão



Fonte: EDP (2021)

Outra etapa do processo de execução do serviço consiste na passagem dos cabos de baixa tensão, que se conectam aos quatro polos do secundário do transformador (três fases e neutro).

Além disso, deve ser feita a conexão da carcaça do transformador com os pontos de aterramento, utilizando o fio de cobre nu de 16mm².

Concluídas todas as etapas de instalação, é realizado o teste de continuidade em todos os cabos, assegurando-se assim que todas as conexões foram feitas de forma adequada.

2.10.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

2.10.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de instalação elétrica de transformador é formada por técnico especializado e eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

2.10.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 38: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1337	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 16 mm ²	m
MT1359	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 70 mm ²	m
MT1387	Conector em cunha, com estribo, para derivação de linha viva	un
MT1390	Conector de parafuso em liga de cobre estanhado fendido tipo split bolt para condutor principal de 10 mm ²	un
MT1525	Conector de parafuso em liga de cobre estanhado fendido tipo split bolt para condutor principal de 16 mm ²	un
MT2008	Conector terminal barra-cabo, para condutores de 16 mm ²	un
MT2010	Conector terminal barra-cabo, para condutores de 70 mm ²	un
MT2011	Conector terminal barra-cabo, para condutores de 95 mm ²	un
MT2012	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 95 mm ²	m
MT2013	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 10 mm ²	m
MT2236	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 a 8,4 mm	un
MT2328	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 35 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT4005	Fio de cobre nu, tempera meio duro, de 16 mm ²	m

Fonte: FGV IBRE

2.10.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação elétrica de transformador de distribuição em poste é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

2.10.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.10.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 39: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.10.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 40: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.10.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação elétrica de transformador de distribuição devem ser medidos por unidade executada.

2.11. Instalação elétrica de transformadores de corrente e transformadores de potência

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de transformadores de corrente (TCs) e transformadores de potencial (TPs).

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 62337:2020 e 14039:2005.

A Tabela 41 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidade de medição do serviço.

Tabela 41: Composições de Custos

Código	Descrição	Unidade
350122	Instalação elétrica de transformadores de corrente 13,8 kV- 400/5 A, excluindo fornecimento do transformador	un
350124	Instalação elétrica de transformador de potencial 13,8 kV / 0,115 kV-500 VA, excluindo fornecimento do transformador	un

Fonte: FGV IBRE

Os transformadores de instrumentos são equipamentos desenvolvidos para fornecer tensões e correntes de referência a equipamentos de controle, proteção e medição.

Diante da impossibilidade de submeter os equipamentos de instrumentação a níveis elevados de tensão e corrente do sistema monitorado, são utilizados transformadores de corrente (TC) e potencial (TP) para a aquisição destas informações de forma indireta.

Figura 14: Transformador de corrente interno a cubículo



Fonte: FGV IBRE

Os TCs e TPs operam, portanto, rebaixando os níveis de correntes e tensões do sistema elétrico, que são fornecidos aos equipamentos de controle, proteção e medição.

O serviço de instalação elétrica dos TCs e TPs consiste basicamente no processo de conexão elétrica dos equipamentos entre a rede elétrica operacional e os equipamentos de instrumentação que utilizarão estas informações.

O TC é um equipamento que deve ser ligado em série ao circuito em que se pretende obter as informações de corrente. Logo, para sua ligação, devem ser conectados em seus terminais de entrada (P1 e P2) os cabos de média tensão, e em seus terminais de saída (S1 e S2), os cabos de controle.

Figura 15: Transformador de Potencial em cubículo



Fonte: INOVARUM (2018)

A quantidade de terminais do TC pode variar de acordo com cada projeto, portanto, é necessário avaliar se o equipamento a ser instalado se adequa a esta CCU. Em caso negativo, com poucos ajustes é possível tornar a CCU aplicável a outra situação.

O TP é um equipamento que deve ser ligado em paralelo com o circuito em que se pretende obter as informações de tensão. É possível realizar diferentes esquemas de ligação para os TPs (entre fases, entre fase e neutro etc.), portanto, é importante observar as especificações de cada projeto para a correta aplicação destas CCUs.

Para a revisão da CCU 350124 foi considerado um TP com dois terminais primários, para uma ligação em delta aberto.

Figura 16: TCs e TPs instalados em cela



Fonte: LGM (2018)

Considerou-se a instalação de uma infraestrutura com *sealtube* para comportar os cabos de saída do TP e do TC. Entretanto, é importante que o orçamentista verifique e compatibilize esta instalação com cada projeto em específico.

2.11.1. Metodologia Executiva

Para a instalação elétrica de TPs e TCs foi considerada a seguinte metodologia executiva:

a) Instalação de *Sealtube*

A atividade inicia-se com a instalação do *Sealtube*, que servirá de infraestrutura para os cabos de saída do transformador.

b) Lançamento dos cabos

Com a infraestrutura pronta, é realizado o lançamento dos cabos de média tensão, baixa tensão e aterramento.

c) Conexão dos terminais

Em seguida, são feitas as conexões de todos os terminais nas extremidades de cada cabo. Com os cabos conectorizados, devem ser realizadas todas as conexões aos bornes ou terminais do transformador. Também nesta etapa, devem ser realizadas as conexões de aterramento da carcaça do equipamento.

d) Testes de continuidade

Por fim devem ser realizados os testes de continuidade para verificação das conexões.

2.11.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de instalação elétrica de TCs e TPs não são utilizados equipamentos.

2.11.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de instalação elétrica de TCs e TPs é formada por um eletricista e um auxiliar técnico.

2.11.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 42: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT4023	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com dois furos de 8,5 mm ²	un

Código	Descrição	Unidade
MT1365	Cabo de controle de cobre isolado em PVC/A 70°C, classe 5 - tensão de 0,6/1 kV e seção de 2 x 4,0 mm ²	m
MT0518	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 25 mm ²	m
MT2038	Conector de parafuso fendido com sapata para condutor principal de 25 mm ²	un
MT1541	Terminal pré-isolado com olhal para fio de 4,0 mm ²	un
MT0463	Eletroduto sealtubo em fita de aço galvanizado revestido com PVC - D = 25,4 (1")	m

Fonte: FGV IBRE

2.11.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.11.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.11.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 43: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.11.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 44: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm

Código	Descrição	Unidade
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.11.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação elétrica de Transformadores de Corrente (TC) e Transformadores de Potencial (TP) são medidos por unidade.

2.12. Instalação de eletrocentro

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004, 5419:2015, 16680:2018, 13231:2015 e 14039:2005.

Este subgrupo apresenta a nova composição de custos de serviços para a instalação de eletrocentro. A Tabela 45 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 45: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350440	Instalação eletrocentro p/sistema aux energia (Tensão FF 13,2 kV), c/2 transf elevadores 75kVA bifásicos, tensão ent trifásica 220V, sist de ar, chave manobra p/baixa tensão, Tabela dist. e rede energia int 220V/127V trifásica - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

Figura 17: Exemplo de eletrocentro



Fonte: FGV IBRE

2.12.1. Metodologia Executiva

O serviço de instalação de eletrocentro consiste na construção de malha de aterramento, infraestrutura de dutos de entrada e saída do container com o meio externo, posicionamento do eletrocentro em base de concreto e conexão do sistema de aterramento com a malha local.

O serviço deve-se iniciar com a construção de uma malha de aterramento abaixo da estrutura de concreto que suportará o eletrocentro. Para isso, foi considerada uma malha de 4,0 x 4,0 m, com dimensões totais de 20,0 x 10,0 m. Este serviço foi considerado por CCU auxiliar.

Antes do fechamento da malha devem ser instaladas as caixas de passagem e as linhas de dutos que as conectam ao eletrocentro. Adotou-se linhas com 6 dutos corrugados, enterradas a 1,2 m de profundidade, e envelopadas.

Ainda antes da construção da base de concreto, devem ser posicionadas e instaladas as caixas de passagem para a interligação dos bancos de dutos.

Com as caixas posicionadas, banco de dutos instalados, e malha de aterramento concluída, deve ser construída a base de concreto de suporte para o eletrocentro. Com a base concluída, o eletrocentro deve ser posicionado com o auxílio de um guindaste.

Com o eletrocentro alocado, dá-se início à conclusão das instalações elétricas internas e conexão da malha de aterramento com a barra de terra do container. Por segurança, alguns cabamentos internos do eletrocentro são desconectados para o transporte. Assim que o equipamento é definitivamente instalado, estas ligações devem ser concluídas no local de operação.

2.12.2. Equipamentos

Para a instalação do eletrocentro é utilizado o equipamento EQ0183 - Caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 20 t.m - 136 kW.

2.12.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de instalação de eletrocentro é formada por 02 auxiliares técnicos e 02 eletricitistas.

2.12.4. Materiais

No serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 46: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT4049	Eletrocentro para sistema auxiliar de energia (Tensão F-F 13,2kV), incluindo 2 transformadores elevadores de 75kVA bifásicos, tensão de entrada trifásica 220 V, rede de energia interna em 220 V/127 V trifásica	un

Fonte: FGV IBRE

2.12.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.12.6. Serviços Auxiliares

São usados os seguintes serviços auxiliares:

Tabela 47: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
350026	Instalação de malha de aterramento para subestação, com área de 20 x 20 m, malha de 4 x 4 m, com cabo de cobre nu de 50 mm ² e hastes fixadas por meio de solda exotérmica - fornecimento e instalação	un
350442	Confecção de rede subterrânea isolada em média tensão 15 kV, em valeta com 1,2 m de profundidade, para linha com 6 dutos corrugados, envelopada, com fornecimento de materiais, exceto cabo isolado - fornecimento e instalação	m
340188	Execução de caixa de passagem enterrada de alvenaria (0,5 x 1 x 0,5 m) com tampa de concreto (0,7 x 1,2 x 0,1 m), incluso puxadores	un

Fonte: FGV IBRE

2.12.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 48: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

2.12.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 49: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.12.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de eletrocentro é medido por unidade instalada.

2.13. Instalação mecânica de banco de capacitores automático

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação mecânica para bancos de capacitores automáticos.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5282:1998 e 12479:1992.

A Tabela 50 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 50: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350264	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350265	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 40 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350266	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350267	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350268	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 100 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350269	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350270	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 150 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350271	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350272	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350273	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 40 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350274	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350275	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350276	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 100 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350277	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350278	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 150 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un
350279	Instalação mecânica de banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 380 V - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

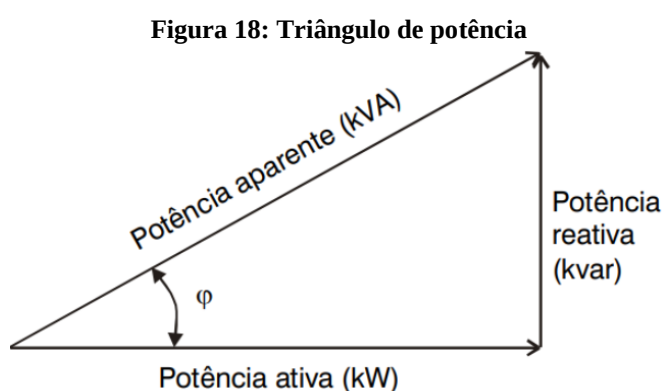
Os bancos de capacitores são equipamentos utilizados na correção do fator de potência, e são instalados em pontos estratégicos de um sistema elétrico (entrada do sistema de energia, próximo a grupos específicos de cargas etc.).

A energia ativa é medida em kW e é a utilizada pelos equipamentos para conversão em trabalho, ou seja, conversão de energia elétrica em outros tipos de energia, como mecânica e

térmica. A energia reativa, medida em kVAr, é importante no processo de geração de fluxo magnético em bobinas, transformadores, geradores e equipamentos similares.

Por fim, a energia aparente, medida em kVA, é a relação vetorial entre as energias ativa e reativa, e é comumente utilizada como base para dimensionamento de circuitos e equipamentos elétricos.

O fator de potência é um parâmetro que relaciona as potências ativa, reativa e aparente de um sistema de energia. Este parâmetro é medido pelo cosseno do ângulo formado entre os vetores da potência aparente e potência ativa, conforme apresenta a Figura 18.



Fonte: WEG (2021)

As normas estabelecidas para sistemas de transmissão e distribuição limitam o valor do fator de potência. Assim, consumidores que tenham em suas plantas elétricas fatores de potência abaixo de 0,92 estão sujeitos à aplicação de multas pela concessionária de distribuição.

Dessa forma, visto que a responsabilidade do controle do fator de potência é do consumidor, é usual utilizar bancos de capacitores para a correção deste parâmetro nos sistemas elétricos em geral.

Os bancos de capacitores são equipamentos fabricados para aplicações específicas, conforme as características de cada instalação, para minimizar o impacto negativo da energia reativa na rede. As figuras a seguir apresentam exemplos de banco de capacitores.

Normalmente, os grupos de capacitores e equipamentos de proteção e comando são abrigados em Tabelas elétricos ou painéis, a depender da quantidade de capacitores e componentes auxiliares.

Figura 19: Banco de capacitores de parede



Fonte: CITISYSTEMS (2021)

Figura 20: Banco de capacitores de piso



Fonte: CITISYSTEMS (2021)

Os bancos de capacitores são classificados em fixos, automáticos e programáveis. Os bancos fixos são utilizados em sistemas em que a carga praticamente não varia ao longo da operação do sistema.

Os bancos automáticos possuem mecanismos que monitoram a necessidade de compensação de reativos e inserem ou retiram o banco de capacitores no sistema ao longo da operação, conforme a variação do fator de potência da instalação.

Os bancos programáveis são normalmente utilizados em sistemas que tenham uma variação da carga conhecida. Assim, podem ser programados para atuarem em horários específicos do sistema.

Este subgrupo aborda a instalação mecânica de bancos de capacitores automáticos que variam de 20 kVAr a 180 kVAr.

2.13.1. Metodologia Executiva

Para o serviço de instalação mecânica do banco de capacitores foi considerada a fixação dos Tabelas ou painéis em parede ou piso. Para isso, foram consideradas três etapas do serviço:

- a) Marcação dos pontos de fixação:

Inicialmente é realizada a marcação do local em que será realizado o furo, conforme pontos de fixação existentes no equipamento.

b) Furação dos pontos de fixação:

Após a marcação dos pontos, são realizados os furos com a utilização da máquina furadeira.

c) Fixação do painel:

Por fim, é executada a colocação do painel na parede ou piso, com a utilização dos chumbadores.

Foram considerados chumbadores para a fixação, tanto para parede quando para o piso. Como os bancos de capacitores são equipamentos com grande variação construtiva, o mecanismo de fixação pode ser adaptado conforme a necessidade específica de cada projeto.

2.13.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de instalação mecânica de banco de capacitores automáticos é utilizado o equipamento EQ0067 - Máquina furadeira de impacto de 12,5 mm (0,8 kW).

2.13.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de banco de capacitores automáticos é formada por 01 técnico especializado e 01 eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.13.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 51: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0381	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 12,5 mm	un
MT2371	Banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2372	Banco de capacitores automático, trifásico de 40 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2373	Banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2374	Banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 220 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2375	Banco de capacitores automático trifásico de 100 kVAr e 220V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2376	Banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un

Código	Descrição	Unidade
MT2377	Banco de capacitores automático, trifásico de 150 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2378	Banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 220 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2379	Banco de capacitores automático, trifásico de 20 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2380	Banco de capacitores automático, trifásico de 40kVAr – 380V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2381	Banco de capacitores automático, trifásico de 60 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2382	Banco de capacitores automático, trifásico de 80 kVAr – 380 V, com 8 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2383	Banco de capacitores automático, trifásico de 100 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2384	Banco de capacitores automático, trifásico de 120 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2385	Banco de capacitores automático, trifásico de 150 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un
MT2386	Banco de capacitores automático, trifásico de 180 kVAr – 380 V, com 12 estágios, para correção de fator de potência, autoportante, completo	un

Fonte: FGV IBRE

2.13.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.13.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.13.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 52: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.13.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 53: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.13.9. Critério De Medição

O serviço de instalação mecânica de banco de capacitores automáticos é medido por unidade executada.

2.14. Instalação mecânica de banco de capacitores fixo

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação mecânica para bancos de capacitores fixo.

As CCUs deste subgrupo podem ser utilizadas tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5282:1998 e 12479:1992.

A Tabela 54 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 54: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350261	Instalação mecânica de banco de capacitor fixo, trifásico de 5 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350262	Instalação mecânica de banco de capacitor fixo, trifásico de 10 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un
350263	Instalação mecânica de banco de capacitor fixo, trifásico de 15 kVAr – 220 V - fornecimento e instalação	un

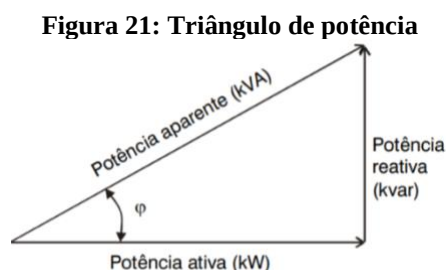
Fonte: FGV IBRE

Os bancos de capacitores são equipamentos utilizados na correção do fator de potência, e são instalados em pontos estratégicos de um sistema elétrico (entrada do sistema de energia, próximo a grupos específicos de cargas etc.).

A energia ativa é medida em kW e é a utilizada pelos equipamentos para conversão em trabalho, ou seja, conversão de energia elétrica em outros tipos de energia, como mecânica e térmica. A energia reativa, medida em kVAr, é importante no processo de geração de fluxo magnético em bobinas, transformadores, geradores e equipamentos similares.

Por fim, a energia aparente, medida em kVA, é a relação vetorial entre as energias ativa e reativa, e é comumente utilizada como base para dimensionamento de circuitos e equipamentos elétricos.

O fator de potência é um parâmetro que relaciona as potências ativa, reativa e aparente de um sistema de energia. Este parâmetro é medido pelo cosseno do ângulo formado entre os vetores da potência aparente e potência ativa, conforme apresenta a Figura 21.



Fonte: WEG (2021)

As normas estabelecidas para sistemas de transmissão e distribuição limitam o valor do fator de potência. Assim, consumidores que tenham em suas plantas elétricas fatores de potência abaixo de 0,92 estão sujeitos à aplicação de multas pela concessionária de distribuição.

Dessa forma, visto que a responsabilidade do controle do fator de potência é do consumidor, é usual utilizar bancos de capacitores para a correção deste parâmetro nos sistemas elétricos em geral.

Os bancos de capacitores são equipamentos fabricados para aplicações específicas, conforme as características de cada instalação, para minimizar o impacto negativo da energia reativa na rede. As figuras a seguir apresentam exemplos de banco de capacitores.

Normalmente, os grupos de capacitores e equipamentos de proteção e comando são abrigados em Tabelas elétricas ou painéis, a depender da quantidade de capacitores e componentes auxiliares.

Figura 22: Banco de capacitores de parede



Fonte: CITISYSTEM (2021)

Figura 23: Banco de capacitores de piso



Fonte: CITISYSTEM (2021)

Os bancos de capacitores são classificados em fixos, automáticos e programáveis. Os bancos fixos são utilizados em sistemas em que a carga praticamente não varia ao longo da operação do sistema.

Os bancos automáticos possuem mecanismos que monitoram a necessidade de compensação de reativos e inserem ou retiram o banco de capacitores no sistema ao longo da operação, conforme a variação do fator de potência da instalação.

Os bancos programáveis são normalmente utilizados em sistemas que tenham uma variação da carga conhecida. Assim, podem ser programados para atuarem em horários específicos do sistema.

Este subgrupo aborda a instalação mecânica de bancos de capacitores automáticos que variam de 5 kVAr a 20 kVAr.

2.14.1. Metodologia Executiva

Para o serviço de instalação mecânica do banco de capacitores foi considerada a fixação dos Tabelas ou painéis em parede ou piso. Para isso, foram consideradas três etapas do serviço:

a) Marcação dos pontos de fixação:

Inicialmente é realizada a marcação do local em que será realizado o furo, conforme pontos de fixação existentes no equipamento.

B(Furação dos pontos de fixação:

Após a marcação dos pontos, são realizados os furos com a utilização da máquina furadeira.

b) Fixação do painel:

Por fim, é executada a colocação do painel na parede ou piso, com a utilização dos chumbadores.

Foram considerados chumbadores para a fixação, tanto para parede quando para o piso. Como os bancos de capacitores são equipamentos com grande variação construtiva, o mecanismo de fixação pode ser adaptado conforme a necessidade específica de cada projeto.

2.14.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de instalação mecânica de banco de capacitores fixo é utilizado o equipamento EQ0067 - Máquina furadeira de impacto de 12,5 mm (0,8 kW).

2.14.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de banco de capacitores automáticos é formada por 01 técnico especializado e 01 eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.14.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 55: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0381	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 12,5 mm	un
MT2368	Banco de capacitor fixo, trifásico de 5 kVar – 220 V, para correção de fator de potência, com proteção incorporada	un
MT2369	Banco de capacitor fixo trifásico de 10 kVar e 220V para correção de fator de potência, com proteção incorporada	un
MT2370	Banco de capacitor fixo, trifásico de 15 kVar – 220 V, para correção de fator de potência, com proteção incorporada	un

Fonte: FGV IBRE

2.14.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.14.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.14.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 56: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.14.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 57: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.14.9. Critério De Medição

O serviço de instalação mecânica de banco de capacitores fixos é medido por unidade executada.

2.15. Instalação mecânica de disjuntores

Neste subgrupo foram abordados os serviços de instalação mecânica de disjuntores à SF6 em 13,8kV.

O serviço consiste basicamente na construção de uma base de concreto para acomodar o disjuntor, e na montagem mecânica de alguns componentes do equipamento, se for o caso.

Em geral, os disjuntores já são fornecidos praticamente montados, sendo necessária a realização de conferência da integridade do equipamento, após o transporte, e reaperto de conexões em geral.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 14039:2005 ABNT NBR IEC 60947-2:2013.

A Tabela 58 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 58: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350133	Instalação mecânica de disjuntores de 13,8 kV-630 A à SF6 - Gás isolante, excluindo fornecimento de disjuntores	un

Fonte: FGV IBRE

2.15.1. Metodologia Executiva

Para a montagem da composição de instalação mecânica de disjuntores à SF6, em 13,8kV, foram consideradas as seguintes etapas de serviço:

a) Preparo e medição para localização da instalação da base do disjuntor

Nesta etapa são checadas as dimensões exatas do equipamento para que seja possível realizar as marcações no solo que delimitam a área em que a base de concreto será construída.

Também são realizadas as escavações para início da construção da base. Para esta etapa, foram consideradas composições auxiliares de escavação manual em material de 1ª categoria e de reaterro e compactação com soquete vibratório.

b) Assentamento da base de concreto do disjuntor

Nesta etapa é feita a construção da base de concreto em local apropriado. Deve-se observar sempre o correto nivelamento da base, para que não haja prejuízo na operação do equipamento.

Essa atividade foi apropriada por composição auxiliar de construção de base de concreto retangular para barreira de passagem em nível (base 60 x 90 e altura 80 cm). As dimensões foram adotadas tomando como base um tamanho médio destes equipamentos.

Figura 24: Base de Concreto

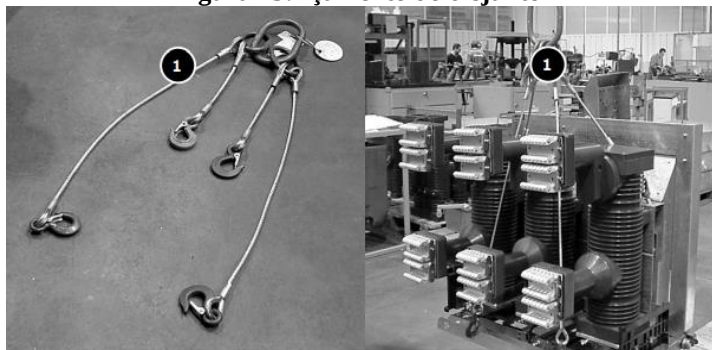


Fonte: FGV IBRE

c) Montagem do disjuntor na base de concreto

Com o auxílio do caminhão com guindauto, o disjuntor é içado pelos pontos adequados, indicados pelo fabricante do equipamento. Depois de posicionar o equipamento no local, deve-se fazer a conferência de todos os pontos de aperto mecânico do disjuntor.

Figura 25: Içamento do disjuntor



Fonte: ABB (2021)

d) Complementação e aferição de gás SF6

Com o disjuntor posicionado e montado, deve-se realizar o complemento de gás SF6 nas câmaras específicas, bem como a aferição dos níveis de pressão conforme dados do fabricante do equipamento.

2.15.2. Equipamentos

Para a realização deste serviço é utilizado o *EQ0183* - Caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 20 t.m - 136 kW.

2.15.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

2.15.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 59: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2145	Disjuntor isolado à gás SF6 para tensão de 13,6 kV e corrente de 630 A	un

Fonte: FGV IBRE

2.15.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação mecânica de disjuntores é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.15.6. Serviços Auxiliares

Foram utilizadas as seguintes CCUs auxiliares:

Tabela 60: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510044	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m	m³
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m³

Fonte: FGV IBRE

2.15.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 61: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

2.15.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 62: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.15.9. Critério De Medição

O serviço de instalação mecânica de disjuntores é medido por unidade.

2.16. Instalação mecânica de DPSs

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação mecânica de DPSs (dispositivo de proteção contra surtos).

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 13184:2012.

A Tabela 63 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 63: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350290	Instalação mecânica de DPS (dispositivo de proteção de surtos) grau classe I, com 2 módulos substituíveis, em circuito monofásico com neutro, no quadro principal de entrada de energia - fornecimento e instalação	un
350291	Instalação mecânica de DPS (dispositivo de proteção de surtos) grau classe I, com 4 módulos substituíveis, em circuito trifásico com neutro, no quadro principal de entrada de energia - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

Os DPSs (dispositivo de proteção contra surtos) são equipamentos utilizados para a proteção de circuitos elétricos contra surtos elevados de tensão, normalmente ocasionado por descargas elétricas. O DPS deve ser conectado entre as fases/neutro e terra do sistema.

Em situações de grande elevação de tensão, o DPS passa a conduzir energia, desviando o surto para a terra, evitando maiores danos em equipamentos que estejam conectados à rede protegida.

Os DPSs são divididos em diferentes classes (I, II e III) e atuam complementarmente, trabalhando em diferentes pontos da forma de onda da descarga atmosférica.

Figura 26: DPS classe I+II de 4 módulos



Fonte: FGV IBRE

2.16.1. Metodologia Executiva

Para este subgrupo foram consideradas as instalações mecânicas de DPSs de Classe I ou II, em Tabela de energia.

O serviço consiste basicamente instalação de trilho DIN, em placa de montagem de um Tabela de distribuição, para posterior fixação do DPS no trilho. Para a fixação do trilho na placa de montagem do quadro foi considerado o uso de rebites. Segue metodologia executiva:

a) Fixação do trilho DIN

O serviço é iniciado com fixação do trilho DIN sobre a placa de montagem do quadro de distribuição. Considerou-se uma barra de 20 centímetros de trilho e fixação em três pontos com o uso de rebites.

b) Fixação do DPS

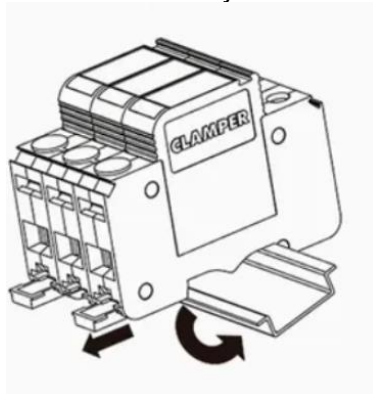
Com o trilho instalado, a atividade é concluída com a fixação do DPS ao trilho DIN. Os DPSs para este tipo de trilho possuem um mecanismo que permite um engate rápido dos dispositivos.

Figura 27: Fixação do trilho DIN em placa de montagem



Fonte: FGV IBRE

Figura 28: Mecanismo de fixação do DPS ao trilho DIN



Fonte: CLAMPER (2021)

2.16.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de instalação mecânica de DPSs é utilizado o equipamento:
EQ0067 - Máquina furadeira de impacto de 12,5 mm (0,8 kW).

2.16.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de instalação mecânica de DPSs é formada por um eletricitista e um ajudante especializado.

2.16.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 64: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2433	Dispositivo de proteção de surtos (DPS), classe I, monofásico + neutro, com módulo a varistor e centelhador de gás encapsulado substituível, sinalização visual e remota 230 V-AC, In = 20 KA, Imáx = 40kA	un
MT1559	Trilho de aço galvanizado tipo DIN para fixação - C = 2,00 m, L = 35,00 mm, H = 7,50 mm e E = 1,00 mm	un
MT1509	Rebite de repuxo de alumínio - D = 3,2 mm e C = 10,2 mm	un
MT2434	Dispositivo de proteção de surtos (DPS), classe I, trifásico + neutro, com módulo a varistor e centelhador de gás encapsulado substituível, sinalização visual e remota 230 V-AC, In = 20 KA, Imáx = 40kA	un

Fonte: FGV IBRE

2.16.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.16.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.16.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 65: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.16.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 66: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.16.9. Critério De Medição

Os serviços de serviço de instalação mecânica de DPSs (dispositivo de proteção contra surtos) são medidos por unidade.

2.17. Instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted, de 300 KVA e 500 KVA.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5356:2007.

A Tabela 67 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidade de medição do serviço.

Tabela 67: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350307	Instalação mecânica de transformador pad-mounted (pedestal), 300 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV, com infraestrutura de entrada e saída de cabos, excluindo o fornecimento do transformador	un
350308	Instalação mecânica de transformador pad-mounted (pedestal), 500 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV, com infraestrutura de entrada e saída de cabos, excluindo o fornecimento do transformador	un

Fonte: FGV IBRE

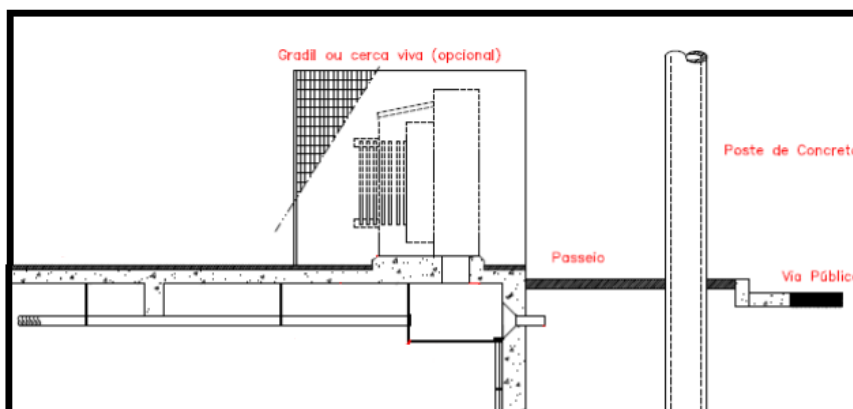
O transformador do tipo pad-mounted (pedestal) é um equipamento interessante para construção de subestação abrigada, em situações em que há restrição de espaço físico associada à necessidade de proximidade deste equipamento com as cargas que atende. Assim, são comumente utilizados em centros urbanos, praças, condomínios e lugares em que exista fluxo de pessoas nas proximidades.

Além de compactos, esse tipo de transformador possui na própria carcaça uma espécie de fechamento, protegendo as áreas vivas de contatos indevidos, e são apropriados para instalações ao tempo.

Este subgrupo contempla a atividade de instalação mecânica de transformadores do tipo pad-mounted, que consiste basicamente na construção de base de concreto, caixa de passagem e dutos enterrados, além do serviço de posicionamento e fixação do equipamento nesta base.

Para a construção da base, da caixa de passagem e das linhas de dutos enterradas, foram consideradas CCUs auxiliares específicas. Considerou-se distâncias médias, de referência, que devem ser revisadas antes da aplicação desta CCU a cada projeto em específico.

Figura 29: Transformador de 300 kVA ou 500 kVA localizado em Via Pública



Fonte: ENEL (201)

2.17.1. Metodologia Executiva

Para os serviços de montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal foram consideradas as atividades de içamento do transformador e o serviço de fixação em base de concreto.

Para início das atividades, considerou-se que já estão construídas a base de concreto e a infraestrutura de dutos e caixas. Essas atividades podem ser apropriadas no orçamento por CCUs específicas do SICFER e SICRO.

Segue a metodologia executiva para a montagem mecânica de transformador:

a) Içamento do transformador

Com a base preparada, é dado início ao içamento do transformador. Para essa etapa utiliza-se um caminhão de linha rododiferroviário com guindauto para o deslocamento do equipamento. Assim, devem ser feitas as amarrações adequadas garantindo a segurança e integridade do equipamento durante o deslocamento.

Figura 30: Içamento de transformador de potência



Fonte: FGV IBRE

b) Fixação na base

Com o transformador posicionado as fixações podem ser executadas diretamente no concreto. Considerou-se para este serviço o uso de chumbador para concreto tecbold, sendo aplicados quatro pontos de fixação.

Entretanto, a quantidade de pontos de fixação pode variar de acordo com cada transformador, portanto, os valores devem ser revisados para cada aplicação específica.

2.17.2. Equipamentos

Para a realização do serviço instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted são utilizados os seguintes equipamentos:

Tabela 68: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0025	Caminhão de linha ferroviário com guindauto e vagonetas - 367 kW	h
EQ0067	Furadeira de impacto de 12,5 mm - 0,8 kW	h

Fonte: FGV IBRE

2.17.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted é formada por um auxiliar técnico e um técnico especializado.

2.17.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 69: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2519	Transformador trifásico pad-mounted (pedestal) de 300 kVA - 13,8 kV/0,22 - 0,127 kV	un
MT0381	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 12,5 mm	un
MT2520	Transformador trifásico pad-mounted (pedestal) de 500 kVA - 13,8 kV/0,22 - 0,127 kV	un

Fonte: FGV IBRE

2.17.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.17.6. Serviços Auxiliares

São aplicados os seguintes serviços auxiliares:

Tabela 70: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
350310	Construção de base de concreto (1,50 x 1,80 x 1,00 m com parede de 0,10 m) para transformador pad-mounted (pedestal), 500 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV	un
340121	Abertura e fechamento manual de vala paralela ao trilho com 0,3 x 0,5 m com assentamento de 1 eletroduto de 4"	m
340120	Abertura e fechamento manual de vala paralela ao trilho com 0,3 x 0,5 m com assentamento de 1 eletroduto de 2"	m
340187	Execução de caixa de passagem enterrada de alvenaria (1 x 1 x 1 m) com tampa de concreto (1,2 x 1,2 x 0,1 m), incluso puxadores	un

Fonte: FGV IBRE

2.17.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 71: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.17.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 72: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.17.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação mecânica de entrada e saída para transformador pad-mounted são medidos por unidade.

2.18. Instalação elétrica de DPS

Este subgrupo compreende as composições de custos de instalação elétrica de DPSs (dispositivo de proteção contra surtos).

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 13184:2012.

A Tabela 73 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 73: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350286	Instalação elétrica de DPS (dispositivo de proteção de surtos) grau classe I ou II, c/4 mód. substituíveis, circuito trifásico com neutro, no quadro principal de entrada de energia ou no quadro de distribuição de energia, excluindo o fornecimento de DPS	un
350288	Instalação elétrica de DPS (dispositivo de proteção de surtos) grau classe I ou II, c/2 mód. substituíveis, circuito monofásico com neutro, no quadro principal de entrada de energia ou no quadro de distribuição de energia, excluindo o fornecimento de DPS	un

Fonte: FGV IBRE

Os DPSs (dispositivo de proteção contra surtos) são equipamentos utilizados para a proteção de circuitos elétricos contra surtos elevados de tensão, normalmente ocasionado por descargas elétricas. O DPS deve ser conectado entre as fases/neutro e terra do sistema.

Em situações de grande elevação de tensão, o DPS passa a conduzir energia, desviando o surto para a terra, evitando maiores danos em equipamentos que estejam conectados à rede protegida.

Os DPSs são divididos em diferentes classes (I, II e III) e atuam complementarmente, trabalhando em diferentes pontos da forma de onda da descarga atmosférica.

2.18.1. Metodologia Executiva

Para este subgrupo foram consideradas as instalações elétricas de DPSs de Classe I ou II, em Tabela de energia. O serviço consiste basicamente na conexão elétrica do dispositivo entre as fases, neutro e terra do quadro a ser protegido. Segue metodologia executiva:

a) Lançamento dos cabos

O serviço é iniciado com a acomodação dos cabos nas canaletas do quadro para interligação entre os bornes de entrada do DPS e as 3 Fases, e entre os bornes de entrada do DPS e o barramento de neutro. Deve ser lançando também um condutor entre o borne de saída do DPS e o barramento de terra.

b) Identificação dos cabos

Com os cabos lançados, é feita a identificação das fases, neutro e terra, com o uso de anilhas de acordo com o modo de identificação de cada projeto.

c) Instalação dos terminais

Em seguida, são instalados os terminais em cada extremidade dos cabos lançados, de forma que o processo facilite a conexão dos condutores com segurança.

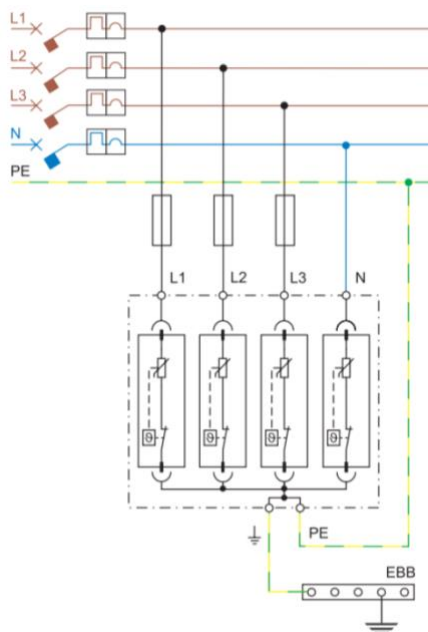
d) Conexão dos cabos

Com os cabos prontos, deve ser feita a conexão dos cabos aos barramentos de neutro, terra e terminais do DPS.

e) Teste de continuidade

Por fim deve ser realizado o teste de continuidade na instalação para a conclusão da atividade.

Figura 31: Exemplo de esquema de ligação para DPS em sistema trifásico



Fonte: FINDER (2018)

2.18.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de instalação elétrica de DPSs (dispositivo de proteção contra surtos) não são utilizados equipamentos.

2.18.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação elétrica de DPSs (dispositivo de

proteção contra surtos) é formada por um eletricitista e um ajudante especializado.

2.18.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 74: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2234	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 16 mm ² , com um furo de 6 a 6,4 mm	un
MT1337	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 16 mm ²	m
MT2425	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 16 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

2.18.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.18.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.18.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 75: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.18.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 76: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.18.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação elétrica de DPSs são medidos por unidade.

2.19. Montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação

Este subgrupo compreende a composição de custos de montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras em geral.

A Tabela 77 apresenta a descrição da composição de custo revisada, assim como seu respectivo código e unidade de medição do serviço.

Tabela 77: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350037	Montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

O grupo motor gerador pode ser utilizado nas subestações de energia elétrica com a finalidade de manter o fornecimento de energia quando ocorrer uma interrupção do fornecimento por parte da concessionária local. Este elemento também pode ser utilizado diretamente em cada uma das locações de equipamentos de sinalização ou telecomunicação, principalmente em locais críticos e de difícil acesso.

O gerador deve ser definido de acordo com o projeto elétrico do local (bifásico, trifásico) e deve ter sua capacidade compatível com o consumo do sistema que está sendo atendido pelo grupo gerador.

O sistema de controle do grupo gerador pode ser manual ou automático. No caso manual, o operador seleciona no quadro elétrico a entrada correspondente à rede da concessionária ou à rede do gerador. No caso automático, um sensor identifica a falta de energia da concessionária por meio de quadro automático de transferência e, em seguida, ativa o gerador para trabalhar até o retorno da rede da concessionária.

2.19.1. Metodologia Executiva

A instalação mecânica e elétrica do grupo motor gerador é composta pelas seguintes atividades:

a) Instalação de infraestrutura:

Nesta etapa, é feita a instalação dos eletrodutos que são utilizados como condutor entre a rede e o gerador e entre o gerador e a bateria.

b) Fixação quadro de distribuição

Em seguida é feita a fixação do quadro de distribuição, o barramento com a utilização dos trilhos que são utilizados na fixação de disjuntores e terminações elétricas.

c) Instalação de rack e bateria:

O rack é utilizado para alojamento da bateria.

d) Conexão de terminais.

e) Conexão dos cabos com terminal nos bornes.

f) Lançamento, ligação e identificação de cabos.

g) Identificação do cabo com anilhas.

h) Teste de continuidade nos cabos.

2.19.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação é utilizado o equipamento *EQ0067 - Máquina furadeira de impacto de 12,5 mm (0,8 kW)*.

2.19.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador-subestação é formada por 02 técnicos especializados e 01 eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

2.19.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Código	Descrição	Unidade
MT2081	Tabela de comando de sobrepor, com flange, em chapa de aço - H = 600 mm, C = 500 mm e L = 250 mm	un
MT1576	Rack para alojamento de baterias	un
MT1325	Barra chata de cobre eletrolítico - C = 508 mm (20"), L = 52,37 mm (2 1/16") e E = 3,96 mm (5/32")	un
MT0524	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 35 mm ²	m
MT1536	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 mm	un
MT0763	Abraçadeira de aço galvanizado tipo D, com cunha - D = 50,8 mm (2")	un
MT1559	Trilho de aço galvanizado tipo DIN para fixação - C = 2,00 m, L = 35,00 mm, H = 7,50 mm e E = 1,00 mm	un
MT1414	Espaguete termocontrátil - D = 6,35 mm (1/4")	m
MT2077	Marcador tipo anilha alfanumérica para identificação de fios de 25 mm ² em diante	un
MT0482	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 50,8 mm (2")	m
MT0487	Luva de PVC roscável para eletroduto de 52,8 mm (2")	un

Código	Descrição	Unidade
MT0018	Parafuso de cabeça panela em aço-carbono - D = 4,5 mm e C = 60,0 mm e bucha plástica - D = 8,0 mm (S8)	un
MT2022	Isolador de poliéster reforçado com fibra de vidro, tipo bujão, com rosca de 6 mm (M6) - H = 45 mm e D = 50 mm	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT2078	Bateria chumbo-ácido - 150 Ah / 12 V	un
MT2097	Terminal de bateria completo para cabo de 10 a 35 mm ²	un
MT0457	Eletroduto de aço galvanizado de linha leve - D = 50,80 mm (2")	m

Fonte: FGV IBRE

2.19.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.19.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.19.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 78: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.19.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 79: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.19.9. Critério De Medição

O serviço de montagem de infraestrutura elétrica e mecânica para grupo motor gerador em subestação é medido por unidade executada.

2.20. Montagem e instalação de quadro de transferência automática

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem e instalação de quadro de transferência automática para grupos geradores. Foi considerada composição de custo de instalação de um quadro de transferência automática de 100 a 128 kVA.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 61439-6:2018.

O quadro apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 1: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350015	Montagem e instalação de quadro de transferência automática potência de 100 a 128 kVA, completo - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.20.1. Metodologia Executiva

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

Para a instalação do Quadro de transferência automática (QTA) foi considerada a fixação da caixa e instalação de um sistema de aterramento para o Quadro.

Inicialmente, deve ser feita a fixação do QTA por meio de parafusos e buchas. Foram considerados 4 pontos de fixação para a instalação do Quadro em parede, porém a depender da situação de cada projeto, a CCU pode ser adequada com outras formas de fixação.

Depois da fixação do QTA, o serviço deve prosseguir com a instalação e conexão das hastes de aterramento. Para isso, considerou-se a instalação das hastes no solo numa posição de equidistância, formando um triângulo equilátero com 3 metros de lado.

Cada haste de aterramento deve ser acomodada em uma caixa de inspeção específica, e todo o sistema deve ser interligado por meio de cabo 25 mm² de cobre nu.

Com as hastes instaladas e interligadas, deve ser executada a ligação do QTA com o sistema de aterramento instalado. A interligação também deve ser feita com cabo 25mm² de cobre nu, e foi considerada uma distância de 16 metros entre os pontos.

Figura 32: Quadro de transferência automática aberto



Fonte: ELDER (2018)

Figura 33: Quadro de transferência automática fechado



Fonte: UZITECH (2018)

2.20.2. Equipamentos

Para a realização do serviço montagem e instalação de Tabela de transferência automática é utilizado o *EQ0067 - Furadeira de impacto de 12,5 mm - 0,80 kW*.

2.20.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço montagem e instalação de Tabela de transferência automática é formada por 01 eletricista e 01 técnico especializado.

2.20.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 80: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0518	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 25 mm ²	m
MT1388	Conector de parafuso em liga de cobre estanhado fendido tipo split bolt para condutor principal de 25 mm ²	un
MT1654	Bucha plástica para fixação tipo S10 - D = 10 mm e C = 50 mm	un
MT1655	Parafuso de cabeça sextavada com rosca soberba - D = 6,4 mm (1/4") e C = 50 mm	un

Código	Descrição	Unidade
MT2038	Conector de parafuso fendido com sapata para condutor principal de 25 mm ²	un
MT1459	Haste de aterramento tipo copperweld - D = 15,88 mm (5/8") e C = 2,40 m	un
MT2001	Caixa de inspeção de PVC para aterramento - D = 200 mm	un
MT1593	Conector de cobre para haste de aterramento de 15,88 mm (5/8")	un
MT2054	Tabela de transferência automática completo - 100 a 128 kVA	un

Fonte: FGV IBRE

2.20.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total para execução das atividades que compõe o ciclo, em h.

2.20.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.20.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 81: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.20.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 82: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.20.9. Critério De Medição

O serviço de montagem e instalação de quadro de transferência é medido por unidade.

2.21. Montagem e instalação de retificador estático

Este subgrupo compreende a composição de custos de montagem e instalação de retificador estático.

Os retificadores são equipamentos utilizados para o fornecimento de tensão contínua estabilizada para cargas que necessitem deste tipo de condição. Normalmente o retificador trabalha associado a um banco de baterias, mantendo o fornecimento de energia ininterrupto mesmo em condições adversas.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras gerias.

A Tabela 83 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 83: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350013	Montagem e instalação de retificador estático, tipo carregador de bateria, tensão entrada 220 Vca, tensão de saída 48 Vcc - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.21.1. Metodologia Executiva

Para o serviço de montagem e instalação de retificador estático foi considerado o fornecimento e instalação do retificador, cabos e infraestrutura de dutos.

As atividades se iniciam com a fixação do retificador em seu local de operação. Para isso, considerou-se que o equipamento já estava posicionado no local antes do início das atividades.

Com o local de instalação do retificador, e pontos de conexões (rede de alimentação, banco de baterias, e consumidor) definidos, deve-se realizar a fixação dos eletrodutos para posterior passagem dos cabos.

Neste serviço foram considerados eletrodutos de 2", fixados com abraçadeiras a cada 1,5 metros. Tanto a bitola quanto o quantitativo de dutos deve ser adequado conforme cada projeto especificamente.

Com a infraestrutura montada, inicia-se a etapa de lançamento dos condutores. Foram considerados condutores de cobre de 35 mm² e 0,6/1kV para todos os pontos da instalação.

Como pontos de interligação foi considerada a rede de alimentação local, banco de baterias e consumidor. Entende-se como "consumidor" a carga que necessita de uma alimentação diferenciada, compatível com a saída do retificador.

Considerou-se lances de 10 metros para a conexão do retificador ao circuito trifásico de entrada, 12,5 metros para cada cabo de interligação com o banco de baterias (2 cabos) e 10 metros para interligação do retificador com o consumidor (2 cabos). O comprimento dos lances de cabos, bitola e configuração de ligação, devem ser revisados e compatibilizados conforme cada projeto.

Com os cabos lançados, são aplicados os conectores em cada extremidade de cada lance de cabo, ou seja, dois conectores por cabo. Já com os conectores instalados, os cabos devem ser conectados em seus respectivos terminais.

Com todas as conexões concluídas, devem ser realizados os testes de continuidade para a finalização do serviço.

2.21.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de montagem e instalação de retificador estático não é utilizado equipamento.

2.21.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na montagem e instalação de retificador estático é formada por 01 eletricista e 01 técnico especializado.

2.21.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 84: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0524	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 35 mm ²	m
MT1536	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 mm	un
MT0763	Abraçadeira de aço galvanizado tipo D, com cunha - D = 50,8 mm (2")	un
MT0482	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 50,8 mm (2")	m
MT0018	Parafuso de cabeça panela em aço-carbono - D = 4,5 mm e C = 60,0 mm e bucha plástica - D = 8,0 mm (S8)	un
MT2053	Retificador estático completo - tensão de 48 V e corrente de 50 A	un

Fonte: FGV IBRE

2.21.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

Fe representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

Tciclo representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.21.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.21.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 85: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.21.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 86: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.21.9. Critério De Medição

O serviço de montagem e instalação de retificador estático é medido por unidade.

2.22. Montagem elétrica de Tabela de transferência automática

Este subgrupo compreende a composição de custos de montagem elétrica de quadro de transferência automática.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 61439-6:2018.

A Tabela 87 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 87: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350024	Montagem elétrica de Tabela de transferência automática, 50 A e 220 V - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.22.1. Metodologia Executiva

O presente subgrupo trata da montagem elétrica de quadro de transferência automática para grupos geradores. A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

Este serviço contempla a montagem de um QTA com corrente nominal de entrada de 50 A. O quadro deve ser dotado de disjuntor de entrada, multimedidor de grandezas elétricas, contadores, disjuntores de distribuição, canaleta e barra de cobre para aterramento.

A caixa do quadro é para uma instalação de sobrepor, com dimensões de 600 x 500 x 250 mm. Na caixa devem ser realizadas as furações para entrada e saída de cabos.

Depois de feitas as furações, os componentes devem ser instalados de forma adequada, mantendo uma disposição otimizada dos componentes, de forma que depois de instalados seja mais fácil realizar qualquer tipo de intervenção.

Os condutores deverão se acomodados nas canaletas, identificados e amarrados com abraçadeiras de nylon.

2.22.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de montagem elétrica de Tabela de transferência automática é utilizado o EQ0067 - Furadeira de impacto de 12,5 mm - 0,80 kW.

2.22.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de montagem elétrica de Tabela de transferência automática é formada por 01 eletricista e 01 técnico especializado.

2.22.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 88: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2081	Tabela de comando de sobrepor, com flange, em chapa de aço - H = 600 mm, C = 500 mm e L = 250 mm	un
MT1804	Disjuntor tripolar padrão DIN para corrente de 63 A	un
MT2072	Multimedidor de grandezas elétricas, mult-k trifásico, interface serial RS-485, fornecido com transformadores de corrente externo	un
MT1396	Contator trifásico - 15/20 kW, tensão de 220 V e corrente de 50 A	un
MT2032	Disjuntor monopolar padrão DIN para corrente de 16 A	un
MT1268	Canaleta de PVC rígido - L = 20 mm e H = 10 mm	m
MT1480	Placa de policabornato transparente - E = 3 mm e seção de 2,00 x 3,00 m	un
MT1351	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 4 - tensão de 0,6/1kV e seção de 2,5 mm ²	m
MT1358	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 4 - tensão de 0,6/1kV e seção de 6,0 mm ²	m
MT1479	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 25 mm ²	m
MT1542	Terminal pré-isolado com olhal para fio de 2,5 mm ²	un
MT1544	Terminal pré-isolado com olhal para fio de 6,0 mm ²	un
MT1537	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 25 mm ² , com um furo de 8 mm	un
MT1261	Barra chata de cobre eletrolítico - C = 76,20 mm (3"), L = 26,97 mm (1 1/16") e E = 3,20 mm (1/8")	un
MT0018	Parafuso de cabeça panela em aço-carbono - D = 4,5 mm e C = 60,0 mm e bucha plástica - D = 8,0 mm (S8)	un
MT1793	Serra copo para perfuração em ferro e madeira - D = 25,4 mm (1")	un
MT0210	Lâmina de serra circular com 24 dentes - D = 300 mm	un

Fonte: FGV IBRE

2.22.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.22.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.22.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 89: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.22.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 90: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.22.9. Critério De Medição

Os serviços de instalação elétrica de quadro de transferência automática são medidos por unidade.

2.23. Montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste. As chaves seccionadoras são dispositivos destinados a realizar manobras de seccionar e isolar um circuito elétrico.

Basicamente, a seccionadora é uma extensão do condutor que se desloca quando acionada, abrindo e fechando a conexão através dos contatos fixo e móvel. Normalmente em média tensão seu controle é manual, através de alavanca ou bastão.

Os serviços de montagem mecânica de chave seccionadora manual compreendem a fixação dos suportes (cruzeta, mão francesa e cinta de fixação) e a montagem mecânica da chave seccionadora, utilizada para abertura e fechamento da rede elétrica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 60947: 2013 e Norma alemã DIN 43620.

Nas composições de custos foi considerada a montagem de chaves de diferentes níveis de tensão e corrente nominais. A Tabela 91 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 91: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350010	Montagem mecânica de chave seccionadora manual para operação em carga, tensão 27 kV, corrente 600 A, completa com haste e punho de acionamento para abertura e fechamento, instalada em poste - fornecimento e instalação	un
350012	Montagem mecânica de chave seccionadora manual para operação em carga, tensão 13,8kV, corrente 400 A, completa com haste e punho de acionamento para abertura e fechamento, instalada em poste - fornecimento e instalação	un
350017	Montagem mecânica de chave seccionadora bipolar, manual, tensão 4,4 kV, corrente 200 A, abertura e fechamento com vara de manobra, instalada em poste - fornecimento e instalação	un
350018	Montagem mecânica chave fusível bipolar, manual, tensão 4,4 kV, corrente 200 A, instalado em poste, abertura e fechamento com vara de manobra - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.23.1. Metodologia Executiva

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

- Fixação de cintas;
- Fixação de cruzetas;
- Fixação de mão francesa;
- Instalação da chave seccionadora.

Inicialmente devem ser verificadas todas as ferramentas e EPIs necessários à execução da atividade.

Em seguida, executa-se a etapa de içamento e fixação das cintas circulares, mão francesas e cruzetas de madeira. Para cada conjunto de duas cruzetas de madeira, são utilizadas quatro mão francesas e duas cintas circulares, conforme a Figura 34.

Figura 34: Acessórios de fixação instalados em poste



Fonte: ASW (2018)

Instaladas as cruzetas, inicia-se a etapa de fixação da base da seccionadora, bem como a realização do alinhamento dos contatos de abertura e fechamento do dispositivo. A Figura 35 apresenta um exemplo de chave seccionadora.

Figura 35: Chave seccionadora



Fonte: S&C(2018)

2.23.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

2.23.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste é composta por técnico especializado e eletricitista, participando ambos de todas as atividades igualmente.

2.23.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 92: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT2037	Arruela quadrada - D = 15,88 mm (5/8") e L = 100 mm	un
MT1436	Parafuso de cabeça sextavada com rosca inteira - D = 16 mm e C = 38 mm	un
MT1434	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 50 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2052	Chave seccionadora tripolar - tensão de 27 kV e corrente de 600 A - completa	un
MT2049	Chave seccionadora tripolar - tensão de 13,8 kV e corrente de 400 A - completa	un
MT2055	Chave seccionadora bipolar - tensão de 4,4 kV e corrente de 200 A	un
MT2056	Chave de fusível bipolar - tensão de 4,4 kV e corrente de 200 A	un

Fonte: FGV IBRE

2.23.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

2.23.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.23.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 93: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.23.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 94: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.23.9. Critério De Medição

Os serviços de montagem mecânica de chave seccionadora manual instalada em poste devem ser medidos por unidade executada.

2.24. Montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5440:2014 e 14039:2005.

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal. A Tabela 95 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 95: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350030	Montagem mecânica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 500 kVA, em rede primária 13,8 kV e secundária 220-127 V, para instalação em pedestal - fornecimento e instalação	un
350031	Montagem mecânica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 120 kVA, em rede primária 44 kV e secundária 4,4 kV, para instalação em pedestal - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.24.1. Metodologia Executiva

Para os serviços de montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal foram consideradas as atividades de içamento do transformador e o serviço de fixação em base de concreto.

Para início das atividades, é considerada que a base de concreto já esteja construída, com infraestrutura de dutos e caixas, para receber o transformador. Estes serviços são parte de uma composição específica.

Segue a metodologia executiva para a montagem mecânica de transformador:

a) Içamento do transformador

Com a base preparada, é dado início ao içamento do transformador. Para essa etapa utiliza-se um caminhão de linha rodoferroviário com guindauto para o deslocamento do equipamento. Assim, devem ser feitas as amarrações adequadas garantindo a segurança e integridade do equipamento durante o deslocamento.

b) Fixação na base

Com o transformador posicionado podem ser feitas as fixações diretamente no concreto. Considerou-se para este serviço o uso de chumbador para concreto tecbold, sendo aplicados 4 pontos de fixação.

Entretanto, a quantidade de pontos de fixação pode variar de acordo com cada equipamento, portanto, os valores devem ser revisados para cada aplicação específica.

2.24.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal é utilizado o EQ0034 - *Caminhão de linha rodoferroviário com guindauto (110 kW)*.

2.24.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal é formada por 01 auxiliar técnico e 01 técnico especializado.

2.24.4. Materiais

Nestes serviços são empregados os seguintes materiais:

Tabela 96: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2026	Transformador de distribuição trifásico de 500 kVA - 13,8 kV / 220 V - 127 V	un
MT0381	Chumbador de expansão controlada por torque em aço zincado para concreto - D = 12,5 mm	un
MT2027	Transformador de distribuição trifásico de 120 kVA - 44 kV / 4,4 kV	un

Fonte: FGV IBRE

2.24.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.24.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.24.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 97: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.24.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 98: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.24.9. Critério De Medição

O serviço de montagem mecânica de transformador de distribuição em pedestal é medido por unidade.

2.25. Montagem mecânica de transformador de distribuição em poste

No subgrupo são apresentadas as composições de montagem mecânica de transformador de distribuição em poste, para diferentes níveis de tensão e potência.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15688:2012, 15992:2011 e 14039:2005.

A Tabela 99 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 99: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350027	Montagem mecânica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência 75 kVA, em rede primária 13,8 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350028	Montagem mecânica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 50 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350029	Montagem mecânica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência 1 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350032	Montagem mecânica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 75 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350033	Montagem mecânica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência de 5 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350034	Montagem mecânica de transformador monofásico de distribuição de energia, potência de 10 kVA, em rede primária 4,4 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un
350035	Montagem mecânica de transformador trifásico de distribuição de energia, potência de 15 kVA, em rede primária 6,6 kV e secundária 220-127 V, para instalação em poste - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.25.1. Metodologia Executiva

As composições para a montagem mecânica de transformador contemplam as atividades de fixação de ferragens, içamento e fixação do transformador, instalação de eletroduto de PVC, instalação de conexões de PVC e fixação de tubulação com fita metálica.

Seguem algumas etapas importantes deste processo:

Içar as ferramentas, o suporte, e realizar sua fixação;

Com o auxílio do guindauto, elevar o transformador até o ponto a ser instalado, posicionando-o nos suportes;

Fixar o transformador no suporte, observando as recomendações de torque indicadas pelo fabricante;

Realizar a fixação dos eletrodutos paralelamente ao poste, com o auxílio da fita metálica;

2.25.2. Equipamentos

Para os serviços de montagem mecânica de transformador é utilizado o caminhão de linha rodoferroviário com guindauto (110 kW).

2.25.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de instalação elétrica de transformador é formada por técnico especializado e eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

2.25.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 100: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0044	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 19,5 mm (3/4")	m
MT0489	Luva de PVC roscável para eletroduto de 21,3 mm (3/4")	un
MT1320	Arruela quadrada - D = 19,05 mm (3/4") e L = 100 mm	un
MT1406	Curva de PVC 90° para eletroduto roscável de 19,05 mm (3/4")	un
MT1420	Fita de aço inoxidável - L = 19,05 mm (3/4")	m
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1592	Fecho autotravante de aço galvanizado para fita de 19,05 mm (3/4")	un
MT2023	Transformador de distribuição trifásico de 75 kVA - 13,8 kV / 220 V - 127 V	un
MT2025	Transformador de distribuição monofásico de 1 kVA - 4,4 kV / 220 V - 127 V	un
MT2028	Transformador de distribuição trifásico de 75 kVA - 4,4 kV / 220 V - 127 V	un
MT2029	Transformador de distribuição monofásico de 5 kVA - 4,4 kV / 220 V - 127 V	un
MT2030	Transformador de distribuição trifásico de 10 kVA - 4,4 kV / 220 V - 127 V	un
MT2031	Transformador de distribuição trifásico de 15 kVA - 6,6 kV / 220 V - 127 V	un
MT2122	Transformador de distribuição monofásico de 50 kVA - 4,4 kV / 220 V - 127 V	un
MT4006	Suporte de aço carbono laminado, para transformador, em poste de concreto circular 195 mm	un

Fonte: FGV IBRE

2.25.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem mecânica de transformador de distribuição em poste é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.25.6. Serviços Auxiliares

Foram utilizadas as seguintes CCUs auxiliares:

Tabela 101: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
350012	Montagem mecânica de chave seccionadora manual para operação em carga, tensão 13,8kV, corrente 400 A, completa com haste e punho de acionamento para abertura e fechamento, instalada em poste - fornecimento e instalação	un
350401	Montagem e instalação de 3 para-raios de 15 kV-10 kA, em poste, incluindo aterramento, para rede trifásica - fornecimento e instalação	un
350018	Montagem mecânica chave fusível bipolar, manual, tensão 4,4 kV, corrente 200 A, instalado em poste, abertura e fechamento com vara de manobra - fornecimento e instalação	un
350022	Montagem e instalação de para-raios de 15 kV-10 kA, em poste, incluindo aterramento, para rede monofásica - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

2.25.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 102: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.25.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 103: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.25.9. Critério De Medição

Os serviços de montagem mecânica de transformador de distribuição em poste devem ser medidos por unidade executada.

2.26. Desmontagem de base de energia para transformadores

Este subgrupo compreende a composição de custo de desmontagem de base de energia para transformadores.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras em geral.

A Tabela 104 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 104: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350298	Desmontagem de base de energia para sinalização em poste, transformador de alta tensão, ferragens de fixação, dutos e cabos	un

Fonte: FGV IBRE

2.26.1. Metodologia Executiva

Para o serviço de desmontagem de base de energia para sinalização em poste, transformador de alta tensão, ferragens de fixação, dutos e cabos, são realizadas as seguintes atividades:

a) Desligamento do trafo das linhas de alta tensão

Deve ser realizada a desenergização das linhas de alta tensão antes do início das atividades.

b) Desconexão de cabos elétricos no lado de alta tensão e de baixa tensão

Com as linhas de alta tensão desenergizadas, deve-se iniciar o processo de desconexão dos cabos elétricos, tanto no lado de alta quanto no lado de baixa tensão.

c) Remoção dos cabos elétricos no lado de alta tensão e de baixa tensão

Em seguida, os cabos desconectados devem ser removidos e acondicionados para transporte.

d) Desmontagem da chave fusíveis e para-raios

Em seguida, com os cabos desconectados, é possível fazer a desmontagem dos suportes das chaves fusíveis e para-raios.

e) Remoção do transformador

Com o auxílio de um guindauto é feita a remoção do transformador.

f) Desmontagem das ferragens de suporte

Por fim, com os equipamentos retirados, faz-se a desmontagem completa das ferragens de suporte.

2.26.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de desmontagem de base de energia é utilizado o equipamento *EQ0034 - Caminhão de linha rodoviário com guindauto (110 kW)*.

2.26.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na desmontagem de base de energia é formada por eletricista e ajudante especializado.

2.26.4. Materiais

Neste serviço não são empregados materiais.

2.26.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

2.26.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.26.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 105: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

2.26.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 106: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.26.9. Critério De Medição

O serviço de desmontagem de base de energia é medido por unidade.

2.27. Coleta e análise de óleo isolante mineral em transformadores

Este subgrupo compreende as composições de custos de coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise de suas propriedades.

O óleo utilizado em equipamentos de energia para média e alta tensão possui um papel importante no processo de regulação de temperatura e atuam como isolante elétrico para a operação de equipamentos.

Para que óleo desempenhe suas funções corretamente é importante que suas características físico-químicas estejam adequadas. Assim, deve-se realizar o teste da qualidade do óleo tanto no momento do condicionamento do equipamento como ao longo de sua operação.

Ao longo da operação, o óleo pode perder algumas das suas características e gerar elementos indesejados em sua composição, colocando em risco o funcionamento adequado do equipamento. Assim, os resultados dos testes fornecem informações importantes que indicam a necessidade de recondicionamento ou regeneração do óleo isolante.

A qualidade do óleo pode ser analisada por meio dos seguintes testes:

- Tensão interfacial;
- Índice de neutralização;
- Rigidez dielétrica;
- Teor de água;
- Perdas dielétricas;
- Cor.

Para este subgrupo serão descritos os procedimentos para a atividade de coleta de óleo isolante em transformadores ou disjuntores, bem como a análise destas amostras.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 10576:2017.

A Tabela 107 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 107: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350100	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química do teor de água	un
350101	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química da rigidez dielétrica	un

Código	Descrição	Unidade
350102	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química do índice de acidez	un
350103	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química da tensão interfacial	un
350104	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química do fator de perdas dielétricas	un
350105	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química da cor	un
350106	Coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades físico-química do ponto de fulgor	un

Fonte: FGV IBRE

2.27.1. Metodologia Executiva

A metodologia executiva dos serviços é composta pelas seguintes etapas:

a) Limpeza do ponto de coleta

Antes do início da atividade de coleta de óleo para análise físico-química é importante que seja realizada a limpeza do ponto de coleta do material. A limpeza do local evita a contaminação da amostra de óleo por partículas indesejadas ou umidade.

Para a limpeza, pode-se utilizar uma estopa para a retirada do excesso de poeira e demais sedimentos que fiquem alojados no ponto de coleta por ação do tempo.

b) Descarte do óleo residual no registro

Realizada a limpeza do local, pode-se iniciar a coleta de uma pequena quantidade de óleo. Essa amostra inicial deve ser descartada para evitar erros na análise, visto que se trata de uma amostra residual, que não está de fato desempenhando seu papel de isolante elétrico.

c) Coleta do óleo

Antes do início da coleta do óleo é importante verificar a umidade relativa do ar, pois valores muito elevados podem prejudicar a qualidade da amostra. Além disso, não deve haver nenhum resquício de água nas proximidades do ponto de coleta para evitar a contaminação da amostra.

Com esses parâmetros verificados, inicia-se a coleta do material. O óleo coletado deve ser armazenado em recipientes próprios que, depois de preenchidos com o volume especificado pelo laboratório, devem ser lacrados.

d) Limpeza e liberação de equipamento

Para a liberação do equipamento é necessário realizar novamente a limpeza do local de coleta, retirando qualquer resíduo de óleo. Com local limpo, é feito o fechamento e vedação do

ponto de coleta, e o equipamento é liberado.

2.27.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades não são utilizados equipamentos.

2.27.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de coleta de óleo isolante mineral em transformadores ou disjuntores e análise das propriedades é formada por um auxiliar técnico e um técnico especializado.

2.27.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 108: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2107	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação do teor de água	un
MT2108	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação da rigidez dielétrica	un
MT2109	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação do índice de acidez	un
MT2110	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação da tensão interfacial	un
MT2111	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação do fator de perdas dielétricas	un
MT2112	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação da cor	un
MT2113	Análise de óleo isolante mineral em laboratório para determinação do ponto de fulgor	un

Fonte: FGV IBRE

2.27.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.27.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.27.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

2.27.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

2.27.9. Critério De Medição

Os serviços de coleta de óleo isolante mineral são medidos por unidade.

2.28. Construção de base para transformadores

Este subgrupo compreende as composições de custos para a construção de base de concreto para transformadores e disjuntores.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras em geral.

A Tabela 109 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 109: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350134	Construção de base de concreto para transformador de corrente de 13.8 kV (30 x 40 x 400 cm)	un
350135	Construção de base de concreto para transformador de potencial de 13.8 kV (40 x 25 x 400 cm)	un
350136	Construção de base de concreto para disjuntor (60 x 100 x 180 cm)	un
350309	Construção de base de concreto (1,50 x 1,65 x 1,00 m com parede de 0,10 m) para transformador pad-mounted (pedestal), 300 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV	un
350310	Construção de base de concreto (1,50 x 1,80 x 1,00 m com parede de 0,10 m) para transformador pad-mounted (pedestal), 500 kVA 13,8 kV/0,22-0,127 kV	un

Fonte: FGV IBRE

2.28.1. Metodologia Executiva

As composições de custos deste subgrupo compreendem a construção da infraestrutura para os equipamentos elétricos, conforme apresentado pela Figura 36.

Figura 36: Base de concreto para equipamentos elétricos



Fonte: FVG IBRE

Nas CCUs de construção de base de concreto para transformadores pad-mounted, as entradas e saídas de cabos de energia de média e baixa tensão são acessadas por subterrâneo. Desta forma, evita-se o risco de choque elétrico a terceiros, bem como vandalismo e roubo de cabos.

As CCUs de construção de base de concreto têm aplicação como suporte para equipamentos diversos, como transformadores de corrente, transformadores de potencial, disjuntores e transformador tipo pedestal.

Dentre os serviços executados nessas CCUs está a instalação de estruturas de fixação para os equipamentos e lançamento de dutos para posterior interligação dos equipamentos a caixas de passagem.

O serviço de construção da base de concreto para disjuntores e transformadores é composto pelas seguintes atividades:

a) CCUs 35350134 e 35350135

Estas CCUs são aplicadas na instalação de transformador de corrente e de potencial. Para isso, foi considerada a construção de base de concreto armado, com dimensões 30 x 40 x 400 cm e 40 x 25 x 400 cm, e instalação de uma caixa de passagem. Essas atividades foram consideradas por composições auxiliares específicas.

A mão de obra empregada nestas composições executa a instalação de tirantes para fixação do transformador de corrente/potencial e lançamento de dutos enterrados, embutidos na base de concreto, para a interligação entre o transformador e caixa de passagem.

Considerou-se 2 dutos PEAD de 2", e uma distância de 3 metros entre a caixa de passagem e o local de instalação do equipamento. Os quantitativos desta composição devem ser adequados à especificidade de cada projeto no momento de sua utilização.

b) CCU 35350136

Esta CCU é aplicada na instalação de disjuntor. Para isso, foi considerada a construção de uma base de concreto armado, com 60 x 100 x 180 cm, e instalação de uma caixa de passagem. Essas atividades foram consideradas por composições auxiliares específicas.

A mão de obra empregada nesta composição executa a instalação de tirantes para fixação do disjuntor e lançamento de dutos enterrados, embutidos na base de concreto, para a interligação entre o disjuntor e caixa de passagem.

Considerou-se 3 dutos PEAD de 2", e uma distância de 3 metros entre a caixa de passagem e o local de instalação do equipamento. Os quantitativos desta composição devem ser adequados à especificidade de cada projeto no momento de sua utilização.

c) CCUs 35350309 e 35350310

Esta CCU é aplicada na instalação de transformador pad-mounted. Para isso, foi considerada a construção de uma base de concreto armado, com dimensões 1,50 x 1,65 x 1,00 m e 1,50 x 1,80 x 1,00 m (com parede de 0,10 m), e instalação de uma caixa de passagem. Essas atividades foram consideradas por composições auxiliares específicas.

A mão de obra empregada nesta composição executa a instalação de tirantes para fixação do transformador e lançamento de dutos enterrados, embutidos na base de concreto, para a interligação entre o transformador e a caixa de passagem.

Considerou-se 5 dutos PEAD de 2", e uma distância de 3 metros entre a caixa de passagem e o local de instalação do equipamento. Os quantitativos desta composição devem ser adequados à especificidade de cada projeto no momento de sua utilização.

2.28.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de construção de base de concreto não são utilizados equipamentos.

2.28.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada construção de base de concreto é formada por um pedreiro e um servente, participando de todas as atividades igualmente.

2.28.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 110: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2115	Tirante rosqueado - D = 19,05 mm (3/4")	m
MT2125	Porca sextavada em aço galvanizado - D = 19,05 mm (3/4")	un
MT2126	Arruela de pressão pesada - D = 19,05 mm (3/4")	un
MT1410	Eletroduto de PEAD tipo corrugado helicoidal - D = 50,8 mm (2")	m

Fonte: FGV IBRE

2.28.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.28.6. Serviços Auxiliares

Para a construção de base de concreto são utilizadas as seguintes composições auxiliares:

Tabela 111: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
340188	Execução de caixa de passagem enterrada de alvenaria (0,5 x 1 x 0,5 m) com tampa de concreto (0,7 x 1,2 x 0,1 m), incluso puxadores	un
510007	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³
510042	Formas de compensado resinado 10 mm - uso geral - utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m²
510003	Armação em aço CA-50 - fornecimento, preparo e colocação	kg
510044	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m	m³

Fonte: FGV IBRE

2.28.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 112: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

2.28.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 113: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

2.28.9. Critério De Medição

Os serviços de construção de base de concreto são medidos por unidade executada.

2.29. Preparação de painel de comando e controle de subestação

Este subgrupo apresenta composição de custos de preparação de painel de comando e controle de subestação.

Os serviços deste subgrupo são aplicados na montagem de subestações digitalizadas com capacidade para manutenção autônoma. A montagem da subestação inclui a substituição de relés de proteção eletromecânicos por relés de proteção digitais nos painéis de controle e modernização do painel de comunicação.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 61439-6:2018.

A Tabela 114 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição dos serviços.

Tabela 114: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350432	Preparação de painel de comando e controle de subestação para digitalização dos equipamentos de proteção, controle e monitoramento, excluindo fornecimento de material	un

Fonte: FGV IBRE

2.29.1. Metodologia Executiva

Para montagem de subestação digitalizada com capacidade para manutenção autônoma, são necessários os seguintes serviços:

- Isolação dos painéis;
- Desmontagem dos equipamentos internos antigos;
- Retirada do cabeamento antigo;
- Adequação/substituição da chaparia;
- Instalação das IEDs;
- Instalação dos equipamentos de supervisão;
- Interligação da parte de potência;
- Interligação da parte de comunicação;
- Teste e comissionamento da subestação.

A metodologia executiva do serviço de instalação de IED microprocessada em cubículo blindado é composto pelas seguintes etapas:

a) Etapa de isolamento elétrica do painel de comando e proteção:

Nessa etapa são executados procedimentos necessários para a garantia da segurança dos trabalhadores que atuarão na modernização do sistema de proteção e controle da subestação.

O serviço deve ser iniciado com a instalação de aterramento temporário e equipotencialização de quaisquer condutores que possam causar energização acidental do painel durante a execução dos trabalhos.

Em seguida, deve ser feita a proteção dos elementos energizados na zona de atuação. Por fim, deve ser realizada a sinalização e impedimento de energização do painel para liberação do início das atividades.

b) Etapa de retirada de cabeamento elétrico e de comando:

Nessa etapa, é executada a retirada de todo o cabeamento de comando e comunicação que não será mais utilizado em função da instalação de IEDs microprocessadas.

c) Etapa de retirada das portas dos painéis para a instalação das novas IEDs:

As portas de cada cubículo do painel de comando de proteção devem ser removidas.

As IEDs microprocessadas substituem chaves de comando, medidores de tensão e corrente analógicos, diagrama sinóptico e outros dispositivos instalados na face das portas. Por conta da retirada destes equipamentos, em função da furação existente para acomodação dos mesmos, o reaproveitamento da chaparia fica comprometido no caso de uma modernização.

Entretanto, cabe ao orçamentista, conforme cada projeto específico, considerar ou não esta etapa do serviço, caso haja a intenção de reaproveitamento.

d) Etapa de limpeza e adequação interna dos painéis:

Em seguida, é executada a limpeza interna dos painéis, após remoção do cabeamento que não será mais utilizado, e são feitas as demais adequações, como instalação de canaletas, dutos etc., para o recebimento dos novos equipamentos e cabeamento.

Não foram considerados, entretanto, estes insumos específicos, já que podem não ser aplicados, ou poderão ser diferentes de acordo com o cada projeto. Assim, cabe ao orçamentista incluir nesta atividade os insumos específicos (caso existam).

e) Instalação de nova porta

Por fim, é instalada uma nova porta para os cubículos, já com a furação exata para o

recebimento das novas IEDs. Além da instalação, deve ser realizada a reconexão do aterramento existente do painel às novas portas.

2.29.2. Equipamentos

Não são usados equipamentos neste subgrupo.

2.29.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços deste subgrupo é formada por 02 auxiliares técnicos e 02 eletricitistas.

2.29.4. Materiais

No serviço não são empregados materiais.

2.29.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

2.29.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

2.29.7. Tempo Fixo

Não se aplica

2.29.8. Momento De Transportes

Não se aplica

2.29.9. Critério De Medição

Os serviços de preparação de painel de comando e controle de subestação são medidos por unidade executada.

3. LANÇAMENTO E TRACIONAMENTO

3. LANÇAMENTO E TRACIONAMENTO

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes a lançamento e tracionamento de cabos.

No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de lançamento e tracionamento: lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em curva ou desnivelado; lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em tangente; lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em curva ou desnivelado; lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em tangente; lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em curva; lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em tangente; lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com escavação manual; lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira; lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados; lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado; lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente; lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado; lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente; aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea; confecção de rede subterrânea isolada em média tensão, em duto corrugado.

3.1. Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em curva ou desnivelado

O serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes secundárias de distribuição (até 1kV).

Estas redes têm origem no secundário do transformador de distribuição, e normalmente são utilizadas no trecho final do atendimento das cargas de um sistema de alimentação elétrica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 115 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 115: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350137	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350138	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350139	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350140	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350141	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350142	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 120 mm ² + 70 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.1.1. Metodologia Executiva

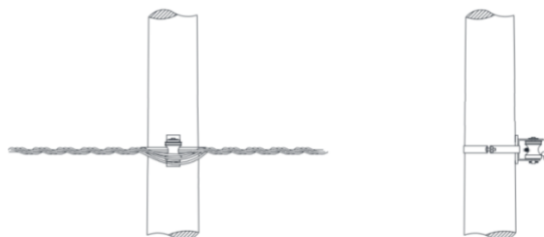
Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

Para a definição dos quantitativos para estes serviços foram consideradas as seguintes estruturas:

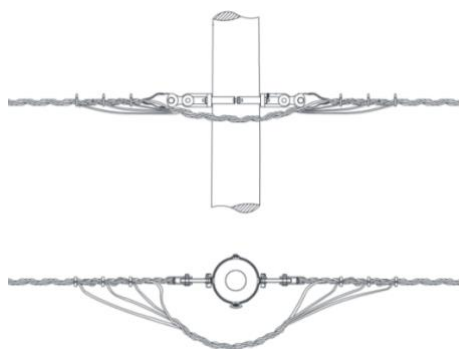
- **Estrutura SI1:** estrutura de passagem com roldanas, utilizada em trechos em curvas de até 45°;
- **Estrutura SI4:** estrutura de ancoragem simples, sem seccionamento dos condutores;
- **Estrutura IT:** estrutura tangente com grampo de suspensão.

Figura 37: Estrutura SI1



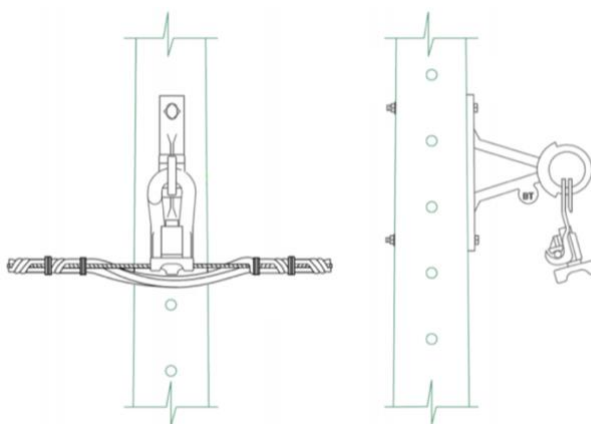
Fonte: FGV IBRE

Figura 38: Estrutura SI4



Fonte: Fonte: FGV IBRE

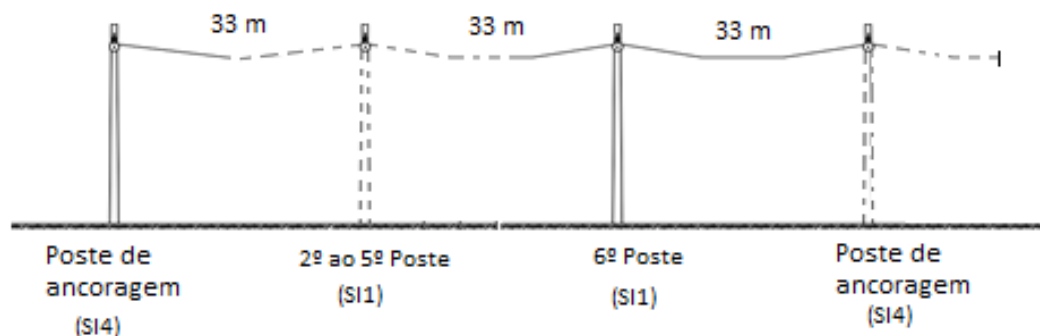
Figura 39: Estrutura IT



Fonte: Fonte: FGV IBRE

A Figura 40 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em curva.

Figura 40: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado



Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes, que quando ocorrem podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 200 metros de trecho em curva seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura para um trecho em curva ou desnivelado. Logo, é utilizado como base um vão de 200 metros, composto por 6 (seis) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (SI4) e os demais de passagem (SI1).

Seguem as etapas de execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo multiplexado para rede aérea secundária, em trechos em curva ou desnivelado:

Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

Montagem das estruturas de ancoragem e passagem nos postes

Colocação de roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

Colocação do cabo guia passando pelas roldanas em direção a bobina de cabo

Para auxiliar no lançamento do cabo multiplex, utiliza-se um cabo de aço de diâmetro 5/16" a 3/8" de polegadas, denominado cabo de tração (guia).

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para puxar do cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada através de escadas.

Fixação do cabo guia e lançamento cabo multiplex

Retirada das roldanas e fixação dos cabos nos grampos de suspensão

As roldanas, cabos de aço, dinamômetro e camisa de puxamento, são consideradas como ferramentas, pois são materiais que poderão ser reutilizados em outros serviços similares.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (SI4):
 - Cabo multiplexado de alumínio;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.
- Poste de passagem (SI1):
 - Cabo multiplexado de alumínio
 - Isolador de porcelana, tipo roldana, de 72 x 72 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Suporte de roldana AS 11;
 - Laço pré-formado de distribuição;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 200 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.1.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em curva ou desnivelado é utilizado o equipamento *EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

3.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em curva ou desnivelado, é formada por um ajudante especializado e três eletricitas, participando de todas as atividades igualmente.

3.1.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 116: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT0580	Suporte de roldana - AS 11	un
MT0658	Isolador de porcelana tipo roldana - L = 72 mm e H = 72 mm	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2184	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2185	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2186	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2187	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2188	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ²	m
MT2189	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 120 mm ² + 70 mm ²	m
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2198	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 35 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2200	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 70 mm ²	un
MT4015	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT4018	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 35 mm ²	un
MT4025	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT4026	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 70 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

3.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em curva ou desnivelado, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.1.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.1.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 117: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Código	Descrição	Unidade
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.1.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 118: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.1.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em curva ou desnivelado, é medido por metro.

3.2. Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio, trecho em tangente

O serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes secundárias de distribuição (até 1kV).

Estas redes têm origem no secundário do transformador de distribuição, e normalmente são utilizadas no trecho final do atendimento das cargas de um sistema de alimentação elétrica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 119 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 119: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350149	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350150	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350151	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350152	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350153	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350154	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de alumínio de 3 x 1 x 120 mm ² + 70 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.2.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

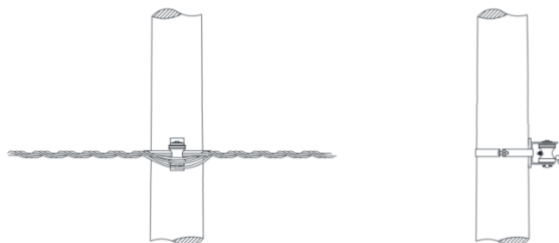
Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

Para a definição dos quantitativos para estes serviços foram consideradas as seguintes estruturas:

- **Estrutura SI1:** estrutura de passagem com roldanas, utilizada em trechos em curvas de até 45°;
- **Estrutura SI4:** estrutura de ancoragem simples, sem seccionamento dos condutores;

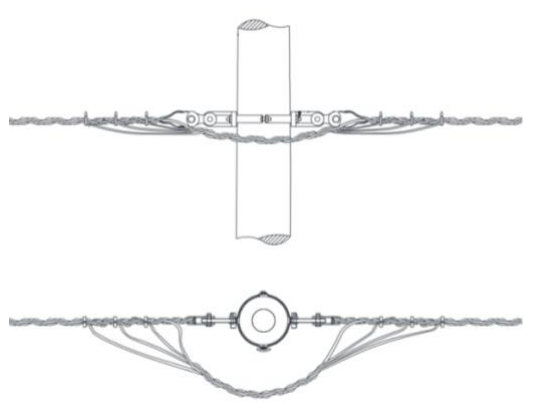
- **Estrutura IT:** estrutura tangente com grampo de suspensão.

Figura 41: Estrutura SI1



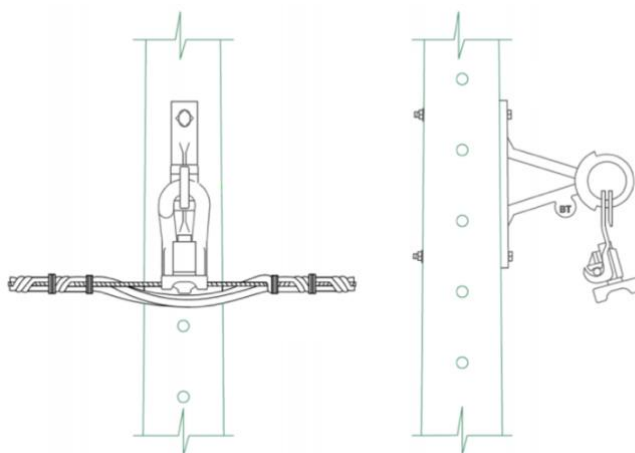
Fonte: FGV IBRE

Figura 42: Estrutura SI4



Fonte: FGV IBRE

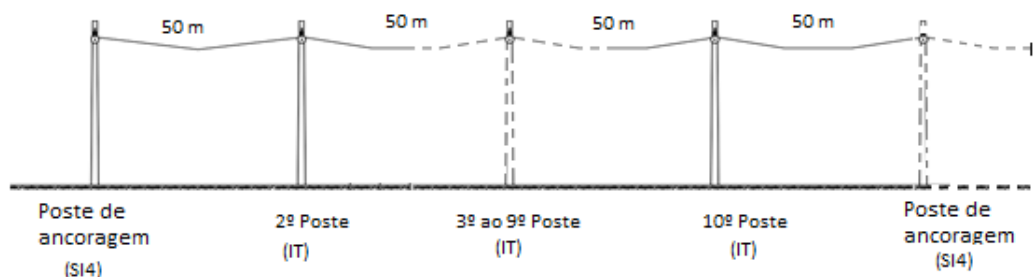
Figura 43: Estrutura IT



Fonte: FGV IBRE

A Figura 44 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em tangente.

Figura 44: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente



Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes, que quando ocorrem podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 500 metros de trecho seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura para um trecho em tangente. Logo, é utilizado como base um vão de 500 metros, composto por 10 (seis) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (SI4), e os demais de passagem (IT).

Seguem as etapas de execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo multiplexado para rede aérea secundária, nos trechos em tangente:

Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

Montagem das estruturas de ancoragem e passagem nos postes.

Colocação de roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

Colocação do cabo guia passando pelas roldanas em direção a bobina de cabo

Para auxiliar no lançamento do cabo multiplex, utiliza-se um cabo de aço de diâmetro 5/16" a 3/8" de polegadas, denominado cabo de tração (guia).

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para puxar o cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada através de escadas.

Fixação do cabo guia e lançamento cabo multiplex

Retirada das roldanas e fixação dos cabos nos grampos de suspensão

As roldanas, cabos de aço, dinamômetro e camisa de puxamento são considerados como ferramentas, pois são materiais que poderão ser reutilizados em outros serviços similares.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (SI4):
 - Cabo multiplexado de alumínio;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.
- Poste de passagem (IT):
 - Cabo multiplexado de alumínio
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Laço pré-formado de distribuição para cabo de 25mm²;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Conjunto grampo de suspensão multiplex;

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 500 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.2.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em tangente é utilizado o equipamento EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.

3.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em tangente, é formada por um ajudante especializado e três eletricitas, participando de todas as atividades igualmente.

3.2.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 120: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2184	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2185	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2186	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2187	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2188	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ²	m
MT2189	Cabo multiplexado de alumínio com formação de 3 x 1 x 120 mm ² + 70 mm ²	m
MT2196	Conjunto grampo de suspensão multiplex em rede secundária BT (Ø min = 7 mm, Ø máx = 17 mm, 1000 daN)	un
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2198	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 35 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2200	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 70 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

3.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em tangente, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo

assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.2.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.2.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 121: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.2.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 122: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.2.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio, trecho em tangente, são medidos por metro.

3.3. Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em curva ou desnivelado

O serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes secundárias de distribuição (até 1kV).

Estas redes têm origem no secundário do transformador de distribuição, e normalmente são utilizadas no trecho final do atendimento das cargas de um sistema de alimentação elétrica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 123 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 123: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350143	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350144	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350145	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350146	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350147	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350148	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 120 mm ² + 120 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.3.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

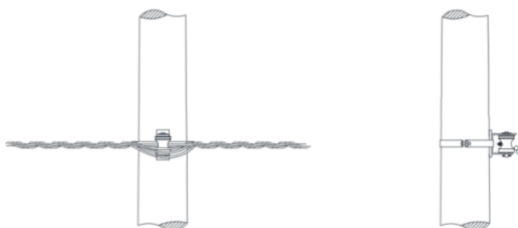
Para a definição dos quantitativos para estes serviços foram consideradas as seguintes estruturas:

Estrutura SI1: estrutura de passagem com roldanas, utilizada em trechos em curvas de até 45°;

Estrutura SI4: estrutura de ancoragem simples, sem seccionamento dos condutores;

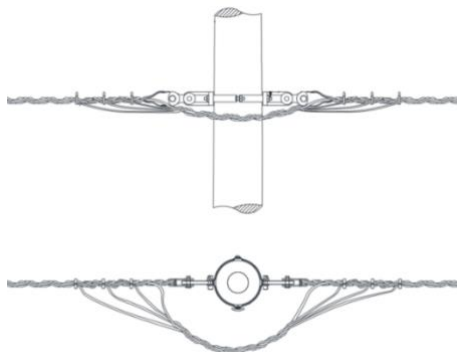
Estrutura IT: estrutura tangente com grampo de suspensão.

Figura 45: Estrutura SI1



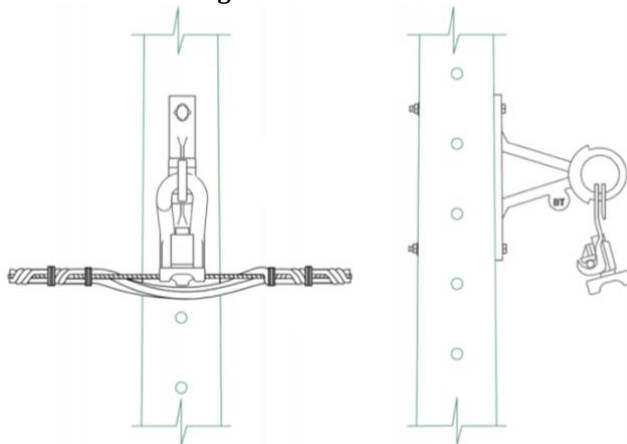
Fonte: FGV IBRE

Figura 46: Estrutura SI4



Fonte: FGV IBRE

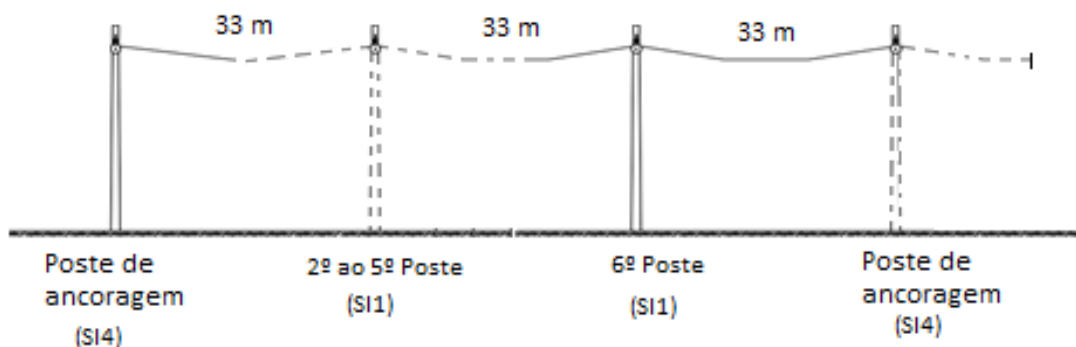
Figura 47: Estrutura IT



Fonte: FGV IBRE

A Figura 48 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em curva.

Figura 48: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva



Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes, que quando ocorrem podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 200 metros de trecho em curva seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura para um trecho em curva ou desnivelado. Logo, é utilizado como base um vão de 200 metros, composto por 6 (seis) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (SI4) e os demais de passagem (SI1).

Seguem as etapas de execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo multiplexado para rede aérea secundária, em trechos em curva ou desnivelado:

a) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Montagem das estruturas de ancoragem e passagem nos postes

c) Colocação de roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

d) Colocação do cabo guia passando pelas roldanas em direção a bobina de cabo

Para auxiliar no lançamento do cabo multiplex, utiliza-se um cabo de aço de diâmetro 5/16" a 3/8" de polegadas, denominado cabo de tração (guia).

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para puxar do cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada através de escadas.

- e) Fixação do cabo guia e lançamento cabo multiplex
- f) Retirada das roldanas e fixação dos cabos nos grampos de suspensão

As roldanas, cabos de aço, dinamômetro e camisa de puxamento são consideradas como ferramentas, pois são materiais que poderão ser reutilizados em outros serviços similares.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (SI4):
 - Cabo multiplexado de alumínio;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.
- Poste de passagem (SI1):
 - Cabo multiplexado de alumínio
 - Isolador de porcelana, tipo roldana, de 72 x 72 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Suporte de roldana AS 11
 - Laço pré-formado de distribuição;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 200 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.3.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em curva ou desnivelado é utilizado o equipamento EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.

3.3.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em curva ou desnivelado é formada por um ajudante especializado e três eletricitistas, participando de todas as atividades igualmente.

3.3.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 124: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT0580	Suporte de roldana - AS 11	un
MT0658	Isolador de porcelana tipo roldana - L = 72 mm e H = 72 mm	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca - M12	un
MT2190	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2191	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2192	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2193	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2194	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ²	m
MT2195	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 120 mm ² + 120 mm ²	m
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2198	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 35 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2201	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 120 mm ²	un
MT4015	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT4018	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 35 mm ²	un

Código	Descrição	Unidade
MT4025	Laço pré-formado de distribuição para cabo de 50 mm²	un
MT4027	Laço pré-formado de distribuição para cabo 4/0 CAA	un

Fonte: FGV IBRE

3.3.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em curva ou desnivelado, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.3.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.3.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 125: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.3.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 126: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.3.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em curva ou desnivelado, é medido por metro.

3.4. Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre, trecho em tangente

O serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes secundárias de distribuição (até 1kV).

Estas redes têm origem no secundário do transformador de distribuição, e normalmente são utilizadas no trecho final do atendimento das cargas de um sistema de alimentação elétrica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 127 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 127: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350155	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350156	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350157	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350158	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350159	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350160	Lançamento aéreo e tracionamento de cabo multiplexado de cobre XLPE 0,6/1 kV, 3 x 1 x 120 mm ² + 120 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.4.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

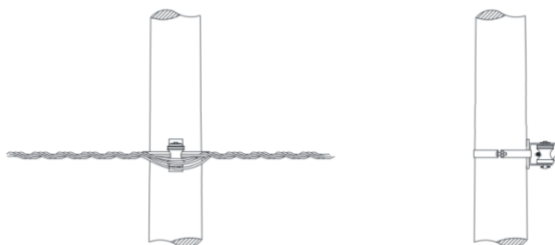
Para a definição dos quantitativos para estes serviços foram consideradas as seguintes estruturas:

Estrutura SI1: estrutura de passagem com roldanas, utilizada em trechos em curvas de até 45°;

Estrutura SI4: estrutura de ancoragem simples, sem seccionamento dos condutores;

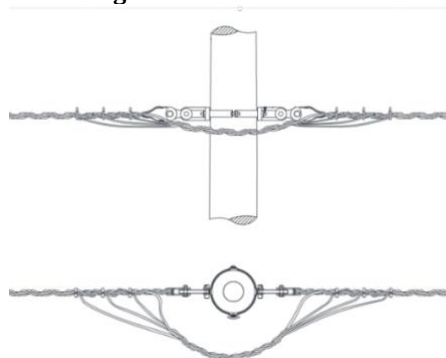
Estrutura IT: estrutura tangente com grampo de suspensão.

Figura 49: Estrutura SI1



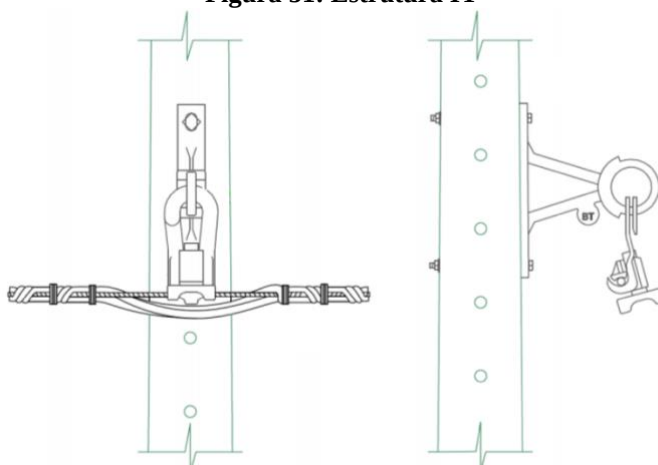
Fonte: FGV IBRE

Figura 50: Estrutura SI4



Fonte: FGV IBRE

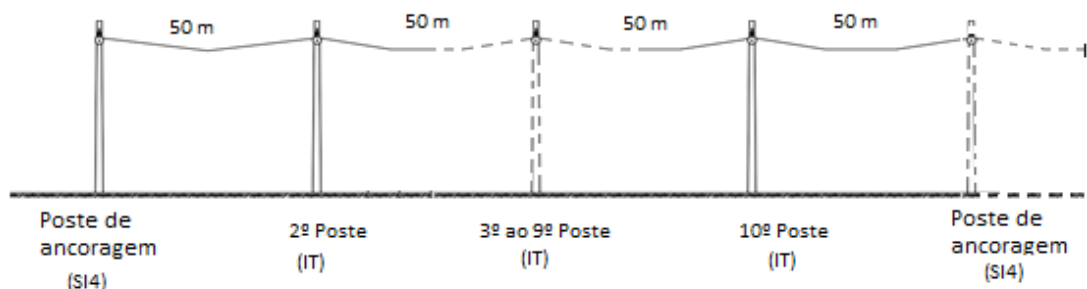
Figura 51: Estrutura IT



Fonte: FGV IBRE

A Figura 52 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em tangente.

Figura 52: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente



Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes. Esses quando ocorrem podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 500 metros de trecho seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura para um trecho em tangente. Logo, é utilizado como base um vão de 500 metros, composto por 10 (seis) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (SI4) e os demais de passagem (IT).

Seguem as etapas mais importantes na execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo multiplexado para rede aérea secundária, nos trechos em tangente:

a) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Montagem das estruturas de ancoragem e passagem nos postes

c) Colocação de roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

d) Colocação do cabo guia passando pelas roldanas em direção a bobina de cabo

Para auxiliar no lançamento do cabo multiplex, utiliza-se um cabo de aço de diâmetro 5/16" a 3/8" de polegadas, denominado cabo de tração (guia).

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para puxar o cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada através de escadas.

- e) Fixação do cabo guia e lançamento cabo multiplex
- f) Retirada das roldanas e fixação dos cabos nos grampos de suspensão

As roldanas, cabos de aço, dinamômetro e camisa de puxamento são consideradas como ferramentas, pois são materiais que poderão ser reutilizados em outros serviços similares.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (SI4):
 - Cabo multiplexado de alumínio;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm.
- Poste de passagem (IT):
 - Cabo multiplexado de alumínio
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Laço pré-formado de distribuição para cabo de 25mm²;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso francês, de 12 x 35 mm;
 - Abraçadeira de nylon de 4,5 x 300 mm;
 - Conjunto grampo de suspensão multiplex;

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 500 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.4.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em tangente, é utilizado o equipamento *EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m*.

3.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em tangente é formada por ajudante especializado e três eletricitistas, participando de todas as atividades igualmente.

3.4.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 128: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT2201	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 120 mm ²	un
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2198	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 35 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2190	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 2 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2192	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 2 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2195	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 120 mm ² + 120 mm ²	m
MT2191	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 25 mm ² + 25 mm ²	m
MT2193	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 35 mm ² + 35 mm ²	m
MT2194	Cabo multiplexado de cobre, isolamento com XLPE, para tensões de 0,6/1kV, com formação de 3 x 1 x 50 mm ² + 50 mm ²	m
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2196	Conjunto grampo de suspensão multiplex em rede secundária BT (Ø min = 7 mm, Ø máx = 17 mm, 1000 daN)	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un

Fonte: FGV IBRE

3.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em tangente, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a

produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.4.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 129: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.4.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 130: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.4.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em tangente, são medidos por metro.

3.5. Lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em curva

Neste subgrupo foram abordados os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu de 25 mm² e 50 mm², trecho em curva.

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabos, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 131 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 131: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350161	Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu de 25 mm ² , trecho em curva - fornecimento e instalação	m
350163	Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu de 50 mm ² , trecho em curva - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

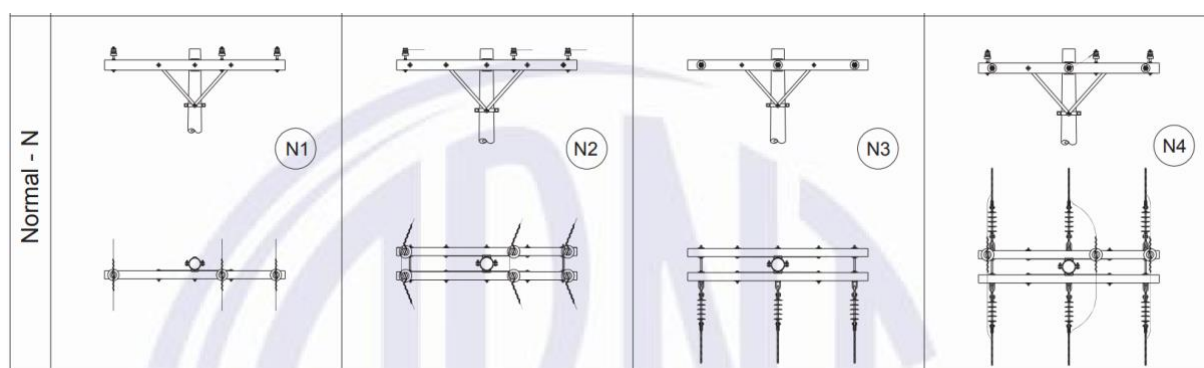
3.5.1. Metodologia Executiva

Para a o lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente.

Esta divisão foi definida devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente é de 50 metros, em média.

A norma “NBR 15688:2013 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes aéreas. Para a rede convencional, a norma traz a seguinte classificação:

Figura 53: Simbologia Básica - NBR 15688:2013



Fonte: NBR 15688:2013 - figura 23 – Simbologia básica

Estas estruturas possuem as seguintes funções:

Estrutura N1: pode ser utilizada em trechos em tangente, possui isoladores simples e apenas uma cruzeta;

Estrutura N2: pode ser utilizada em trechos em curva, possui dois isoladores por fase e cruzeta dupla;

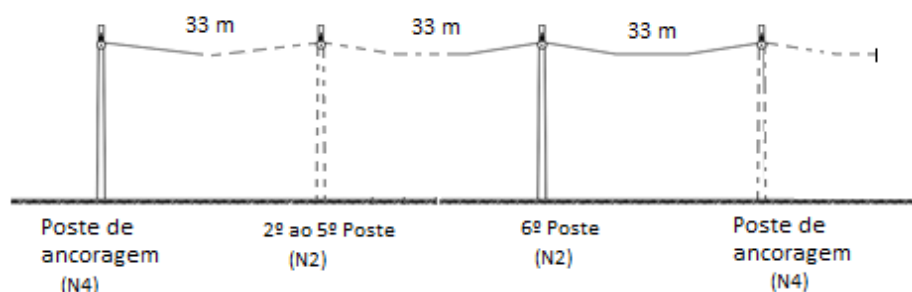
Estrutura N3: utilizada com ancoragem de fim de linha, possui isoladores horizontais e cruzeta dupla;

Estrutura N4: pode ser utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos. Com cruzeta dupla, possui isoladores horizontais e isoladores apoiados nas cruzetas.

No decorrer do relatório, a simbologia apresentada pela NBR 15688 será adotada, com adaptações para as aplicações específicas, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas.

A Figura 54 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em curva.

Figura 54: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva



Fonte: FGV IBRE

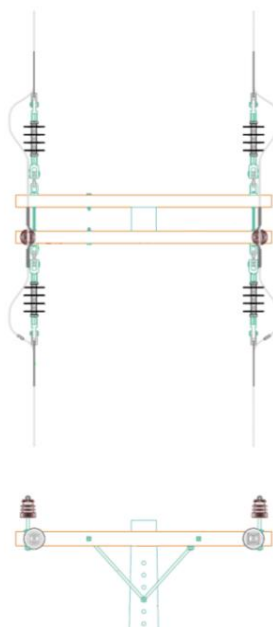
Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço considerou-se que o vão de 200 metros é composto por 6 (seis) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (N4), e os demais de passagem (N2).

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Assim, para obtenção dos quantitativos por metro de linha, ao final do levantamento, os quantitativos foram divididos pelo tamanho do vão, que nesse caso é igual a 200 metros.

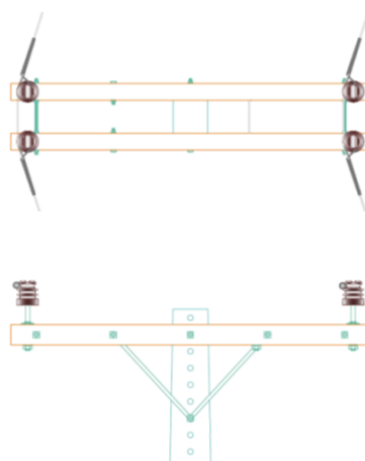
Os desenhos abaixo apresentam em detalhe as estruturas utilizadas (N2 e N4). Para atendimento da aplicação (*Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu, trecho em tangente*), foi retirada a fase do meio da estrutura.

Figura 55: Desenho esquemático do Poste de Ancoragem dupla (N4)



Fonte: FGV IBRE

Figura 56: Desenho esquemático do Poste de Passagem em curva (N2)



Fonte: FGV IBRE

Seguem as etapas de execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo de cobre nu, em trechos em curva:

- a) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Montagem dos conjuntos de fixação e roldanas

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

c) Esticagem do cabo

Com a estrutura de suporte montada, os cabos são levados até os pontos desejados.

d) Tracionamento e encabeçamento do cabo

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para tracionar o cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada com uso de escadas.

e) Transferência do cabo das roldanas para fixação nos isoladores de passagem, recolhimento das roldanas

Os cabos, já posicionados, são transferidos gradualmente das roldanas para os isoladores. Acomodados os cabos, devem ser feitas as amarrações conforme necessidade para cada tipo de instalação.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (N4):
 - Alça pré-formada de distribuição, para cabo de 25 mm²
 - Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
 - Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias
 - Manilha sapatilha 50 kN - MAS F
 - Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão, de 10 x 35 mm
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12
 - Cinta para poste circular 200 mm
 - Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste com 90 x 115 x 2000 mm

- Mão francesa plana - 1/4" x 710 mm
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 140 mm
- Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla, de 16 x 500 mm
- Poste de passagem (N2):
 - Alça pré-formada de distribuição, para cabo de 25 mm²
 - Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
 - Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão, de 10 x 35 mm
 - Cinta para poste circular 200 mm
 - Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste com 90 x 115 x 2000 mm
 - Mão francesa plana - 1/4" x 710 mm
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 140 mm
 - Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla, de 16 x 500 mm

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 200 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.5.2. Equipamentos

Para a realização deste serviço é utilizado o EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.

3.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento aéreo e tracionamento de cabos é formada por três ajudantes especializados e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

3.5.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 132: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0518	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 25 mm ²	m
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca - M12	un
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2216	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 50 mm ²	m
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT2219	Manilha sapatilha 50 kN - MAS F	un

Fonte: FGV IBRE

3.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em curva, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.5.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.5.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 133: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.5.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 134: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.5.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabos são medidos por metro de cabo lançado.

3.6. Lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, trecho em tangente

Neste subgrupo são abordados os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu de 25 mm² e 50 mm², trecho em tangente.

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabos, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15688:2012.

A Tabela 135 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 135: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350162	Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu de 25 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350164	Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu de 50 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

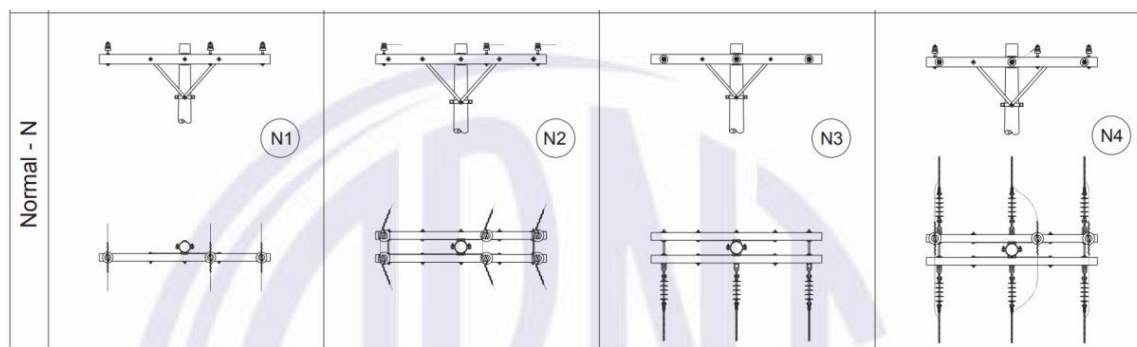
3.6.1. Metodologia Executiva

Para a o lançamento aéreo e tracionamento de cabos de cobre nu, considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente.

Esta divisão foi definida devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente é de 50 metros, em média.

A norma “NBR 15688:2013 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes aéreas. Para a rede convencional, a norma traz a seguinte classificação:

Figura 57: Simbologia Básica - NBR 15688:2013



Fonte: NBR 15688:2013 - figura 23 – Simbologia básica

Estas estruturas possuem as seguintes funções:

Estrutura N1: pode ser utilizada em trechos em tangente, possui isoladores simples e apenas uma cruzeta;

Estrutura N2: pode ser utilizada em trechos em curva, possui dois isoladores por fase e cruzeta dupla;

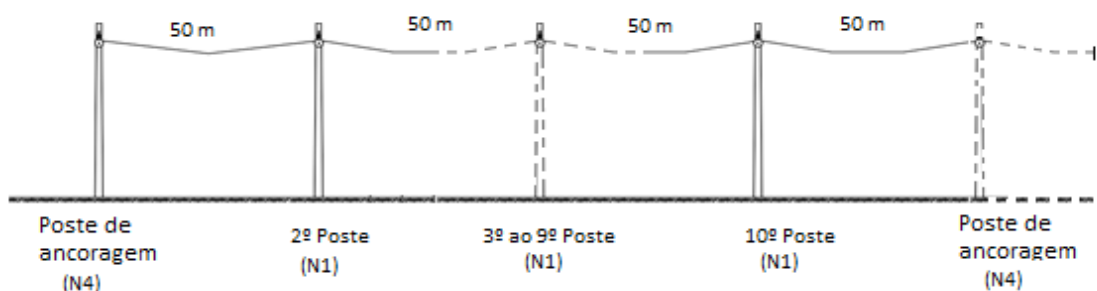
Estrutura N3: utilizada com ancoragem de fim de linha, possui isoladores horizontais e cruzeta dupla;

Estrutura N4: pode ser utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos. Com cruzeta dupla, possui isoladores horizontais e isoladores apoiados nas cruzetas.

No decorrer do relatório, a simbologia apresentada pela NBR 15688 será adotada, com adaptações para as aplicações específicas, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas.

A Figura 58 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em tangente.

Figura 58: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente



Fonte: FGV IBRE

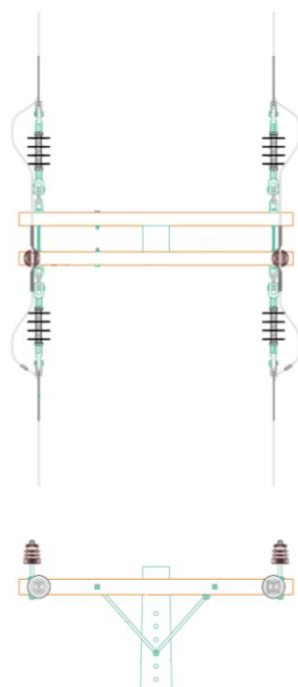
Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço considerou-se que o vão de 500 metros é composto por 10 (dez) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (N4) e os demais de passagem (N1).

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Assim, para obtenção dos quantitativos por metro de linha, ao final do levantamento, os quantitativos foram divididos pelo tamanho do vão, que nesse caso é igual a 500 metros.

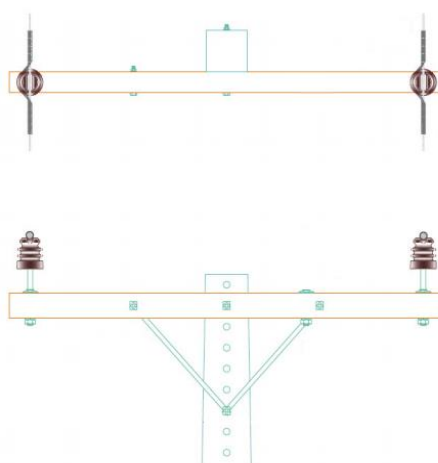
A Figura 59 e a Figura 60 apresentam em detalhe as estruturas utilizadas (N1 e N4). Para atendimento da aplicação (*Lançamento aéreo e tracionamento de 2 cabos de cobre nu, trecho em tangente*), foi retirada a fase do meio da estrutura.

Figura 59: Desenho esquemático do Poste de Ancoragem dupla (N4 adaptado)



Fonte: FGV IBRE

Figura 60: Desenho esquemático do Poste de Passagem (N1 adaptado)



Fonte: FGV IBRE

Seguem as etapas de execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo de cobre nu, em trechos em tangente:

- Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Montagem dos conjuntos de fixação e roldanas

Nos postes, devem ser instaladas roldanas apropriadas para lançamentos dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada.

c) Esticagem do cabo

Com a estrutura de suporte montada, os cabos são levados até os pontos desejados.

d) Tracionamento e encabeçamento do cabo

Nesta etapa, é usado um guincho (talha) para tracionar o cabo, colocado no extremo oposto ao que está a bobina de lançamento. Este cabo guia deve ser puxado manualmente, passando por todas as roldanas. Esta atividade é executada com uso de escadas.

e) Transferência do cabo das roldanas para fixação nos isoladores de passagem, recolhimento das roldanas

Os cabos, já posicionados, são transferidos gradualmente das roldanas para os isoladores. Acomodados os cabos, devem ser feitas as amarrações conforme necessidade para cada tipo de instalação.

É importante ressaltar que os pesos dos cabos interferem diretamente no acréscimo do tempo da execução dos serviços.

Considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (N4):
 - Alça pré-formada de distribuição, para cabo de 25 mm²
 - Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
 - Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias
 - Manilha sapatilha 50 kN - MAS F
 - Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão, de 10 x 35 mm
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12
 - Cinta para poste circular 200 mm
 - Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste com 90 x 115 x 2000 mm

- Mão francesa plana - 1/4" x 710 mm
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 140 mm
- Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla, de 16 x 500 mm
- Poste de passagem (N1):
 - Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
 - Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão, de 10 x 35 mm
 - Cinta para poste circular 200 mm
 - Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste com 90 x 115 x 2000 mm
 - Mão francesa plana - 1/4" x 710 mm
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 140 mm

O cabo, durante o lançamento, não pode ser arrastado no solo ou em qualquer outra superfície que possa danificar sua isolação. Dessa forma, justifica-se a quantidade de mão de obra e tempos de execução de serviços.

Utiliza-se um dinamômetro para medir os esforços, de acordo com as forças de tração fornecidas pelos fabricantes dos cabos.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 500 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.6.2. Equipamentos

Para a realização deste serviço é utilizado o EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.

3.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento aéreo e tracionamento de cabos é formada por três ajudantes especializados e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

3.6.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 136: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0518	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 25 mm ²	m
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un

Código	Descrição	Unidade
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca - M12	un
MT2197	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 25 mm ²	un
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2216	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 50 mm ²	m
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT2219	Manilha sapatilha 50 kN - MAS F	un

Fonte: FGV IBRE

3.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de cobre, trecho em tangente, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.6.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 137: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.6.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 138: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.6.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento aéreo e tracionamento de cabos é medido por metro de cabo lançado.

3.7. Lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com escavação manual

O serviço de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo se aplica nas situações em que, por alguma característica específica de projeto, o uso do duto é dispensado. Os dutos, dentre outros papéis, oferecem uma proteção mecânica aos condutores, impedindo seccionamento acidental numa possível escavação.

Para que esta importante característica seja mantida, no lançamento de condutores diretamente enterrados no solo, é necessário que a proteção mecânica seja atendida de outra forma.

Alguns dutos especiais são fabricados já com uma proteção mecânica para aplicações deste tipo. Outra maneira de garantir esta característica é por meio da aplicação de algum tipo de envelopamento no momento do condicionamento dos condutores no solo.

O texto da Norma NBR 5410:2018, item “6.2.11.6 - Linhas enterradas”, traz a seguinte informação:

“6.2.11.6.2 - Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentação de terra, contato com corpos rígidos, choque de ferramentas em caso de escavações, bem como contra umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.

6.2.11.6.3 Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados, em terreno normal, pelo menos a 0,70 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1 m na travessia de vias acessíveis a veículos, incluindo uma faixa adicional de 0,50 m de largura de um lado e de outro dessas vias. Essas profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas presentes.”

Considerando estas informações, para a revisão deste subgrupo foi adotado o lançamento de condutores de 70 mm² e 150 mm², diretamente enterrados no solo em uma profundidade de 70 cm e 90 cm, com escavação manual e envelopamento em areia.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004.

O **Error! Reference source not found.** apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 139: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350299	Lançamento de cabo de cobre 3 x 70 mm ² - 0,6/1 kV, diretamente enterrado no solo, através de escavação manual em vala de 0,3 x 0,7 m - fornecimento e instalação	m
350300	Lançamento de cabo de cobre 4 x 150 mm ² - 0,6/1 kV, diretamente enterrado no solo, através de escavação manual em vala de 0,3 x 0,9 m - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.7.1. Metodologia Executiva

As composições de custos deste subgrupo apresentam os serviços de lançamento de cabo de cobre, diretamente enterrado no solo, através de escavação manual, conforme Figura 61.

Figura 61: Vala para lançamento dos cabos



Fonte: FGV IBRE

Nos serviços de lançamento de cabos, diretamente no solo, com abertura manual, as valas foram dimensionadas com variados tamanhos, podendo ser modificada de acordo com o projeto executivo. Entretanto, é importante que esta profundidade não seja inferior à 70 cm.

Esses tipos de serviço são executados ao longo da malha ferroviária, podendo também ser utilizados dentro de oficinas e pátios.

Foram utilizados os cabos de 70 mm² e 150 mm² nos lançamentos, podendo essas CCUs serem modificadas de acordo com o projeto executivo. Além disso, considerou-se 1 (um) metro de sobra, por cabo, em cada caixa de passagem, para atendimento das futuras intervenções da manutenção.

No entorno dos cabos é executada uma camada de areia de 0,1 m e utiliza-se uma fita de advertência para sinalizar, a quem prestar um serviço futuro, que naquele local existe cabos aterrados.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

a) Preparo das bobinas

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina dos cabos, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Esticagem dos cabos e assentamento na vala

Com a vala aberta e limpa, os cabos devem ser acomodados no interior da vala, e deve-se então aplicar a camada de areia para envelopamento.

c) Assentamento de fita de advertência

A fita de advertência deve ser enterrada em um nível intermediário entre a superfícies da vala, e condutores, de forma que numa eventual escavação futura, seja identificada a existência de condutores na região abaixo da fita.

d) Identificação do cabo nas caixas

Os cabos, sempre que alcançarem as caixas de passagem, deverão ser devidamente identificados de acordo com o projeto.

3.7.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

3.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo é formada por ajudantes especializados e eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

3.7.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 140: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0010	Areia média lavada	m ³
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT1359	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 70 mm ²	m

Código	Descrição	Unidade
MT1482	Plaqueta de identificação plástica para cabo, na cor amarela - E = 3 mm e seção de 9 x 4 cm	un
MT1586	Fita plástica de polietileno zebreada em preto e amarelo para advertência	m
MT2471	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 150 mm²	m

Fonte: FGV IBRE

3.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total para a execução das atividades que compõe o ciclo, em h.

3.7.6. Serviços Auxiliares

São aplicados os seguintes serviços auxiliares na execução do presente serviço:

Tabela 141: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m³
510043	Escavação manual de vala em material de 1ª categoria	m³

Fonte: FGV IBRE

3.7.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 142: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

3.7.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 143: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.7.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com escavação são medidos por metro.

3.8. Lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira

O serviço de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo se aplica nas situações em que, por alguma característica específica de projeto, o uso do duto é dispensado. Os dutos, dentre outros papéis, oferecem uma proteção mecânica aos condutores, impedindo seccionamento acidental numa possível escavação.

Para que esta importante característica seja mantida, no lançamento de condutores diretamente enterrados no solo, é necessário que a proteção mecânica seja atendida de outra forma.

Alguns dutos especiais são fabricados já com uma proteção mecânica para aplicações deste tipo. Outra maneira de garantir esta característica é por meio da aplicação de algum tipo de envelopamento no momento do condicionamento dos condutores no solo.

O texto da Norma NBR 5410:2018, item “6.2.11.6 - Linhas enterradas”, traz a seguinte informação:

“6.2.11.6.2 - Os cabos devem ser protegidos contra as deteriorações causadas por movimentação de terra, contato com corpos rígidos, choque de ferramentas em caso de escavações, bem como contra umidade e ações químicas causadas pelos elementos do solo.

6.2.11.6.3 Como prevenção contra os efeitos de movimentação de terra, os cabos devem ser instalados, em terreno normal, pelo menos a 0,70 m da superfície do solo. Essa profundidade deve ser aumentada para 1 m na travessia de vias acessíveis a veículos, incluindo uma faixa adicional de 0,50 m de largura de um lado e de outro dessas vias. Essas profundidades podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando os cabos estiverem protegidos, por exemplo, por eletrodutos que suportem sem danos as influências externas presentes.”

Considerando estas informações, para a revisão deste subgrupo foi adotado o lançamento de condutores de 120 mm² e 240 mm², diretamente enterrados no solo em uma profundidade de 70 cm e 90 cm, com a escavação utilizando o equipamento minivaletadeira, e envelopamento em areia.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004.

A Tabela 144 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 144: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350301	Lançamento de cabo de cobre 3 x 120 mm ² - 0,6/1 kV, diretamente enterrado no solo, através de escavação com minivaletadeira em vala de 0,1 x 0,7 m - fornecimento e instalação	m
350302	Lançamento de cabo de cobre 4 x 240 mm ² - 0,6/1 kV, diretamente enterrado no solo, através de escavação com minivaletadeira em vala de 0,1 x 0,9 m - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.8.1. Metodologia Executiva

As composições de custos deste subgrupo apresentam o serviço de lançamento de cabo de cobre, diretamente enterrado no solo, através de escavação com minivaletadeira, conforme a Figura 62.

Figura 62: Abertura de vala com minivaletadeira



Fonte: FGV IBRE

Nos serviços de lançamento de cabos, diretamente no solo, com a utilização de minivaletadeira, as valas foram dimensionadas com variados tamanhos, podendo ser modificadas de acordo com o projeto executivo. Entretanto, é importante que esta profundidade não seja inferior a 70 cm.

Esses tipos de serviço são executados ao longo da malha ferroviária, podendo também ser utilizados dentro de oficinas e pátios.

Foram utilizados os cabos de 120 mm² e 240 mm² nos lançamentos, podendo essas CPUs serem modificadas de acordo com o projeto executivo. Além disso, considerou-se 1 (um) metro

de sobra, por cabo, em cada caixa de passagem, para atendimento das futuras intervenções da manutenção.

No entorno dos cabos é executada uma camada de areia de 0,1 m e utiliza-se uma fita de advertência para sinalizar, a quem prestar um serviço futuro, que naquele local existe cabos aterrados.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

a) Preparo das bobinas

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina dos cabos, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

b) Medição e marcação para corte da minivaletadeira

Deve-se preparar o terreno para a abertura da vala. Inicialmente ocorre a medição e marcação para posterior corte do solo com a minivaletadeira.

c) Esticagem dos cabos e assentamento na vala

Com a vala aberta e limpa, os cabos devem ser acomodados no interior da vala, e deve-se então aplicar a camada de areia para envelopamento.

d) Assentamento de fita de advertência

A fita de advertência deve ser enterrada em um nível intermediário entre a superfícies da vala, e condutores, de forma que numa eventual escavação futura, seja identificada a existência de condutores na região abaixo da fita.

3.8.2. Equipamentos

Não se aplica.

3.8.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira, é formada por ajudantes especializados e eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

3.8.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 145: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0010	Areia média lavada	m³
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT1482	Plaqueta de identificação plástica para cabo, na cor amarela - E = 3 mm e seção de 9 x 4 cm	un
MT1586	Fita plástica de polietileno zebreada em preto e amarelo para advertência	m
MT2014	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 240 mm²	m
MT2420	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 120 mm²	m

Fonte: FGV IBRE

3.8.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.8.6. Serviços Auxiliares

São usados os seguintes serviços auxiliar na execução do presente serviço:

Tabela 146: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m ³
330066	Escavação de vala em material de 1ª categoria com minivaletadeira sobre esteira	m ³

Fonte: FGV IBRE

3.8.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 147: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510077	Carga, manobra e descarga de agregados ou solos em caminhão basculante de 10 m ³ - carga com carregadeira de 3,40 m ³ e descarga livre	t

Fonte: FGV IBRE

3.8.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 148: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510057	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia em leito natural	tkm
510058	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia em revestimento primário	tkm
510059	Transporte com caminhão basculante de 10 m ³ - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.8.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento de cabo de cobre diretamente enterrado no solo, com minivaletadeira, é medido por metro.

3.9. Lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de lançamento de cabo de energia isolado, seção de 35 mm², 15kV, em dutos envelopados.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5471:1986.

A Tabela 149 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seu respectivo código e unidade de medição do serviço.

Tabela 149: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350416	Lançamento de cabo de energia isolado, seção de 35 mm ² , 15 kV, em dutos envelopados - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.9.1. Metodologia Executiva

O serviço de lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados considera como concluída a etapa de construção da infraestrutura de rede de dutos.

Para a execução desta atividade, foi considerada, como etapa inicial, o posicionamento das bobinas em cavaletes, próximos ao local de lançamento dos cabos.

Posicionadas as bobinas dos cabos deve-se iniciar o processo de puxamento dos cabos, tomando o cuidado para que não haja danos na cobertura externa dos condutores por contato com o solo.

Para o puxamento dos cabos deve-se adotar um método que garanta a eficiência do processo sem que haja qualquer comprometimento mecânico aos cabos (ruptura interna por torção ou outro tipo esforço). O duto de PEAD é fornecido com a guia interna para essa finalidade, que pode ser utilizada no processo de lançamento.

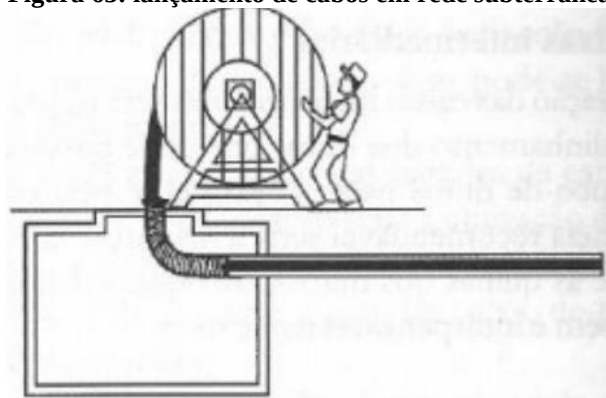
O processo de puxamento deve ser coordenado, para que se minimizem as chances de danos ao condutor. Para isso, é recomendado que haja comunicação entre a equipe de lançamento, em pontos estratégicos do trecho de lançamento.

Foi considerado o lançamento em um trecho de 50 metros (distância usual entre caixas de passagens para trechos retilíneos), e ao final das definições de tempos para cada atividade, a produção foi calculada por metro do serviço. Ao final do lançamento, foi considerado um tempo para a identificação dos cabos nas caixas de passagem.

A lubrificação dos cabos para o lançamento, será tão mais importante quanto maior for o comprimento do duto, o número de curvas no trajeto e diâmetro do cabo.

As principais características a serem observadas na escolha de um lubrificante são: sua eficiência na redução do atrito entre o cabo e o duto, sua fácil aplicação e a garantia de que não prejudicará uma possível remoção do cabo no futuro. Os principais lubrificantes usados no lançamento de cabos são: talco industrial, parafina e grafite em pó.

Figura 63: lançamento de cabos em rede subterrânea



Fonte: JUNIOR (2004)

3.9.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

3.9.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados é formada por três ajudantes especializados e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

3.9.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 150: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2517	Cabo de cobre isolado em EPR 90°C, classe 2 - tensão de 8,7/15 kV e seção de 35 mm ²	m

Fonte: FGV IBRE

3.9.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão do serviço executado por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

3.9.6. Serviços Auxiliares

Não são utilizadas composições auxiliares no serviço deste subgrupo.

3.9.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 151: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

3.9.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 152: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.9.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento de cabo de energia isolado em dutos envelopados é medido por metro executado.

3.10. Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado

A rede de distribuição aérea compacta é um conjunto formado por cabo de aço e cabos cobertos ou protegidos, fixados em estruturas compostas por braços metálicos, espaçadores losangulares ou separadores de fase confeccionados em material polimérico.

Todo este conjunto de cabos é sustentado por um cabo de aço guia, denominado cabo mensageiro, que é também utilizado como neutro dos sistemas de distribuição. Dessa forma, o cabo mensageiro é utilizado como proteção elétrica e mecânica da rede compacta.

A rede aérea compacta apresenta uma boa opção técnica e econômica, pois possui baixo custo de manutenção e construção, e facilidade de instalação. Em regiões arborizadas, a construção de rede aérea reduz substancialmente a podagem de árvores e eventuais desligamentos de circuitos provocados por curto-circuito.

As composições relacionadas a redes aéreas visam estabelecer um padrão básico para lançamento de rede aérea trifásica do tipo compacta, com cabos protegidos ou cobertos na tensão nominal 15 kV.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011

A Tabela 153 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 153: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350239	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 1/4" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 35 e 50 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350240	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 3/8" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 70 a 150 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350241	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 7/16" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 185 a 300 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.10.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

A norma “*NBR 15992:2011 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV*” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes compactas. Para este tipo de rede, a norma traz a seguinte classificação:

Estrutura CE1: normalmente utilizada em trechos em tangente;

Estrutura CE2: normalmente utilizada em trechos em curva;

Estrutura CE3: normalmente utilizada como ancoragem de fim de linha;

Estrutura CE4: normalmente utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos.

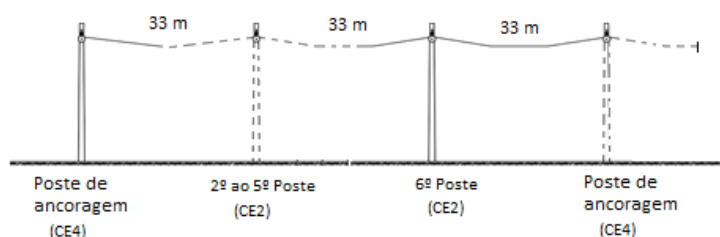
Figura 64: Simbologia das estruturas

Estrutura	Simbologia	Estrutura	Simbologia
CE1		CE1A	
CE2		CE2 Suporte horizontal	
CE3		CE3 Perfil U	
CE4		CE4 Perfil U	
CE3-CE3		CE3-CE3 Perfil U	

Fonte: NBR 15992/2011

No decorrer do relatório, será utilizada a simbologia apresentada pela NBR 15992, com adaptações para as aplicações específicas, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas.

Figura 65: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado



Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as

particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes, que quando ocorrem podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 200 metros de trecho em curva seja instalada uma estrutura de ancoragem.

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Assim, para obtenção dos quantitativos por metro de linha, ao final do levantamento, os quantitativos foram divididos pelo tamanho do vão, que nesse caso é igual a 200 metros.

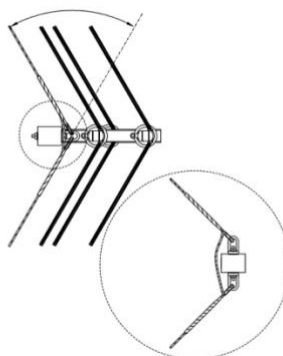
Construtivamente, a fixação do cabo mensageiro/neutro para a sustentação da rede aérea é feita através de braços metálicos fixados nos postes. Os espaçadores losangulares e separadores de fase, instalados ao longo da rede entre os pontos de fixação, permitem a compactação da estrutura garantindo o afastamento mínimo entre os condutores fase e neutro.

O serviço de montagem e lançamento dos cabos foi dividido em lançamento do cabo mensageiro e lançamento dos condutores. Desta forma, nesta CCU são considerados apenas os acessórios necessários para a fixação e lançamento do cabo mensageiro. O restante dos acessórios estará apresentado nas CCUs de lançamento de condutores para estas mesmas estruturas.

Os cabos mensageiros devem ser lançados antecipadamente ao lançamento dos cabos cobertos e suas cordoalhas devem obedecer às seguintes dimensões:

- Para cabos cobertos ou protegidos 35 e 50mm² utilizar cordoalha de aço 1/4";
- Para cabos 70, 95, 120 e 150mm² utilizar cordoalha de aço 3/8";
- Para cabos 185, 240 e 300mm² utilizar cordoalha de aço 7/16".

Figura 66: Detalhe de poste em trecho em curva



Fonte: FECOERGS (2021)

Seguem as etapas mais importantes na execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo messageiro para rede aérea compacta, trecho em curva:

a) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo messageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

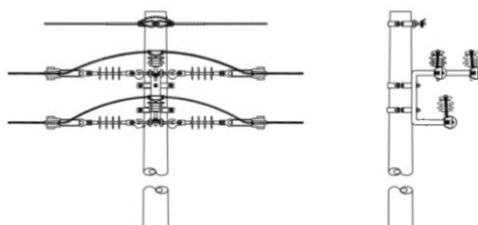
b) Instalação do conjunto de ancoragem e passagem;

As ferragens de ancoragem devem ser montadas nos postes, bem como as ferragens de passagem do cabo messageiro. Para a ancoragem e passagem deve ser utilizado o olhal reto de aço galvanizado.

Para evitar um esforço mecânico no cabo messageiro, nos pontos de contato com os acessórios dos postes, deve ser utilizada alça pré-formada na conexão em olhal. As dimensões da alça pré-formada variam de acordo com as bitolas dos cabos.

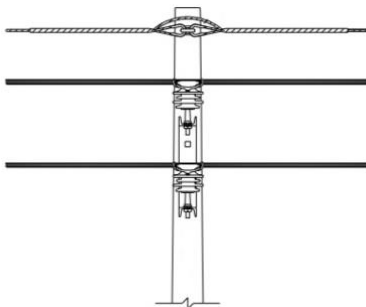
As figuras a seguir apresentam os elementos citados.

Figura 67: Ancoragem do cabo messageiro



Fonte: FECOERGS (2021)

Figura 68: Poste de passagem para o cabo messageiro trecho em curva



Fonte: FECOERGS (2021)

Devem ser montadas nos postes as ferragens de ancoragem, bem como as de passagem do cabo messageiro. Para a ancoragem e passagem devem ser utilizados o olhal reto de aço

galvanizado.

c) Lançamento do mensageiro

Com as estruturas montadas deve-se iniciar o lançamento do cabo mensageiro, fazendo as conexões necessárias nos postes preparados. A Figura 69 apresenta essa etapa do serviço.

Figura 69: Lançamento do cabo mensageiro



Fonte: FECOERGS (2021)

d) Tensionamento e fixação do cabo aos olhais.

Lançado o cabo no vão desejado, deve-se realizar o seu tensionamento com o auxílio de talha manual de corrente, controlando as tensões mecânicas aplicadas por meio do uso do dinamômetro, de acordo com as tabelas de trações específicas para cada cabo.

Dentro do subgrupo “lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta” considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (CE4):
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm.
- Poste de passagem (CE2):
 - Cordoalha de aço galvanizado;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;

- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 200 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.10.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado, é utilizado o equipamento *EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

3.10.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado é formada por 01 ajudante especializado e 03 eletricitistas, participando de todas as atividades igualmente.

3.10.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 154: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2359	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 6,35 mm (1/4")	un
MT1259	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 9,53 mm (3/8")	un
MT2360	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 11,11 mm (7/16")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2357	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 6,35 mm (1/4")	m
MT1275	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 9,53 mm (3/8")	m
MT2358	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 11,11 mm (7/16")	m
MT2355	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 11,11 mm (7/16")	un
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un

Fonte: FGV IBRE

3.10.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.10.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.10.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 155: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.10.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 156: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Código	Descrição	Unidade
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.10.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado, são medidos por metro.

3.11. Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente

A rede de distribuição aérea compacta é um conjunto formado por cabo de aço e cabos cobertos ou protegidos, fixados em estruturas compostas por braços metálicos, espaçadores losangulares ou separadores de fase confeccionados em material polimérico.

Todo este conjunto de cabos é sustentado por um cabo de aço guia, denominado cabo mensageiro, que é também utilizado como neutro dos sistemas de distribuição. Dessa forma, o cabo mensageiro é utilizado como proteção elétrica e mecânica da rede compacta.

A rede aérea compacta apresenta uma boa opção técnica e econômica, pois possui baixo custo de manutenção e construção, e facilidade de instalação. Em regiões arborizadas, a construção de rede aérea reduz substancialmente a podagem de árvores e eventuais desligamentos de circuitos provocados por curto-circuito.

As composições relacionadas a redes aéreas visam estabelecer um padrão básico para lançamento de rede aérea trifásica do tipo compacta, com cabos protegidos ou cobertos na tensão nominal 15 kV.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 157 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 157: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350236	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 1/4" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 35 e 50 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350237	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 3/8" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 70 a 150 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350238	Lançamento e tracionamento de cabo mensageiro de 7/16" para rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 185 a 300 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.11.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, o serviço foi subdividido nos casos de execução em trecho em curva ou desnivelado, ou trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500

metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

A norma “NBR 15992:2011 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes compactas. Para este tipo de rede, a norma traz a seguinte classificação:

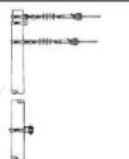
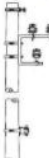
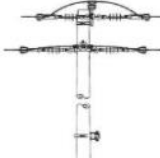
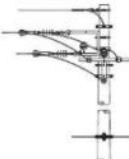
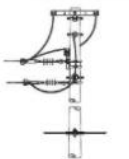
Estrutura CE1: normalmente utilizada em trechos em tangente;

Estrutura CE2: normalmente utilizada em trechos em curva;

Estrutura CE3: normalmente utilizada como ancoragem de fim de linha;

Estrutura CE4: normalmente utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos.

Figura 70: Simbologia das estruturas

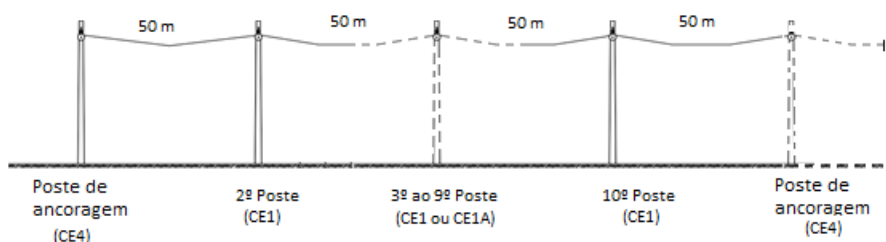
Estrutura	Simbologia	Estrutura	Simbologia
CE1		CE1A	
CE2		CE2 Suporte horizontal	
CE3		CE3 Perfil U	
CE4		CE4 Perfil U	
CE3-CE3		CE3-CE3 Perfil U	

Fonte: NBR 15992/2011

No decorrer do relatório, será utilizada a simbologia apresentada pela NBR 15992, com adaptações para as aplicações específicas, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas.

Figura 71 apresenta o desenho esquemático para o caso de trecho em tangente.

Figura 71: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente



Fonte: FGV IBRE

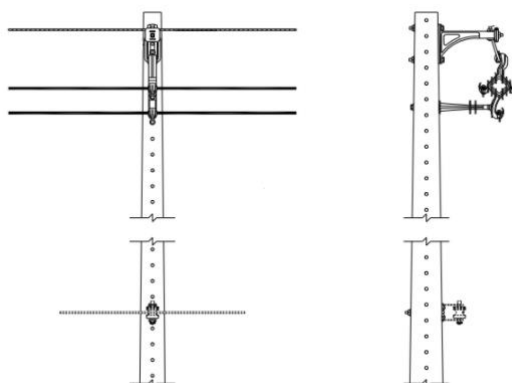
As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes, pois esses podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 500 metros de trecho em tangente seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura tangente extensa. Logo, será utilizado como base um vão de 500 metros, composto por 10 (dez) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (CE4), e os demais de passagem (CE1 ou CE1A).

Além da estrutura de ancoragem, é recomendada a instalação de uma estrutura anti-balanço, conforme Figura 72, a cada 250 metros.

Figura 72: Desenho esquemático da estrutura CE1A



Fonte: FECOERGS (2021)

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Assim, para obtenção dos quantitativos por metro de linha, ao final do levantamento, os quantitativos foram divididos pelo tamanho do vão, que nesse caso é igual a 500 metros.

Construtivamente, a fixação do cabo mensageiro/neutro para a sustentação da rede aérea é feita através de braços metálicos fixados nos postes. Os espaçadores losangulares e separadores de fase, instalados ao longo da rede entre os pontos de fixação, permitem a compactação da estrutura garantindo o afastamento mínimo entre os condutores fase e neutro.

O serviço de montagem e lançamento dos cabos foi dividido em lançamento do cabo mensageiro e lançamento dos condutores. Desta forma, nesta CCU são consideradas apenas os acessórios necessários para a fixação e lançamento do cabo mensageiro. O restante dos acessórios estará apresentado nas CCUs de lançamento de condutores para estas mesmas estruturas.

Os cabos mensageiros devem ser lançados antecipadamente ao lançamento dos cabos cobertos e suas cordoalhas devem obedecer às seguintes dimensões:

- Para cabos cobertos ou protegidos 35 e 50 mm², utilizar cordoalha de aço 1/4";
- Para cabos 70, 95, 120 e 150 mm², utilizar cordoalha de aço 3/8";
- Para cabos 185, 240 e 300 mm², utilizar cordoalha de aço 7/16".

Seguem as etapas mais importantes na execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente.

a) Posicionamento da bobina no local de lançamento:

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina do cabo mensageiro, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

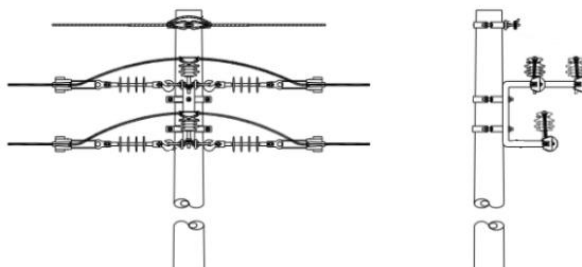
b) Instalação do conjunto de ancoragem e passagem:

Os acessórios de ancoragem e de passagem do cabo mensageiro devem ser montados nos postes. Para a ancoragem deve ser utilizado um olhal reto de aço galvanizado, e para a passagem deve ser utilizado o braço tipo “L” como suporte para o cabo mensageiro.

Para evitar um esforço mecânico no cabo mensageiro, nos pontos de contato com os acessórios dos postes, deve ser utilizada alça pré-formada na conexão em olhal, e armadura de aço na conexão com braço tipo “L”. As dimensões desses elementos variam de acordo com as bitolas dos cabos.

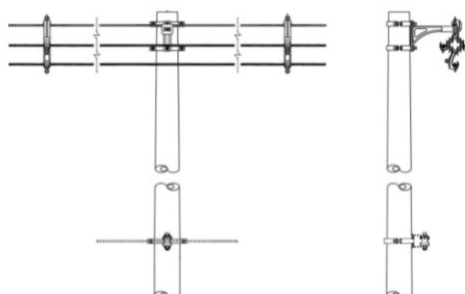
c) As figuras a seguir apresentam os elementos citados.

Figura 73: Ancoragem do cabo mensageiro



Fonte: FECOERGS (2021)

Figura 74: Poste de passagem para o cabo mensageiro



Fonte: FECOERGS (2021)

Figura 75: Alça pré-formada



Fonte: PLP (2021)

Figura 76: Armadura de aço



Fonte: PLP (2021)

d) Lançamento do mensageiro:

Com as estruturas montadas deve-se iniciar o lançamento do cabo mensageiro, fazendo as conexões necessárias nos postes preparados. A Figura 77 apresenta essa etapa do serviço.

Figura 77: Lançamento do cabo mensageiro



Fonte: FECOERGS (2021)

e) Tensionamento e fixação do cabo aos olhais:

Lançado o cabo no vão desejado, deve-se realizar o seu tensionamento com o auxílio de talha manual de corrente, controlando as tensões mecânicas aplicadas por meio do uso do dinamômetro, de acordo com as tabelas de trações específicas para cada cabo.

Dentro do subgrupo “lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta” considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (CE4):
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca M12;
 - Alça pré-formada de distribuição;
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm.
- Postes de passagem (CE1):
 - Cordoalha de aço galvanizado;
 - Cinta para poste circular 200 mm;
 - Armadura de aço revestido de alumínio, tipo pré-formada;
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm.

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 500 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.11.2. Equipamentos

Para as composições de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente, é utilizado o equipamento *EQ0485 - Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

3.11.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente, é formada por 01 ajudante especializado e 03 eletricitas, participando toda a equipe de todas as atividades igualmente.

3.11.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 158: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1259	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 9,53 mm (3/8")	un
MT1275	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 9,53 mm (3/8")	m
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2338	Armadura de aço revestido de alumínio tipo pré-formada para cabo de 6,35 mm (1/4")	un
MT2339	Armadura de aço revestido de alumínio tipo pré-formada para cabo de 9,53 mm (3/8")	un
MT2340	Armadura de aço revestido de alumínio tipo pré-formada para cabo de 11,11 mm (7/16")	un
MT2352	Braço tipo L fundido para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT2355	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 11,11 mm (7/16")	un
MT2357	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 6,35 mm (1/4")	m
MT2358	Cordoalha de aço galvanizado HS de 7 fios - D = 11,11 mm (7/16")	m
MT2359	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 6,35 mm (1/4")	un
MT2360	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 11,11 mm (7/16")	un

Fonte: FGV IBRE

3.11.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.11.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.11.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 159: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.11.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 160: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.11.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento e tracionamento de cabo mensageiro para rede aérea compacta, trecho em tangente, é medido por metro.

3.12. Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado

Este subgrupo compreende as composições de custos de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado.

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes aéreas em média tensão de 15KV.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 161 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 161: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350218	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 35 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350220	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 70 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m
350224	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 185 mm ² , trecho em curva ou desnivelado - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.12.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, cabo de alumínio, o serviço foi subdividido nos casos de execução de trecho em curva ou desnivelado, e trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

A norma “NBR 15992:2011 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes compactas. Para este tipo de rede, a norma traz a seguinte classificação:

Estrutura CE1: normalmente utilizada em trechos em tangente;

Estrutura CE2: normalmente utilizada em trechos em curva;

Estrutura CE3: normalmente utilizada como ancoragem de fim de linha;

Estrutura CE4: normalmente utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos.

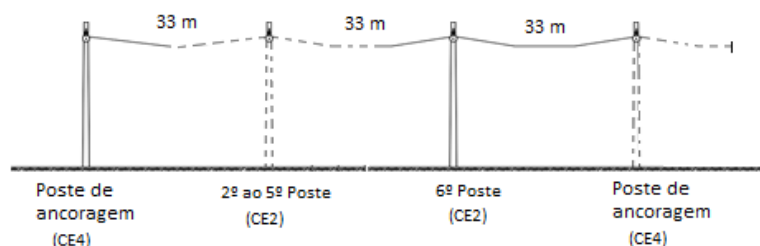
Figura 78: Simbologia das estruturas

Estrutura	Simbologia	Estrutura	Simbologia
CE1		CE1A	
CE2		CE2 Suporte horizontal	
CE3		CE3 Perfil U	
CE4		CE4 Perfil U	
CE3-CE3		CE3-CE3 Perfil U	

Fonte: NBR 15992/2011

No decorrer do relatório, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas, será utilizada a simbologia apresentada pela NBR 15992 com adaptações para as aplicações específicas.

Figura 79: Desenho esquemático dos postes – Trecho em curva ou desnivelado



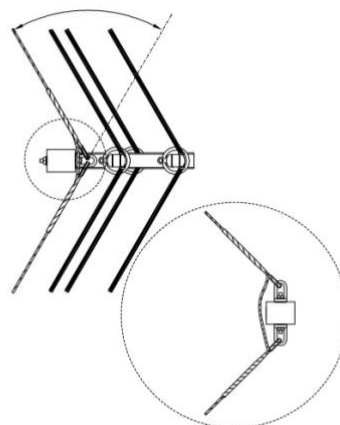
Fonte: FGV IBRE

As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes. Esses, quando ocorrem, podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 200 metros de trecho em curva seja instalada uma estrutura de ancoragem.

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Figura 80: Detalhe de poste em trecho em curva



Fonte: FECOERGS (2021)

Seguem as etapas mais importantes na execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo de alumínio para rede aérea compacta, trecho em curva:

a) Equipagem das estruturas CE4 e CE2

A equipagem do trecho em curva, corresponde à instalação das ferragens e dispositivos de fixação do poste.

b) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa, é executado o posicionamento das três bobinas do cabo, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

c) Instalação do conjunto de ancoragem e passagem

As ferragens de ancoragem devem ser montadas nos postes, bem como as ferragens de passagem do cabo.

d) Fixação e retirada das carretilhas nas estruturas

e) Instalação das carretilhas móveis

f) Lançamento do cabo

Com as estruturas montadas deve-se iniciar o lançamento dos cabos, fazendo as conexões necessárias nos postes preparados.

g) Retirada das carretilhas móveis e fixação dos espaçadores ao mensageiro e cabos

h) Tensionamento e fixação do cabo aos olhais.

Lançado o cabo no vão desejado, deve-se realizar o seu tensionamento com o auxílio de talha manual de corrente, controlando as tensões mecânicas aplicadas por meio do uso do dinamômetro, de acordo com as tabelas de trações específicas para cada cabo.

Dentro do subgrupo “lançamento e tracionamento de cabo para rede aérea compacta” considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

▪ Poste de ancoragem (CE4):

- Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
- Cinta para poste circular 200 mm
- Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço de 1/4"
- Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias
- Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12
- Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm
- Fio de alumínio coberto de 10 mm²
- Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
- Braço suporte tipo C - 15 kV
- Gancho Olhal galvanizado
- Pino para isolador 15kV
- Parafuso de Cabeça Quadrada (Máquina) 16 x 40 mm
- Porca Olhal

▪ Poste de passagem (CE2):

- Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
- Cinta para poste circular 200 mm
- Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta

- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm
- Fio de alumínio coberto de 10 mm²
- Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
- Braço suporte tipo C - 15 kV
- Pino para isolador 15kV
- Porca Olhal

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 200 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.12.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado, são utilizados os equipamentos *EQ0485- Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m* e *EQ0034-Caminhão de linha rodoferroviário com guindauto (110 kW)*.

3.12.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado é formada por 02 eletricitistas e 02 auxiliares técnicos, participando de todas as atividades igualmente.

3.12.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 162: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT2328	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 35 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2330	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 70 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2334	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 185 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2337	Espaçador polimérico losangular de polietileno para redes com tensões de 15 kV	un
MT2341	Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta	un
MT2351	Braço suporte tipo C para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un

Código	Descrição	Unidade
MT2353	Fio de alumínio coberto - seção de 10 mm ²	m
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT2355	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 11,11 mm (7/16")	un
MT4019	Gancho olhal galvanizado	un
MT4020	Porca olhal	un
MT4024	Pino para isolador - 15 kV	un
MT4033	Parafuso de cabeça quadrada (máquina) - D = 16 mm e C = 40 mm	un

Fonte: FGV IBRE

3.12.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.12.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.12.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 163: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.12.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 164: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.12.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em curva ou desnivelado, são medidos por metro.

3.13. Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente

Este subgrupo compreende as composições de custos de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente.

Os serviços de lançamento aéreo e tracionamento de cabo de alumínio tem por objetivo abranger as atividades de construção de redes aéreas em média tensão de 15KV.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 165 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 165: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350227	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 35 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350229	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 70 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m
350233	Lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trifásica, em média tensão 15 kV, cabo de alumínio coberto com XLPE, seção de 185 mm ² , trecho em tangente - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.13.1. Metodologia Executiva

Para a montagem das composições de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, cabo de alumínio, o serviço foi subdividido nos casos de execução de trecho em curva ou desnivelado, e trechos em tangente.

Considerou-se vãos de 200 metros de comprimento para os trechos em curva e de 500 metros para os trechos em tangente. Esta divisão foi necessária devido ao espaçamento entre postes que, num trecho em curva ou desnivelado é de 33 metros, e em tangente essa distância passa para 50 metros, em média.

A norma “NBR 15992:2011 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes compactas. Para este tipo de rede, a norma traz a seguinte classificação:

Estrutura CE1: normalmente utilizada em trechos em tangente;

Estrutura CE2: normalmente utilizada em trechos em curva;

Estrutura CE3: normalmente utilizada como ancoragem de fim de linha;

Estrutura CE4: normalmente utilizada em trechos de ancoragem, mas sem seccionamento elétrico dos circuitos.

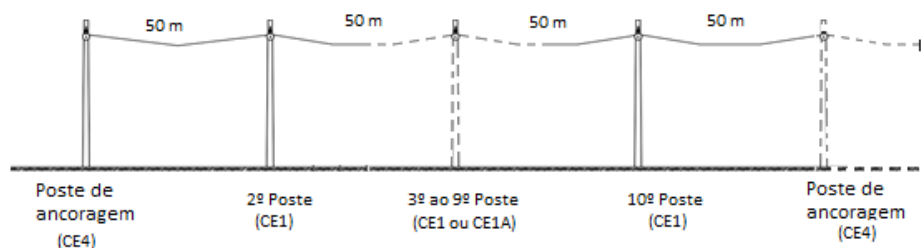
Figura 81: Simbologia das estruturas

Estrutura	Simbologia	Estrutura	Simbologia
CE1		CE1A	
CE2		CE2 Suporte horizontal	
CE3		CE3 Perfil U	
CE4		CE4 Perfil U	
CE3-CE3		CE3-CE3 Perfil U	

Fonte: NBR 15992/2011

No decorrer do relatório, a fim de explicar a metodologia adotada nas composições de custos relacionadas a redes aéreas, será utilizada a simbologia apresentada pela NBR 15992 com adaptações para as aplicações específicas.

Figura 82: Desenho esquemático dos postes – Trecho em tangente



Fonte: FGV IBRE

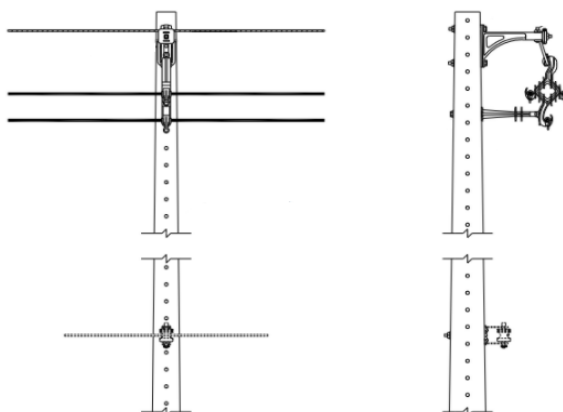
As estruturas de ancoragem são alocadas ao longo da rede de acordo com as particularidades de cada local. A ancoragem tem por objetivo amenizar os esforços mecânicos indesejados nas redes. Esses, quando ocorrem, podem danificar estruturas e comprometer a qualidade e segurança da instalação.

Recomenda-se que em condições normais, a cada 500 metros de trecho em tangente seja instalada uma estrutura de ancoragem.

Dessa forma, para o levantamento dos quantitativos deste serviço, considerou-se como referência o menor vão que se repete em uma estrutura tangente extensa. Logo, será utilizado como base um vão de 500 metros, composto por 10 (dez) postes, sendo o primeiro poste de ancoragem (CE4), e os demais de passagem (CE1 ou CE1A).

Além da estrutura de ancoragem, é recomendada a instalação de uma estrutura anti-balanço, conforme a Figura 83, a cada 250 metros.

Figura 83: Desenho esquemático da estrutura CE1A



Fonte: FECOERGES (2021)

O serviço de equipagem do poste de ancoragem no final da linha deve ser apropriado separadamente por CCU específica.

Seguem as etapas mais importantes na execução dos serviços de lançamento e tracionamento de cabo para rede aérea compacta, trecho em tangente.

a) Equipagem das estruturas CE1, CE1A e CE4

A equipagem de passagem simples, trecho em tangente, corresponde à instalação das ferragens e dispositivos de fixação do poste.

b) Posicionamento da bobina no local de lançamento

Nesta etapa é executado o posicionamento das três bobinas do cabo, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento. A bobina deve ser posicionada em um cavalete a fim de facilitar a execução da atividade.

c) Instalação do conjunto de ancoragem e passagem

As ferragens de ancoragem devem ser montadas nos postes, bem como as ferragens de passagem do cabo.

d) Fixação e retirada das carretilhas nas estruturas

e) Instalação das carretilhas móveis

f) Lançamento do cabo

Com as estruturas montadas deve-se iniciar o lançamento dos cabos, fazendo as conexões necessárias nos postes preparados.

g) Retirada das carretilhas móveis e fixação dos espaçadores ao mensageiro e cabos

h) Tensionamento e fixação do cabo aos olhais.

Lançado o cabo no vão desejado, deve-se realizar o seu tensionamento com o auxílio de talha manual de corrente, controlando as tensões mecânicas aplicadas por meio do uso do dinamômetro, de acordo com as tabelas de trações específicas para cada cabo.

Dentro do subgrupo “lançamento e tracionamento de cabo para rede aérea compacta – trecho tangente” considerou-se a montagem das seguintes estruturas, cada uma com seus respectivos insumos:

- Poste de ancoragem (CE4):
 - Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
 - Cinta para poste circular 200 mm
 - Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço de 1/4"
 - Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias
 - Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12
 - Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta
 - Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm
 - Fio de alumínio coberto de 10 mm²
 - Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
 - Braço suporte tipo C - 15 kV

- Gancho Olhal galvanizado
- Pino para isolador 15kV
- Parafuso de Cabeça Quadrada (Máquina) 16 x 40 mm
- Porca Olhal
- Poste de passagem (CE1):
 - Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
 - Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta
 - Estribo para Braço "L"
- Poste de passagem (CE1A):
 - Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
 - Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta
 - Braço anti-balanço - 15 kV
 - Estribo para Braço "L"

Ao final do levantamento dos insumos, serviços e equipamentos necessários para execução do serviço em um vão de 500 metros, foi feita a divisão do total de insumos pelo comprimento do vão, obtendo-se os valores da atividade por metro linear. Com isso, alguns insumos apresentam valores fracionados na CCU.

3.13.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente são utilizados os equipamentos *EQ0485- Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m* e *EQ0034-Caminhão de linha rodoferroviário com guindauto (110 kW)*.

3.13.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente é formada por 02 eletricitistas e 02 auxiliares técnicos, participando de todas as atividades igualmente.

3.13.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 166: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un

Código	Descrição	Unidade
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT2328	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 35 mm² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2330	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 70 mm² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2334	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 185 mm² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT2337	Espaçador polimérico losangular de polietileno para redes com tensões de 15 kV	un
MT2341	Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta	un
MT2351	Braço suporte tipo C para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un
MT2353	Fio de alumínio coberto - seção de 10 mm²	m
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT2355	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 11,11 mm (7/16")	un
MT4019	Gancho olhal galvanizado	un
MT4020	Porca olhal	un
MT4024	Pino para isolador - 15 kV	un
MT4033	Parafuso de cabeça quadrada (máquina) - D = 16 mm e C = 40 mm	un

Fonte: FGV IBRE

3.13.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão executada por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em m/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

3.13.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

3.13.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 167: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t
510076	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m	t

Fonte: FGV IBRE

3.13.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 168: Momento de Transportes

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm
510066	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em leito natural	tkm
510067	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia em revestimento primário	tkm
510068	Transporte com caminhão carroceria com capacidade de 7 t e com guindauto de 20 t.m - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.13.9. Critério De Medição

Os serviços de lançamento e tracionamento de rede aérea compacta, trecho em tangente, são medidos por metro.

3.14. Aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras em geral.

A Tabela 169 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 169: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350415	Aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.14.1. Metodologia Executiva

A composição de custos deste subgrupo apresenta o serviço de aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea.

Para início das atividades, considerou-se que os serviços de lançamento de cabos (diretamente enterrado) ou dutos já foram executados. Portanto, esta composição visa apenas o lançamento da faixa de advertência para a sinalização de existência de redes de energia.

O serviço se resume à aplicação da fita de advertência, em camada intermediária entre superfície da vala e posição dos dutos. Preparado o local de aplicação, com o reaterro parcial da vala, o profissional responsável pela atividade deve desenrolar a fita ao longo do trecho percorrido pela rede de dutos.

Figura 84: Aplicação da fita de advertência



Fonte: INDIAMART (2018)

3.14.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

3.14.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea é formada por um auxiliar técnico.

3.14.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 170: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1586	Fita plástica de polietileno zebreada em preto e amarelo para advertência	m

Fonte: FGV IBRE

3.14.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de aplicação de faixa de advertência é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão do serviço executado por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

3.14.6. Serviços Auxiliares

Não são utilizadas composições auxiliares no serviço de aplicação de faixa de advertência.

3.14.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 171: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

3.14.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 172: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.14.9. Critério De Medição

O serviço de aplicação de faixa de advertência para sinalização de cabos de energia em rede subterrânea é medido por metro executado.

3.15. Confeção de rede subterrânea isolada em média tensão, em duto corrugado

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de confecção de rede subterrânea isolada em média tensão 15 kV, em valeta com 1,2 m de profundidade do nível do solo, em duto corrugado, envelopada, com fornecimento de materiais, exceto cabo isolado.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004 e 14039:2005.

A Tabela 173 apresenta a descrição das novas composições de custos, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 173: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350414	Confeção de rede subterrânea isolada em média tensão 15 kV, em valeta com 1,2 m de profundidade, duto corrugado, envelopada, com fornecimento de materiais, exceto cabo isolado - fornecimento e instalação	m
350442	Confeção de rede subterrânea isolada em média tensão 15 kV, em valeta com 1,2 m de profundidade, para linha com 6 dutos corrugados, envelopada, com fornecimento de materiais, exceto cabo isolado - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

3.15.1. Metodologia Executiva

A composição de custos deste subgrupo apresenta o serviço de confecção de rede subterrânea isolada em média tensão 15kV, em valeta com 1,2 m de, em duto corrugado, envelopada, com fornecimento de materiais, exceto cabo isolado.

Para início das atividades deve ser executada a abertura da vala com a utilização de minivaletadeira sobre esteira. A depender do tipo de solo escavado, pode ser necessária a realização de escoramentos para evitar deslizamentos.

Com abertura da vala concluída, deve-se fazer a limpeza do local de acomodação dos dutos e o posicionamento dos mesmos. Com os dutos posicionados, e devidamente espaçados, dá-se início ao processo de envelopamento em concreto.

Para o envelopamento foi utilizada composição auxiliar de confecção e lançamento manual de concreto com $f_{ck} = 20$ Mpa.

A altura da camada de concreto em relação à base da vala é de 10 cm. Esta altura permitirá que todos os dutos estejam envolvidos pelo concreto, garantindo-se assim a proteção mecânica para a rede de dutos.

Durante a instalação dos dutos, deve-se garantir a retilineidade e o espaçamento entre eles, tendo em vista que o alinhamento dos dutos é de fundamental importância para o lançamento dos cabos.

Com o envelopamento concluído, inicia-se a etapa de reaterro e compactação do solo, para fechamento da vala. Para esta atividade foi considerada a composição auxiliar “de reaterro e compactação com soquete vibratório.

Figura 85: Lançamento de dutos



Fonte: KANAFLEX (2021)

3.15.2. Equipamentos

Não se aplica.

3.15.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço deste subgrupo é formada por um ajudante especializado e um auxiliar técnico, participando de todas as atividades igualmente.

3.15.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 174: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1410	Eletroduto de PEAD tipo corrugado helicoidal - D = 50,8 mm (2")	m

Fonte: FGV IBRE

3.15.5. Produção da Equipe

As atividades que compõem o serviço de confecção de rede subterrânea isolada, em média tensão, são executadas sequencialmente. Dessa forma, a produção horária da equipe, dada em

metros por hora, é definida pelo tempo de ciclo de todas as atividades e é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão do serviço executado por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em m/h;

P' representa a produção horária do equipamento, em m/h.

n representa o número de equipamentos utilizados, em un.

3.15.6. Serviços Auxiliares

No serviço são utilizadas as seguintes composições auxiliares:

Tabela 175: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m³
510007	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	m³
330066	Escavação de vala em material de 1ª categoria com minivaletadeira sobre esteira	m³

Fonte: FGV IBRE

3.15.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 176: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

3.15.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 177: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

3.15.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento de confecção de rede subterrânea isolada em média tensão 15kV é medido por metro executado.

4. ATERRAMENTO E PARA-RAIOS

4. ATERRAMENTO E PARA-RAIOS

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes a aterramento e para-raios.

No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de aterramento e para-raios: aterramento em poste; instalação de haste de aterramento, tipo copperweld; instalação de malha de aterramento; instalação de para-raios de baixa tensão para rede secundária trifásica; lançamento de cabo para malha de aterramento; medição de resistência de aterramento; montagem e instalação de para-raios; soldagem exotérmica.

4.1. Aterramento em poste

Os sistemas de aterramento elétrico em redes de distribuição de energia elétrica têm um papel fundamental na disponibilização de um caminho intencional à terra, com impedância adequada, para circulação de correntes indesejadas, ou seja, correntes de falta ou de descargas atmosféricas.

Para ambas as situações, é importante que o dimensionamento dos circuitos de escoamento de corrente, bem como todos os acessórios utilizados na construção deste sistema, seja corretamente aplicado, conforme as características de cada rede de distribuição.

A CCU deste subgrupo apresenta os insumos e etapas de serviço necessários para a construção de um sistema de aterramento para postes de distribuição, que deve permitir a conexão entre os dispositivos de proteção das redes aéreas com o solo.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 16527:2016.

A Tabela 178 apresenta a descrição da composição de custos revisada para sistema de aterramento em postes para cabos multiplexados, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 178: Composições de custos

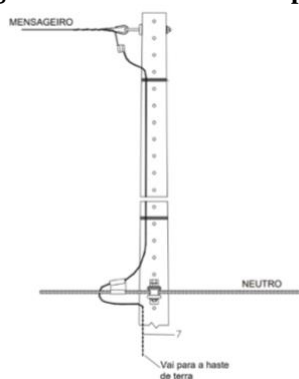
Código	Descrição	Unidade
350170	Aterramento em poste de cabo multiplexado com caixa de tampa de ferro fundido - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

4.1.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo engloba desde o ponto de conexão com a rede aérea, por meio do conector em cunha paralelo, até a haste de aterramento que deve ser cravada em solo. A Figura 86 apresenta o esquema do aterramento em poste.

Figura 86: Aterramento em poste



Fonte: FECOERGS (2021)

Para o serviço de aterramento em poste de cabo multiplexado foram consideradas as seguintes etapas.

a) Instalação da caixa e haste

Nesta etapa é executada a escavação do local de instalação da haste de aterramento contígua ao poste. Considerou-se a utilização de uma caixa de inspeção convencional para abrigar a haste e permitir medições e manutenções das conexões.

Para a execução desta atividade foi utilizada composição auxiliar de escavação manual em material de 1ª categoria, com volume necessário para acomodação da caixa de inspeção no solo.

b) Fixação de eletroduto e instalação de cordoalha

Nesta etapa é fixado o eletroduto que comportará a cordoalha de descida do sistema de aterramento, essa faz a conexão entre rede aérea e solo.

Além da proteção mecânica, o eletroduto tem a função de proteção contra contatos acidentais em situações de circulação de correntes indesejadas pelo condutor de escoamento.

O eletroduto deve ser fixado ao redor do poste utilizando-se fitas de aço igualmente espaçadas ao longo do comprimento do duto.

Para o circuito de escoamento deve ser utilizada uma cordoalha de aço cobreada, IACS (International Annealed Copper Standard) 30%. A combinação dos dois materiais, garantem ao condutor as propriedades mecânicas do aço combinadas com a alta condutividade e resistência à corrosão do cobre.

c) Preparo e fixação das pontas das cordoalhas

Com a infraestrutura montada e a cordoalha lançada, deve-se então realizar as conexões das extremidades do condutor de aterramento com a rede aérea e com a haste de aterramento.

Para a conexão com a rede aérea deve-se utilizar o conector em cunha paralelo. Já a conexão entre a haste e a cordoalha deve ser feita com o conector grampo de aterramento.

4.1.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no aterramento em poste é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

4.1.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 179: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1460	Haste de aterramento tipo copperweld - D = 19,05 mm (3/4") e C = 2,00 m	un
MT4013	Cordoalha de aço cobreada IACS 30% de 7 fios - D = 35 mm ²	m
MT0480	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 25,4 mm (1")	m
MT1524	Grampo de aterramento tipo TH para condutor AWG 8 - 1/0 e haste de 15,88 mm (5/8")	un
MT4014	Conector em cunha para derivação de cabo em paralelo	un
MT0485	Luva de PVC roscável para eletroduto de 27,5 mm (1")	un
MT1420	Fita de aço inoxidável - L = 19,05 mm (3/4")	m
MT1592	Fecho autotravante de aço galvanizado para fita de 19,05 mm (3/4")	un
MT2001	Caixa de inspeção de PVC para aterramento - D = 200 mm	un

Fonte: FGV IBRE

4.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de aterramento em poste é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

4.1.6. Serviços Auxiliares

Foi utilizada a seguinte CCU auxiliar:

Tabela 180: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510044	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m	m ³

Fonte: FGV IBRE

4.1.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 181: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.1.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 182: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.1.9. Critério De Medição

O serviço de aterramento em poste é medido por unidade.

4.2. Instalação de haste de aterramento, tipo copperweld

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de instalação de haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4" x 3,00.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5419:2015 e 13571:1996.

A Tabela 183 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 183: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350419	Haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4" x 3,00 m - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

4.2.1. Metodologia Executiva

Este serviço consiste no processo de escavação e cravamento de uma haste de aterramento, tipo copperweld de 3/4", com a finalidade de compor sistemas de aterramentos diversos.

Para a escavação foi considerado serviço auxiliar de escavação manual em material de 1ª categoria e dimensões de vala de 30 x 30 x 50 cm para acomodação da haste.

Depois de aberta a vala, a haste é inserida no solo. A haste deve ser inserida de forma que uma parte da mesma fique exposta, permitindo sua conexão com cabos e outros materiais que compõem o sistema de aterramento.

Figura 87: Haste de aterramento



Fonte: GOMES (2018)

4.2.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada instalação de haste de aterramento é formada por 01 ajudante especializado e 01 eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

4.2.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 184: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0054	Haste de aterramento tipo copperweld - D = 19,05 mm (3/4") e C = 3,00 m	un

Fonte: FGV IBRE

4.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

4.2.6. Serviços Auxiliares

Para a realização do serviço de instalação da haste de aterramento são utilizadas as seguintes composições auxiliares:

Tabela 185: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510044	Escavação manual em material de 1ª categoria na profundidade de até 1 m	m³
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m³

Fonte: FGV IBRE

4.2.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 186: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.2.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 187: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.2.9. Critério De Medição

O serviço instalação de haste de aterramento é medido por unidade executada.

4.3. Instalação de malha de aterramento

Este subgrupo compreende a composição de custos de instalação de malha de aterramento de subestação. Esse elemento é muito importante para operação segura das subestações.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ANBT NBR 5419:2015, 5410:2004 e 14039:2005.

A Tabela 188 apresenta a descrição da composição de custo revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 188: Composições de custos

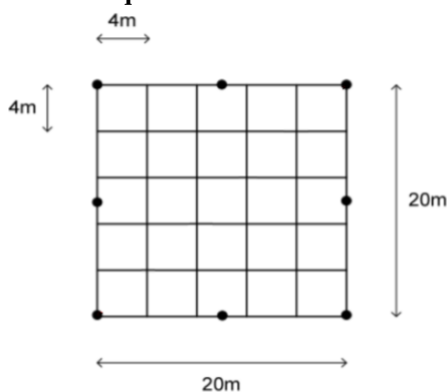
Código	Descrição	Unidade
350026	Instalação de malha de aterramento para subestação, com área de 20 x 20 m, malha de 4 x 4 m, com cabo de cobre nu de 50 mm ² e hastes fixadas por meio de solda exotérmica - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

4.3.1. Metodologia Executiva

A malha de aterramento serve como um facilitador do escoamento de correntes elétricas para o solo, com o que é o caso das correntes de falta e descargas atmosféricas. Além disso, a malha também exerce um papel de equalização do potencial elétrico do solo, reduzindo assim possíveis tensões de passo perigosas aos usuários do local.

Figura 88: Esquema da Malha de aterramento



Fonte: FGV IBRE

O cálculo da malha de aterramento se inicia na etapa de estudos do solo local, por meio de medições, por exemplo, da resistência de aterramento da região. Com um estudo detalhado é possível calcular as dimensões adequadas da malha que será instalada.

O projeto de aterramento deve apontar a quantidade de eletrodos de aterramento, bem como bitolas dos cabos utilizados e tamanho da grade da malha da subestação. Trata-se de uma solução específica para cada subestação, que deve considerar as particularidades do local como premissas para a elaboração dos estudos técnicos.

Diante disso, optou-se por definir um modelo de malha de aterramento, como referência, com uma área de 20 x 20 metros, grade de 4 x 4 metros, e 8 hastes de aterramento distribuídas ao longo do perímetro da malha.

Figura 89: Execução da malha de aterramento



Fonte: POWER (2018)

Figura 90: Instalação da haste de aterramento



Fonte: H & G (2018)

A CCU deste subgrupo é composta por serviços auxiliares. Esses foram criados com objetivo de permitir ao orçamentista a adequação de cada projeto sem a necessidade de criação de novos serviços. Foram consideradas as seguintes atividades:

- Serviço de instalação de haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4" x 3,00m;
- Lançamento de cabo de cobre nu 50mm², para malha de aterramento;
- Serviço de soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTH", para cabo de cobre nu de 50 mm² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4";
- Serviço de soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTC", para cabo de cobre nu de 50 mm² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4";
- Serviço de soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "XPH", para cabo de cobre nu de 50 mm²;

- Serviço de soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "CDH", para cabo de cobre nu de 50 mm².

Os serviços de instalação das hastes e lançamento dos cabos contemplam as escavações necessárias para a implantação da malha. Além disso, foram consideradas soldas exotérmicas para a fixação entre as cordoalhas e hastes, bem como no nos pontos de intercessão entre cordoalhas.

4.3.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de instalação de malha de aterramento de subestação não são utilizados equipamentos.

4.3.3. Mão De Obra

Por ser composta por serviços auxiliares, na CCU tratada neste subgrupo não há equipe de mão de obra.

4.3.4. Materiais

Para a realização dos serviços deste subgrupo não são utilizados materiais.

4.3.5. Produção da Equipe

A composição de custos deste subgrupo é composta por serviços auxiliares. Dessa forma, por não apresentar equipe de mão de obra ou equipamentos, não há produção de equipe.

A fim de preencher o campo referente à produção de equipe na CCU, foi adotado valor unitário.

4.3.6. Serviços Auxiliares

Para a realização dos serviços de instalação de malha de aterramento de subestação são utilizadas as seguintes composições auxiliares:

Tabela 189: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
350419	Haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4" x 3,00 m - fornecimento e instalação	un
350412	Lançamento de cabo cobre nu, seção de 50 mm ² , para malha de aterramento, diretamente enterrado no solo - fornecimento e instalação	m
350421	Soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTH", para cabo de cobre nu de 50 mm ² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4"	un
350422	Soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTC", para cabo de cobre nu de 50 mm ² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4"	un
350423	Soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "XPH", para cabo de cobre nu de 50 mm ²	un
350424	Soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "CDH", para cabo de cobre nu de 50 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

4.3.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

4.3.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

4.3.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de malha de aterramento de é medido por unidade executada.

4.4. Instalação de para-raios de baixa tensão para rede secundária trifásica

Este subgrupo uma nova composição de custos para o serviço de instalação de para-raios de baixa tensão para rede secundária trifásica isolada.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ANBT NBR 5419:2015.

A Tabela 190 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição dos serviços.

Tabela 190: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350417	Para-raio de baixa tensão para rede secundária trifásica isolada - fornecimento e instalação	m

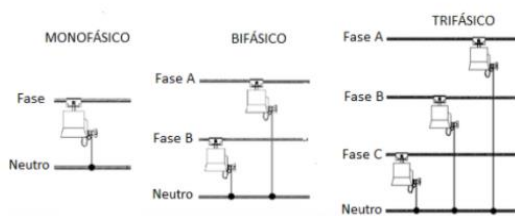
Fonte: FGV IBRE

4.4.1. Metodologia Executiva

O para-raios de baixa tensão é um dispositivo de proteção contra surtos que pode ser utilizado em redes aéreas de baixa tensão. O dispositivo é normalmente aplicado nas proximidades de equipamentos, como transformadores ou cargas importantes.

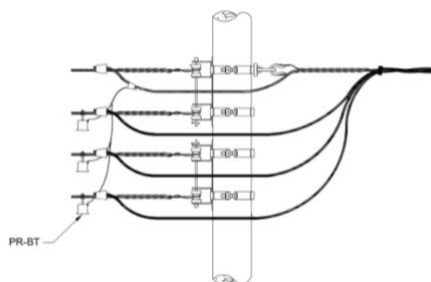
É um dispositivo de instalação simples, que deve ser conectado entre cada fase e o neutro/terra da rede protegida.

Figura 91: Exemplo de aplicação do para-raios



Fonte: EQUATORIAL (2018)

Figura 92: Para-raios em rede trifásica secundária



Fonte: CELESC (2018)

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

a) Conexão dos para-raios às fases:

Nesta etapa os para-raios devem ser conectados em paralelo a todas as fases do sistema.

b) Instalação do conector-cunha ao cabo neutro/terra

Nesta etapa deve-se instalar o conector em cunha ao neutro/terra da rede, para posterior conexão com os para-raios já instalados em cada fase da rede.

c) Instalação dos cabos de interligação entre os para-raios e neutro/terra

Nesta etapa são utilizados lances curtos de cabos de cobre para a realização da conexão entre os para-raios e o condutor neutro/terra.

Os cabos podem ser agrupados para a conexão em um único ponto do neutro/terra. Para esta conexão, em paralelo, utiliza-se o conector em cunha, com alça aberta, já instalado.

4.4.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de instalação de para-raios, é formada por 01 ajudante especializado e 01 eletricista.

4.4.4. Materiais

No serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 191: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4036	Para-raios de baixa tensão, classe II, para redes secundárias de até 440V	un
MT1337	Cabo flexível de cobre antichama (BWF-B) isolado em HEPR 90°C, classe 5 - tensão de 0,6/1kV e seção de 16 mm ²	m
MT1387	Conector em cunha, com estribo, para derivação de linha viva	un
MT4037	Alça aberta para conector estribo	un

Fonte: FGV IBRE

4.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de para-raios é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

4.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

4.4.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 192: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.4.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 193: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.4.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de para-raios é medido por unidade executada.

4.5. Lançamento de cabo para malha de aterramento

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de lançamento de cabo de cobre nu 50 mm², para malha de aterramento, diretamente enterrado no solo.

A instalação de malhas de aterramento, muito comum em instalações de grande porte, tem por objetivo manter os valores de resistência do solo em níveis baixos, compatíveis com os definidos em norma como adequados para o escoamento eventual de grandes cargas elétricas.

Além disso, a malha de aterramento exerce um papel de equipotencialização de diferentes pontos de uma instalação, evitando assim tensões de passo perigosas aos usuários que estejam no local. A Figura 93 apresenta um exemplo de malha de aterramento.

Figura 93: Exemplo de malha de aterramento



Fonte: FGV IBRE

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5419:2015, 5410:2004 e 14039:2005.

A Tabela 194 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 194: Composições de custos

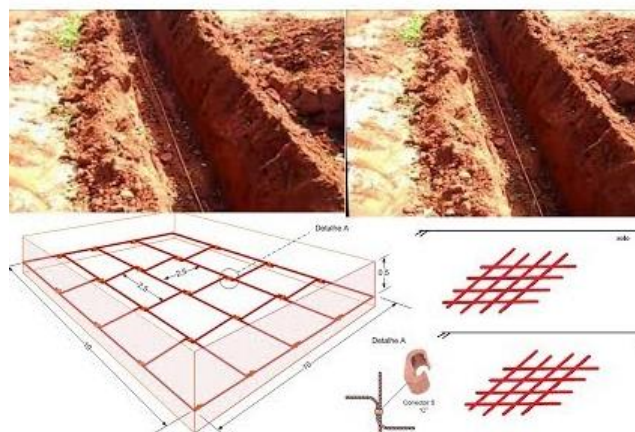
Código	Descrição	Unidade
350412	Lançamento de cabo cobre nu, seção de 50 mm ² , para malha de aterramento, diretamente enterrado no solo - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

4.5.1. Metodologia Executiva

A composição de custos deste subgrupo apresenta o serviço de lançamento de cabo de cobre nu 50 mm², para malha de aterramento, conforme apresentado na Figura 94.

Figura 94: Malha de aterramento



Fonte: POWER (2018)

As dimensões da grade da malha de aterramento, normalmente obtidas por meio de simulações que consideram diversos parâmetros, variam de acordo com cada projeto. Por esse motivo, o serviço deste subgrupo considera o lançamento linear do cabo de cobre.

Dessa forma, considera-se que, para o início do serviço, já foi executada a abertura da vala conforme projeto específico. Esse serviço pode ser apropriado pelas CCUs presentes no SICRO e SICFER.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

a) Preparo das bobinas

Nesta etapa é executado o posicionamento da bobina dos cabos, de forma adequada, em local que facilite o seu lançamento.

b) Lançamento dos cabos e assentamento na vala

Com a vala aberta e limpa, os cabos devem ser acomodados no interior da vala.

Finalizado o lançamento dos cabos de cobre para a malha de aterramento, deve ser executado o serviço de reaterro e compactação do solo. Assim como a abertura da vala, esse serviço deve ser apropriado de acordo com projeto específico.

4.5.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço deste subgrupo é formada por um ajudante especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

4.5.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 195: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2216	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 50 mm ²	m

Fonte: FGV IBRE

4.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de lançamento de cabo para malha de aterramento é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão do serviço executado por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

4.5.6. Serviços Auxiliares

No serviço não são utilizadas composições auxiliares.

4.5.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 196: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.5.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 197: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm

Código	Descrição	Unidade
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.5.9. Critério De Medição

O serviço de lançamento de cabo de cobre nu 50 mm², para malha de aterramento, é medido por metro.

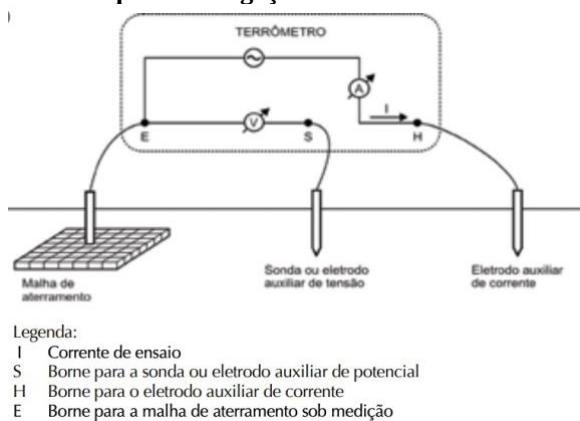
4.6. Medição de resistência de aterramento

Este subgrupo compreende a composição de custo de medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo, em sistemas de aterramento.

As resistências de um sistema de aterramento devem ser monitoradas a fim de que seja garantido que os valores reais estejam de acordo com as normas vigentes para cada tipo de aplicação.

Para realizar a medição de resistência de uma malha de aterramento utiliza-se o equipamento terrômetro, que com o auxílio de eletrodos cravados no solo, é capaz de mostrar estes valores.

Figura 95: Esquema de ligação dos eletrodos de aterramento



Fonte: SALA (2021)

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15749:2009

A Tabela 198 apresenta a descrição da composição de custo revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 198: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350121	Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento	un

Fonte: FGV IBRE

4.6.1. Metodologia Executiva

Para a medição de resistência de aterramento utiliza-se a injeção de corrente elétrica através de um instrumento de medição, o terrômetro. Seguem algumas considerações desta composição:

- Utilizar instrumento de medição terrômetro, considerado na composição como ferramenta, portanto não foi inserido como equipamento.

- Considerou-se que, para a execução deste ensaio, serão realizadas no mínimo 3 (três) medições, de modo a levantar o valor da resistência ôhmica da malha de terra.
- Durante as etapas deste serviço são necessários cravar hastes auxiliares de potência e corrente diversas vezes.
- O ensaio consiste em interligar o instrumento de medição com as hastes auxiliares enterradas e efetuar as medições.
- Recomenda-se executar os ensaios de medição com tempo seco sem chuva, de modo não mascarar as leituras.
- Considerar o valor mínimo de 10 ohm para aprovação da malha de terra.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- a) Definição de posicionamento para as hastes auxiliares de medição;
- b) Cravação das hastes auxiliares de potência e corrente;
- c) Lançamentos de cabos auxiliares do instrumento terrômetro;
- d) Interligação da malha existente, hastes auxiliares e instrumento de medição;
- e) Medição inicial de valor da resistência de terra;
- f) Reinstalação das hastes em novo local e relançamento dos cabos;
- g) Repetição dos procedimentos para segunda e terceira medição;
- h) Análise de valores e registro da medição.

4.6.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na medição de resistência de aterramento é formada por um técnico especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

4.6.4. Materiais

Não há a utilização de materiais neste subgrupo.

4.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de medição de resistência de aterramento é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de medições executadas, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

4.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

4.6.7. Tempo Fixo

Não se aplica

4.6.8. Momento De Transportes

Não se aplica

4.6.9. Critério De Medição

O serviço de medição de resistência de aterramento é medido por unidade de medição executada.

4.7. Montagem e instalação de para-raios

Neste subgrupo são apresentadas as composições de custos de montagem e instalação de para-raios de 15 KV-10 KA, bem como instalações auxiliares.

O para-raios de distribuição é um dispositivo destinado a proteção de equipamentos e redes em geral. Sua função é limitar as sobretensões provenientes de descargas atmosféricas, manobras de redes, falhas no sistema, entre outros.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5419:2015.

A Tabela 199 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 199: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350022	Montagem e instalação de para-raios de 15 kV-10 kA, em poste, incluindo aterramento, para rede monofásica - fornecimento e instalação	un
350401	Montagem e instalação de 3 para-raios de 15 kV-10 kA, em poste, incluindo aterramento, para rede trifásica - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

4.7.1. Metodologia Executiva

O serviço abordado é composto pelas atividades de montagem de cruzetas e ferragens, montagem de para-raios, instalação de cabos, conexão de terminais, conexão dos cabos com terminal nos bornes, teste de continuidade nos cabos, cravação de haste e instalação de caixa de aterramento.

Seguem algumas etapas importantes deste processo:

- Içamento das ferramentas, cruzetas, e ferragens auxiliares;
- Içamento das mão-francesas e fixação das cruzetas conforme altura definida em projeto específico;
- Içamento dos para-raios e suportes, e realizar a fixação, observando as distancias entre fases;
- Instalação dos cabos de média tensão, utilizando o conector tipo cunha, conectando-os às fases da rede de distribuição;
- Instalação do eletroduto em PVC, paralelamente ao poste, para receber os cabos de aterramento;

- Conectar os cabos de cobre nú aos terminais de aterramento dos para-raios, derivando um condutor de descida, que será conectado às hastes de aterramento instaladas nas caixas de inspeção;
- Cravar as hastes de aterramento nas proximidades do poste, mantendo a equidistância entre elas;
- Conectar o cabo de aterramento proveniente dos para-raios às hastes de aterramento;
- Instalar as caixas de inspeção para as hastes de aterramento;
- Realizar teste de continuidade em todas as conexões.

4.7.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de montagem e instalação de para-raios é formada por ajudante especializado e eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

4.7.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 200: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1320	Arruela quadrada - D = 19,05 mm (3/4") e L = 100 mm	un
MT2328	Cabo de alumínio coberto com XLPE com seção de 35 mm ² para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	m
MT0519	Cabo de cobre nu classe 2A - seção de 35 mm ²	m
MT2001	Caixa de inspeção de PVC para aterramento - D = 200 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2168	Conector de cobre para haste de aterramento de 19,05 mm (3/4")	un
MT1387	Conector em cunha, com estribo, para derivação de linha viva	un
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT0044	Eletroduto de PVC tipo roscável - D = 19,5 mm (3/4")	m
MT1592	Fecho autotravante de aço galvanizado para fita de 19,05 mm (3/4")	un
MT1420	Fita de aço inoxidável - L = 19,05 mm (3/4")	m
MT0054	Haste de aterramento tipo copperweld - D = 19,05 mm (3/4") e C = 3,00 m	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1436	Parafuso de cabeça sextavada com rosca inteira - D = 16 mm e C = 38 mm	un
MT2080	Para-raios polimérico de óxido de zinco - tensão de 15kV e corrente de 10kA	un
MT1604	Sela para cruzeta de 116 mm	un
MT1532	Suporte de aço galvanizado à fogo, tipo L, para fixação de para-raios - Base "L" = 205 mm, Base "I" = 172 mm, L = 38 mm, E = 8 mm	un

Código	Descrição	Unidade
MT1536	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm², com um furo de 8 mm	un

Fonte: FGV IBRE

4.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem e instalação de para-raios é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

4.7.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

4.7.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 201: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.7.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 202: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.7.9. Critério De Medição

Os serviços de montagem e instalação de para-raios devem ser medidos por unidade executada.

4.8. Soldagem exotérmica

Este subgrupo apresenta novas composições de custos para o serviço de soldagem exotérmica.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 13571:1996 e 6524:1998.

A Tabela 203 apresenta as descrições das composições de custo, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 203: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350421	Soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTH", para cabo de cobre nu de 50 mm ² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4"	un
350422	Soldagem exotérmica cabo-haste, tipo "HTC", para cabo de cobre nu de 50 mm ² e haste de aterramento, tipo copperweld, de 3/4"	un
350423	Soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "XPH", para cabo de cobre nu de 50 mm ²	un
350424	Soldagem exotérmica cabo-cabo, tipo "CDH", para cabo de cobre nu de 50 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

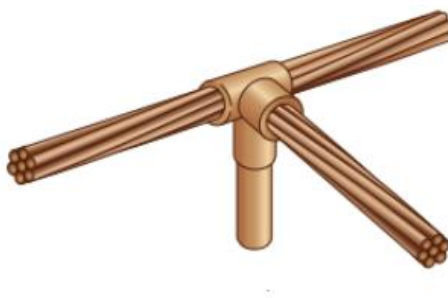
4.8.1. Metodologia Executiva

A solda exotérmica é um processo muito utilizado na execução de conexões em malhas de aterramento. Esse procedimento pode ser usado em diversas configurações para conexões entre cabos, hastes, barras ou outros metais utilizados como eletrodos de aterramento.

A solda exotérmica apresenta boa confiabilidade em relação às conexões mecânicas, apresentando resistência a vibrações, corrosão, além de condutibilidade elétrica.

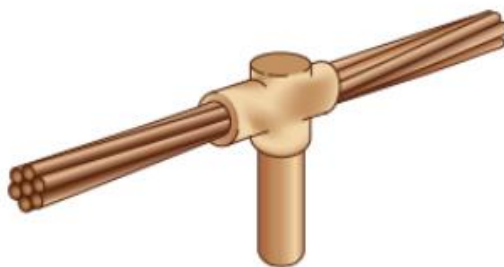
A seguir são apresentados alguns exemplos de conexões utilizadas na montagem de malhas de aterramento.

Figura 96: Conexão cabo-haste HTH



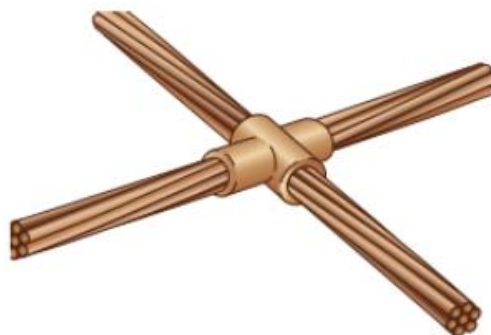
Fonte: EXOSOLDA (2018)

Figura 97: Conexão cabo-haste HTC



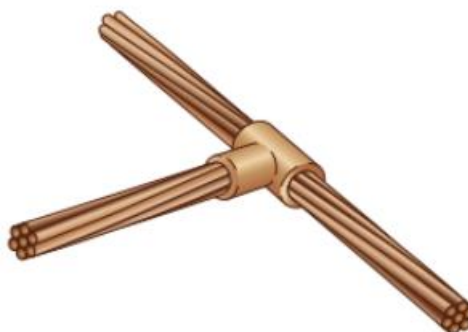
Fonte: EXOSOLDA (2018)

Figura 98: Conexão cabo-cabo XPH



Fonte: EXOSOLDA (2018)

Figura 99: Conexão cabo-cabo CDH



Fonte: EXOSOLDA (2018)

O processo de solda é feito utilizando um molde de grafite, com o formato de conexão desejado, e por meio do processo exotérmico de queima do material ignitor, permite a perfeita formação de um elemento de conexão ao final do processo.

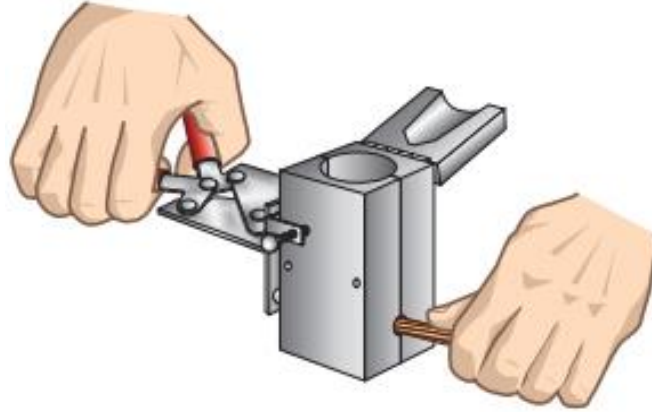
A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

- a) Os cabos e o molde são limpos e secos antes de iniciar a operação.

b) Travamento do molde com o alicate:

O molde deve ser fechado, verificando se as extremidades dos cabos estão centralizadas na câmara de soldagem.

Figura 100: Travamento do molde para solda exotérmica

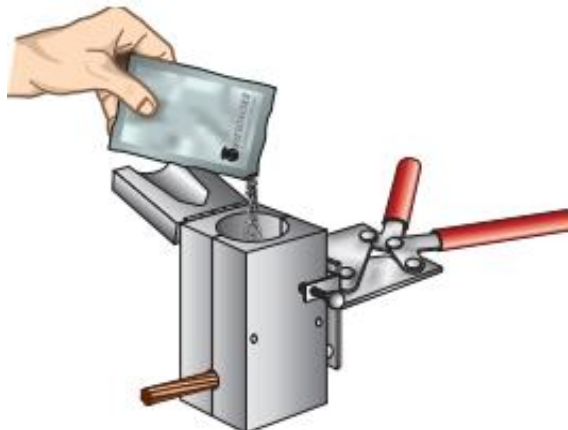


Fonte: EXOSOLDA (2018)

c) Inserção do disco e material ignitor:

O disco metálico deve ser colocado no fundo da câmara de reação e em seguida o pó de solda é despejado;

Figura 101: Colocação do pó de solda no molde

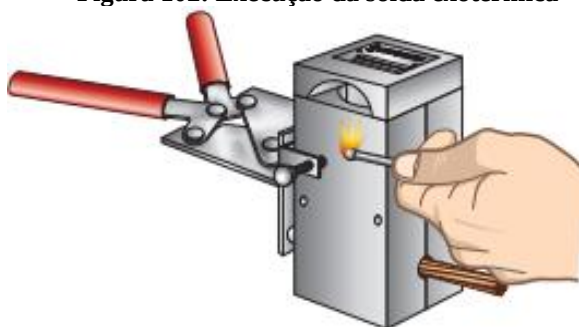


Fonte: EXOSOLDA (2018)

d) Acendimento do material e processo exotérmico:

A tampa do molde deve ser fechada e iniciada a reação exotérmica, realizando a soldagem.

Figura 102: Execução da solda exotérmica



Fonte: EXOSOLDA (2018)

e) Remoção do molde:

Por fim o molde é removido e está pronto para ser usado em uma nova conexão.

4.8.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

4.8.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de serviço de Soldagem exotérmica é formada por 01 eletricista.

4.8.4. Materiais

No serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 204: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1258	Acendedor exotérmico de aço inox tipo AC-32 R	un
MT1721	Kit de solda exotérmica	un
MT4028	Molde para solda exotérmica, para cabo passante e derivação, cabo de 50mm ² e haste de 3/4" (HTH)	un
MT4029	Molde para solda exotérmica, para cabo em T, cabo de 50mm ² e haste de 3/4" (HCT)	un
MT4030	Molde para solda exotérmica, para cabo plano em X, cabos de 50 mm ² (XPH)	un
MT4031	Molde para solda exotérmica, para cabo em T, cabos de 50 mm ² (CDH)	un

Fonte: FGV IBRE

4.8.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

4.8.6. Serviços Auxiliares

Não são utilizadas composições auxiliares nos serviços de soldagem exotérmica.

4.8.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 205: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

4.8.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 206: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

4.8.9. Critério De Medição

O serviço de soldagem exotérmica é medido por unidade de solda executada.

5. EQUIPAGENS

5. EQUIPAGENS

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes a equipagem.

No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de equipagem: equipagem de passagem simples, trecho em curva; equipagem de passagem simples, trecho em tangente; equipagem em poste de encabeçamento de cabo mensageiro; equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de cobre nu; equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de energia multiplexado; equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio; equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro; equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio; equipagem em poste de passagem para cabo de energia multiplexado .

5.1. Equipagem de passagem simples, trecho em curva

A equipagem corresponde aos serviços de instalação de componentes de sustentação para a passagem aérea dos cabos e cordoalhas.

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem de passagem simples, trecho em curva, ou seja, a estrutura tipo N2 da Figura 103, com adaptações.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15688:2012

A Tabela 207 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

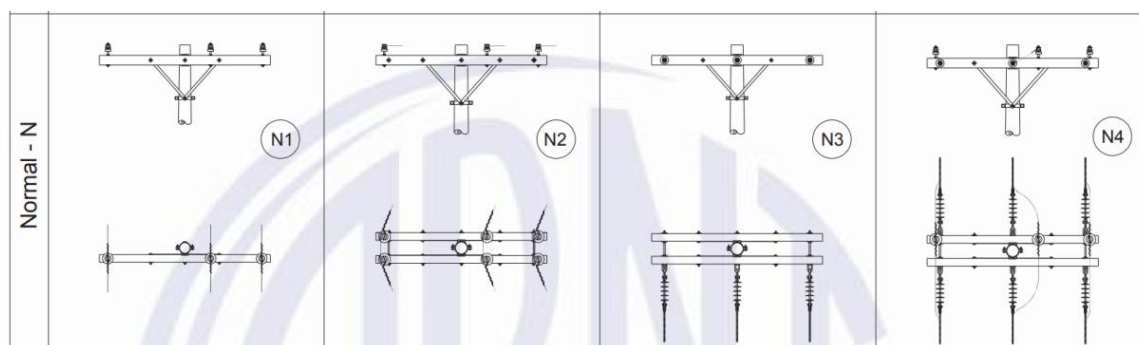
Tabela 207: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350167	Equipagem de passagem dupla para trecho em curva em poste de concreto para 2 cabos de cobre nu - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

A norma “NBR 15688:2013 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes aéreas. Para a rede convencional, a norma traz a seguinte classificação:

Figura 103: Simbologia Básica - NBR 15688:2013



Fonte: NBR 15688:2013 - figura 23 – Simbologia básica

Estas estruturas possuem as seguintes funções:

Estrutura N2: pode ser utilizada em trechos em curva, possui dois isoladores por fase e cruzeta dupla.

5.1.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem de passagem simples, trecho em curva, corresponde à instalação das ferragens e dispositivos de fixação do poste.

Os conjuntos de fixação a serem instalados na composição de equipagem de passagem simples, trecho em curva, são:

- Isolador pilar polimérico;
- Cinta para poste circular;
- Cruzeta de madeira;
- Mão francesa plana;

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- a) Montagem dos conjuntos de fixação e roldanas;
- b) Transferência do cabo das roldanas para fixação nos isoladores de passagem, recolhimento das roldanas.

5.1.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

5.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem de passagem simples, trecho em curva, é formada por três ajudantes especializados e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

5.1.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 208: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un

Fonte: FGV IBRE

5.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de equipagem de passagem simples, trecho em curva, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de equipagens executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

5.1.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.1.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 209: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.1.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 210: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.1.9. Critério De Medição

O serviço de equipagem de passagem simples, trecho em curva, é medido por unidade executada.

5.2. Equipagem de passagem simples, trecho em tangente

A equipagem de passagem simples corresponde aos serviços de instalação de componentes de sustentação para a passagem aérea dos cabos e cordoalhas.

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem de passagem simples, trecho em tangente, ou seja, a estrutura tipo N1, com adaptações.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15688:2012

A Tabela 211 apresenta a descrição da composição de custo revisada, assim como seu respectivo código e unidade de medição do serviço.

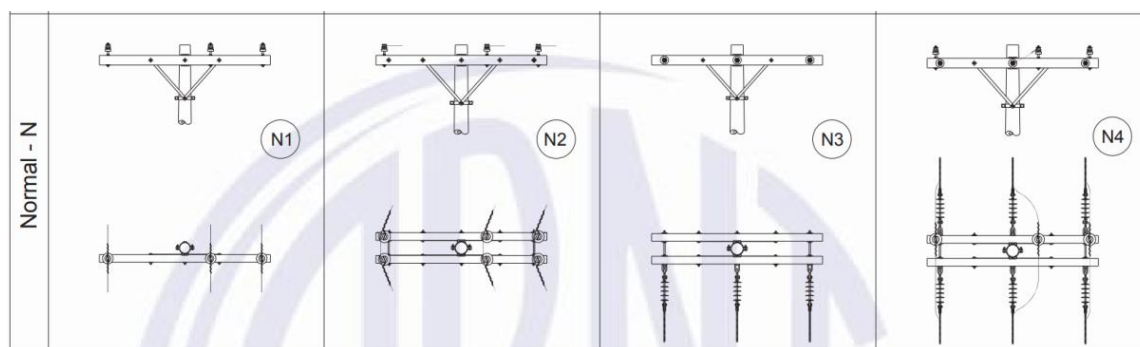
Tabela 211: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350165	Equipagem de passagem simples trecho em tangente em poste de concreto para 2 cabos de cobre nu - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

A norma “NBR 15688:2013 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus” padroniza alguns tipos de estruturas mais usuais na construção de redes aéreas. Para a rede convencional, a norma traz a seguinte classificação:

Figura 104: Simbologia Básica - NBR 15688:2013



Fonte: NBR 15688:2013 - figura 23 – Simbologia básica

Estas estruturas possuem as seguintes funções:

Estrutura N1: pode ser utilizada em trechos em tangente, possui isoladores simples e apenas uma cruzeta.

5.2.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem de passagem simples, trecho em tangente, corresponde à instalação das ferragens e dispositivos de fixação do poste.

Os conjuntos de fixação a serem instalados na composição de equipagem de passagem simples trecho em tangente, são:

- Isolador pilar polimérico;
- Cinta para poste circular;
- Cruzeta de madeira;
- Mão francesa plana.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- a) Montagem dos conjuntos de fixação e roldanas;
- b) Transferência do cabo das roldanas para fixação nos isoladores de passagem, recolhimento das roldanas.

5.2.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

5.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem de passagem simples, trecho em tangente, é formada por três ajudantes especializados e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

5.2.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 212: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un

Fonte: FGV IBRE

5.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de equipagem de passagem simples, trecho em tangente, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de equipagens executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

5.2.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.2.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 213: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.2.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 214: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.2.9. Critério De Medição

O serviço de equipagem de passagem simples, trecho em tangente, é medido por unidade executada.

5.3. Equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro de 1/4", 3/8" e 7/16".

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011

A Tabela 215 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 215: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350282	Equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro de 1/4" para rede aérea compacta, trifásica e em média tensão 15 kV para cabos de seção de 35 e 50 mm ² - fornecimento e instalação	un
350283	Equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro de 3/8" para rede aérea compacta, trifásica e em média tensão 15 kV para cabos de seção de 70 e 150 mm ² - fornecimento e instalação	un
350284	Equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro de 7/16" para rede aérea compacta, trifásica e em média tensão 15 kV para cabos de seção de 185 a 300 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.3.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem em poste de encabeçamento de cabo messageiro, corresponde à instalação das peças do conjunto de ancoragem.

Os conjuntos de fixação a serem instalados na composição de equipagem de ancoragem, são:

- Cinta para poste circular 200 mm;
- Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
- Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12;
- Alça pré-formada de distribuição, para cordoalha;
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou Philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- a) Instalação do conjunto de ancoragem
- b) Tensionamento e fixação do cabo messageiro

5.3.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de equipagem em poste de encabeçamento de cabo mensageiro é utilizado o equipamento *EQ0485- Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

5.3.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de encabeçamento de cabo mensageiro é formada por 01 eletricitista e 01 ajudante especializado, participando de todas as atividades igualmente.

5.3.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 216: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1259	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 9,53 mm (3/8")	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2340	Armadura de aço revestido de alumínio tipo pré-formada para cabo de 11,11 mm (7/16")	un
MT2352	Braço tipo L fundido para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT2355	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 11,11 mm (7/16")	un
MT2359	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 6,35 mm (1/4")	un
MT2360	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 11,11 mm (7/16")	un

Fonte: FGV IBRE

5.3.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

5.3.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.3.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 217: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.3.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 218: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.3.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de encabeçamento de cabo mensageiro são medidos por unidade.

5.4. Equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de cobre nu

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de encabeçamento duplo, para cabo de cobre nu.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 219 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 219: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350166	Equipagem de encabeçamento duplo em poste de concreto para 2 cabos de cobre nu seção 50 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.4.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem de encabeçamento duplo, corresponde à instalação dos conjuntos de fixação e roldanas.

Os conjuntos de fixação a serem instalados na equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de cobre nu são:

- Alça pré-formada de distribuição;
- Isolador pilar polimérico IPP - 15 A;
- Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias;
- Manilha sapatilha 50 kN - MAS F;
- Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão, de 10 x 35 mm;
- Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12;
- Cinta para poste circular 200 mm;
- Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste com 90 x 115 x 2000 mm;
- Mão francesa plana - 1/4” x 710 mm;
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 140 mm;
- Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla, de 16 x 500 mm.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Montagem dos conjuntos de fixação e roldanas;
- Tracionamento e encabeçamento do cabo.

5.4.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de equipagem em poste de encabeçamento duplo é utilizado o equipamento *EQ0485- Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

5.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de encabeçamento duplo é formada por 01 eletricista e 02 ajudantes especializados, participando de todas as atividades igualmente.

5.4.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 220: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2199	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 50 mm ²	un
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT2219	Manilha sapatilha 50 kN - MAS F	un
MT1428	Parafuso com 2 porcas e arruelas de pressão - D = 10 mm e C = 35 mm	cj
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1277	Cruzeta de madeira de 1ª categoria/classe para poste - L = 90 mm, H = 115 mm e C = 2000 mm	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1433	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 140 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un

Fonte: FGV IBRE

5.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

5.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.4.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 221: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.4.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 222: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.4.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de encabeçamento duplo são medidos por unidade

5.5. Equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de energia multiplexado

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de energia multiplexado.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 223 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 223: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350169	Equipagem de encabeçamento duplo em poste de concreto para cabo de energia multiplexado seção 35 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.5.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem de encabeçamento duplo, corresponde à instalação dos conjuntos de ancoragem.

Os conjuntos de fixação a serem instalados equipagem em poste de encabeçamento duplo para cabo de energia multiplexado, são:

- Cinta para poste circular 200 mm;
- Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço;
- Parafuso francês, de 12 x 35 mm;
- Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12;
- Alça pré-formada de distribuição;

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Colocação de ferragens e roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo.
- Tracionamento do cabo e fixação dos alças pré-formadas e retirada das roldanas.

5.5.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de equipagem em poste de encabeçamento duplo é utilizado o equipamento EQ0485- *Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

5.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de encabeçamento duplo é formada por 01 eletricista e 02 ajudantes especializados, participando de todas as atividades igualmente.

5.5.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 224: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0555	Abraçadeira de nylon - E = 4,5 e C = 300 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2198	Alça pré-formada de distribuição para cabo de 35 mm²	un

Fonte: FGV IBRE

5.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{\text{aux}} = \frac{P_{\text{equipe}}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

5.5.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.5.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 225: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.5.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 226: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.5.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de encabeçamento duplo são medidos por unidade.

5.6. Equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 227 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 227: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350280	Equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio compactado de 35 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.6.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio, corresponde à instalação dos conjuntos de fixação e roldanas.

Os conjuntos de fixação a serem instalados equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio, são:

- Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV
- Cinta para poste circular 200 mm
- Manilha sapatilha, tipo pesada, para cabo de aço de 1/4"
- Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias
- Olhal reto de aço galvanizado, com rosca– M12
- Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm
- Fio de alumínio coberto de 10 mm²
- Isolador pilar polimérico IPP - 15 A
- Braço suporte tipo C - 15 kV
- Gancho Olhal galvanizado
- Pino para isolador 15kV

- Parafuso de Cabeça Quadrada (Máquina) 16 x 40 mm

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Instalação do conjunto de ancoragem e passagem.
- Fixação e retirada das carretilhas nas estruturas.
- Tensionamento e fixação do cabo aos isoladores.

5.6.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de equipagem em poste de encabeçamento é utilizado o equipamento EQ0485 - *Talha manual de corrente, com capacidade de 1 t e elevação de 3 m.*

5.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de encabeçamento é formada por 02 eletricitistas e 02 auxiliares técnicos.

5.6.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 228: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2337	Espaçador polimérico losangular de polietileno para redes com tensões de 15 kV	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2354	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 6,35 mm (1/4")	un
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT2341	Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT2353	Fio de alumínio coberto - seção de 10 mm ²	m
MT2217	Isolador pilar polimérico IPP - 15 A	un
MT2351	Braço suporte tipo C para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un
MT4019	Gancho olhal galvanizado	un
MT4024	Pino para isolador - 15 kV	un
MT4033	Parafuso de cabeça quadrada (máquina) - D = 16 mm e C = 40 mm	un
MT4020	Porca olhal	un

Fonte: FGV IBRE

5.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade executada por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

Por sua vez, a parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

5.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.6.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 229: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.6.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 230: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.6.9. Critério De Medição

O serviço de equipagem em poste de encabeçamento para cabo de alumínio é medido por unidade

5.7. Equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

Este subgrupo compreende a composição de custos de equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro. A Tabela 231 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos código e unidade de medição dos serviços.

Tabela 231: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350285	Equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro de 7/16" para rede aérea compacta, trifásica e em média tensão 15 kV para cabos de 185 a 300 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.7.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro, corresponde à instalação das peças do conjunto de suspensão. Os conjuntos de fixação a serem instalados na composição de equipagem de passagem, são:

- Cinta para poste circular 200 mm;
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou Philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm ;
- Armadura de aço revestido de alumínio, tipo pré-formada, para cabo de 7/16" (11,11 mm);
- Braço tipo L fundido -15 kV.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Instalação do conjunto de suspensão.
- Fixação do cabo mensageiro no suporte braço tipo L.

5.7.2. Equipamentos

Para a realização do serviço equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro não foram utilizados equipamentos.

5.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro é formada por 01 eletricista e 01 ajudante especializado, participando de todas as atividades igualmente.

5.7.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 232: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT2340	Armadura de aço revestido de alumínio tipo pré-formada para cabo de 11,11 mm (7/16")	un
MT2352	Braço tipo L fundido para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un

Fonte: FGV IBRE

5.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

5.7.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.7.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 233: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.7.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 234: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.7.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de passagem de cabo mensageiro são medidos por unidade.

5.8. Equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 235 apresenta a descrição da composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 235: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350281	Equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio de 35 a 300 mm ² em rede aérea compacta - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.8.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem em poste de passagem, corresponde à instalação dos conjuntos de fixação e roldanas. Os conjuntos de fixação a serem instalados equipagem em poste de passagem para cabo de alumínio são:

- Espaçador polimérico losangular de polietileno - 15 kV;
- Cinta para poste circular 200 mm;
- Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta;
- Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial, de 16 x 45 mm;
- Braço tipo L fundido -15 kV.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Instalação do conjunto de ancoragem e passagem.
- Fixação e retirada das carretilhas nas estruturas.
- Fixação dos cabos no espaçador.

5.8.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de equipagem em poste de passagem não são utilizados equipamentos.

5.8.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de passagem é formada por 01 eletricista e 01 auxiliar técnico.

5.8.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 236: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2337	Espaçador polimérico losangular de polietileno para redes com tensões de 15 kV	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2341	Anel de amarração em elastômero para espaçadores em rede compacta	un
MT1435	Parafuso de cabeça abaulada, com fenda simples ou philips e rosca parcial - D = 16 mm e C = 45 mm	un
MT2352	Braço tipo L fundido para redes aéreas compactas da classe de tensão 15 kV	un

Fonte: FGV IBRE

5.8.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

5.8.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.8.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 237: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.8.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 238: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.8.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de passagem são medidos por unidade.

5.9. Equipagem em poste de passagem para cabo de energia multiplexado

Este subgrupo compreende as composições de custos de equipagem em poste de passagem para cabo de energia multiplexado.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15992:2011.

A Tabela 239 apresenta a descrição das composição de custos revisada, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 239: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350168	Equipagem de passagem em poste de concreto para cabo de energia multiplexado - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

5.9.1. Metodologia Executiva

O serviço de equipagem em poste de passagem, corresponde à instalação dos conjuntos de fixação e roldanas. Os conjuntos de fixação a serem instalados equipagem em poste de passagem para cabo de energia multiplexado, são:

- Cinta para poste circular 200 mm
- Conjunto grampo de suspensão multiplex em rede secundária BT ($\varnothing$ min = 7 mm, $\varnothing$ máx = 17 mm, 1000 daN)
- Parafuso francês, de 12 x 35 mm

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Equipagem em poste de passagem – cabo multiplexado
- Colocação de ferragens e roldanas nos postes para auxiliar no lançamento do cabo;
- Retirada das roldanas e fixação dos cabos nos grampos de suspensão.

5.9.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de equipagem em poste de passagem não são utilizados equipamentos.

5.9.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na equipagem em poste de passagem é formada por 01 eletricista e 01 ajudante especializado.

5.9.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 240: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT2196	Conjunto grampo de suspensão multiplex em rede secundária BT (Ø min = 7 mm, Ø máx = 17 mm, 1000 daN)	un
MT1636	Parafuso francês - D = 12 mm e C = 35 mm	un

Fonte: FGV IBRE

5.9.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

5.9.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

5.9.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 241: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

5.9.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 242: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

5.9.9. Critério De Medição

Os serviços de equipagem em poste de passagem são medidos por unidade.

6. MONTAGENS, INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DIVERSOS

6. MONTAGENS, INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DIVERSOS

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes às montagens, instalações e serviços diversos.

No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de montagens, instalações e serviços diversos: instalação de alça pré-formada para cordoalha; instalação de conector em cunha, com estribo; instalação de cruzeta em poste circular; instalação de grampos de linha viva; instalação de isolador pino porcelana; instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico; instalação de manilha sapatilha; instalação de porca olhal; montagem de conector terminal; montagem de emenda contrátil a frio; montagem de emenda de derivação de baixa tensão; montagem de emenda torquimétrica; montagem de terminação contrátil a frio; construção de linha de duto de aço galvanizado interligando caixas de passagem; travessia subterrânea rodoviária de rede de energia elétrica isolada.

6.1. Instalação de alça pré-formada para cordoalha

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de alça pré-formada para cordoalha.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras em geral.

A Tabela 243 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 243: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350406	Alça preformada para cordoalha de 3/8" - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.1.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de uma alça pré-formada, utilizada para ancoragem de cabos guia ou mensageiros. A alça envolve o cabo evitando que o esforço mecânico de tração seja transferido para o cabo nos pontos de ancoragem.

Com o cabo já posicionado, a alça pré-formada é passada pelo elemento de ancoragem (isolador, porca olhal, etc.). Em seguida, uma das pernas da alça é trançada ao redor do cabo.

Figura 105: Instalação de alça pré-formada



Fonte: PLP (2018)

Para finalizar a atividade, a outra perna da alça pré-formada é trançada, garantindo assim a sustentação do cabo sem que este sofra um esforço mecânico diretamente.

6.1.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

6.1.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 244: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1259	Alça pré-formada de distribuição para cordoalha de 9,53 mm (3/8")	un

Fonte: FGV IBRE

6.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de alça pré-formada é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.1.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.1.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 245: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.1.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 246: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.1.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de alça pré-formada é medido por unidade.

6.2. Instalação de conector em cunha, com estribo

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de conector em cunha, com estribo.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5370:1990 e 11788:2016.

A Tabela 247 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 247: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350410	Conector em cunha, com estribo - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.2.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de um conector em cunha, com estribo. Este conector permite a realização de derivações de condutores de cobre ou alumínio, conectores tipo cunha ou compressão no estribo, ou um grampo de linha viva, destinado a redes nuas e multiplexadas.

Figura 106: Conector em cunha com estribo



Fonte: CONIMEL (2021)

O conector é colocado entre os dois cabos a serem interligados, posicionados paralelamente entre si. Em seguida, a cunha de pressão é inserida para a realização da conexão por meio da aplicação de uma força adequada.

6.2.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por ajudante especializado e eletricitista, participando de todas as atividades igualmente, para todas as novas composições.

6.2.4. Materiais

Neste serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 248: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1387	Conector em cunha, com estribo, para derivação de linha viva	un

Fonte: FGV IBRE

6.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de conector em cunha, com estribo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.2.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.2.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 249: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.2.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 250: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm

Código	Descrição	Unidade
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.2.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de conector em cunha, com estribo é medido por unidade.

6.3. Instalação de cruzeta em poste circular

Este subgrupo apresenta novas composições de custos para o serviço de instalação de cruzeta em polímero com mão francesa perfilada em poste circular.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15956:2011.

A Tabela 251 apresenta a descrição das novas composições, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 251: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350403	Cruzeta em polímero 2400 mm com mão francesa perfilada em poste circular - fornecimento e instalação	un
350404	Cruzeta em polímero 2000 mm com mão francesa perfilada em poste circular, com isolador tipo pino - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.3.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de uma cruzeta, fabricada com material polimérico, em postes circulares. A Figura 107 apresenta o serviço de fixação de cruzeta em poste.

A cruzeta é um elemento importante na construção de redes aéreas, funcionando como suporte para diversos equipamentos e materiais (chaves, isoladores, para-raios, entre outros).

Figura 107: Fixação de cruzeta em poste



Fonte: CONCREFER (2018)

Para a execução do serviço foram consideradas as seguintes etapas:

- Montagem das ferragens

A cruzeta é fixada com o auxílio de cintas circulares e mão-francesa. Inicialmente, estas estruturas devem ser pré-montadas no local correto de instalação para que permitam a fixação da cruzeta em etapa posterior.

b) Montagem da cruzeta

Com as ferragens pré-montadas, a cruzeta é içada até a altura de instalação permitindo a fixação do material. Com a cruzeta posicionada, todos os parafusos de fixação são colocados e apertados.

6.3.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.3.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

6.3.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 252: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4022	Cruzeta polimérica para poste - L = 90 mm, H = 112 mm e C = 2400 mm	un
MT4016	Cruzeta polimérica para poste - L = 90 mm, H = 112 mm e C = 2000 mm	un
MT1604	Sela para cruzeta de 116 mm	un
MT1352	Mão francesa plana - E = 6,35 mm (1/4") e C = 710 mm	un
MT1320	Arruela quadrada - D = 19,05 mm (3/4") e L = 100 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un
MT1438	Parafuso de aço galvanizado com rosca dupla - D = 16 mm e C = 500 mm	un

Fonte: FGV IBRE

6.3.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de cruzeta em poste circular é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.3.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.3.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 253: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.3.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 254: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.3.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de cruzeta em poste é medido por unidade.

6.4. Instalação de grampos de linha viva

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de grampo de linha viva.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5370:1990 e 11788:2016.

A Tabela 255 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 255: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350411	Grampos de linha viva - GLV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.4.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de um conector do tipo grampo de linha viva (GLV). Este conector é utilizado na interligação da rede de média tensão nas chaves fusíveis e transformadores.

O conector grampo de linha viva é normalmente aplicado com o uso de uma vara de manobras e com o sistema energizado. O grampo deve ser acoplado à vara de manobras para posteriormente ser conectado a um num ponto específico e preparado da rede de média tensão.

6.4.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

6.4.4. Materiais

Neste serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 256: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4021	Grampo de linha viva - GLV	un

Fonte: FGV IBRE

6.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de grampo de linha viva é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.4.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 257: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.4.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 258: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.4.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de grampo de linha viva em poste é medido por unidade.

6.5. Instalação de isolador pino porcelana

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de isolador pino porcelana.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5032:2014.

A Tabela 259 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 259: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350405	Isolador pino porcelana 15 kV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.5.1. Metodologia Executiva

Este serviço consiste na instalação de um isolador de pino, que é usualmente utilizado em redes aéreas de distribuição de energia elétrica com cabos nus ou cobertos para isolar os circuitos passantes da estrutura do poste.

A Figura 108 apresenta o isolador usado no serviço e a Figura 109 mostra um exemplo de utilização do isolador.

Figura 108: Isolador pino em porcelana



Fonte: CONCREFER (2018)

Figura 109: Estrutura com isolador pino



Fonte: SENDI (2012)

Para a execução desta atividade foram consideradas as seguintes etapas:

- a) Posicionamento do pino do isolador na cruzeta;

Seguindo os afastamentos definidos em projeto, o isolador deve ser posicionado sobre a cruzeta, nos locais em que serão passados os circuitos de distribuição.

- b) Fixação do isolador

Com o isolador posicionado, é executada a fixação do elemento junto à cruzeta.

6.5.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por ajudante especializado e eletricista, participando de todas as atividades igualmente, para todas as novas composições.

6.5.4. Materiais

No serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 260: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4017	Isolador pino porcelana - 15 kV	un
MT4024	Pino para isolador - 15 kV	un

Fonte: FGV IBRE

6.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de isolador pino porcelana é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.5.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.5.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 261: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.5.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 262: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.5.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de pino porcelana é medido por unidade.

6.6. Instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 15122:2013

A Tabela 263: Composições de custos apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 263: Composições de custos

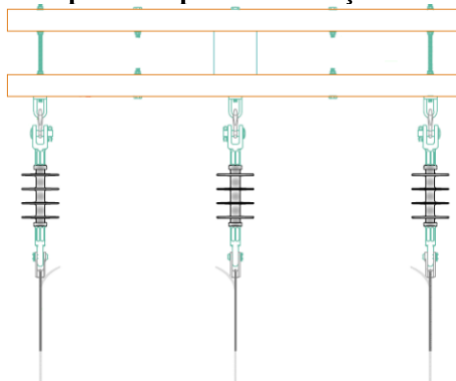
Código	Descrição	Unidade
350407	Isolador suspensão tipo bastão polimérico, para encabeçamento de cabo de energia em 15 kV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.6.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de isolador de suspensão tipo bastão polimérico. Este elemento é utilizado para a ancoragem dos cabos em trechos finais de linha.

Figura 110: Vista superior de poste com fixação de isolador tipo bastão



Fonte: FECOERGS (2018)

No serviço foi considerada a instalação de uma unidade do isolador, ou seja, apenas uma fase. Para a execução desta atividade foram consideradas as seguintes etapas:

- Fixação do olhal reto e gancho;

Inicialmente, o olhal reto é fixado na cruzeta. Este elemento vai permitir a fixação do isolador tipo bastão à ancoragem por meio do gancho olhal.

- Fixação do isolador polimérico

Com o olhal reto fixado, pode-se então conectar o isolador tipo bastão à estrutura de ancoragem.

As figuras a seguir apresentam os elementos citados.

Figura 111: Gancho olhal



Fonte: KV (2018)

Figura 112: Isolador tipo bastão



Fonte: GERMER (2018)

6.6.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

6.6.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 264: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2218	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV, com 4 saias	un
MT1637	Olhal reto de aço galvanizado com rosca- M12	un
MT4019	Gancho olhal galvanizado	un
MT1320	Arruela quadrada - D = 19,05 mm (3/4") e L = 100 mm	un
MT1382	Cinta para poste circular - D = 200 mm	un

Fonte: FGV IBRE

6.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.6.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 265: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.6.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 266: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.6.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de isolador suspensão tipo bastão polimérico é medido por unidade.

6.7. Instalação de manilha sapatilha

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação de manilha sapatilha.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras em geral.

A Tabela 267: Composições de custos apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 267: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350408	Manilha sapatilha - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.7.1. Metodologia Executiva

O serviço deste subgrupo consiste na instalação de manilha sapatilha para rede aérea. Este material possui dupla função de ancoragem e proteção dos cabos de aço utilizados em sistemas de distribuição.

Trata-se de um material de simples instalação, bastando posicioná-lo no local adequado e realizar a fixação com o pino de travamento. A Figura 113 apresenta o elemento usado.

Figura 113: Manilha Sapatilha



Fonte: ROMAGNOLE (2018)

6.7.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

6.7.4. Materiais

Neste serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 268: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1344	Manilha sapatilha tipo pesada para cabo de aço de 9,53 mm (3/8")	un

Fonte: FGV IBRE

6.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação de manilha sapatilha é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.7.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.7.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 269: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.7.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 270: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.7.9. Critério De Medição

O serviço de instalação de manilha sapatilha é medido por unidade.

6.8. Instalação de porca olhal

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custos para o serviço de instalação porca olhal.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada em obras em geral.

A Tabela 271 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 271: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350409	Instalação de porca olhal - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.8.1. Metodologia Executiva

Este serviço consiste na instalação de uma porca olhal para rede aérea. Este material é normalmente utilizado para a ancoragem de cabos de aço ou isoladores. Trata-se de um material de simples instalação, basta posicioná-lo no local adequado e realizar a fixação com parafuso.

Figura 114: Porca Olhal



Fonte: LP (2018)

6.8.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.8.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na instalação mecânica de disjuntores é formada por um ajudante especializado e um eletricista, participando de todas as atividades igualmente, para todas as novas composições.

6.8.4. Materiais

Nestes serviços é empregado o seguinte material:

Tabela 272: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT4020	Porca olhal	un

Fonte: FGV IBRE

6.8.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de instalação porca olhal é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.8.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.8.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 273: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.8.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 274: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.8.9. Critério De Medição

O serviço de instalação porca olhal é medido por unidade.

6.9. Montagem de conector terminal

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem de conector terminal.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5460:1992 e 5474:1986

A Tabela 275 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidade de medição do serviço.

Tabela 275: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350204	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 70 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350205	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 95 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350206	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 120 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350207	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 150 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350208	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 185 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350209	Montagem de conector terminal torquimétrico para cabo de cobre ou alumínio 300 mm²- 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

Os conectores terminais torquimétricos são utilizados em terminações de cabos de cobre ou alumínio para baixa e média tensão. Os conectores têm por objetivo proporcionar conexões elétricas adequadas para os cabos das instalações, garantindo a condutibilidade elétrica nas terminações e rigidez mecânica adequada para suportar situações de faltas elétricas.

O terminal é provido de parafusos que se rompem com determinado torque. Assim que rompido, a fixação do conector está concluída. A instalação apresenta a vantagem de dispensar ferramentas especiais para a instalação do conector, proporcionando rapidez e facilidade na instalação.

Figura 115: conector torquimétrico



Fonte: 3M (2021)

6.9.1. Metodologia Executiva

Para montagem de conector terminal foi considerada a seguinte metodologia executiva:

a) Preparação do cabo

O serviço é iniciado com a preparação do cabo a ser conectorizado. Para isso, o cabo deve ser desencapado, em um comprimento definido pelo fabricante do conector, e devem ser retiradas todas as camadas intermediárias do cabo até a exposição do material condutor.

b) Limpeza da superfície

Com o material condutor exposto, deve ser realizada a limpeza da superfície do cabo por meio de escovamento, retirando assim quaisquer impurezas que possam prejudicar a qualidade da conexão do terminal.

c) Instalação do conector

Com o cabo preparado, o conector deve ser inserido e acomodado, garantindo que não restará nenhuma parte condutora exposta ao final da conectorização.

d) Aperto

Com o conector posicionado, é executada a etapa de aperto, realizada com uma chave adequada. O aperto deve ser feito até que haja o rompimento das extremidades dos parafusos, o que caracterizará a conclusão da atividade.

6.9.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de montagem de conector terminal não são utilizados equipamentos.

6.9.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço de montagem de conector terminal é formada por um eletricitista e um técnico especializado.

6.9.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 276: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2261	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 70 mm ²	un
MT2262	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 95 mm ²	un
MT2263	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 120 mm ²	un
MT2264	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 150 mm ²	un
MT2265	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 185 mm ²	un
MT2266	Conector terminal torquimétrico em cobre e estanho para cabo de 300 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

6.9.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

6.9.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.9.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 277: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.9.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 278: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.9.9. Critério De Medição

Os serviços de serviço de montagem de conector terminal são medidos por unidade.

6.10. Montagem de emenda contrátil a frio

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem de emenda contrátil a frio para cabos de diferentes bitolas e isolação.

As CCUs em referência podem sofrer adaptação pelo orçamentista, pois, dependendo da faixa das bitolas dos cabos da terminação ou emenda contrátil a frio, será necessário mudar o insumo da composição para a bitola desejada.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 9314:2006

A Tabela 279 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 279: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350188	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 50 a 240 mm ² - 20/35 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350189	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 1,5 a 35 mm ² -750 V, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350190	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 50 a 70 mm ² -750 V, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350191	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 95 a 120 mm ² -750 V, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350192	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 150 a 185 mm ² -750 V, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350193	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 240 a 500 mm ² -750 V, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350194	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 1,5 a 16 mm ² -0,6/1 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350195	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 25 a 35 mm ² -0,6/1 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350196	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 50 a 70 mm ² -0,6/1 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350197	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 95 a 150 mm ² -0,6/1 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un
350198	Montagem de emenda contrátil a frio, para cabos de 185 a 300 mm ² -0,6/1 kV, uso em instalações subterrâneas ou aérea - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.10.1. Metodologia Executiva

O serviço abordado é composto pelas atividades de remoção da capa do cabo, retirada da camada semicondutora, retirada da camada isolante, aplicação da emenda contrátil, introdução da luva contrátil nos cabos, acabamento e montagem final da emenda.

Os procedimentos técnicos utilizados nas montagens de terminações e emendas contrátil a frio, devem obrigatoriamente seguir os manuais detalhados nas especificações do fabricante.

A emenda contrátil a frio é constituída de um material com boa capacidade de compressão, atendendo a diferentes diâmetros e tipos de cabos condutores.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

a) Remoção da capa do cabo

Remoção das camadas de cobertura e blindagem metálica.

b) Retirada da camada semicondutora e retirada da camada isolante

Retirada das camadas semicondutoras e isolante seguindo as medidas contidas na instrução de montagem.

c) Introdução da luva contrátil nos cabos

Inicialmente, é introduzido em uma extremidade do cabo o corpo da emenda e na outra o tubo a ser usado como cobertura. Em seguida, procede-se com a conexão do condutor com o conector torquimétrico.

As eventuais depressões no conector devem ser preenchidas com Mastic.

Figura 116: Emenda contrátil a frio



Fonte: KIT (2018)

Figura 117: Instalação do conector torquimétrico



Fonte: KIT (2018)

d) Acabamento e montagem final da emenda

No acabamento e montagem final da emenda, deve-se centralizar e posicionar o corpo da emenda e puxar a espiral. Em seguida, os espaços entre a cobertura do cabo e o corpo da emenda são preenchidas com Mastic e é executado o acabamento da aplicação da camada contrátil.

Figura 118: Aplicação de mastic



Fonte: KIT (2018)

Figura 119: kit instalado



Fonte: KIT (2018)

6.10.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.10.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na montagem de emenda contrátil a frio é formada por um técnico especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

6.10.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 280: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2285	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 50 a 240 mm ² com tensão 20/35kV	un
MT2275	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 1,5 a 16 mm ² com tensão de 0,6/1 kV ou 1,5 a 35 mm ² com tensão de 750 V	un
MT2277	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 25 a 35 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 50 a 70 mm ² com tensão 750V	un
MT2279	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 50 a 70 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 95 a 120 mm ² com tensão 750V	un
MT2281	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 95 a 150 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 150 a 185 mm ² com tensão 750V	un
MT2283	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 185 a 300 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 240 a 500 mm ² com tensão 750V	un
MT2275	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 1,5 a 16 mm ² com tensão de 0,6/1 kV ou 1,5 a 35 mm ² com tensão de 750 V	un
MT2277	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 25 a 35 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 50 a 70 mm ² com tensão 750V	un
MT2279	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 50 a 70 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 95 a 120 mm ² com tensão 750V	un
MT2281	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 95 a 150 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 150 a 185 mm ² com tensão 750V	un
MT2283	Kit de emenda contrátil a frio para cabos de 185 a 300 mm ² com tensão 0,6/1kV ou 240 a 500 mm ² com tensão 750V	un

Fonte: FGV IBRE

6.10.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem de emenda contrátil a frio é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de emendas montadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

6.10.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.10.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 281: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.10.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 282: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.10.9. Critério De Medição

O serviço de montagem de emenda contrátil frio é medido por unidade executada.

6.11. Montagem de emenda de derivação de baixa tensão

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem de emenda de derivação de baixa tensão para diferentes bitolas de cabos.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 9314:2006.

A Tabela 283 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 283: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350210	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 1,5 a 6 mm ² , derivação 1,5 a 2,5 mm ² - fornecimento e instalação	un
350211	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 2,5 a 10 mm ² , derivação 1,5 a 2,5 mm ² - fornecimento e instalação	un
350212	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 4 a 16mm ² , derivação 1,5 a 10 mm ² - fornecimento e instalação	un
350213	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 6 a 25 mm ² , derivação 1,5 a 10 mm ² - fornecimento e instalação	un
350214	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 10 a 50 mm ² , derivação 1,5 a 35 mm ² - fornecimento e instalação	un
350215	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 10 a 50 mm ² , derivação 2,5 a 35 mm ² - fornecimento e instalação	un
350216	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 35 a 95 mm ² , derivação 16 a 50 mm ² - fornecimento e instalação	un
350217	Montagem de emenda de derivação de baixa tensão, condutor cabo principal 95 a 185 mm ² , derivação 16 a 50 mm ² - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.11.1. Metodologia Executiva

O serviço abordado é composto pelas atividades de remoção da capa do cabo principal, retirada da camada isolante do cabo principal, remoção da capa do cabo da derivação, retirada da camada isolante do cabo da derivação, introdução do conector de derivação e aperto da conexão, montagem da emenda de derivação e acabamento.

Os procedimentos técnicos utilizados nas montagens de emendas de derivação de baixa tensão, devem obrigatoriamente seguir os manuais detalhados nas especificações do fabricante.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

a) Remoção da capa do cabo

Remoção das camadas de cobertura e blindagem metálica até o comprimento recomendado pela tabela do fabricante da conexão.

b) Retirada da camada semicondutora e retirada da camada isolante

Retirada das camadas semicondutoras e isolamento seguindo as medidas contidas na instrução de montagem.

c) Remoção da capa do cabo da derivação e isolante

Remoção das camadas do cabo de derivação e retirada da camada isolante.

d) Colocação do conector

Introdução do conector de derivação e aperto da conexão.

e) Montagem final

Montagem da emenda de derivação e acabamento.

6.11.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.11.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na montagem de emenda de derivação de baixa tensão é formada por um técnico especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

6.11.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 284: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2305	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 1,5 a 6 mm ² e derivação 1,5 a 2,5 mm ²	un
MT2306	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 2,5 a 10 mm ² e derivação 1,5 a 2,5 mm ²	un
MT2307	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 4 a 16 mm ² e derivação 1,5 a 10 mm ²	un
MT2308	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 6 a 25 mm ² e derivação 1,5 a 10 mm ²	un
MT2309	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 10 a 50 mm ² e derivação 1,5 a 35 mm ²	un
MT2310	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 10 a 50 mm ² e derivação 2,5 a 35 mm ²	un
MT2311	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 35 a 95 mm ² e derivação 16 a 50 mm ²	un

MT2312	Kit de emenda de derivação de baixa tensão em proteção plástica, com conector para condutor de cabo principal 95 a 185 mm ² e derivação 16 a 50 mm ²	un

Fonte: FGV IBRE

6.11.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem de emenda de derivação de baixa tensão é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de emendas montadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

6.11.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.11.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 285: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.11.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 286: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.11.9. Critério De Medição

O serviço de montagem de emenda de derivação de baixa tensão é medido por unidade executada.

6.12. Montagem de emenda torquimétrica

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem de emenda torquimétrica para cabos de diferentes bitolas e isolamento.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 9314:2006.

A Tabela 287 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 287: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350199	Montagem de emenda torquimétrica para cabos de cobre ou alumínio 25 mm ² - 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350200	Montagem de emenda torquimétrica para cabos de cobre ou alumínio 70 mm ² - 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350201	Montagem de emenda torquimétrica para cabo de cobre ou alumínio 120 mm ² - 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350202	Montagem de emenda torquimétrica para cabo de cobre ou alumínio 150 mm ² - 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un
350203	Montagem de emenda torquimétrica para cabo de cobre ou alumínio 185 mm ² - 0,6/1 kV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.12.1. Metodologia Executiva

O serviço abordado é composto pelas atividades de remoção da capa do cabo, retirada da camada semicondutora, retirada da camada isolante, aplicação da emenda torquimétrica, acabamento e montagem final da emenda.

Os procedimentos técnicos utilizados nas montagens de terminações e emendas contrátil a frio, devem obrigatoriamente seguir os manuais detalhados nas especificações do fabricante.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

a) Remoção da capa do cabo

Remoção das camadas de cobertura e blindagem metálica até o comprimento recomendado pela tabela do fabricante da conexão.

b) Retirada da camada semicondutora e retirada da camada isolante

Retirada das camadas semicondutoras e isolamento seguindo as medidas contidas na instrução de montagem do fabricante.

c) Preparação dos condutores

Escovar os condutores para retirada de impurezas e apertar os parafusos com a mão para prender o cabo dentro das conexões.

d) Aperto torquimétrico

Realizar o aperto torquimétrico até o rompimento dos parafusos para consolidar a fixação da emenda.

e) Aplicar as fitas

Aplicar as fitas autofusão e isolante no local das emendas.

6.12.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.12.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada na montagem de emenda torquimétrica é formada por um técnico especializado e um eletricitista, participando de todas as atividades igualmente.

6.12.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 288: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0577	Fita isolante plástica da classe de tensão 750 V, classe de temperatura 90 graus e resistente a raios UV - L = 19 mm	m
MT2254	Emenda torquimétrica em cobre e estanho, para cabo de 25 mm ²	un
MT2256	Emenda torquimétrica em cobre e estanho, para cabo de 70 mm ²	un
MT2258	Emenda torquimétrica em cobre e estanho, para cabo de 120 mm ²	un
MT2259	Emenda torquimétrica em cobre e estanho, para cabo de 150 mm ²	un
MT2260	Emenda torquimétrica em cobre e estanho, para cabo de 185 mm ²	un
MT4008	Fita autofusão	m

Fonte: FGV IBRE

6.12.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem de emenda torquimétrica é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de emendas montadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

6.12.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.12.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 289: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.12.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 290: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.12.9. Critério De Medição

O serviço de montagem de emenda torquimétrica é medido por unidade executada.

6.13. Montagem de terminação contrátil a frio

Este subgrupo compreende as composições de custos de montagem de terminação contrátil a frio com aplicação de muflas e terminais de compressão a cabos de diferentes bitolas e isolação.

As CCUs em referência, podem sofrer adaptação pelo orçamentista, pois dependendo da faixa das bitolas dos cabos da terminação ou emenda contrátil a frio, será necessário mudar o insumo da composição para a bitola desejada.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: IEEE 48 - 2020 (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

A Tabela 291 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 291: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350175	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 6 a 16 mm ² - 3,6/6 kV - fornecimento e instalação	un
350176	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 25 a 50 mm ² - 3,6/6 kV - fornecimento e instalação	un
350177	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 70 a 150 mm ² - 3,6/6 kV - fornecimento e instalação	un
350178	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 185 a 300 mm ² - 3,6/6 kV - fornecimento e instalação	un
350179	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 10 a 16 mm ² - 8.7/15 kV - fornecimento e instalação	un
350180	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 25 a 95 mm ² - 8.7/15 kV - fornecimento e instalação	un
350181	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 120 a 185 mm ² - 8.7/15 kV - fornecimento e instalação	un
350182	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 240 a 300 mm ² - 8.7/15 kV - fornecimento e instalação	un
350183	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 16 a 70 mm ² - 20/35 kV - fornecimento e instalação	un
350184	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 95 a 120 mm ² - 20/35 kV - fornecimento e instalação	un
350185	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso interno e externo para cabos de 25 a 185 mm ² - 15/25 kV - fornecimento e instalação	un
350186	Montagem de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone, uso externo para cabos de 120 a 300 mm ² - 69/72,5 kV - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

6.13.1. Metodologia Executiva

O serviço abordado é composto pelas atividades de remoção da capa do cabo, retirada da camada semicondutora, retirada da camada isolante, aplicação de terminal ou conector, montagem do corpo da mufla e instalação do isolador de silicone.

Os procedimentos técnicos utilizados nas montagens de terminações e emendas contrátil a frio, devem obrigatoriamente seguir os manuais detalhados nas especificações do fabricante.

A terminação contrátil a frio é constituída de um material com boa capacidade de compressão, atendendo a diferentes diâmetros e tipos de cabos condutores. Os terminais de compressão, por outro lado, são rígidos e fabricados para bitolas específicas de cabo.

Desta forma, foi adotado o cabo mais utilizado, dentro da faixa estabelecida na CCU, ficando a critério do orçamentista adequar o uso com outros tipos de cabos abrangidos na faixa referencial da terminação e emendas.

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes etapas:

- Remoção das camadas de cobertura, blindagem metálica, semicondutoras e isolamento seguindo as medidas contidas na instrução de montagem;
- Acomodação dos fios de cobre para baixo da blindagem, seguida do selamento utilizando mastic e fitas plásticas;
- Limpeza do condutor exposto e instalação do conector;
- Aplicação do mastic para preencher os espaços vazios entre o conector e a isolação do cabo;
- Acomodação da saia para baixo, de forma a cobrir o mastic de selamento localizado na base do terminal;
- Aplicação da fita isolante na ponta do terminal sobre o conector;

6.13.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.13.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de montagem de terminação contrátil a frio é formada por técnico especializado e eletricista, participando de todas as atividades igualmente.

6.13.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 292: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT2234	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 16 mm ² , com um furo de 6 a 6,4 mm	un

Código	Descrição	Unidade
MT2235	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 25 mm ² , com um furo de 6,4 a 6,8 mm	un
MT2236	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 35 mm ² , com um furo de 8 a 8,4 mm	un
MT2237	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 70 mm ² , com um furo de 10,0 a 10,5 mm	un
MT2238	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 120 mm ² , com um furo de 13,3 a 13,8 mm	un
MT2239	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 185 mm ² , com um furo de 17,0 a 17,5 mm	un
MT2240	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 240 mm ² , com um furo de 17,5 a 18,0 mm	un
MT2241	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 95 mm ² , com um furo de 13,0 a 13,3 mm	un
MT2242	Terminal de compressão de cobre e estanho, para cabos de 50 mm ² , com um furo de 8,4 a 9,0 mm	un
MT2267	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 6 a 16 mm ² com tensão 3,6/6 kV	un
MT2268	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 25 a 50 mm ² com tensão 3,6/6 kV	un
MT2269	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 70 a 150 mm ² com tensão 3,6/6 kV	un
MT2270	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 185 a 300 mm ² com tensão 3,6/6 kV	un
MT2271	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 10 a 16 mm ² com tensão 8,7/15 kV	un
MT2272	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 25 a 95 mm ² com tensão 8,7/15 kV	un
MT2273	Kit de terminação contrátil com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 120 a 240 mm ² com tensão 8,7/15 kV	un
MT2274	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 240 a 300 mm ² com tensão 8,7/15 kV	un
MT2287	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 95 a 120 mm ² com tensão 20/35 kV	un
MT2288	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 16 a 70 mm ² com tensão 20/35 kV	un
MT2289	Kit de terminação contrátil a frio, com 6 saias de silicone e tubo contrátil, para cabo de 120 a 300 mm ² com tensão de 69/72,5 kV	un
MT2290	Kit de terminação contrátil a frio, com isolador de silicone e tubo de alívio de tensão, para cabo de 25 a 185 mm ² com tensão 15/25 kV	un

Fonte: FGV IBRE

6.13.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de montagem de terminação contrátil a frio é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.13.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.13.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 293: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.13.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 294: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.13.9. Critério De Medição

Os serviços de montagem de terminação contrátil a frio devem ser medidos por unidade executada.

6.14. Construção de linha de duto de aço galvanizado interligando caixas de passagem

A construção de linha de duto de aço galvanizado interligando caixas de passagem corresponde ao serviço de instalação de tubulações, entre caixas de passagem, sobre drenos e pequenos riachos.

Geralmente essas caixas de passagem convertem tubulações subterrâneas em PEAD, com uma profundidade qualquer, para tubulações em eletroduto pesado que passam pela parte superior das caixas, ficando expostas ao ambiente.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004

A Tabela 295 apresenta a descrição das composições de custo revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 295: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350171	Construção de linha de duto singelo 1 x 2" com 3 m, tubulação de aço galvanizado pesado interligando caixas de passagem e sobrepondo cursos de água - fornecimento e instalação	un
350172	Construção de linha de duto singelo 1 x 4" com 3 m, tubulação de aço galvanizado pesado interligando caixas de passagem e sobrepondo cursos de água - fornecimento e instalação	un
350173	Construção de linha de dutos 6 x 2" com 3 m, tubulação de aço galvanizado pesado interligando caixas de passagem e sobrepondo cursos de água - fornecimento e instalação	un
350174	Construção de linha de dutos 6 x 4" com 3 m, tubulação de aço galvanizado pesado interligando caixas de passagem e sobrepondo cursos de água - fornecimento e instalação	un

Fonte: FGV IBRE

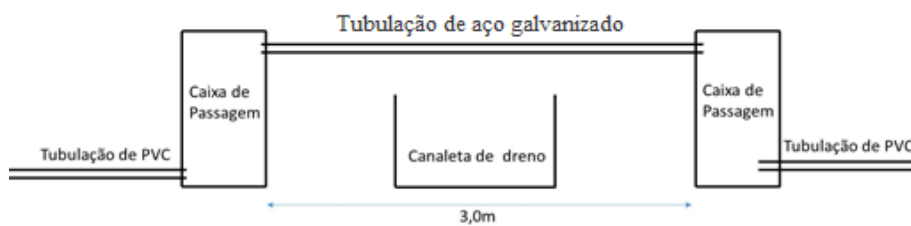
6.14.1. Metodologia Executiva

A metodologia executiva do serviço é composta pelas seguintes atividades:

- Limpeza, nivelamento e medição do local de instalação das caixas e da tubulação;
- Instalação de tubulação entre caixas de passagem;
- Acabamento da tubulação nas caixas de passagem.

A Figura 120 apresenta o esquema de construção dos dutos interligando as caixas de passagem.

Figura 120: Construção de dutos



Fonte: FGV IBRE

6.14.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.14.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos serviços de instalação de duto é formada por pedreiro e servente, participando de todas as atividades igualmente.

6.14.4. Materiais

Neste serviço são empregados os seguintes materiais:

Tabela 296: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT0448	Eletroduto de aço galvanizado de linha pesada - D = 50,80 mm (2")	m
MT0451	Eletroduto de aço galvanizado de linha pesada - D = 101,60 mm (4")	m
MT4001	Bucha em alumínio, de 2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4002	Arruela em alumínio, de 2", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4003	Bucha em alumínio, de 4", para acabamento de eletroduto de aço	un
MT4004	Arruela em alumínio, de 4", para acabamento de eletroduto de aço	un

Fonte: FGV IBRE

6.14.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de construção de linha de duto de aço galvanizado é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o serviço, em horas.

6.14.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

6.14.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 297: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.14.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 298: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.14.9. Critério De Medição

Os serviços de construção de linha de duto de aço galvanizado interligando caixas de passagem devem ser medidos por unidade executada.

6.15. Travessia subterrânea rodoviária de rede de energia elétrica isolada

Este subgrupo apresenta uma nova composição de custo para o serviço de construção de uma rede de travessia trifásica subterrânea, sob asfalto, para circuitos de 15 kV.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5410:2004 e 14039:2005.

A Tabela 299 apresenta a descrição da nova composição de custos, assim como seus respectivos código e unidade de medição do serviço.

Tabela 299: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350413	Travessia subterrânea rodoviária de rede trifásica de energia elétrica isolada em 15kV, sob asfalto, enterrada a 90 cm da superfície - fornecimento e instalação	m

Fonte: FGV IBRE

6.15.1. Metodologia Executiva

Para início das atividades é executada a demolição manual da camada asfáltica no trecho em que será feita a instalação dos dutos. Essa atividade está inclusa na CCU auxiliar de remendo profundo de camada asfáltica.

Dessa forma, para a demolição, foi considerado um recorte de 30 cm de largura por 15 cm de profundidade, para cada metro linear de travessia. As dimensões do recorte também podem ser ajustadas conforme necessidades específicas de cada projeto.

Com abertura da vala concluída, deve-se fazer a limpeza do local de acomodação dos dutos, o posicionamento dos mesmos, e reaterro do local. Para o reaterro foi utilizada a composição auxiliar de reaterro e compactação com soquete vibratório.

Durante a instalação dos dutos, deve-se garantir a retinidade e o espaçamento entre eles, tendo em vista que o alinhamento dos dutos é de fundamental importância para o lançamento dos cabos.

Por fim, depois de concluída a etapa de reaterro e compactação do solo, é feita a recomposição do trecho de asfalto retirado, por meio da composição auxiliar de remendo profundo com imprimação com asfalto diluído.

6.15.2. Equipamentos

Não há a utilização de equipamentos neste subgrupo.

6.15.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço construção de uma rede de travessia trifásica subterrânea, sob asfalto, é formada por um ajudante especializado e um auxiliar técnico, participando de todas as atividades igualmente.

6.15.4. Materiais

No serviço é empregado o seguinte material:

Tabela 300: Materiais

Código	Descrição	Unidade
MT1410	Eletroduto de PEAD tipo corrugado helicoidal - D = 50,8 mm (2")	m

Fonte: FGV IBRE

6.15.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço de construção de uma rede de travessia trifásica subterrânea, sob asfalto, é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em metros por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{E \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em m/h;

E representa a extensão do serviço executado por ciclo, em m;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

6.15.6. Serviços Auxiliares

No serviço são utilizadas as seguintes composições auxiliares:

Tabela 301: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
510049	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m ³
510043	Escavação manual de vala em material de 1ª categoria	m ³
510105	Remendo profundo com imprimação com asfalto diluído - demolição manual	m ³

Fonte: FGV IBRE

6.15.7. Tempo Fixo

Considerou-se a parcela referente ao tempo fixo necessário à execução do serviço, tendo-se como quantitativos os valores referentes ao peso dos materiais empregados de acordo com

suas quantidades. Foi utilizada a seguinte CCU de tempo fixo:

Tabela 302: Tempo Fixo

Código	Descrição	Unidade
510078	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 5 t - carga e descarga manuais	t

Fonte: FGV IBRE

6.15.8. Momento De Transportes

Foram utilizadas as seguintes CCUs de momento de transporte para cada material:

Tabela 303: Momento de Transporte

Código	Descrição	Unidade
510073	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em leito natural	tkm
510074	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia em revestimento primário	tkm
510075	Transporte com caminhão carroceria de 5 t - rodovia pavimentada	tkm

Fonte: FGV IBRE

6.15.9. Critério De Medição

O serviço de serviço construção de uma rede de travessia trifásica subterrânea, sob asfalto, é medido por metro executado.

7. TESTE E COMISSIONAMENTO

7. TESTES E COMISSIONAMENTO

Neste tópico são abordadas composições de custos referentes aos testes e comissionamentos.

No SICFER estão contidos os seguintes subgrupos de testes e comissionamento: comissionamento em chaves seccionadoras de média tensão; comissionamento em disjuntores; comissionamento em painéis e quadros de distribuição; comissionamento em transformadores de corrente e transformadores de potencial; comissionamento em transformadores de potência; teste e comissionamento de equipamentos em subestações digitalizadas; testes em transformadores.

7.1. Comissionamento em chaves seccionadoras de média tensão

Este subgrupo compreende as composições de custos de comissionamento em chaves seccionadoras de 13,8 kV, comando manual e comando motorizado.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 60947:2013 e IEC 62337:2020.

A Tabela 304 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 304: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350115	Comissionamento em chaves seccionadoras trifásicas em média tensão, 13,8 kV – 400 A, comando manual, instalada em poste de concreto	un
350116	Comissionamento em chaves seccionadoras trifásicas em média tensão, 13,8 kV – 400 A, comando motorizado, instalada em poste de concreto	un

Fonte: FGV IBRE

O comissionamento de seccionadoras de média tensão é uma etapa importante do processo de instalação deste equipamento. O comissionamento também pode ser realizado antes do retorno de um equipamento à operação, quando retirado para manutenção corretiva ou preventiva.

No comissionamento é possível identificar diversos problemas construtivos no equipamento, como resistências de contato com valores elevados, problemas no acionamento mecânico da chave e falhas de isolamento nos pontos que serão energizados.

A atividade envolve a realização de inspeções visuais, inspeções de conexões e alguns testes, como teste de continuidade e de isolamento elétrica.

Ao final dos testes deve ser gerado um relatório de comissionamento contendo todo o procedimento realizado, bem como os valores medidos durante a realização dos ensaios. Estes valores servirão futuramente de base para comparação com novos testes, indicando o desempenho do equipamento ao longo de sua vida útil.

7.1.1. Metodologia Executiva

O comissionamento é iniciado com a realização de inspeções visuais nos pontos de pintura e avaliação da qualidade de fixação dos componentes elétricos utilizados na construção da chave seccionadora. Também deve ser avaliada a existência das conexões de aterramento e sua qualidade, conforme indicado em projeto.

Realizadas as inspeções iniciais, dá-se início à etapa de testes. Nessa etapa deve-se avaliar tanto a continuidade entre os terminais elétricos da seccionadora quanto a isolação elétrica do conjunto que será energizado.

Antes do teste de continuidade, que deverá ser feito com a seccionadora fechada, é importante avaliar o funcionamento do mecanismo de abertura e fechamento da chave. A avaliação se dará conforme orientação do fabricante, a depender do tipo de mecanismo de abertura e fechamento, seja ele manual ou automático.

Em seguida, executa-se o teste de continuidade entre os terminais da chave. Para isso, é utilizado um multímetro ajustado em sua função sonora de detecção de continuidade, e deve ser testada a continuidade da conexão para cada fase do equipamento.

Depois de verificada a existência de continuidade elétrica ao longo de todos os circuitos internos do equipamento, deve-se realizar o ensaio de resistência ôhmica dos contatos. Esse ensaio é realizado por meio da aplicação de uma corrente contínua entre dois polos de uma fase da seccionadora e medição da queda de tensão entre os pontos de conexão.

Os valores de resistência obtidos devem ser comparados com os indicados pelo fabricante, respeitando a margem de variação estabelecida. O processo deve se repetir para as demais fases do equipamento.

Concluído o teste de resistência dos contatos, deve ser realizado o ensaio de isolação do equipamento. Para este teste é utilizado o equipamento megôhmetro, que por meio da aplicação controlada de uma tensão contínua, permite identificar a existência de fugas de corrente no equipamento.

No caso de fugas de corrente, o megôhmetro indicará um valor de resistência de isolação inadequado, devendo ser reavaliados os pontos de isolação do equipamento. Caso o teste não apresente problemas, pode-se executar o teste operacional.

Com todos os testes e inspeções realizadas, elabora-se o relatório de comissionamento. Neste documento, deve conter os registros de todos os procedimentos e resultados encontrados ao longo da realização do comissionamento.

7.1.2. Equipamentos

Para a realização do comissionamento em chaves seccionadoras são utilizados os equipamentos:

Tabela 305: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0787	Megôhmetro digital para medição de resistência de isolamento de até 15 TΩ, com tensão de operação de até 15 kV	h
EQ0789	Microohmímetro digital portátil, faixa de leitura 0,1 μΩ a 1 Ω, medição a 4 fios (método Kelvin), com proteção térmica	h

Fonte: FGV IBRE

7.1.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no comissionamento em chaves seccionadoras de 13,8 kV é formada por eletricitista e auxiliar técnico.

7.1.4. Materiais

Para a realização do comissionamento em chaves seccionadoras não são utilizados materiais.

7.1.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.1.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.1.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.1.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.1.9. Critério De Medição

Os serviços comissionamento em chaves seccionadoras são medidos por unidade.

7.2. Comissionamento em disjuntores

Este subgrupo compreende as composições de custos de comissionamento em disjuntores.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 62337:2020 e 14039:2005

A Tabela 306 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 306: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350119	Comissionamento em disjuntores de 13,8 kV-630 A à SF6 (gás isolante) instalado em pedestal	un
350120	Comissionamento em disjuntores de 13,8 kV- 630 A à óleo PVO (pequeno volume de óleo) em pedestal	un

Fonte: FGV IBRE

O comissionamento de disjuntores de média tensão é uma etapa importante no processo de instalação deste equipamento. O comissionamento também pode ser realizado antes do retorno de um equipamento à operação, quando retirado para a realização de manutenção corretiva ou preventiva.

No comissionamento é possível identificar diversos problemas construtivos no equipamento, como resistências de contato com valores elevados, problemas no acionamento mecânico da chave e falhas na isolação dos pontos que serão energizados.

A atividade envolve a realização de inspeções visuais, inspeções de conexões, e alguns testes, como continuidade e isolação elétrica.

Ao final dos testes deve ser gerado um relatório de comissionamento contendo todo o procedimento realizado, bem como os valores medidos durante a realização dos ensaios. Estes valores servirão futuramente de base para comparação com novos testes, indicando o desempenho do equipamento ao longo de sua vida útil.

7.2.1. Metodologia Executiva

O comissionamento é iniciado com a realização de inspeções visuais nos pontos de pintura e de avaliação da qualidade de fixação dos componentes elétricos utilizados na construção do disjuntor.

Também deve ser verificada a existência das conexões de aterramento e sua qualidade, conforme indicado em projeto, bem como do mecanismo de inserção e retirada do disjuntor.

É importante que o painel esteja devidamente nivelado e não exista nenhum tipo de avaria nos trilhos que guiam o disjuntor aos pontos de conexão com as barras internas do painel. Uma conexão inadequada pode resultar em um ponto quente, danificando os contatos do disjuntor, e podendo causar um dano maior com o passar do tempo.

Em seguida devem ser avaliados os níveis de óleo ou pressão do gás do disjuntor, bem como sua estanqueidade, ou seja, verificação de que não existem pontos de vazamentos do material isolante.

Com as inspeções visuais concluídas, inicia-se a etapa de ensaios. A operação correta do disjuntor depende, além de diversos fatores, da velocidade de abertura dos contatos, bem como a sincronicidade de abertura entre eles. Para avaliar se este parâmetro está adequado, conforme os dados de fabricação do equipamento, realiza-se o ensaio de oscilografagem.

Nesse ensaio é utilizado o equipamento Oscilógrafo. Esse grava os tempos de abertura e fechamento dos contatos de arco por meio dos seus canais de temporização. O equipamento também registra os gráficos das correntes das bobinas de abertura e fechamento e os deslocamentos das partes móveis.

Em seguida, é executado o ensaio de continuidade, sendo que esse deve ser feito com o disjuntor fechado. O teste de continuidade entre os terminais de entrada e saída do disjuntor é executado com auxílio de um multímetro ajustado em sua função sonora de detecção de continuidade. Deve ser testada a continuidade da conexão para cada fase do equipamento.

Depois de verificada a existência de continuidade elétrica ao longo de todos os circuitos internos do equipamento, deve-se realizar o ensaio de resistência ôhmica dos contatos.

O ensaio de resistência ôhmica é realizado por meio da aplicação de uma corrente contínua entre dois polos de uma fase do disjuntor e da medição da queda de tensão entre os pontos de conexão. Os valores de resistência obtidos devem ser comparados com os indicados pelo fabricante, respeitando a margem de variação estabelecida. O processo deve se repetir para as demais fases do equipamento.

Por fim, é executado o ensaio de isolamento do equipamento. Para este teste deve ser utilizado o equipamento megôhmetro, que por meio da aplicação controlada de uma tensão contínua, permite identificar a existência de fugas de corrente no equipamento testado. Neste caso, o megôhmetro indicará um valor de resistência inadequado, devendo ser reavaliados os pontos de isolamento do equipamento.

Com todos os testes e inspeções realizadas, elabora-se o relatório de comissionamento. Neste documento, deve conter os registros de todos os procedimentos e resultados encontrados ao longo da realização do comissionamento.

7.2.2. Equipamentos

Para a realização do serviço comissionamento em disjuntores são utilizados os equipamentos:

Tabela 307: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0787	Megôhmetro digital para medição de resistência de isolamento de até 15 TΩ, com tensão de operação de até 15 kV	h
EQ0789	Microohmímetro digital portátil, faixa de leitura 0,1 μΩ a 1 Ω, medição a 4 fios (método Kelvin), com proteção térmica	h
EQ0791	Oscilógrafo digital, com canais analógicos, auxiliares e de controle de bobinas, e capacidade de medição de tempo de abertura de contatos	h

Fonte: FGV IBRE

7.2.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço comissionamento em disjuntores é formada por um eletricitista e um técnico especializado.

7.2.4. Materiais

Para a realização dos serviços de comissionamento em disjuntores não são utilizados materiais.

7.2.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.2.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.2.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.2.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.2.9. Critério De Medição

Os serviços de comissionamento em disjuntores são medidos por unidade.

7.3. Comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição

Este subgrupo compreende as composições de custos de comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IED 61439-6:2018.

A Tabela 308 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidade de medição do serviço.

Tabela 308: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350112	Comissionamento em disjuntores de baixa tensão motorizado corrente nominal 2000 A instalado em painel	un
350113	Comissionamento em painéis de distribuição de energia em baixa tensão	un
350114	Comissionamento em Tabelas elétricos de distribuição de luz e força em baixa tensão	un

Fonte: FGV IBRE

O comissionamento em Tabelas e painéis elétricos é uma etapa importante do processo de fabricação destes equipamentos. No comissionamento é possível identificar diversos problemas construtivos nos painéis e Tabelas, bem como em seus equipamentos internos.

O comissionamento também pode ser realizado antes do retorno de um equipamento à operação, por exemplo, quando retirado para manutenção corretiva ou preventiva.

A atividade envolve a realização de inspeções visuais, inspeções de conexões e alguns testes, como teste de continuidade e de isolação elétrica.

Ao final dos testes deve ser gerado um relatório de comissionamento contendo todo o procedimento realizado, bem como os valores medidos durante a realização dos testes. Estes valores servirão futuramente de base para comparação com novos testes, indicando o desempenho do equipamento ao longo de sua vida útil.

7.3.1. Metodologia Executiva

O comissionamento é iniciado com a realização de inspeções visuais nos pontos de pintura e avaliação da qualidade de fixação dos componentes elétricos utilizados na construção dos Tabelas e painéis. Também deve ser avaliada a existência das conexões de aterramento e sua qualidade, conforme projeto específico de cada Tabela/painel.

Realizadas as inspeções, dá-se início à etapa de testes. Nessa é importante avaliar tanto a continuidade dos circuitos elétricos no interior dos Tabelas/painéis, bem como a isolação elétrica de todos os componentes em relação à terra.

Para o teste de continuidade, é utilizado um multímetro ajustado para sua função sonora de detecção de continuidade e devem ser testados todos os circuitos internos do quadro/painel. Este teste pode variar de acordo com a complexidade dos circuitos internos dos equipamentos.

No processo, é importante ter em mãos o projeto de fabricação do quadro/painel, para que seja possível fazer o acompanhamento do andamento dos pontos já testados.

Em seguida, deve-se realizar o teste de isolamento do quadro/painel, utilizando o equipamento megôhmetro. Esse, por meio da aplicação controlada de uma tensão contínua, permite identificar a existência de fugas de corrente no equipamento testado.

No caso de fuga de corrente, o megôhmetro indicará um valor de resistência inadequado entre os componentes e as partes construtivas dos Tabelas/painéis. Caso o teste não apresente problemas, pode-se iniciar a etapa de teste operacional.

Na etapa de teste operacional o equipamento é energizado, com tensão nominal, e verifica-se o comportamento dos componentes internos dos Tabelas/painéis. Caso existam componentes de comando e controle (relés, contadoras etc.), estes também devem ser testados nesta etapa.

O tempo de execução do teste operacional depende da complexidade de cada Tabela/painel. Logo, cabe ao orçamentista, com o auxílio de técnicos, avaliar a necessidade de revisão do tempo de execução desta etapa do serviço.

Com todos os testes e inspeções realizadas, elabora-se o relatório de comissionamento. Neste documento, deve conter os registros de todos os procedimentos e resultados encontrados ao longo da realização do comissionamento.

Para o comissionamento do disjuntor motorizado de baixa tensão, que também compõe este subgrupo, realiza-se um processo semelhante, iniciado por meio da inspeção da instalação mecânica do disjuntor, inspeção dos mecanismos de extração e inserção do equipamento e aterramento. Além das inspeções, devem ser realizados os testes de funcionamento e continuidade dos polos do disjuntor.

Da mesma forma, com todos os testes e inspeções concluídos, deve ser realizado o registro das informações no relatório de comissionamento do equipamento.

7.3.2. Equipamentos

Para a realização dos serviços de comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição é utilizado o equipamento: *EQ0787 - Megôhmetro Digital para medição de resistências de isolamento de até 15TΩ, com tensão de operação de até 15kV.*

7.3.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no serviço comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição é formada por um eletricista e um auxiliar técnico.

7.3.4. Materiais

Para a realização do comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição não são utilizados materiais.

7.3.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva do equipamento é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.3.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.3.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.3.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.3.9. Critério De Medição

Os serviços comissionamento em painéis e Tabelas de distribuição são medidos por unidade.

7.4. Comissionamento em transformadores de corrente e transformadores de potencial

Este subgrupo compreende as composições de custos de comissionamento em transformadores de corrente (TCs) e transformadores de potencial (TPs).

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5356:2007 e IEC 62337:2020.

A Tabela 309 apresenta a descrição das composições de custos revisadas, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 309: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350117	Comissionamento em transformadores de corrente 13,8 kV-400/5 A	un
350118	Comissionamento em transformador de potencial 13,8 kV / 0,127 kV	un

Fonte: FGV IBRE

O comissionamento dos transformadores de potencial e corrente é uma etapa importante do processo de instalação destes equipamentos. O comissionamento também pode ser realizado antes do retorno de um equipamento à operação, quando retirado para manutenção corretiva ou preventiva.

No comissionamento é possível identificar diversos problemas construtivos no equipamento, como falhas de isolamento e nas relações de transformação.

A atividade envolve a realização de inspeções visuais e alguns testes, como resistência dos enrolamentos, isolamento elétrica e relação de transformação.

Ao final dos testes deve ser gerado um relatório de comissionamento contendo todo o procedimento realizado, bem como os valores medidos durante a realização dos ensaios. Estes valores servirão futuramente de base para comparação com novos testes, indicando o desempenho do equipamento ao longo de sua vida útil.

Neste subgrupo foram considerados os testes usualmente realizados em transformadores de potencial e de corrente.

a) Transformador de potencial:

- Ensaio de resistência de isolamento;
- Ensaio de relação de transformação;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de resistência ôhmica de enrolamento.

b) Transformador de corrente:

- Ensaio de resistência de isolamento;
- Ensaio de relação de transformação;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de resistência ôhmica de enrolamento;
- Levantamento da curva de saturação.

7.4.1. Metodologia Executiva

O comissionamento é iniciado com a inspeção dos isoladores e da fixação do transformador. O equipamento deve estar bem fixo em seu local de operação e os isoladores não devem apresentar indício de avarias.

Além dos isoladores e da fixação, é importante inspecionar a pintura do equipamento, pois essa tem função de proteção contra oxidação. Logo, pontos expostos, sem a pintura adequada, devem ser corrigidos antes do retorno do equipamento à operação.

Em seguida, é executado o ensaio de resistência de isolamento. Esse ensaio deve ser realizado por meio do curto-circuitamento dos enrolamentos de cada lado do transformador. Com isso, é feita aplicação de tensão contínua e monitora-se as possíveis correntes de fuga no equipamento.

Para esta etapa deve ser utilizado equipamento megôhmetro. O equipamento deve ser configurado com parâmetros adequados para cada equipamento a ser testado e estar com seus procedimentos de aferição válidos.

Deve-se avaliar a isolação entre o primário do transformador e terra, entre primário e secundário do transformador, e entre o secundário do transformador e terra. Depois de colhidos todos os dados o curto-circuitamento é retirado para que seja dada continuidade aos demais ensaios.

Para o ensaio de relação de transformação, com o transformador preparado, o equipamento TTR deve ser conectado nos terminais primário e secundário de uma mesma fase do transformador e então é realizada a medição da relação de transformação.

Em seguida, é executado o ensaio de polaridade. Este ensaio é realizado por meio da ligação dos terminais primários do transformador a uma fonte de corrente contínua, em

conjunto com um voltímetro de corrente contínua, de modo a se obter uma deflexão positiva ao ligar a fonte CC.

Dessa forma, é possível medir nos terminais secundários do transformador, com o auxílio de outro voltímetro, o sentido do valor medido, determinando assim a polaridade correta do equipamento.

Dando continuidade ao serviço de comissionamento, inicia-se o ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos. Com o equipamento preparado, a fonte de corrente contínua deve ser conectada entre os terminais de cada enrolamento. Em seguida, aplica-se, por não mais que 1 minuto, uma tensão correspondente a uma corrente menor que 15% do valor nominal do objeto testado.

Com a aplicação de uma corrente conhecida, é possível calcular o valor da resistência ôhmica do enrolamento por meio dos valores de queda de tensão registrados entre os pontos de medição. Os testes devem ser executados em cada enrolamento.

Para o comissionamento do transformador de corrente é necessária a realização do levantamento da curva de saturação do equipamento. Esta informação é importante para identificar o comportamento das correntes no secundário do TC em virtude de elevações de correntes no primário.

O ensaio é executado a partir da aplicação de uma tensão de excitação à frequência industrial, no secundário do TC, com o enrolamento primário aberto. A tensão aplicada gera no circuito uma corrente de excitação. Essa corrente absorvida pelo núcleo representa a intensidade de excitação proporcional ao circuito magnético. O objetivo do ensaio é realizar uma simulação da tensão secundária que seria gerada sob uma carga nominal conectada ao TC em operação.

Com todos os ensaios concluídos, todos os dados e procedimentos adotados ao longo do comissionamento devem ser registrados em um relatório específico de registro do serviço.

7.4.2. Equipamentos

Para a realização do serviço de comissionamento em TCs e TPs são utilizados os equipamentos:

Tabela 310: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0787	Megôhmetro digital para medição de resistência de isolamento de até 15 T Ω , com tensão de operação de até 15 kV	h
EQ0789	Microohmímetro digital portátil, faixa de leitura 0,1 $\mu\Omega$ a 1 Ω , medição a 4 fios (método Kelvin), com proteção térmica	h

Código	Descrição	Unidade
EQ0788	Medidor digital de relação de transformação para transformadores, tipo TTR, com bateria interna, incluindo 4 cabos para teste	h

Fonte: FGV IBRE

7.4.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada serviços de comissionamento em TCs e TPs é formada por um eletricitista e um técnico especializado.

7.4.4. Materiais

Para a realização dos serviços de comissionamento em TCs e TPs não são utilizados materiais.

7.4.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.4.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.4.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.4.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.4.9. Critério De Medição

Os serviços de comissionamento em TCs e TPs são medidos por unidade.

7.5. Comissionamento em transformadores de potência

Este subgrupo compreende as composições de custos de comissionamento em transformadores de potência.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5356:2007 e IEC 62337:2020.

A Tabela 311 apresenta a descrição da composição de custos revisada (350111) e da composição de custos criada (350447), assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

Tabela 311: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350111	Comissionamento em transformadores monofásicos com potência de 50 a 300 kVA	un
350447	Comissionamento em transformadores trifásicos com potência de 50 a 300 kVA	un

Fonte: FGV IBRE

O serviço de comissionamento de transformadores de potência é uma atividade importante para garantir o correto funcionamento operacional do equipamento. Para a sua execução devem ser realizados diversos testes, inspeções e procedimentos que permitam verificar se os parâmetros do equipamento instalado em campo estão compatíveis com os parâmetros de fábrica.

Além disso, os testes de comissionamento servirão como base para comparação com testes de manutenção semelhantes, realizados ao longo da operação do equipamento.

Para este subgrupo foram considerados procedimentos de inspeção do equipamento, válido para todos os tipos de transformadores de potência entre 50 a 300 kVA, bem como alguns testes comumente realizados antes da energização de transformadores.

Para situações específicas podem ser solicitados outros testes além dos relacionados nestas composições.

7.5.1. Metodologia Executiva

O serviço é iniciado com a verificação dos pontos de fixação do transformador. Deve ser verificada a integridade dos parafusos ou chumbadores de fixação, de forma que fique garantida a estabilidade do transformador no caso de situações de falta, ou seja, para os casos em que possa haver vibrações do equipamento por conta de correntes de curto.

Outro ponto importante na realização do comissionamento é a verificação dos isoladores de alta e baixa do transformador. Estes materiais não podem apresentar trincas ou rachaduras que comprometam as características de isolamento destes materiais.

Os transformadores, normalmente instalados em ambiente externo, possuem pintura que evita a oxidação de sua carcaça por ação do tempo. Assim, devem ser verificados possíveis pontos de falha na pintura para que não haja oxidação destes pontos após um período de operação do equipamento.

A inspeção visual deve abordar a verificação de possíveis pontos de vazamento do transformador, bem como o correto funcionamento de equipamentos auxiliares como medidores de temperatura, ventilação forçada, medidores de pressão etc.

Após a realização das inspeções visuais são realizados os ensaios de resistência de isolamento, relação de transformação, fator de potência e resistência ôhmica de enrolamento.

Por fim, são verificadas todas as conexões elétricas dos terminais de alta e baixa tensão do transformador, bem como as condições de aterramento da carcaça do equipamento.

Com o equipamento completamente testado e inspecionado deve-se realizar o teste operacional a frio e em carga. Este teste consiste basicamente na avaliação do desempenho do equipamento energizado em sua rede de operação.

Com todos os testes concluídos, é gerado um relatório de comissionamento registrando todas as características encontradas, bem como os valores medidos nos ensaios realizados.

7.5.2. Equipamentos

Para a realização do comissionamento em transformadores de potência não são utilizados equipamentos.

7.5.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada no comissionamento em transformadores de potência é formada por um eletricitista e um técnico especializado.

7.5.4. Materiais

Para a realização do comissionamento em transformadores de potência não são utilizados materiais.

7.5.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

Fe representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

Tciclo representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

7.5.6. Serviços Auxiliares

Para a realização do comissionamento em transformadores de potência são utilizadas as Composições Auxiliares:

Tabela 312: Serviços Auxiliares

Código	Descrição	Unidade
350107	Teste de medição de resistência de isolamento em transformador monofásico, utilizando megôhmetro	un
350108	Teste de medição de resistência de isolamento em transformador trifásico, utilizando megôhmetro	un
350109	Teste de relação de transformação em transformador monofásico, utilizando instrumento TTR	un
350110	Teste de relação de transformação em transformador trifásico, utilizando instrumento TTR	un
350443	Teste de medição de fator de potência em transformador monofásico, utilizando medidor de fator de potência	un
350444	Teste de medição de fator de potência em transformador trifásico, utilizando medidor de fator de potência	un
350445	Teste de medição de resistência ôhmica dos enrolamentos em transformador monofásico, utilizando microohmímetro digital	un
350446	Teste de medição de resistência ôhmica dos enrolamentos em transformador trifásico, utilizando microohmímetro digital	un

Fonte: FGV IBRE

7.5.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.5.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.5.9. Critério De Medição

Os serviços de comissionamento em transformadores de potência são medidos por unidade.

7.6. Teste e comissionamento de equipamentos em subestações digitalizadas

Este subgrupo apresenta as novas composições de custos de teste e comissionamento de equipamentos em subestações digitalizadas.

Os serviços deste subgrupo são aplicados na montagem de subestações digitalizadas com capacidade para manutenção autônoma. A montagem da subestação inclui a substituição de relés de proteção eletromecânicos por relés de proteção digitais nos painéis de controle e modernização do painel de comunicação.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR IEC 62337:2020.

A Tabela 313 apresenta a descrição das novas composições de custos, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição dos serviços.

Tabela 313: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350437	Teste e comissionamento de IED de um relé de proteção e controle para transformadores, alimentadores, retificadores e linhas de transmissão, excluindo fornecimento de material	un
350438	Teste e comissionamento de equipamentos de painel de comunicação, incluindo 1 concentrador de dados, 2 switches gerenciáveis e 1 sincronizador de tempo, excluindo fornecimento de material	un
350439	Teste e comissionamento de um controlador de automação programável, excluindo fornecimento de material	un

Fonte: FGV IBRE

7.6.1. Metodologia Executiva

Para montagem de subestação digitalizada com capacidade para manutenção autônoma, são necessários os seguintes serviços:

- Isolação dos painéis;
- Desmontagem dos equipamentos internos antigos;
- Retirada do cabeamento antigo;
- Adequação/substituição da chaparia;
- Instalação das IEDs;
- Instalação dos equipamentos de supervisão;
- Interligação da parte de potência;
- Interligação da parte de comunicação;
- Teste e comissionamento da subestação.

A metodologia executiva do serviço de teste e comissionamento de equipamentos é composto pelas seguintes etapas:

- a) 350037 - Teste e comissionamento de IED de 1 relé de proteção e controle para transformadores/ alimentadores/ retificadores/ linhas de transmissão

Na primeira etapa do serviço é feita a configuração dos parâmetros de campo que são as referências para todos os cálculos realizados pelo relé de proteção.

Dessa forma, deve ser checada a disponibilidade dos sinais de entrada fornecidos pelos TCs e TPs de campo, verificando as relações de transformação específicas para cada equipamento.

Em seguida deve-se proceder com os ajustes de proteção definidos para cada equipamento. Em projeto são definidos os tempos de atuação para cada função de proteção com base em curvas de ajustes. Desta forma, devem ser transpostos os parâmetros de proteção definidos em projeto para o relé de proteção em campo.

Os relés, caso tenham sido testados em fábrica, já estarão com pré- configurações definidas, o que pode trazer um impacto no tempo de execução previsto para esta etapa.

Com as configurações locais do relé definidas, deve-se então realizar a configuração da comunicação do equipamento com o concentrador de dados ou outro equipamento da mesma arquitetura de rede.

Por fim, são executados os testes integrados com outros dispositivos do sistema de proteção. Em geral, estes equipamentos são associados a outros relés e controladores.

Assim, testes integrados devem ser realizados ao final do comissionamento do relé em questão para garantia do correto funcionamento do dispositivo quando integrado em uma rede de proteção;

O tempo de execução desta etapa tem relação direta com o nível de integração desta proteção com outros dispositivos. Assim, deve-se observar, conforme cada projeto em específico, a aplicabilidade dos tempos de referência aqui estabelecidos.

- b) 350038 - Teste e comissionamento de equipamentos de painel de comunicação, incluindo 1 concentrador de dados, 2 switches gerenciáveis e 1 sincronizador de tempo

Na primeira etapa do serviço é feita a configuração do concentrador de dados da subestação. Este dispositivo tem papel importante na operação da subestação, podendo operar como gateway de comunicação, como interface de comunicação entre todos os dispositivos do sistema de proteção, além de realizar funções de armazenamento e operações lógicas definidas para a atuação coordenada das IEDs de proteção.

O concentrador de dados pode, ainda, operar como SCADA, IHM, ou controlador da subestação. Desta forma, é importante que o tempo de execução desta atividade seja sempre compatibilizado com a aplicação real de cada projeto.

Em seguida deve-se proceder com a configuração dos switches gerenciáveis. Foram considerados dois switches para a composição da arquitetura de rede de comunicação.

Depois de configurados os parâmetros principais dos equipamentos, deve se realizar os testes de comunicação com todos os dispositivos do painel de comunicação.

Outra etapa do comissionamento do painel de comunicação é a configuração do sincronizador de tempo. Trata-se de um equipamento de ajustes mais simples, que será responsável pela definição da estampa de tempo a ser utilizada por todas as IEDs do sistema de proteção.

Com os meios físicos de comunicação configurados e disponíveis, deve-se realizar testes com todos os equipamentos conectados ao concentrador de dados.

Por fim, são executados os testes integrados com outros dispositivos do sistema de proteção.

c) 350439 - Teste e comissionamento de 1 Controlador de Automação Programável:

Na primeira etapa do serviço é feita a configuração dos parâmetros de campo que são as referências de entrada para o controlador. Assim, deve ser checada a disponibilidade dos sinais de entrada fornecidos pelos equipamentos que serão monitorados, verificando as relações de conversão dos sinais em digitais.

Em seguida deve-se proceder com a programação interna do controlador, estabelecendo lógicas de operação do sinal de entrada disponibilizado, para retorno da informação ao painel de comunicação.

Os controladores, em geral, são utilizados em complemento aos relés de proteção para desempenhar funções de monitoramento auxiliares. As informações geradas pelo controlador

podem ser utilizadas em outras operações importantes do sistema de proteção, controle e monitoramento da subestação.

O tempo gasto na parametrização do equipamento dependerá ainda da quantidade de funções que serão utilizadas para cada equipamento monitorado.

Com as configurações locais do controlador definidas, deve-se então realizar a configuração da comunicação do equipamento com o concentrador de dados.

Por fim, são executados testes integrados com outros dispositivos do sistema de proteção. Em geral, estes equipamentos são associados a outros relés e controladores.

Assim, testes integrados devem ser realizados ao final do comissionamento do relé em questão para garantia do correto funcionamento do dispositivo quando integrado em uma rede de proteção.

7.6.2. Equipamentos

Neste subgrupo são utilizados os seguintes equipamentos:

Tabela 314: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0769	Laptop 14" com processador, placa de vídeo e memória compatíveis à função CAD/SIG	h
EQ0786	Mala de teste compacta para proteção, automação e controle	h

Fonte: FGV IBRE

7.6.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada neste subgrupo é formada por 01 eletricista e 01 engenheiro pleno.

7.6.4. Materiais

No serviço não são empregados materiais.

7.6.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.6.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.6.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.6.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.6.9. Critério De Medição

Os serviços de teste e comissionamento de equipamentos são medidos por unidade executada.

7.7. Testes em transformadores

Este subgrupo compreende as composições de custos de testes em transformadores. A Tabela 315 apresenta a descrição das composições de custos, assim como seus respectivos códigos e unidades de medição do serviço.

A CCU deste subgrupo pode ser utilizada tanto em obras brownfield quanto em obras greenfield e utiliza o seguinte normativo: ABNT NBR 5356:2007

As CCUs 350107, 350108, 350109 e 350110 foram revisadas. As demais CCUs (350443, 350444, 350445 e 350446) foram criadas nesta entrega.

Tabela 315: Composições de custos

Código	Descrição	Unidade
350107	Teste de medição de resistência de isolamento em transformador monofásico, utilizando megôhmetro	un
350108	Teste de medição de resistência de isolamento em transformador trifásico, utilizando megôhmetro	un
350109	Teste de relação de transformação em transformador monofásico, utilizando instrumento TTR	un
350110	Teste de relação de transformação em transformador trifásico, utilizando instrumento TTR	un
350443	Teste de medição de fator de potência em transformador monofásico, utilizando medidor de fator de potência	un
350444	Teste de medição de fator de potência em transformador trifásico, utilizando medidor de fator de potência	un
350445	Teste de medição de resistência ôhmica dos enrolamentos em transformador monofásico, utilizando microohmímetro digital	un
350446	Teste de medição de resistência ôhmica dos enrolamentos em transformador trifásico, utilizando microohmímetro digital	un

Fonte: FGV IBRE

Para as composições foram considerados os testes mais comuns de serem realizados em transformadores de potência:

- Ensaio de resistência de isolamento;
- Ensaio de relação de transformação;
- Ensaio de fator de potência;
- Ensaio de resistência ôhmica de enrolamento.

Os ensaios apresentados acima podem ser realizados antes da primeira energização do equipamento ou ao longo de sua operação por meio de manutenções periódicas. Além destes ensaios, outros mais específicos podem ser adotados para identificar ou avaliar questões pontuais do transformador.

A seguir é apresentada uma breve descrição de cada ensaio.

a) Ensaio de relação de transformação em transformadores de potência

Este ensaio é executado para garantia da operação adequada e segura do transformador de potência. O objetivo principal é avaliar se os parâmetros de transformação do equipamento encontram-se compatíveis com os valores nominais especificados.

Problemas na relação de transformação do equipamento podem resultar na transformação de energia para valores inadequados, piorando a qualidade da energia da rede em que o equipamento está conectado.

Valores incorretos da relação de transformação, ou seja, incompatíveis com os valores nominais de equipamento podem indicar dano nas espiras do transformador ou até mesmo algum problema construtivo do equipamento.

b) Ensaio de resistência de isolamento

Neste ensaio é utilizado o equipamento megôhmetro. Esse, por meio da aplicação de tensão contínua, em níveis compatíveis com o equipamento testado, permite a avaliação da existência de curtos-circuitos e falhas de isolamento no transformador, detectados no caso de existência de fuga de corrente para a terra durante o procedimento de teste.

A leitura de valores de resistência de isolamento fora dos limites previamente estabelecidos pode indicar a necessidade de correção de alguma falha, indisponibilizando a operação do equipamento.

c) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos

Este ensaio pode ser realizado pela aplicação de uma corrente contínua conhecida, em um dos terminais do transformador, e medição do valor da queda de tensão no outro terminal. Com os parâmetros do transformador conhecidos é possível calcular a resistência ôhmica dos enrolamentos. Para o teste utiliza-se uma fonte de corrente contínua.

d) Ensaio de fator de potência ou de medição de perdas dielétricas

Este ensaio determina as condições da isolação por meio da análise das características do material isolante com aplicação de tensão alternada. Normalmente são aplicadas tensões entre 2 e 12 kVca, e são medidas as correntes de carga e perdas dielétricas em forma de potência ativa no equipamento.

Para este teste pode ser utilizado o equipamento Doble.

7.7.1. Metodologia Executiva

Para a realização de todos os testes é importante que sejam observados todos os procedimentos de segurança conforme a norma regulamentadora NR10, garantindo assim a segurança dos trabalhadores envolvidos no processo.

Com o transformador desenergizado e o aterramento provisório implantado, os testes podem ser iniciados. Todos os testes têm em comum a etapa de desconexão de todos os cabos de força do equipamento e, após a realização dos testes, a etapa de reconexão dos cabos. Segue a metodologia executiva dos serviços:

a) Ensaio de resistência de isolamento

Com o equipamento preparado, inicia-se o procedimento de teste por meio da curto-circuitamento dos enrolamentos de cada lado do transformador. Com isso, é feita aplicação de tensão contínua e monitoramento de possíveis correntes de fuga no equipamento. Para esta etapa deve ser utilizado o equipamento megôhmetro.

O equipamento deverá ser configurado com parâmetros adequados para cada equipamento a ser testado e deverá estar com seus procedimentos de aferição válidos.

Deve ser avaliada a isolação entre lados de alta do transformador e terra, entre os lados de alta e baixa do transformador, e entre o lado de baixa do transformador e terra.

Depois de colhidos todos os dados, é feita a retirada do curto-circuitamento dos polos e realizar a reconexão dos cabos de força.

b) Ensaio de relação de transformação

Com o transformador preparado, o equipamento TTR é conectado aos terminais de alta e baixa tensão de uma mesma fase do transformador. Em seguida, é realizada a medição da relação de transformação.

O procedimento deve se repetir para cada fase do transformador. Em caso de transformadores com vários taps, o procedimento deve-se repetir para cada fase em cada um dos taps do equipamento.

c) Ensaio de resistência ôhmica dos enrolamentos

Com o equipamento preparado, a fonte de corrente contínua deve ser conectada entre os terminais de cada enrolamento. Em seguida, aplica-se, por não mais que 1 minuto, uma tensão correspondente a uma corrente menor que 15% do valor nominal do objeto testado.

Com a aplicação de uma corrente conhecida, é possível calcular o valor da resistência ôhmica do enrolamento por meio dos valores de queda de tensão registrados entre os pontos de medição. Os testes devem ser executados em cada enrolamento.

d) Ensaio de fator de potência

Com o transformador preparado, o equipamento DOBLE é conectado. Aplica-se a tensão alternada e são registrados os valores de dissipação e capacitância no equipamento.

Diferentes esquemas de conexão devem ser realizados para transformadores com diferentes características.

Ao final de cada teste, deve-se realizar o reestabelecimento das condições iniciais do transformador e a reconexão de todos os cabos de potência do equipamento.

7.7.2. Equipamentos

Para a realização dos testes em transformadores são utilizados os equipamentos:

Tabela 316: Equipamentos

Código	Descrição	Unidade
EQ0787	Megôhmetro digital para medição de resistência de isolamento de até 15 TΩ, com tensão de operação de até 15 kV	h
EQ0788	Medidor digital de relação de transformação para transformadores, tipo TTR, com bateria interna, incluindo 4 cabos para teste	h
EQ0789	Microohmímetro digital portátil, faixa de leitura 0,1 μΩ a 1 Ω, medição a 4 fios (método Kelvin), com proteção térmica	h
EQ0790	Medidor digital de capacitância e fator de potência portátil, variação de frequência de 1 a 500 Hz, para ensaios de até 12 kV	h

Fonte: FGV IBRE

7.7.3. Mão De Obra

A equipe de mão de obra empregada nos testes em transformadores é formada por um eletricista e um ajudante especializado.

7.7.4. Materiais

Neste serviço não são empregados materiais.

7.7.5. Produção da Equipe

A produção de equipe do serviço deste subgrupo é definida pela capacidade produtiva da mão de obra. Sendo assim, a produção horária da equipe, dada em unidades por hora, é determinada por meio da seguinte expressão matemática.

$$P = \frac{Q \times F_e}{T_{\text{ciclo}}}$$

Em que:

P representa a produção horária da equipe, em un/h;

Q representa a quantidade de unidades executadas por ciclo, em un;

F_e representa o fator de eficiência, igual a 0,83;

T_{ciclo} representa o tempo total de ciclo para a execução das atividades que compõe o ciclo, em horas.

A parcela produtiva dos equipamentos é obtida por meio da seguinte fórmula.

$$P_{aux} = \frac{P_{equipe}}{P' \times n}$$

Em que:

P_{aux} representa a produtividade do equipamento auxiliar;

P_{equipe} representa a produção da equipe, em un/h;

P' representa a produção horária do equipamento auxiliar, em un/h.

n representa o número de equipamentos auxiliares utilizados, em un.

7.7.6. Serviços Auxiliares

Não são aplicados serviços auxiliares na execução do presente serviço.

7.7.7. Tempo Fixo

Não se aplica.

7.7.8. Momento De Transportes

Não se aplica.

7.7.9. Critério De Medição

Os serviços de testes em transformadores são medidos por unidade executada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15688: Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus**. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15992: Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV**. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalação elétrica de baixa tensão**. Rio de Janeiro. 2018.

ABB. **Baixa Tensão**. 2021. Disponível em: < <https://new.abb.com/br/catalogos-ep> > . Acesso em: 18 de outubro de 2021.

ABRAMAN. **Disjuntor**. 2018. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br> > . Acesso em: 18 de abril de 2018.

CITISYSTEMS. **Capacitores**. 2021. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/loja/> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

CPFL. **Energia**. 2018. Disponível em: < <https://www.cpfl.com.br/busca/results.aspx?k=NORMAS> > . Acesso em: 10 de abril de 2018.

CLAMPER. **Produtos**. 2021. Disponível em: < https://www.lojaclamper.com.br/?utm_source=google&utm_medium=cpc&keyword=empres+a%20clamper&gclid=Cj0KCQjwtrSLBhCLARIsACh6Rmh6Z1Sotsqh8Qqj37xSL2AmnQqLzg33e58VPVa2PyhHpQCCFFIL3tEaAq7DEALw_wcB > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

COLINAS. **Aterramento**. 2021. Disponível em: < <http://colinas.comunidades.net/eletricista-em-geral> > . Acesso em: 10 de abril de 2018.

CONIMEL. **Conexões**. 2021. Disponível em: < <http://www.conimel.com.br> > . Acesso em: 10 de abril de 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 01 – Metodologia e Conceitos**. 1ª edição, Rio de Janeiro, 2017a. 12v.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 10 - Conteúdo 9: Ferrovias**. 1ª edição, Rio de Janeiro, 2017b. 12v.

EDP. **Normativo**. 2021. Disponível em: < <https://www.edp.com.br/CentralDocumentos/PT.DT.PDN.03.14.001.pdf> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

EXOSOLDA. **Solda**. 2018. Disponível em: < <https://www.exosolda.com.br> > . Acesso em: 10 de abril de 2018.

FECOERGS. **Padrões de Projeto OTD 035.03.01.** 2021. Disponível em:< <https://www.fecoergs.com.br/pagina.php?cont=padroesProjetos> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

INDIAMART. **Fita de advertência.** 2018. Disponível em:< <https://www.indiamart.com/> > . Acesso em: 10 de abril de 2018.

INOVARUM. **Transformador.** 2018. Disponível em:< <https://inovarum.net/geral/comissionamento-e-ensaios-eletricos-em-subestacao/>> . Acesso em: 10 de abril de 2018.

JUNIOR, M. D. R. T. **Cabos de Energia.** Editora Artliber. Rio de Janeiro. 2004.

KANAFLEX. **Manual.** 2021. Disponível em:< <http://www.kanaflex.com.br/documentos/MANUAL%20KL%2015.pdf> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

LGM. **Montagens Elétricas.** 2018. Disponível em:< <https://www.lgme.com.br/>> . Acesso em: 10 de abril de 2018.

PLP. **Alça Preformada.** 2021. Disponível em:< <https://plp.com.br/energia/distribuicao/ancoragem-fim-de-linha/alca-preformada-de-distribuicao-dg/>> . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

SALA. **Elétrica.** 2021. Disponível em:< <https://www.saladaelettrica.com.br/?ref=A40106758H&hsrc=cDEwaw%3D%3D> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.

WEG. **Manual para Correção do Fator de Potência.** 2021. Disponível em:< <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hea/h8b/WEG-correcao-do-fator-de-potencia-958-manual-portugues-br.pdf> > . Acesso em: 10 de outubro de 2021.