



Prefeitura de  
**FRANCISCO BELTRÃO**

# Projeto para Estruturação da PPP de Iluminação Pública Francisco Beltrão - PR Estudos de Engenharia





## SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
2. MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP.....	2
2.1. Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública.....	3
2.2. Software para Simulação.....	5
2.3. Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização.....	7
2.3.1. Portaria INMETRO.....	7
2.3.2. Selo PROCEL.....	8
2.3.3. Índice de Reprodução de Cores (IRC).....	8
2.3.4. Temperatura de Cor Correlata (TCC).....	9
2.3.5. Poluição Luminosa.....	10
2.3.6. Informações Obtidas no Trabalho de Campo.....	12
2.3.7. Curvas Fotométricas.....	14
2.3.8. Norma ABNT NBR 5101/2018.....	15
2.4. Resultados das Simulações Luminotécnicas.....	16
2.4.1. Simulações.....	17
2.4.2. Premissas para Parâmetros de Montagem.....	21
2.4.3. Fornecedores utilizados como referência.....	23
2.4.4. Redução das Emissões de CO2.....	27
2.5. Faixas de Pedestres.....	29
2.5.1. Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres.....	29
2.5.2. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres.....	29
2.5.2.1. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres com Iluminação Dinâmica.....	31
2.6. Ciclovias e Ciclofaixas.....	38
2.6.1. Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas.....	38
2.6.2. Estudo Referencial para Ciclovias.....	39
2.7. SuperPostes.....	41
2.8. Super Iluminância.....	44
3. ILUMINAÇÃO ESPECIAL.....	46



3.1. Diretrizes Gerais .....	48
3.2. Descritivo dos Equipamentos para Iluminação Especial .....	50
3.3. Diretrizes Específicas .....	55
3.3.1. Torre da Concatedral .....	56
3.3.2. Igreja Seção Jacaré .....	64
3.3.3. Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria .....	71
3.3.4. Capela São Cristóvão .....	77
3.3.5. Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	84
3.3.6. Mercado Municipal .....	92
3.3.7. Monumento Getsop (Praça Central) .....	98
3.3.8. Portal Italiano .....	105
3.3.9. Bandeiras de Acesso nos Trevos .....	115
3.3.10. Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda .....	122
3.3.11. Monumento aos Pioneiros (Praça dos Pioneiros) .....	131
3.3.12. Patrola Histórica .....	140
3.3.13. Espaço da Arte .....	152
3.3.14. Cuia Gigante (Praça Central – Suplicy) .....	162
3.3.15. Obelisco (Praça Central – Suplicy) .....	167
3.3.16. Cristo Redentor .....	173
3.3.17. Rodoviária .....	181
3.3.18. Museu da Colonização .....	181
3.3.19. Túnel de Contenção de Cheias .....	181
3.3.20. Ponte Júlio Assis .....	182
3.3.21. Parque de Exposições Jayme Canet Jr .....	183
3.3.22. Escola de Música (Parque Ambiental Jorge Backes) .....	183
3.3.23. Parque Ambiental Boa Vista .....	184
3.3.24. Parque Ambiental Lago das Torres .....	184
3.3.25. Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte .....	185
3.3.26. Praça da Liberdade .....	185
3.3.27. Gruta N. Sra. Lourdes .....	185



3.3.28. Parque São Francisco .....	186
4. MODELO DE OPERAÇÃO .....	192
4.1. Modelo de Governança da PPP de IP .....	192
4.2. Fases do Projeto .....	193
4.2.1. Fase 0 – Preliminar .....	194
4.2.2. Fase 1 – Transição .....	194
4.2.3. Fase 2 – Modernização .....	194
4.2.4. Fase 3 – Operação .....	195
4.3. Modelo Operacional .....	195
4.3.1. Cadastro .....	196
4.3.2. Planos Operacionais (POM, PM e PDO) .....	196
4.3.3. Modernização e Eficientização .....	196
4.3.4. Implantação de Telegestão .....	197
4.3.5. Iluminação Especial (IE) .....	198
4.3.6. Centro de Controle Operacional (CCO) .....	198
4.3.7. Serviços de Manutenção .....	198
4.3.8. Serviços de Poda .....	199
4.3.9. Estrutura Operacional e Organizacional .....	199
4.3.10. Expansão da Rede Municipal de IP .....	200
4.3.11. Divulgação de Informações e Documentos da PPP .....	201
4.4. Parque de IP .....	201
5. MODELO DE INVESTIMENTOS .....	202
5.1. Despesas Pré-Operacionais .....	202
5.2. Investimentos em Infraestrutura .....	203
5.3. Modernização e Eficientização .....	203
5.3.1. Custo médio da Luminária LED .....	205
5.3.2. Custo médio de mão de obra e instalação .....	205
5.4. Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros .....	207
5.5. Faixas de Pedestres .....	208
5.6. Ciclovias .....	208



5.7. Implantação do Sistema de Telegestão .....	209
5.8. Iluminação Especial .....	209
5.9. Expansão da Rede de IP.....	210
5.10. Socioambiental.....	211
5.11. Resumo CAPEX .....	214
6. MODELO DE CUSTOS E DESPESAS .....	216
6.1. Estrutura Operacional.....	216
6.1.1. Dimensionamento de Chamados de Manutenção.....	216
6.1.2. Custo Médio por Chamado de Manutenção .....	216
6.1.3. Equipe de Verificação Ativa (rondas) .....	218
6.2. Materiais de Manutenção .....	220
6.3. Poda de Árvore .....	221
6.4. Sistema de Telegestão .....	222
6.5. Estrutura Administrativa.....	222
6.5.1. Equipe Administrativa .....	222
6.5.2. Instalações e Utilidades.....	223
6.6. Seguros e Garantias .....	224
6.7. Verificador Independente.....	224
6.8. Resumo OPEX .....	226
7. CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE .....	228
7.1. Custos com Energia Elétrica .....	228
7.2. Taxa de serviço arrecadação da CIP.....	231
7.3. Instituição Financeira Depositária .....	231



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Características das vias e calçadas incluídas no Dialux.....	5
Figura 2 – Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux.....	6
Figura 3 – Exemplo de resultado do Dialux.....	6
Figura 4 – Visualização dos diferentes níveis para o IRC.....	9
Figura 5 – Visualização dos diferentes níveis para a TCC.....	10
Figura 6 – Mapeamento da poluição luminosa no Município.....	11
Figura 7 – Parâmetros Dialux .....	13
Figura 8 – Planta Esquemática Posteação Unilateral .....	18
Figura 9 – Planta Esquemática Posteação Canteiro Central .....	19
Figura 10 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado.....	20
Figura 11 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal .....	21
Figura 12 – Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres .....	30
Figura 13 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres .....	30
Figura 14 - Faixas de Pedestres Críticas no Calçadão da Praça Eduardo Virmond Suplicy.....	33
Figura 15 - Faixas de Pedestres Críticas Passeio da Praça Eduardo Virmond Suplicy .....	34
Figura 16 - Ilustração para Iluminação Dinâmica de Faixas de Pedestres.....	35
Figura 17 – Ilustração para iluminação de Ciclovias.....	39
Figura 18 - Mapa com as localizações dos SuperPostes .....	41
Figura 19 – Estudo de Engenharia para Super Postes.....	43
Figura 20 – Localização dos trechos para Super Iluminância .....	45
Figura 21 – Torre da Concatedral.....	57
Figura 22 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral.....	58
Figura 23 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral.....	59
Figura 24 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral.....	60
Figura 25 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral .....	61
Figura 26 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral .....	62



Figura 27 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral .....	63
Figura 28 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Igreja Seção Jacaré.....	64
Figura 29 - Igreja Seção Jacaré.....	65
Figura 30 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré.....	66
Figura 31– Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré.....	67
Figura 32– Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré.....	68
Figura 33 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré .	69
Figura 34 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré .	70
Figura 35 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré .	71
Figura 36 – Fachada da Igreja de Pedra de Santa Catarina .....	72
Figura 37 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja de Pedra de Santa Catarina...	73
Figura 38 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja de Pedra de Santa Catarina...	74
Figura 39 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina.....	75
Figura 40 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina.....	76
Figura 41 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina.....	77
Figura 42 – Capela São Francisco .....	78
Figura 43 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco .....	79
Figura 44 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco .....	80
Figura 45 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco .....	81
Figura 46- Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco	82
Figura 47 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco .....	83
Figura 48 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco .....	84
Figura 49 – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	85
Figura 50 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	86



Figura 51 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto –Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	87
Figura 52 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	88
Figura 53 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	89
Figura 54 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	90
Figura 55 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	91
Figura 56 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória .....	92
Figura 57 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Mercado Municipal .....	93
Figura 58 - Mercado Municipal .....	93
Figura 59 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal .....	94
Figura 60 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal .....	95
Figura 61 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal .....	96
Figura 62 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Mercado Municipal. ....	97
Figura 63 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Mercado Municipal. ....	98
Figura 64 - Monumento Getsop.....	99
Figura 65 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop.....	100
Figura 66 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop.....	101
Figura 67 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop.....	102
Figura 68 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop .....	103
Figura 69 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop .....	104
Figura 70 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop .....	105
Figura 71 - Monumento Portal Italiano.....	106
Figura 72 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano.....	107
Figura 73 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano.....	108



Figura 74 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano.....	109
Figura 75 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano.....	110
Figura 76 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano.....	111
Figura 77 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano .....	112
Figura 78 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano .....	113
Figura 79 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano .....	114
Figura 80 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano .....	115
Figura 81 - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos .....	116
Figura 82 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos .....	117
Figura 83 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos .....	118
Figura 84 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos .....	119
Figura 85 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos.....	120
Figura 86 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos.....	121
Figura 87 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos.....	122
Figura 88 - Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	123
Figura 89 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda .....	124
Figura 90 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda .....	125
Figura 91 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda .....	126
Figura 92 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda .....	127



Figura 93 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	128
Figura 94 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	129
Figura 95 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	130
Figura 96 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	131
Figura 97 - Monumento aos Pioneiros.....	132
Figura 98 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros .....	133
Figura 99 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros .....	134
Figura 100 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros .....	135
Figura 101 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros .....	136
Figura 102 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros .....	137
Figura 103 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros .....	138
Figura 104 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros .....	139
Figura 105 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros .....	140
Figura 106 - Monumento Patrola Histórica.....	141
Figura 107 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica .....	142
Figura 108 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica .....	143
Figura 109 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica .....	144
Figura 110 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica .....	145
Figura 111 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica .....	146
Figura 112 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica .....	147
Figura 113 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica .....	148
Figura 114 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica .....	149



Figura 115 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica .....	150
Figura 116 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica .....	151
Figura 117 - Espaço da Arte .....	153
Figura 118 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte.....	154
Figura 119 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte.....	155
Figura 120 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte.....	156
Figura 121 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte.....	157
Figura 122 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte.....	158
Figura 123 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte ...	159
Figura 124 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte ...	160
Figura 125 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte ...	161
Figura 126 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte ...	162
Figura 127 - Cuia Gigante.....	163
Figura 128 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Cuia Gigante .....	164
Figura 129 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Cuia Gigante .....	165
Figura 130 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Cuia Gigante.....	166
Figura 131 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Cuia Gigante.....	167
Figura 132 - Monumento Obelisco .....	168
Figura 133 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco.....	169
Figura 134 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco .....	170
Figura 135 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco .....	171
Figura 136 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Obelisco .....	172
Figura 137 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Obelisco .....	173
Figura 138 - Cristo Redentor de Francisco Beltrão .....	174
Figura 139 - Caminho de Acesso ao Cristo Redentor .....	175
Figura 140 - Sistema de Iluminação Proposto – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor .....	176
Figura 141 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor .....	177



Figura 142 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor .....	178
Figura 143 - Sistema de Iluminação Proposto - Cristo Redentor .....	179
Figura 144 - Sistema de Iluminação Proposto - Cristo Redentor (Destaque para o RGB) .....	180
Figura 145 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas - Cristo Redentor .....	180
Figura 146 - Parque São Francisco .....	187
Figura 147 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	188
Figura 148 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	189
Figura 149 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	190
Figura 150 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	190
Figura 151 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	191
Figura 152 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco.....	191
Figura 153 – Modelo de governança durante a execução da PPP .....	193
Figura 154 – Macro cronograma do contrato da PPP .....	194



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Premissas Gerais.....	3
Tabela 2 – Distribuição de classes de iluminação para veículos no parque futuro.....	3
Tabela 3 – Distribuição de classes de iluminação para pedestres no parque futuro.....	4
Tabela 4 – Atendimento aos requisitos de iluminância e uniformidade.....	4
Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade.....	15
Tabela 6 – Resultado de Engenharia.....	23
Tabela 7 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência dos fornecedores.....	24
Tabela 8 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (substituição braço IP).....	25
Tabela 9 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (altura de montagem).....	25
Tabela 10 – Previsão de novos pontos para atendimento à pontos escuros.....	26
Tabela 11 – Resultado de engenharia por grupo.....	26
Tabela 12 – Resultado de engenharia faixas de potência.....	27
Tabela 13 – Histórico Consumo Energia Elétrica e Emissão CO <sub>2</sub> .....	28
Tabela 14 – Redução Emissão CO <sub>2</sub> pelo consumo de energia elétrica.....	28
Tabela 15 – Requisitos para Faixas de Pedestres.....	29
Tabela 16 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres.....	31
Tabela 17 - Resumo do quantitativo de Faixas de Pedestres.....	38
Tabela 18 – Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas.....	39
Tabela 19 – Resultado de engenharia para Ciclovias.....	40
Tabela 20 - Potência dos SuperPostes.....	42
Tabela 21 – Resultado simulação SuperPostes.....	42
Tabela 22 – Bens para implementação de Iluminação Especial.....	47
Tabela 23 – Bens para implementação de Iluminação Especial.....	55
Tabela 24 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Torre da Concatedral.....	56
Tabela 25 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria.....	72
Tabela 26 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Capela São Cristóvão.....	77
Tabela 27 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Concatedral Nossa Senhora da Glória.....	85



Tabela 28 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Monumento Getsop (Praça Central) .....	98
Tabela 29 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Monumento Portal Italiano .....	105
Tabela 30 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Semente Esperança .....	115
Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda.....	123
Tabela 32 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Monumento aos Pioneiros.....	131
Tabela 33 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Monumento Patrola Histórica .....	140
Tabela 34 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Espaço da Arte .....	152
Tabela 35 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Cuia Gigante.....	162
Tabela 36 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Obelisco .....	167
Tabela 37 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Caminho de Acesso ao Cristo Redentor .....	173
Tabela 38 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Rodoviária .....	181
Tabela 39 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Museu da Colonização .....	181
Tabela 40 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Túnel de Contenção de Cheias .....	181
Tabela 41 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Ponte Júlio Assis.....	183
Tabela 42 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque de Exposições Jayme Canet Jr .....	183
Tabela 43 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Escola de Música (Parque Ambiental Jorge Backes) .....	184
Tabela 44 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental Boa Vista .....	184
Tabela 45 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental Lago das Torres.....	185
Tabela 46 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte .....	185
Tabela 47 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Praça da Liberdade.....	185
Tabela 48 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Gruta N. Sra. Lourdes .....	186
Tabela 49 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque São Francisco .....	186



Tabela 50 – Premissas do Projeto – Prazos.....	194
Tabela 51 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP .....	202
Tabela 52 – Valores previstos de investimentos pré-operacionais.....	203
Tabela 53 – Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional .....	203
Tabela 54 – Valores unitários médios previstos de investimento para modernização .....	204
Tabela 55 – Quantitativo de substituição para modernização por ano .....	204
Tabela 56 – Custo de substituição de luminária para modernização por faixa de potência de LED .....	205
Tabela 57 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Modernização .....	206
Tabela 58 – Custo mensal com Equipes de Modernização .....	206
Tabela 59 – Custos Mensais por Equipe para Modernização (R\$/Mês).....	206
Tabela 60 – Premissas de dimensionamento de Equipes para Modernização .....	207
Tabela 61 – Valor unitário de investimento para pontos escuros .....	207
Tabela 62 – Valor unitário de investimento para Iluminação Padrão para Faixa de Pedestre.....	208
Tabela 63 – Valor unitário de investimento para Iluminação Dinâmica para Faixa de Pedestre .	208
Tabela 64 – Valor unitário de investimento para Ciclovias .....	209
Tabela 65 – Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial.....	210
Tabela 66 – Valores de investimentos por tipo de expansão.....	211
Tabela 67 – Estimativa da quantidade de expansão por tipo .....	211
Tabela 68 – Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV/RIV).	212
Tabela 69 – Programas de Gestão Socioambientais .....	212
Tabela 70 – Levantamento de Stakeholders e Plano de Engajamento .....	212
Tabela 71 – Avaliação de Áreas Contaminadas.....	213
Tabela 72 – Sistema de Gestão Socioambiental (SGSA).....	213
Tabela 73 – Valores de investimentos (CAPEX).....	214
Tabela 74 – Investimentos ao longo dos anos da Concessão .....	215
Tabela 75 – Premissas dimensionamento Equipes Operacionais .....	216
Tabela 76 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Manutenção .....	217
Tabela 77 – Custo mensal com Equipes de Manutenção .....	217
Tabela 78 – Custos Mensais por Equipe para Manutenção .....	217



Tabela 79 – Premissas dimensionamento Equipes para Manutenção.....	218
Tabela 80 – Custos Mensais por Equipe de Ronda .....	219
Tabela 81 – Premissas cálculo produtividade Equipe de Ronda .....	219
Tabela 82 – Custo Unitário (ponto IP) da Equipe de Ronda.....	219
Tabela 83 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos Componentes de IP .....	220
Tabela 84 – Custos com serviços de Poda de Árvores e coleta dos resíduos.....	221
Tabela 85 – Despesa Mensal com Salário da Equipe Não-Operacional .....	223
Tabela 86 – Despesas Gerais e Administrativas (R\$).....	223
Tabela 87 – Lista de Seguros e Garantias.....	224
Tabela 88 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias.....	224
Tabela 89 – Despesa Mensal com Verificador Independente.....	226
Tabela 90 – Valores de custos e despesas (OPEX) .....	226
Tabela 91 – Valores de custos e despesas OPEX (em R\$ mil) – Anos 1 a 14 .....	227
Tabela 92 – Adicional Bandeira Tarifária (sem impostos).....	229
Tabela 93 – Histórico Bandeira Tarifária .....	230
Tabela 94 – Custo Anual de Energia Elétrica com IP .....	230



## 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este relatório apresenta o estudo de engenharia para a rede de Iluminação Pública (IP) de Francisco Beltrão – Paraná, contendo os elementos referenciais de engenharia e a precificação dos investimentos e custos operacionais envolvidos. Este produto irá apresentar:

- Modernização e Eficientização
  - Projetos referenciais de engenharia com a descrição das soluções de engenharia e tecnologia adotadas;
  - Proposta para a expansão do parque de IP, a fim de se atender à demanda reprimida, novas demandas, pontos escuros, incluindo proposição de mecanismo para gestão da expansão do parque.
- Iluminação Especial
  - Proposta de projeto referencial de iluminação cênica para cada um dos bens públicos selecionados.
- Modelo de Operação
  - Visão geral dos serviços a serem prestados pela Concessionária, incluindo o escopo de modernização e efficientização, sistema de telegestão, iluminação especial, manutenção, entre outros.
- Modelo de Investimentos
  - Premissas para cada linha de investimento (CAPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP.
- Modelo de Custos e Despesas
  - Premissas para cada linha de custo operacional (OPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP.

Os estudos de engenharia foram construídos em conformidade com a Lei 11.079/2004 (Lei das PPPs), mais especificamente em seu artigo 10, que define:

§ 4º Os estudos de engenharia para a definição do valor do investimento da PPP deverão ter **nível de detalhamento de anteprojeto**, e o valor dos investimentos para definição do



preço de referência para a licitação será calculado com base em valores de mercado considerando o custo global de obras semelhantes no Brasil ou no exterior ou com base em sistemas de custos que utilizem como insumo valores de mercado do setor específico do projeto, aferidos, em qualquer caso, mediante orçamento sintético, elaborado por meio de metodologia expedita ou paramétrica. (Brasil, 2004)

Salienta-se, ademais, que os estudos e levantamentos ora apresentados consistem em documentos meramente indicativos, com caráter referencial, sendo, destarte, de responsabilidade das Licitantes, a realização de seus próprios estudos para formatação de suas respectivas Propostas quando do procedimento licitatório.

## 2. MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP

Os serviços de modernização e de efficientização têm como objetivo adequar a rede de Iluminação Pública atual aos parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos nas normas vigentes, bem como a instalação de soluções que elevem o Índice de Reprodução de Cor (IRC) e a promoção da redução de consumo de energia dos pontos modernizados.

- Modernização: Os pontos de Iluminação Pública cujos parâmetros luminotécnicos forem atualizados aos requisitos da Norma ABNT NBR 5101/2018 deverão obter o IRC mínimo de 70;
- Efficientização: Os pontos de Iluminação Pública modernizados em que sejam instaladas soluções que resultem em redução da carga instalada.

Ao longo deste tópico serão apresentadas as premissas e diretrizes utilizadas para a projeção da futura rede de Iluminação Pública do município com a implementação da PPP. Um dos principais resultados deste item será obtido através do cálculo da meta de efficientização energética desta, ou seja, **qual será a redução na carga instalada da rede após a substituição das lâmpadas atuais por lâmpadas com uma tecnologia superior**, como o LED. A redução no consumo de energia elétrica em IP do município é a principal premissa que suporta a viabilidade econômico-financeira do projeto.

Deve-se ressaltar que as premissas e demais informações apresentadas neste relatório, sob aspectos de engenharia e outros, devem ser consideradas como referenciais e não vinculantes



para desenvolvimento futuro dos projetos de modernização e eficiência da rede de IP pela Concessionária.

## 2.1. Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

Nesta seção, é apresentada uma visão geral da rede de IP no Município, a qual foi apresentada de forma detalhada no relatório de Situação Técnico-Operacional. As principais fontes de informações para os dados abaixo foram o cadastro de IP disponibilizado pelo Município e o trabalho de campo. As premissas gerais consideradas para as simulações e para o projeto de engenharia são apresentadas ao longo deste item:

Tabela 1 – Premissas Gerais

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	12.610
Quantidade de Pontos de IP em Vias V1/V2/V3	1.560
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias, Praças, Parques etc.	11.050
Carga Média Atual por Ponto de IP	199,33 W
Carga Total (kW)	2.513,55 kW

Fonte: Cadastro de IP e trabalho em campo.

Com relação à distribuição dos pontos de IP do parque segundo a classe de iluminação para vias de veículos, os resultados apresentaram a seguinte proporção, levando-se em consideração que o parque futuro de IP contemplará classificação viária mínima V4 para vias de veículos, e P3 para vias de pedestres, e P1 para Parques e Praças:

Tabela 2 – Distribuição de classes de iluminação para veículos no parque futuro

Classe de Iluminação de Veículos	% do parque de IP
V1	6,46%
V2	6,92%
V3	6,27%
V4	79,20%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Classificação viária definida pela prefeitura, aplicada ao cadastro de IP e resultados das vistorias em campo.



Tabela 3 – Distribuição de classes de iluminação para pedestres no parque futuro

Classe de Iluminação de Pedestres	%
P1	2,70%
P2	0,00%
P3	97,30%
P4	0,00%

Fonte: Classificação viária aplicada ao cadastro de IP e premissas estabelecidas pelo município.

Outro resultado do trabalho de campo foi a avaliação da situação atual de iluminação do parque de IP em relação à normatização amplamente utilizada no Brasil, a Norma ABNT NBR 5101/2018. O resultado do trabalho indicou que um percentual relativamente significativo do parque de IP está defasado quanto ao atendimento da Norma ABNT NBR 5101/2018, de modo que as soluções que serão propostas no cenário futuro deverão compensar essa questão, uma vez que, mantendo a tecnologia atual, a carga instalada deverá ser inferior para que todas as vias estejam aderentes aos parâmetros da Norma.

Em relação ao atendimento dos requisitos de iluminância e uniformidade para as classes de iluminação das vias de veículos e das vias de pedestre, têm-se os resultados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 4 – Atendimento aos requisitos de iluminância e uniformidade

Item	Vias Veículos	Vias Pedestres	Geral (Veículos + Pedestres)
Conforme	12,00%	16,80%	12,00%
Não Conforme	88,00%	83,20%	88,00%
Atende apenas Iluminância	55,20%	66,40%	55,20%
Atende apenas Uniformidade	0,80%	0,00%	0,80%
Não atende Iluminância e Uniformidade	32,00%	16,80%	32,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir dos resultados do trabalho de vistoria em campo.



## 2.2. Software para Simulação

Para identificar a melhor solução para modernização e efficientização da rede de IP do município, faz-se necessária a utilização de software de simulação com o objetivo de assegurar o atendimento aos principais índices de iluminação exigidos na Norma 5101/2018.

Foi utilizado o *software Dialux* para condução dos estudos e simulações relacionados à modernização e à efficientização do parque de IP. O *Dialux* é, atualmente, um dos softwares de simulação luminotécnica mais aplicados no mundo, disponibilizado em 25 idiomas e possuindo mais de 750.000 usuários. No sistema, podem ser inseridos possíveis cenários, informando-se as características da via, calçadas e os parâmetros de montagem do ponto de IP (distância entre postes, altura da luminária, etc.), que, em conjunto com as possíveis soluções de tecnologia para as luminárias LED (banco de dados com curvas fotométricas, com características diferentes, como potência, eficiência, etc.), apresentam os índices de iluminação para cada cenário, contendo o valor médio de iluminância ( $E_m$ ) e a uniformidade ( $U_o$ ), como resultado.

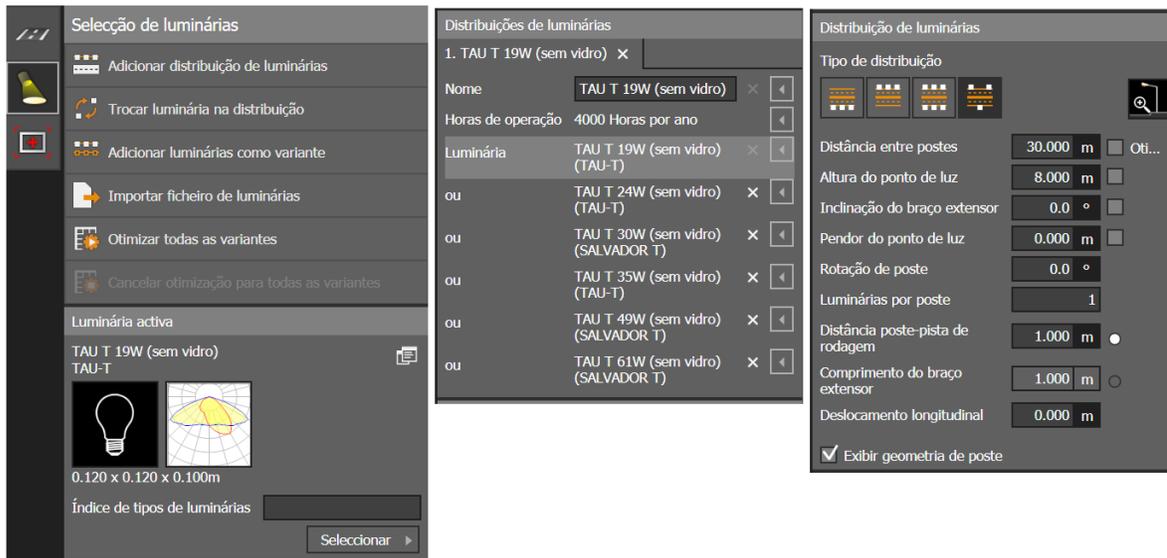
Figura 1 – Características das vias e calçadas incluídas no Dialux

The screenshot shows the 'Ruas' (Streets) configuration menu in Dialux. It includes options to generate a new road, duplicate road geometry, duplicate a road with luminaire distribution, create a new evaluation field, and delete a selected evaluation field. Below these are icons for various road elements: car, pedestrian, bicycle, parking, and utility. A list of active elements shows 'Passeio 1', 'Pista de rodagem 1', and 'Passeio 2'. The 'Elemento de perfil ativo' (Active profile element) section is expanded for 'Pista de rodagem 1', showing settings for pavement type (CIE R3, Q0 0.07), width (8.000 m), and number of lanes (2).

Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.

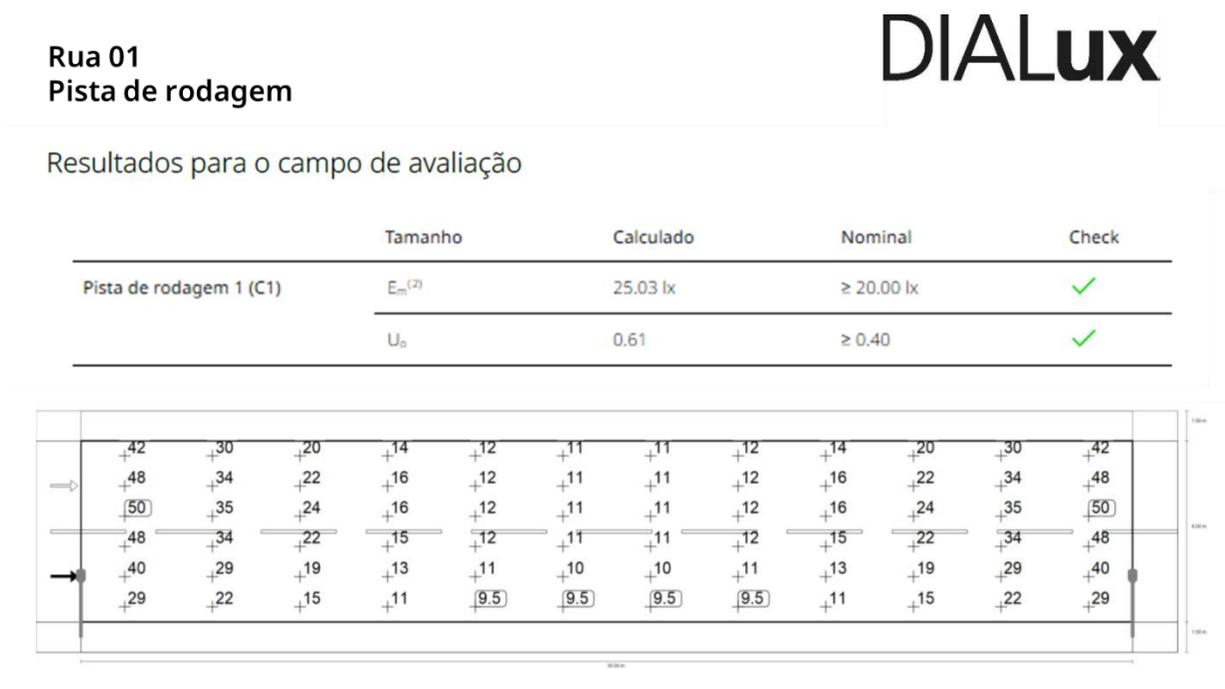


Figura 2 – Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux



Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.

Figura 3 – Exemplo de resultado do Dialux



Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.



### 2.3. Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização

As lâmpadas de tecnologia LED estão sendo implementadas nos parques de IP de todo o Brasil, tendo em vista que, em comparação com outras tecnologias (vapor de sódio, vapor de mercúrio, vapor metálico etc.), a escolha representa inúmeras vantagens. Apesar de o investimento inicial ser superior, a opção garante, ao parque, luminárias com maior vida útil, menor impacto ambiental no descarte e fabricação, já que lâmpadas de LED não possuem mercúrio, maior eficiência luminosa (lúmens/watt), melhor Índice de Reprodução de Cores (IRC), menor poluição luminosa e menor consumo de energia elétrica. Em linha com esta tendência, e considerando que a escolha traz maior viabilidade ao projeto e vantagens sob as perspectivas técnico-operacional e econômico-financeira, os estudos de engenharia preveem, para o parque de IP do município, a implementação de luminárias em tecnologia LED.

#### 2.3.1. Portaria INMETRO

A Portaria nº 62 do INMETRO (substituindo e revogando a Portaria nº 20) estabelece requisitos técnicos da qualidade e os requisitos de avaliação da conformidade para luminárias para a iluminação pública viária, as quais as Luminárias LED consideradas no Estudo de Engenharia são enquadradas.

Esta Portaria estabelece alguns requisitos mínimos para Luminárias LED:

- Eficiência Energética maior ou igual a 100 Lúmens/Watt para a Classe A de equipamento;
- Vida-útil mínima de 50.000 horas para a manutenção do fluxo luminoso de 70% (L70).

A Portaria nº 20, que contempla o conteúdo originário da Portaria nº 62, foi publicada em 17 de fevereiro de 2017, de modo que suas definições não estão integralmente aderentes ao atual mercado de Luminárias LED, que apresentou grandes evoluções nos últimos anos.

As exigências para as Luminárias LED no Contrato da PPP não estarão apenas limitadas aos níveis mínimos da Portaria do INMETRO, mas também buscam uma atualização conforme as práticas atuais de mercado, sendo assegurada a ampla concorrência e o fornecimento dos melhores produtos disponíveis para o Município. Deste modo, as especificações mínimas



consideradas no Estudo de Engenharia, e integralmente atendidas por diversos fornecedores do mercado foram:

- Eficiência Energética maior ou igual a 140 Lúmens/Watt;
- Vida-útil mínima de 78.000 horas.

### 2.3.2.Selo PROCEL

O Selo PROCEL de Economia de Energia, é um produto elaborado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), cujo objetivo é identificar os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética, motivando o mercado consumidor a adquirir equipamentos que sejam mais eficientes.

Nesse contexto, os fornecedores de luminárias LEDs devem comprovar, por meio de relatórios de ensaios elaborados por um dos laboratórios indicados pelo programa, o atendimento aos critérios estabelecidos para concessão do selo PROCEL de economia de energia para luminárias LED para iluminação pública. Além disso, o fornecedor deverá encaminhar, ao programa, o certificado de conformidade da luminária, de acordo com o que é estabelecido na Portaria nº 62 do INMETRO, de 17 de fevereiro de 2022. Portanto, o selo somente será concedido após a certificação do produto pelo INMETRO.

Além disso, as luminárias LED devem apresentar eficiência energética declarada e medida superior a 110 lm/W, fluxo luminoso inicial superior a 95% do fluxo luminoso nominal declarado pelo fornecedor, potência total medida deve ser de mais ou menos 10%, da que fora declarada, e a temperatura de cor correlata nominal declarada deve estar entre 2700K e 5000K.

### 2.3.3.Índice de Reprodução de Cores (IRC)

O Índice de Reprodução de Cores (IRC), com escala que varia de 0 a 100, define a capacidade de uma determinada fonte luminosa artificial em reproduzir, de forma fidedigna, as cores de um espaço e/ou objeto. O Sol é considerado a fonte de luz mais natural que dispomos, tornando-se assim o padrão de comparação (índice 100) para as demais fontes luminosas.

Desta forma, quanto maior o IRC, melhor os objetos e espaços terão suas cores reproduzidas por uma, ou conjunto, de fontes luminosas.

A Portaria nº 62 do INMETRO, estabelece, no item 4.2.7, que as luminárias aplicadas à Iluminação Pública devam ser capazes de reproduzir, de forma adequada, as cores reais de um objeto ou superfície quando comparada à luz natural. Para tal, é recomendado, no item 4.2.7.1, que o IRC seja maior ou igual a 70. Portanto, no Estudo de Engenharia foram consideradas luminárias LED com IRC superior a 70, de modo que a iluminação pública possibilite que as pessoas enxerguem seus arredores com elevada fidelidade às cores originais.

Figura 4 – Visualização dos diferentes níveis para o IRC



Fonte: [O que é Índice de Reprodução de Cores \(IRC\)? - Clique Arquitetura.](#)

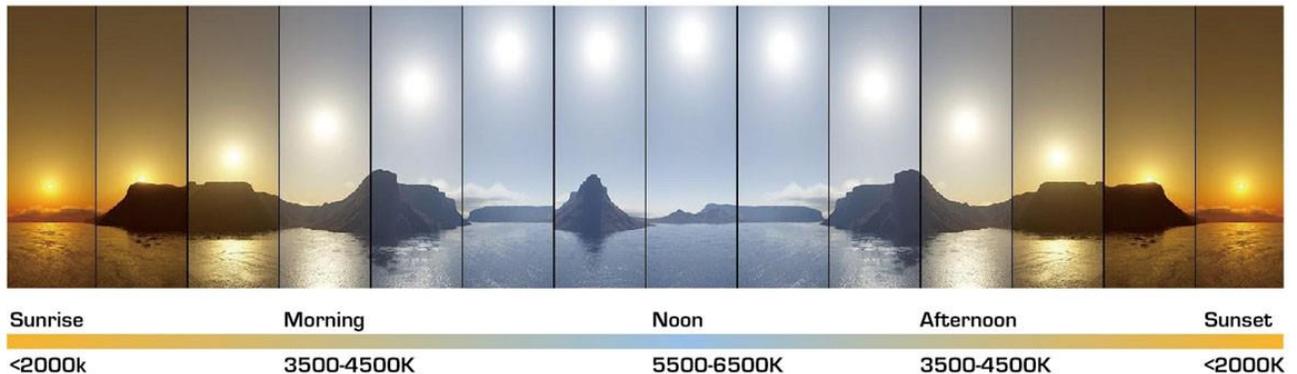
### 2.3.4. Temperatura de Cor Correlata (TCC)

A temperatura de cor, temperatura aparente da cor ou temperatura de cor correlata, emitida através de uma fonte luminosa, é uma grandeza luminotécnica que expressa a tonalidade da cor de luz obtida. A unidade de medida é o Kelvin (K) e, na prática, quanto maior o grau expresso, a tonalidade da luz será mais branca (fria) e quanto menor, mais amarelada (quente).

Para o projeto, foram avaliadas luminárias com TCC nas faixas de 3.000K e 4.000K, portanto em tom mais quente que a “luz branca natural”, ou seja, aquela que é emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia, cuja temperatura de cor é de 5.000K ou superior.



Figura 5 – Visualização dos diferentes níveis para a TCC



Fonte: [O que é a temperatura da cor? - Instaarts.](#)

É recomendado que nas áreas de importância socioambiental, seja utilizado luzes com temperatura de cor adequada com esta situação, luzes de cor âmbar ou de baixa temperatura de cor como 2.700K, e que caso haja pontos de iluminação dentro de territórios em demarcações indígenas, sejam utilizadas luminárias com fotometrias adequadas evitando a poluição luminosa, a fim de evitar projeções de luzes que causem incomodo ou desconforto à comunidade.

### 2.3.5. Poluição Luminosa

De acordo com a Norma ABNT NBR 5101:2018, a poluição luminosa pode ser entendida como “o desperdício de energia, provocado por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018). Devem ser adotadas estratégias que minimizem a poluição luminosa e os possíveis impactos ambientais pela Iluminação Pública no Município.

Os efeitos produzidos por projetos superdimensionados ou sem o correto controle de dispersão de luz podem acarretar uma iluminação inadequada e mal utilizada, com potenciais prejuízos ao conforto dos usuários do espaço público e dos edifícios lindeiros (edificação que se localiza às margens da via pública), à capacidade de observação do céu noturno (estudos astronômicos) e à fauna e à flora urbana.

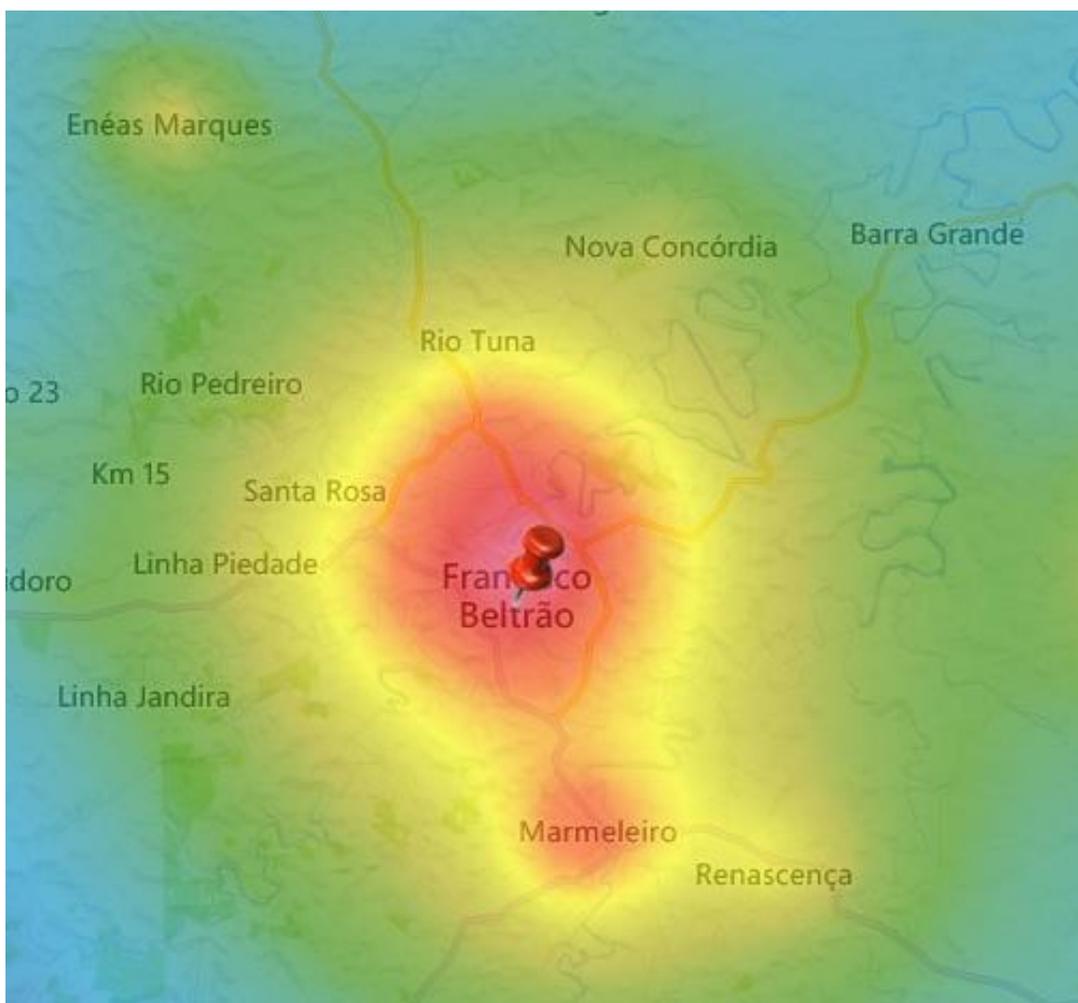


Propõe-se fazer uso de iluminação que gere baixa emissão de luz acima do eixo horizontal, visando respeitar a fotometria indicada e gerar uma iluminação compatível com as restrições ambientais do entorno, priorizando o conforto humano e a visibilidade noturna.

Deve ser destacado que as luminárias utilizadas em lâmpadas de tecnologias convencionais (vapor de sódio e vapor metálico, por exemplo) não trazem o melhor direcionamento possível para o fluxo luminoso. Já um projeto luminotécnico com Luminária LED facilita o direcionamento do fluxo luminoso, permitindo que apenas os locais necessários sejam iluminados.

Na Figura 6, a seguir é possível verificar os níveis de poluição luminosa no Município:

Figura 6 – Mapeamento da poluição luminosa no Município



Fonte: [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info).



### 2.3.6. Informações Obtidas no Trabalho de Campo

Os parâmetros da simulação têm como fonte as informações disponíveis no cadastro de IP fornecido pela Prefeitura de Francisco Beltrão - PR e/ou no Inventário da distribuidora de energia, assim como as informações coletadas por meio do trabalho de vistoria em campo, de acordo com o exposto no item 2.1.

Conforme apresentado no Relatório da Situação Técnico-Operacional, o trabalho de campo foi realizado a partir de uma amostra de pontos de IP obtida de forma aleatória, conforme previsto na Norma ABNT NBR 5426 - “Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos” e NBR 5427 “Guia para utilização da Norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos”, na rede de IP do município, assegurando que os pontos avaliados representassem uma amostra significativa do parque completo e, portanto, os resultados obtidos nessa amostra podem ser projetados para todo o parque.

As informações coletadas por meio do trabalho de vistoria em campo permitiram a obtenção das características das vias do município e dos parâmetros de montagem nos pontos de IP, os quais serão utilizados para desenvolvimento dos projetos luminotécnicos no *Dialux*.

Nesse contexto, são considerados como parâmetros fixos aqueles que não podem ser alterados ou de elevado custo e complexidade para ajuste:

- Tipo de posteação;
- Distância entre postes;
- Largura da Via;
- Largura da Calçada;
- Classe de Iluminação de Veículos (Norma ABNT NBR 5101/2018);
- Classe de Iluminação de Pedestres (Norma ABNT NBR 5101/2018).

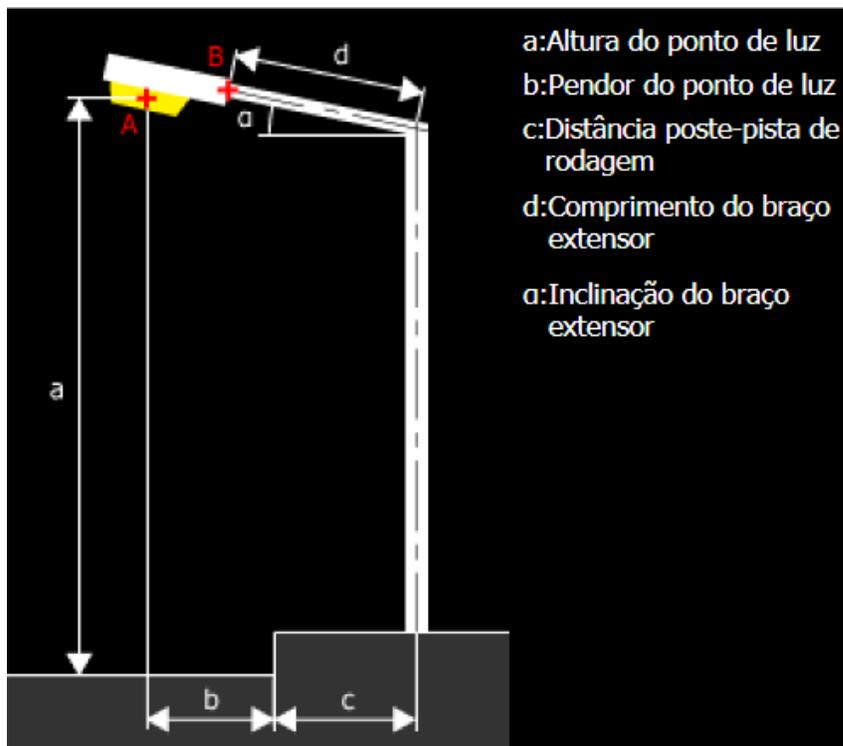
Por sua vez, os parâmetros a seguir são considerados variáveis, tendo em vista a maior flexibilidade e o menor custo:

- Altura de montagem da luminária;

- Comprimento do braço;
- Curvas fotométricas das luminárias de LED.

Os parâmetros coletados em campo foram utilizados para a definição de cada simulação no *Dialux*, conforme representação a seguir:

Figura 7 – Parâmetros Dialux



Fonte: Dialux.



### 2.3.7. Curvas Fotométricas

As curvas fotométricas, por definição, são as curvas de distribuição da intensidade luminosa de uma fonte em diversas direções no espaço. Cada fonte luminosa possui uma curva particular de distribuição de luz. A forma como a luminária projeta essa distribuição de luz de uma determinada fonte é apresentada por meio dessas curvas fotométricas, a qual impacta diretamente nos resultados dos indicadores luminotécnicos, tendo em vista o fluxo luminoso, sua direção e intensidade.

Como a curva fotométrica é particular de cada lâmpada no mercado, variando de acordo com o fabricante, potência, modelo e posicionamento das lentes, foram coletados, junto aos principais fornecedores de luminárias LEDs do mercado, as curvas fotométricas que foram utilizadas nas simulações do Estudo de Engenharia.

Os resultados de iluminância sobre as curvas fotométricas são impactados pelo fator de manutenção das fontes luminosas. O fator definido representa o desempenho da lâmpada ao final da sua vida útil, sendo informado pelo fabricante da lâmpada e caracterizado pelo percentual a ser aplicado no desempenho das fontes luminosas, considerando a sua depreciação ao longo do tempo.

Com o objetivo de garantir o atendimento aos níveis de iluminância e uniformidade especificados ao longo de toda a vida útil da fonte luminosa, este fator é considerado na avaliação dos resultados das simulações, tendo como referência o valor indicado pelo próprio fabricante.

Adicionalmente, foi avaliada a Norma ABNT NBR 5101:2018, a qual define, no tópico 5.5.2, que:

5.2.2 A fim de manter estes valores recomendados de iluminância, devem ser adotados esquemas de manutenção que estejam pelo menos iguais aos assumidos no projeto de instalação da iluminação. A eficiência das lâmpadas na data de substituição pode ser determinada pelos dados publicados pelos fabricantes. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018).



### 2.3.8. Norma ABNT NBR 5101/2018

Conforme detalhado no relatório de Situação Técnico-Operacional, a Norma ABNT NBR 5101:2018 é o documento que regulamenta a iluminação de vias públicas, estabelecendo seus requisitos mínimos, de modo a proporcionar segurança ao tráfego de veículos e pedestres. Os principais indicadores são relacionados aos seguintes requisitos:

- Iluminância Média Mínima: representa a quantidade de luz que atinge uma área da superfície, aferida em lux (lx). O nível de iluminância é calculado a partir da média aritmética das medições em um plano horizontal, no vão entre dois postes.
- Fator de Uniformidade Mínimo: representa a homogeneidade da luz que atinge uma área da superfície. O nível de uniformidade é calculado a partir da razão entre o valor mínimo e o valor médio dos níveis de iluminância medidos em um plano horizontal, no vão entre dois postes.

Para o desenvolvimento dos estudos de engenharia e realização das simulações luminotécnicas, foram considerados os seguintes requisitos, conforme as classes de iluminação da via (V – Veículos e P – Pedestres):

Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade

Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [E <sub>med,min</sub> (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = E <sub>mín</sub> / E <sub>med</sub> ]
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: Norma ABNT NBR 5101/2018.



## 2.4. Resultados das Simulações Luminotécnicas

Considerando todas as premissas e diretrizes previamente apresentadas, por meio do *software Dialux*, foi realizada a simulação com todos os pontos de IP das vistorias do trabalho de campo, considerando as diferentes curvas fotométricas recebidas dos fornecedores para luminárias LED de diversos modelos e potências.

As simulações dos cenários resultantes do *software Dialux* estão em anexo a este relatório.

Como resultado do Estudo de Engenharia, será obtida uma comparação da situação atual frente à projeção futura da rede de IP do município, assegurando o atendimento aos níveis de iluminância e uniformidade definidos para as Classes de Iluminação de Veículos (V) e Pedestres (P) com a menor potência possível. Entretanto, considerando as características existentes no município, a solução final para cada cenário simulado terá um diferente impacto técnico (meta de eficiência energética) e econômico-financeiro (investimentos e custos).

Para o estudo de engenharia, é aplicada a seguinte metodologia:

### **1ª Opção – Substituição da luminária:**

Se apenas a substituição da luminária, incluindo lâmpada e demais componentes, for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera apenas essa substituição a partir da luminária LED de menor potência (W) que atenda a todos os requisitos.

Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

### **2ª Opção – Substituição ou ajuste dos braços de IP:**

Se a substituição do braço de IP ou ajuste na altura de montagem da lâmpada, em conjunto com a substituição da lâmpada, for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera estes ajustes.

Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

### **3ª Opção – Adição de novos pontos de IP:**



Neste caso, será previsto: (i) reajuste de vãos entre postes existentes, ou (ii) reorganização da distribuição dos postes. Esta alteração na configuração da rede de IP será dada, como referência, pela instalação de um novo poste exclusivo para IP.

Em relação à iluminação das praças e parques, não existe uma padronização de configuração da rede de iluminação pública ou de características construtivas nestes equipamentos urbanos. Desse modo, a simulação luminotécnica, como uma iluminação viária, não seria aplicada, tendo em vista que, além da iluminação das áreas de circulação dos pedestres, também deve ser avaliada a iluminação dos outros elementos presentes no local, como árvores, bancos, quadras, campos e monumentos.

Para fins do estudo de engenharia, foi utilizada, como metodologia, a equivalência do fluxo luminoso entre a situação atual (tecnologia tradicional com vapor de sódio, por exemplo) e a situação futura (luminárias LED), para que seja mantida a proposta existente no local para a iluminação. Entretanto, também deve ser assegurado o atendimento ao nível mínimo de classe de iluminação de pedestres equivalente a P2.

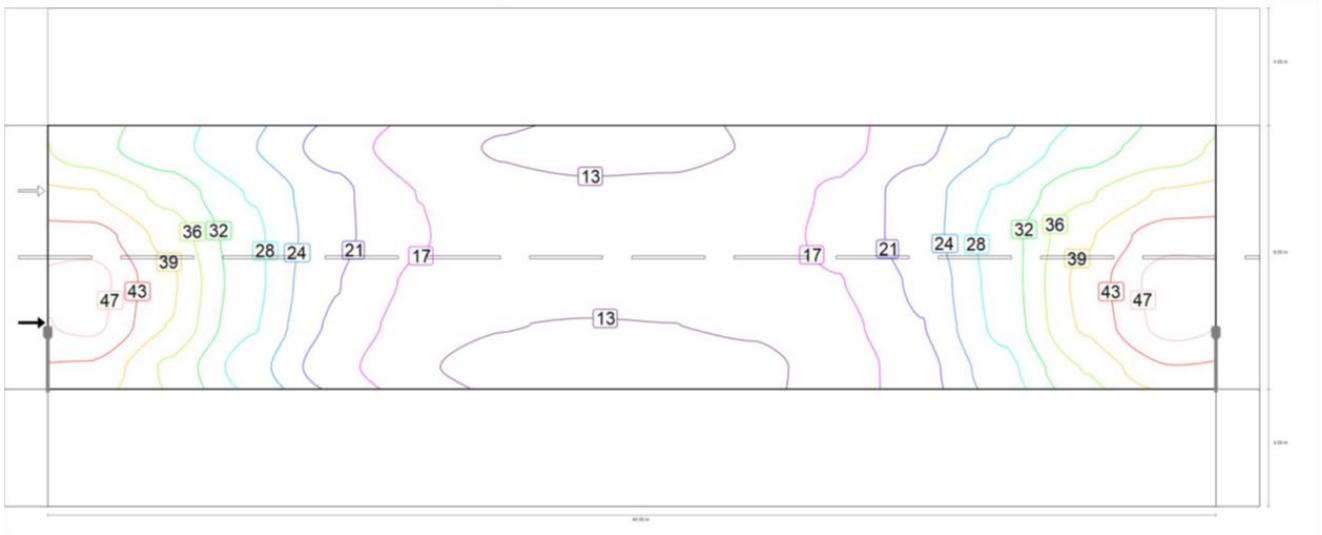
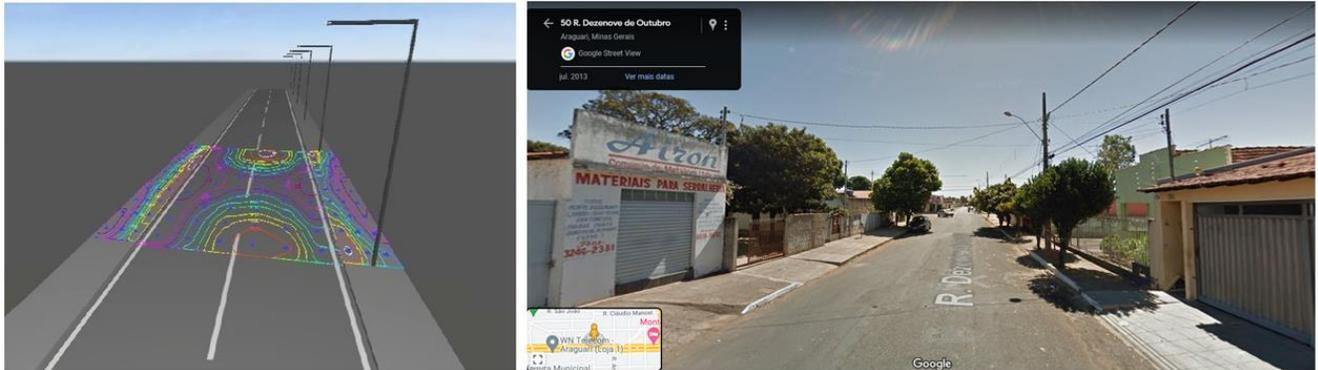
A equivalência luminotécnica é obtida a partir da relação entre a potência e eficiência luminosa das luminárias instaladas atualmente e o comparativo com a proposta futura, com equipamentos mais eficientes.

#### 2.4.1. Simulações

Assim como apresentado acima, as plantas esquemáticas a seguir apresentam os modelos para simulação de acordo com o tipo de posteação:



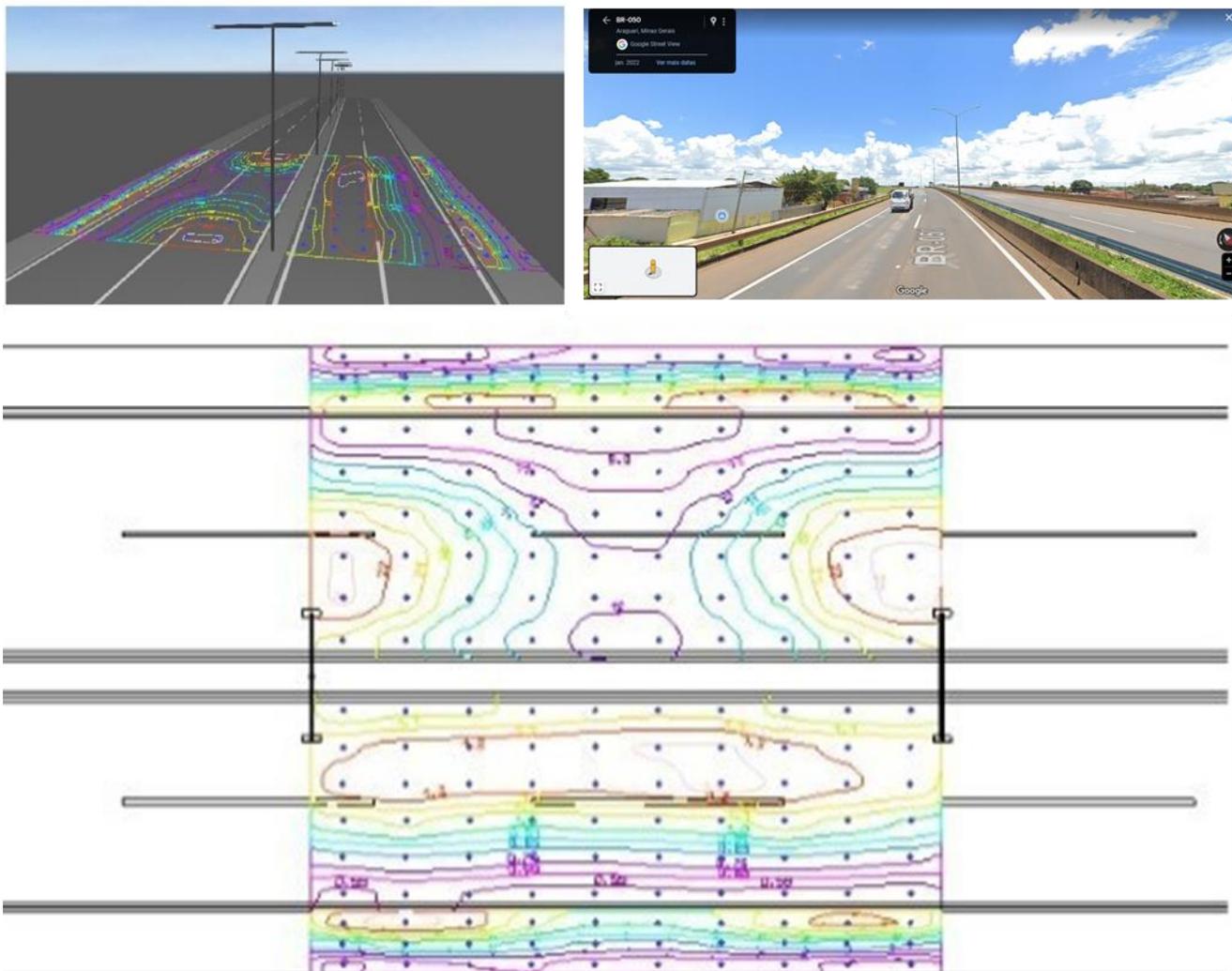
Figura 8 – Planta Esquemática Posteação Unilateral



Fonte: Google Maps e Dialux, elaboração MODELO IP.



Figura 9 – Planta Esquemática Posteação Canteiro Central



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração MODELO IP.



Figura 10 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração MODELO IP.



Figura 11 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração MODELO IP.

#### 2.4.2. Premissas para Parâmetros de Montagem

Conforme previamente descrito, as configurações relacionadas à largura da via, à largura da calçada, à distância entre os postes e ao tipo de posteamento foram consideradas como fixas devido à significativa complexidade para ajuste, visto que seriam necessárias mudanças na via, fugindo do escopo do concessionário, ou devido à necessidade de maior investimento, como a adição e/ou modificação de postes, cujo investimento é superior quando comparado às demais soluções. Os parâmetros de altura da luminária e de projeção do braço foram considerados variáveis, pois podem ser mais facilmente ajustados, de acordo com a necessidade, desde que respeitados os limites descritos a seguir.



As alterações de altura foram restritas de modo a não ocorrer impactos na rede de energia elétrica, localizada na parte superior do poste, ou nas redes de telefonia e internet, localizadas na parte intermediária do poste. Para as alterações da altura da luminária e na projeção do braço, foram propostos ajustes de braço segundo a disponibilidade de diferentes comprimentos e formatos destes no mercado, sendo aplicado o limite de até 5,5 metros, quando necessários, para maximização da meta de eficientização e otimização do projeto.

Para alguns pontos de IP, mesmo com os possíveis ajustes na altura de montagem da luminária ou no tamanho de braço instalado, não é possível identificar uma solução a partir de uma luminária LED que atenda aos parâmetros estabelecidos pela Norma 5101/2018.

Nesses casos, a solução prevista é a instalação de um novo ponto de IP pela Concessionária de Iluminação Pública, incluindo o poste, para se eliminar a “área escura”, também denominada “zebramento”, na iluminação entre dois postes. Este procedimento irá reduzir o distanciamento entre os postes instalados atualmente e aumentará a uniformidade do local para adequação aos requisitos da Norma. A partir do novo espaçamento entre postes, foram realizadas novas simulações para estas áreas, a fim de se identificar as luminárias LED de menor potência que atendessem aos critérios estabelecidos, de acordo com as classes de iluminação da via.

Importante salientar a existência no município de um modelo de poste exclusivo para iluminação pública denominado de “SuperPoste”. Sua ocorrência se dá nas principais vias do município e tem como características físicas:

- Altura do Poste: 10 a 16 m.
- Altura de Montagem: 10 a 16 m (Suporte de Topo).
- Posteamto: Canteiro Central.
- Distância Unilateral: 40 a 45 m.
- Luminárias por Poste: 1 a 3.



Atualmente este tipo de poste de iluminação pública conta com tecnologias diferentes a depender do trecho e via, sendo utilizadas lâmpadas de Vapor de Sódio e de LED com potências variando de 250 a 400 W.

### 2.4.3. Fornecedores utilizados como referência

Para a realização das simulações luminotécnicas, foram utilizados 3 (três) fornecedores, 1 fornecedor para cada cenário de simulação luminotécnica, que possuem, em seus catálogos, luminárias para Iluminação Pública enquadradas no que foi apresentado Relatório Técnico Operacional.

- **Resultados das Simulações**

Nas tabelas a seguir, serão apresentados os principais resultados das simulações para o parque de IP do município, considerando a média dos fornecedores de LED avaliados.

A tabela a seguir apresenta o percentual de eficiência, a potência média futura e a eficiência projetada para a rede de IP do município conforme amostra analisada:

Tabela 6 – Resultado de Engenharia

Resultado	Carga Média por Ponto (W)	Meta de Eficiência (%)
Amostra (Trabalho de Campo)	187,26 W	-
Cenário 1: 1º Fornecedor	59,97 W	67,88 %
Cenário 2: 2º Fornecedor	67,86 W	63,65 %
Cenário 3: 3º Fornecedor	70,33 W	61,23 %
<b>Média Fornecedores</b>	<b>66,05 W</b>	<b>64,25 %</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

A eficiência é calculada utilizando as informações da amostra e já considerando os pontos a serem implantados para corrigir “áreas escuras”, além dos pontos que sofreram adequação para atender aos índices mínimos da ABNT NBR 5101:2018.

De tal forma, ainda se observa uma possibilidade média de **64,25% de eficiência** em todo o parque de IP do município.



Ressalta-se que os pontos de IP para expansão anual e para demanda reprimida não são considerados no percentual de efficientização, pois consistem em demandas variáveis, que não serão, obrigatoriamente, executadas periodicamente conforme o quantitativo previsto. Além disso, a potência média das lâmpadas instaladas pode variar de acordo com os parâmetros e a classificação das vias em que forem instaladas.

Para garantir, no entanto, que as luminárias adicionadas possuam grau de eficiência compatível com o restante da rede de IP modernizada, será exigida eficiência mínima de 130 lúmens/Watt para as novas luminárias. Será necessário, também, que as luminárias atendam aos parâmetros de desempenho luminotécnico de uniformidade e de iluminância conforme as classes de iluminação (veículos e pedestres) para a via em que os equipamentos serão instalados.

Considerando o resultado médio dos fornecedores apresentado na tabela anterior, a tabela a seguir apresenta a composição da rede de IP modernizada, por faixa de potência, dos pontos de Iluminação Pública para os fornecedores avaliados:

Tabela 7 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência dos fornecedores

Faixa de Potência (W)	Cenário 1 – 1º Fornecedor	Cenário 2 – 2º Fornecedor	Cenário 3 – 3º Fornecedor	Média por Faixa
0W – 30 W	7,038%	2,053%	3,989%	4,360%
31 W – 50 W	40,616%	4,399%	29,772%	24,929%
51 W – 67 W	24,927%	41,789%	12,251%	26,322%
68 W – 97 W	17,449%	43,548%	44,302%	35,100%
98 W – 137 W	7,038%	4,985%	7,122%	6,382%
138 W – 180 W	2,639%	2,346%	2,564%	2,516%
181 W – 239 W	0,293%	0,880%	0,000%	0,391%
240 W – 999 W	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
<b>Total</b>	<b>100,000%</b>	<b>100,000%</b>	<b>100,000%</b>	<b>100,000%</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Com o objetivo de alcançar um maior nível de efficientização para o parque futuro de IP, considerou-se, na análise de engenharia, a modificação dos parâmetros de montagem variáveis (altura da luminária e tamanho do braço). Tal mudança será proporcionada pelos seguintes fatores:

- substituição do braço, limitado a até 5,5 metros de projeção; e



- aumento ou redução da altura da luminária, em, no máximo, 0,5 metro, para os pontos em que esta alteração resultou em redução da potência projetada para a luminária LED em comparação com a situação sem ajustes destes parâmetros de montagem variáveis.

Os resultados para a variação dos parâmetros de montagem considerados no estudo de engenharia são apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 8 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (substituição braço IP)

Substituição do Braço	Com	Sem
Cenário 1: 1º Fornecedor	4,41%	95,59%
Cenário 2: 2º Fornecedor	0,88%	99,12%
Cenário 3: 3º Fornecedor	5,00%	95,00%
<b>Média Fornecedores</b>	<b>3,43%</b>	<b>96,57%</b>

Fonte: Elaboração Consultoria Modelo IP.

Tabela 9 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (altura de montagem)

Regulagem da Altura	Com	Sem
Cenário 1: 1º Fornecedor	69,71%	30,29%
Cenário 2: 2º Fornecedor	88,24%	11,76%
Cenário 3: 3º Fornecedor	77,35%	22,65%
<b>Média Fornecedores</b>	<b>78,43%</b>	<b>21,57%</b>

Fonte: Elaboração Consultoria Modelo IP.

Além dos ajustes de parâmetros detalhados acima, o estudo de engenharia também apresenta um cenário em que deve ser considerada a implantação de novos pontos de IP em vias que já apresentam iluminação, mas não possuem os parâmetros que possibilitem o atendimento à Norma 5101, principalmente devido à combinação entre o elevado distanciamento entre postes e exigências altas de iluminância e uniformidade.

A partir das simulações de engenharia, foi possível estimar a demanda por novos pontos que devem ser instalados para eliminar os pontos escuros, extrapolando-se a análise realizada na amostra vistoriada em campo.



Nesses locais, serão previstos novos pontos de IP a serem instalados pela Concessionária de Iluminação Pública durante a modernização do parque de IP, incluindo a instalação do poste exclusivo. É importante frisar que a implantação de novos pontos com esta finalidade não está relacionada à expansão da rede de IP, mas sim à atividade de modernização e efficientização.

Tabela 10 – Previsão de novos pontos para atendimento à pontos escuros

Novos Pontos em Áreas Escuras	% Novos Pontos Áreas Escuras
1° Fornecedor	0,59 %
2° Fornecedor	0,59 %
3° Fornecedor	3,53 %
<b>Melhor Resultado*</b>	<b>0,59 %</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP

*\*Como este parâmetro, instalação de novos pontos de IP em Áreas Escuras, apresenta um custo considerável para o projeto e com ocorrência em uma pequena parcela do parque de IP, entende-se como solução de melhor custo-benefício, a seleção do fornecedor que apresentou o melhor resultado nos Estudos de Engenharia para este aspecto.*

Os resultados apresentados ao longo deste item são referentes a todo o parque de IP, mas, para que seja possível o desenvolvimento de análises na Modelagem Econômico-financeira quanto à distribuição dos pontos de IP por classes de iluminação, faseamento da etapa de modernização, entre outros aspectos, são apresentados, na tabela a seguir, os resultados dos itens acima, de forma segregada entre os principais grupos, utilizando a média dos resultados dos cenários avaliados.

Tabela 11 – Resultado de engenharia por grupo

Parâmetro	Todas as Vias	Vias Principais (V1, V2, V3)	Outras Vias (V4 e V5)
Carga Média por Ponto de IP	66,05 W	106,90 W	59,10 W
Meta de Efficientização	64,25%	27,15%	69,16%
Substituição do Braço	3,43%	14,89%	1,59%
Regulagem de Altura	78,43%	95,74%	75,65%
Novos Pontos em Áreas Escuras	0,59%	2,13%	0,34%

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Tabela 12 – Resultado de engenharia faixas de potência

Faixa de Potência (W)	Totas as Vias	Vias Principais (V1, V2 e V3)	Outras Vias (V4 e V5)
Até 30W	4,36%	0,00%	5,06%
31W-50W	24,93%	0,75%	28,89%
51W-67W	26,32%	3,61%	29,85%
68W-97W	35,10%	36,91%	34,74%
98W-137W	6,38%	37,50%	1,46%
138W-180W	2,52%	18,24%	0,00%
181W-239W	0,39%	3,00%	0,00%
> 240W	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Quanto a vida útil considerada das luminárias utilizadas na modelagem, foi feito o cálculo da média ponderada do parque futuro com base nos dados das simulações. No melhor cenário encontrado e de acordo com o utilizado na modelagem econômico-financeiro, tem-se:

- 284 pontos de IP da amostra foram atendidos com luminárias, de 20 a 70 W, cuja vida útil é de 78.000 horas;
- 58 pontos de IP da amostra foram atendidos com luminárias, de 80 a 200 W, cuja vida útil é de 84.000 horas.

$$\text{Vida Útil Ponderada} = \frac{(284 * 78.000) + (58 * 84.000)}{342}$$

Portanto, considerando-se a equação anterior, chega-se à conclusão de que a vida útil média ponderada do parque futuro modelado é de 79.017,54 horas. Levando em consideração que o parque opera 11h25min por dia (11,42 horas), infere-se que **a vida útil projetada referencialmente para o parque será de 18,9 anos, cerca de 4,9 anos a mais que o prazo de concessão utilizado no projeto (14 anos).**

#### 2.4.4.Redução das Emissões de CO2

Um fator de suma importância que deve ser destacado, o qual incorpora um relevante benefício quanto à implementação da PPP de IP no Município, é a redução na emissão de gases de efeito estufa, especificamente o CO<sub>2</sub>.



Por meio das atividades de modernização e de efficientização da rede de IP, estima-se expressiva redução no consumo de energia elétrica no Município, conforme detalhado no item 2.4.3. Esta redução na necessidade de geração de energia elétrica resulta em direta correlação com a menor emissão de gases de efeito estufa.

Para estimativa do potencial de redução na emissão de CO<sub>2</sub> com a implementação da PPP, foram avaliados dados históricos dos últimos 36 meses, já divulgados, que correlacionam a emissão de CO<sub>2</sub> ao consumo de energia:

Tabela 13 – Histórico Consumo Energia Elétrica e Emissão CO<sub>2</sub>

Redução da Emissão de CO <sub>2</sub>				
Fator médio mensal (tCO <sub>2</sub> /MWh)		Ano		
		2020	2021	2022
Janeiro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0916	0,1164	0,0732
Fevereiro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0558	0,0820	0,0503
Março	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0384	0,0673	0,0406
Abril	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0296	0,0764	0,0216
Maio	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0358	0,0883	0,0280
Junho	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0491	0,1491	0,0441
Julho	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0400	0,1634	0,0419
Agosto	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0414	0,1743	0,0457
Setembro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0329	0,1699	0,0491
Outubro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,0961	0,1786	0,0471
Novembro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,1191	0,1484	0,0402
Dezembro	tCO <sub>2</sub> /MWh	0,1109	0,1029	0,0294

Fonte: Dados divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. [Clima \(mctic.gov.br\)](https://clima.mctic.gov.br).

Considerando os valores detalhados na tabela acima, a média mensal na redução de CO<sub>2</sub> seria:

Tabela 14 – Redução Emissão CO<sub>2</sub> pelo consumo de energia elétrica

Parâmetro	Valor
Consumo Mensal Atual de Energia Elétrica para IP	873 MWh
Redução Mensal no Consumo do Parque de IP	561 MWh
Redução Mensal da Emissão de CO <sub>2</sub>	43 tCO <sub>2</sub>
<b>Redução Anual da Emissão de CO<sub>2</sub></b>	<b>518 tCO<sub>2</sub></b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.



## 2.5. Faixas de Pedestres

Uma intervenção que também foi avaliada para inclusão no escopo de modernização e eficiência da rede de IP do Município é a instalação de Iluminação Pública específica para faixas de pedestres, de modo a promover maior segurança das pessoas e motoristas quando da circulação nas vias públicas em horário noturno.

### 2.5.1. Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres

Para iluminação das Faixas de Pedestres, seguindo as melhores práticas de normas nacionais e internacionais, será exigido o atendimento ao índice de iluminância vertical, a qual representa a quantidade de luz que atinge no sentido longitudinal a área da faixa de pedestre, aferida em lux (lx). O nível de iluminância vertical é calculado a partir da média aritmética das medições, a 1,5 metros do piso, em um plano longitudinal ao longo do comprimento da faixa de pedestre.

Os níveis exigidos para a iluminação média mínima vertical variam conforme a classe de iluminação de veículos da via. Dessa maneira, segue, na tabela abaixo, os parâmetros adotados no Anexo 4 do Edital Caderno de Encargos.

Tabela 15 – Requisitos para Faixas de Pedestres

Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima Vertical
V1	22,50
V2	20,00
V3	20,00
V4	20,00
V5	20,00

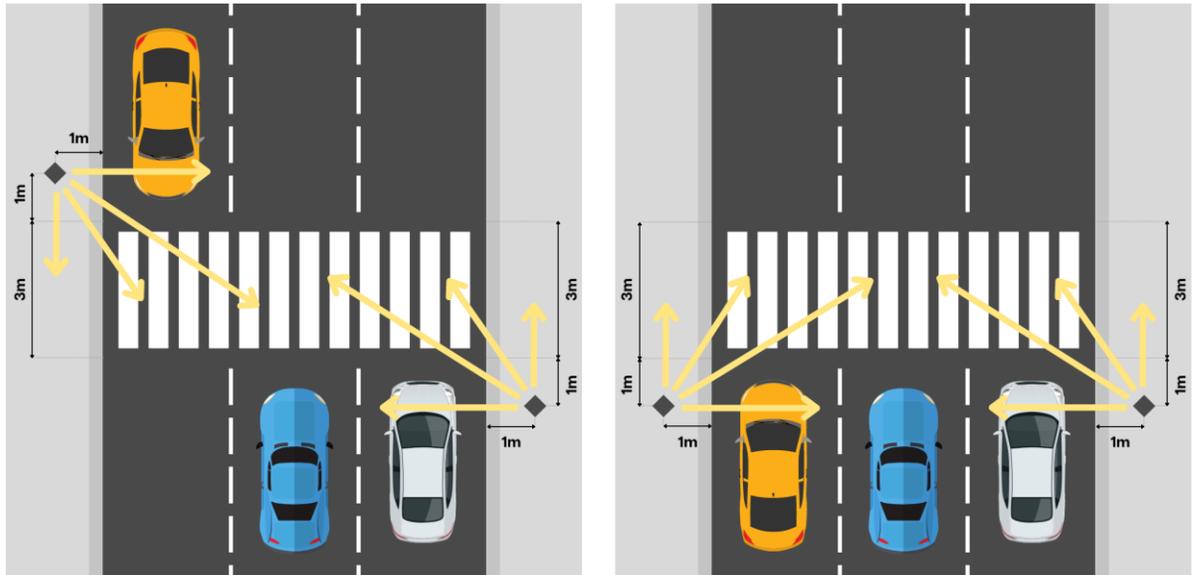
Fonte: Elaboração MODELO IP, com base em normas de iluminação pública.

### 2.5.2. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres

A referência adotada para iluminação de faixas de pedestres é a instalação de luminárias específicas para iluminação das travessias em postes exclusivos de IP, posicionadas conforme a direção do fluxo dos carros, com o intuito de iluminar a faixa de pedestres e proporcionar maior

conforto visual para os motoristas. Será prevista a instalação de dois conjuntos, incluindo postes, luminárias e demais componentes, para cada faixa de pedestre, conforme ilustrado abaixo:

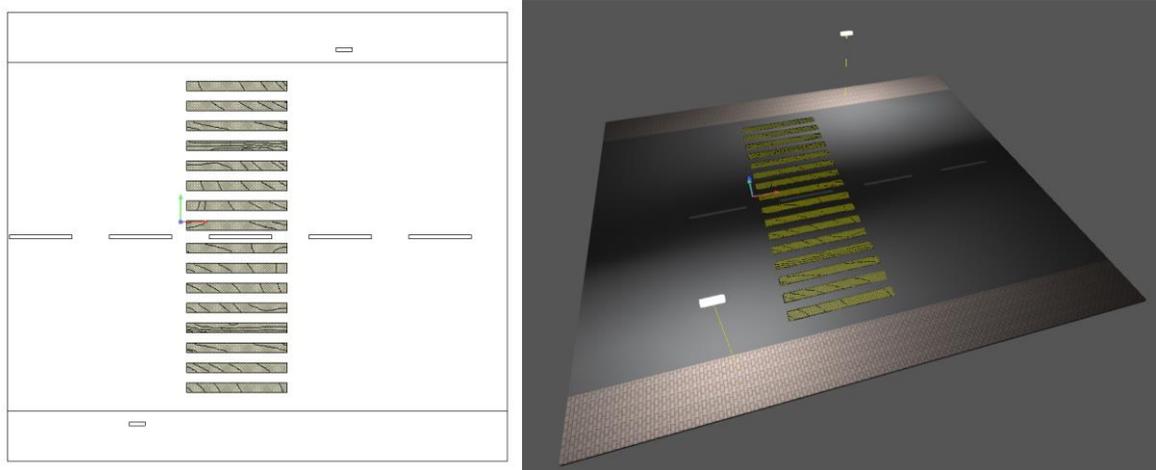
Figura 12 – Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Através do *Dialux*, foram avaliados, como parte do estudo de engenharia, os resultados luminotécnicos para as faixas de pedestres, em atendimento aos requisitos de iluminação previamente indicados. A imagem a seguir ilustra o estudo desenvolvido:

Figura 13 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração MODELO IP.



A partir dos estudos elaborados, foi possível identificar a potência das Luminárias LED a serem instaladas para assegurar o atendimento aos requisitos de iluminação previstos. O resultado apresentado a seguir considera o cenário para cumprimento do índice de iluminância vertical mínimo de 20,00 lux para diferentes cenários de largura da via:

Tabela 16 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres

Resultado	Largura da via até 8,0m (W)	Largura da via até 12,0m (W)	Média (W)
1º Fornecedor	30,00	30,00	30,00
2º Fornecedor	22,00	24,00	23,00
3º Fornecedor	30,00	30,00	30,00
<b>Média Fornecedores</b>	<b>27,33</b>	<b>28,00</b>	<b>27,66</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Verifica-se que o melhor cenário, seguindo o critério de menor potência, é o que considera a aplicação do segundo fornecedor, tendo sido então utilizado para fins de simulação luminotécnica e Modelagem Econômico-financeira. Como forma de dimensionamento da quantidade de Faixas de Pedestres para implantação de uma iluminação exclusiva, foi observado o quantitativo informado pela Prefeitura de 14 unidades. O critério utilizado para seleção de tais faixas foi a localização delas, tendo sido priorizadas aquelas localizadas em meio de quadra e próximas de órgãos públicos com funcionamento noturno. Seguindo a metodologia de 2 pontos IP por faixa de pedestre convencional, foram ponderados 28 pontos, os quais foram atribuídos a estas simulações.

#### 2.5.2.1. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres com Iluminação Dinâmica

Foram escolhidas faixas de pedestres específicas para receberem um sistema diferente do mencionado no item 2.5.2. Estas faixas são consideradas críticas pelo município, por serem zonas de alto fluxo de pedestres, e com diversas edificações com funcionamento noturno. A lista dos cruzamentos escolhidos são:

- Av. Júlio Assis x Calçadão Central da Praça Eduardo Virmond Suplicy
- Av. Antonio de Paiva Cantelmo x Passeio da Praça Eduardo Virmond Suplicy



Enquanto a norma ABNT NBR 5101:2018, ainda discorre brevemente sobre a iluminação de Travessias de Pedestres, apenas no item 6.2.12 da referida norma, solicitando apenas o atendimento da Iluminância Média Mínima por Classe de Iluminação e a recomendação da utilização de uma Temperatura de Cor diferente da utilizada no entorno, para que durante o prazo de concessão da PPP, as diretrizes utilizadas na elaboração dos Projetos Referenciais não cheguem a ficarem defasadas, será utilizada como base para estas Faixas de Pedestres críticas, além da própria norma brasileira, Literatura e Normas Internacionais, que se aprofundam mais no tema.

Como base científica para os estudos realizados, citam-se os seguintes artigos e publicações utilizados como referência:

- ***The Effect of a LED Lighting Crosswalk on Pedestrian Safety: Some Experimental Results - 2020.*** Publicado no *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, uma plataforma de periódicos científicos de acesso aberto da Suíça.

<https://www.mdpi.com/2313-576X/6/2/20>

Acesso em 04/03/2024.

- ***Roadway Lighting's Effect on Pedestrian Safety at Intersection and Midblock Crosswalks - 2021.*** Publicado por um departamento de Engenharia Civil norte americano da cidade de Ilinóis, Estados Unidos.

<https://doi.org/10.36501/0197-9191/21-028>

Acesso em 04/03/2024.

Em resumo, podemos destacar algumas das conclusões destes estudos:

- A maioria dos acidentes fatais envolvendo pedestres ocorrem no período noturno.
- Aproximadamente 90% da informação que motoristas usam para trafegar nas vias é da forma visual.
- Veículos reduzem a velocidade ao passar por Faixas de Pedestres iluminadas, e mesmo sem haver pedestres no momento, ainda há uma redução na velocidade.

- Deixar os pedestres em contraste positivo (pedestres iluminados pelo lado de aproximação dos veículos, deixando-os mais brilhosos que o plano de fundo) pode reduzir os acidentes em até 66%. (A Iluminância Vertical deve ser maior que a iluminação pública no entorno, e maior que a iluminância dos faróis dos veículos no sentido contrário).
- O ofuscamento causado por um excesso de iluminância, no entanto, diminui o tempo disponível para os motoristas responderem a adversidades.

Após os estudos do fluxo de pedestres e veículos nos cruzamentos indicados e os sentidos das vias envolvidas, foram escolhidas em primeiro momento, 4 (quatro) Faixas de Pedestres a receberem este enfoque:

Figura 14 - Faixas de Pedestres Críticas no Calçadão da Praça Eduardo Virmond Suplicy



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 15 - Faixas de Pedestres Críticas Passeio da Praça Eduardo Virmond Suplicy



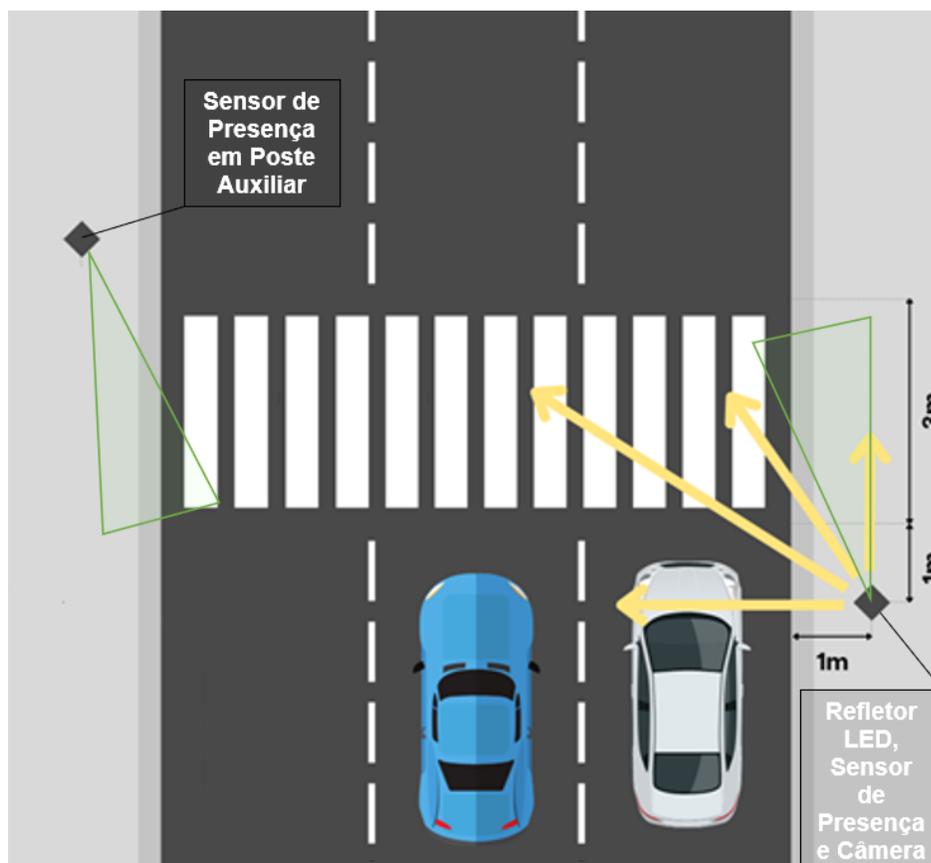
Fonte: Elaboração MODELO IP.

Além disso, outra solicitação da prefeitura é a obtenção de dados concretos quanto ao fluxo nestas interseções apontadas. Tal necessidade se justifica para o correto dimensionamento da Classe de Iluminação de veículos e de pedestres, bem como verificar a variação do fluxo ao longo do dia, semana, e períodos do ano, dados estes que poderão ser utilizados, por meio da Telegestão, para a calibragem adequada das luminárias dimerizáveis, em busca de se alcançar uma economia ainda maior no consumo de energia do Parque de IP.

Para atender a contagem de fluxo nestas interseções, uma possibilidade que será utilizada para fins de modelagem é a instalação de câmeras de videomonitoramento e todos os equipamentos necessários para o seu correto funcionamento, associadas aos postes exclusivos de IP a serem implantados para a Iluminação específica destas Faixas de Pedestres citadas anteriormente no capítulo.

Seguindo as diretrizes mencionadas acima, juntamente com o cumprimento da ABNT NBR 5101:2018, e os parâmetros adotados no Anexo 4 do Edital Caderno de Encargos, foi utilizada para fins de modelagem a instalação de um conjunto, incluindo Postes, Refletor LED, Sensores de Presença com fotocélula e temporizador, Câmera de Videomonitoramento e demais componentes e *softwares* necessários para o correto funcionamento do sistema, para cada faixa de pedestre, conforme ilustrado abaixo:

Figura 16 - Ilustração para Iluminação Dinâmica de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Como características principais do funcionamento do sistema modelado temos:

- Refletor LED Dimerizável, trabalhando com 2 modos de operação: Espera (Aceso, mas em modo de baixo consumo de energia) e Ativo (Aceso com potência total).
- Acionamento do Refletor, por meio de Sensores de Presença instalados em Paralelo.
- Câmera de Videomonitoramento em conjunto com *Software* para contagem de fluxo de veículos e pedestres.

Segundo informações da Prefeitura, no primeiro semestre de 2023 foram registrados 16 atropelamentos no Município. Além disso, dos 792 sinistros de trânsito ocorridos em 2023, 306 (38,6%) ocorreram em cruzamentos similares aos escolhidos para serem beneficiados com o sistema de iluminação dinâmica proposto. O sistema proposto trará vantagens na segurança viária enquanto se permanece a proposta da economia energética. Enquanto não houver pedestres prestes a realizarem a travessia, o Refletor LED estará em modo de Espera, ou seja, aceso em baixa potência apenas o suficiente para realçar a zona da Faixa de Pedestre para os veículos, economizando energia, e ainda promovendo uma redução do excesso de velocidade no trecho. A partir do momento de detecção da presença de um pedestre na zona próxima aos inícios de travessia, os sensores de presença farão o acionamento do modo Ativo do Refletor, aumentando assim a Iluminância na travessia e deixando os pedestres em contraste positivo, sem que ocorra o ofuscamento dos veículos ao se atentar à fotometria do Refletor utilizado, e uma altura de montagem suficiente.

Importante salientar que este estudo tem caráter referencial, e **caberá a Concessionária ser responsável pela elaboração dos Projetos Executivos** e apresentar propostas à Prefeitura para a implantação deste sistema. Bem como a calibração dos sensores, definição da altura de montagem dos equipamentos, potência de cada modo de operação, tecnologia utilizada na contagem do fluxo por videomonitoramento, dentre outras características intrínsecas ao Projeto Executivo, deverá ser elaborada conforme as normas vigentes, e boas práticas de engenharia, buscando o objetivo final de aumentar a **Segurança Viária** da região.



O sistema a ser implementado deverá ter como função, a redundância de programação de modo que, caso haja falha no sistema de detecção de pedestres, o sistema continue operante de modo contínuo, mantendo o nível de iluminância e uniformidade mínimos estabelecidos por norma.

O videomonitoramento também deverá ter a função de contagem de fluxo de pedestres e veículos, de modo a retroalimentar os dados para a definição de classificação viária, como também detectar os parâmetros de fluxo ao longo do tempo, para que seja possível dimensionar os níveis e horários da dimerização. Este sistema sempre deverá prezar pela manutenção da segurança viária em relação à economia de energia.

O artigo 149-A da Constituição Federal, introduzido pela Emenda Constitucional n.132/2023, diz “Os Municípios e o Distrito Federal poderão instituir contribuição, na forma das respectivas leis, para o custeio, a expansão e a melhoria do serviço de iluminação pública e de sistemas de monitoramento para segurança e preservação de logradouros públicos, observado o disposto no art. 150, I e III.” Isso permite que os Municípios e o Distrito Federal instituíam contribuições específicas, conforme suas leis, para financiar, expandir e melhorar os serviços de iluminação pública e os sistemas de monitoramento voltados para a segurança e preservação das vias públicas. Complementando os serviços de iluminação pública, os sistemas de monitoramento atuam como uma ferramenta de vigilância que permite a identificação e prevenção de vandalismo e outras infrações. A implementação desse sistema, assegura que a futura concessionária tenha os recursos disponíveis para garantir a manutenção desses serviços, promovendo assim, a segurança e a qualidade dos espaços públicos.

Por fim, para a Iluminação para Faixas de Pedestres no município, teremos a seguinte situação **totalizando 32 novos Pontos de IP:**



Tabela 17 - Resumo do quantitativo de Faixas de Pedestres

Tipo de Iluminação	Qtd. de Faixas	Qtd. Novos Pontos de IP
Iluminação Padrão de Faixas de Pedestres com 2 Luminárias Viárias	14	28
Iluminação de Faixa de Pedestre Dinâmica acionada por sensor de presença e Dimerizável	4	4

Fonte: Elaboração MODELO IP.

## 2.6. Ciclovias e Ciclofaixas

A modernização e eficiência detalhada ao longo deste relatório apresenta um direcionamento para a iluminação viária, sob a ótica de veículos e pedestres, mas também contemplando a iluminação de praças, parques e faixas de pedestres. Deste modo, entende-se como relevante a análise quanto à iluminação específica das áreas voltadas para os ciclistas.

Primeiramente, devem estar claras as definições e a diferenciação entre ciclovia e ciclofaixa, pois os requisitos de iluminação para estas áreas são específicos:

- **Ciclovia:** pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum. Classifica-se como uma área em nível ou desnível com relação à pista de rolamento e separada por elemento físico segregador, tais como canteiro e área verde.
- **Ciclofaixa:** parte da faixa de rolamento ou calçada destinado à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento ou da calçada.

### 2.6.1. Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas

Para iluminação das ciclovias e ciclofaixas, seguindo as melhores práticas de normas nacionais e internacionais, será exigido o atendimento aos índices de iluminância média mínima e fator de uniformidade mínimo, cujos conceitos já foram previamente detalhados no item 2.3.8.

Considerando as diferenciações entre ciclovias e ciclofaixas, bem como a convivência dos ciclos de forma mais próxima aos veículos nesta última, e, conseqüentemente, um maior risco à segurança de todos que utilizam as vias, faz-se necessária a exigência de requisitos luminotécnicos distintos.

Os níveis exigidos para a iluminação média mínima e fator de uniformidade mínimo variam conforme a classe de iluminação e a aplicação do sistema:

Tabela 18 – Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas

Aplicação	Classe de Iluminação Ciclovias	Iluminância Média Mínima [E <sub>med,min</sub> (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = E <sub>mín</sub> / E <sub>med</sub> ]
Ciclofaixas	C1	15	0,2
Ciclovias	C2	10	0,2

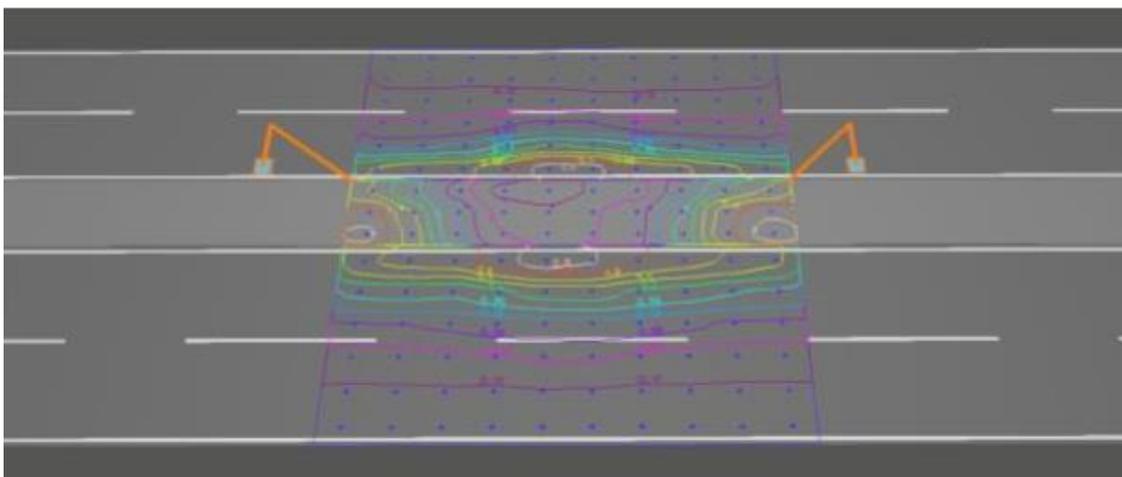
Fonte: Elaboração MODELO IP.

Em relação ao indicador da Temperatura de Cor Correlata (TCC), com o objetivo de manter uma padronização na iluminação ao longo da via, é recomendado que a TCC da iluminação das ciclovias e ciclofaixas seja a mesma prevista para a via.

### 2.6.2. Estudo Referencial para Ciclovias

A referência adotada para iluminação de ciclovias é semelhante à iluminação das vias de veículos. No entanto, neste caso, será prevista a instalação postes exclusivos para a iluminação das ciclovias ao longo de sua extensão. Para as ciclovias, portanto, é proposto que sejam instaladas estruturas para iluminação ao longo de todo o trecho da ciclovia, conforme ilustrado a seguir:

Figura 17 – Ilustração para iluminação de Ciclovias



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Através do *Dialux*, foram avaliados, como parte do estudo de engenharia, os resultados luminotécnicos para as ciclovias, em atendimento aos requisitos de iluminação previamente indicados.

A partir dos estudos elaborados, foi possível identificar a configuração recomendada para a instalação da iluminação através de postes com distanciamento de 20,0 metros entre eles e altura de montagem das luminárias de 6,0 metros. Para a potência das Luminárias LED, os resultados, considerando o atendimento aos requisitos de iluminação para a Classe de Iluminação C2, foram os seguintes:

Tabela 19 – Resultado de engenharia para Ciclovias

Resultado	Potência Luminária LED (W)
1° Fornecedor	30
2° Fornecedor	22
3° Fornecedor	30
<b>Média Fornecedores</b>	<b>27,33</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

**Verifica-se que o melhor cenário, seguindo o critério de menor potência, é o que considera a aplicação do segundo fornecedor, tendo sido esse cenário o selecionado para fins de simulação luminotécnica e Modelagem Econômico-financeira.**

Como forma de dimensionamento da quantidade de pontos de IP a serem instalados em ciclovias, foi realizado um mapeamento, em conjunto com a equipe da Prefeitura, sobre as ciclovias instaladas no Município. Além desse, foram executadas análises qualitativas quanto à necessidade de instalação de iluminação exclusiva.

Para fins de projeto, a Prefeitura indicou a existência de 5.212 metros de ciclovia e ciclofaixas de uso compartilhada. Após análise realizada destas vias, foi considerada a necessidade de iluminação específica para todos os locais informados. Considerando a instalação de novo ponto a cada 20 metros de comprimento, chega-se à necessidade de **instalação de 261 novos pontos de IP para o atendimento desta demanda.**



## 2.7. SuperPostes

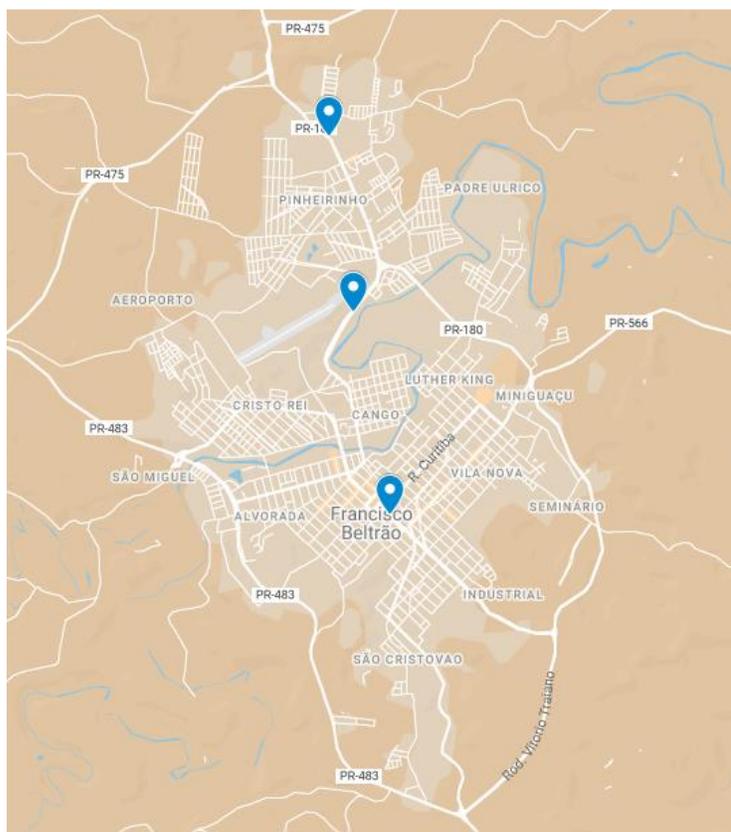
A Prefeitura indicou a existência de 3 (três) regiões no município contendo os chamados “SuperPostes” cujas características são:

- Poste Exclusivo de IP;
- Altura de Montagem de 10 a 16 metros;
- Luminária instalada em Suporte de Topo (Sem braço);
- Posteamto tipo Canteiro Central ou Bilateral Frontal.

Segundo a relação passada pelo município, estes postes exclusivos estão instalados nos seguintes logradouros:

- Avenida Silvio Barbieri;
- Avenida Atílio Fontana; e
- Avenida Júlio Assis Cavalheiro.

Figura 18 - Mapa com as localizações dos SuperPostes



Fonte: Elaboração MODELO IP.



A partir dos estudos elaborados, foi possível identificar as seguintes faixas de potências para a Modernização dos SuperPostes:

Tabela 20 - Potência dos SuperPostes

Localização	Projeto Referencial						Potência Média Por Poste (W)
	1° Fornecedor		2° Fornecedor		3° Fornecedor		
	Qtd. Luminárias por Poste	Potência (w)	Qtd. Luminárias por Poste	Potência (w)	Qtd. Luminárias por Poste	Potência (w)	
Avenida Júlio Assis Cavalheiro	3	130	3	121	3	150	401,00
Rodovia Contorno Norte (Viaduto)	1	50	1	60	1	60	56,67
Avenida Atílio Fontana	3	180	3	205	4	150	585,00

Fonte: Cadastro de IP Elaboração MODELO IP.

Para os demais casos similares de SuperPostes, para a modernização de pontos não previstos nestas regiões, mas que se assemelham em características físicas, temos a seguinte correlação referencial para a substituição de luminárias convencionais.

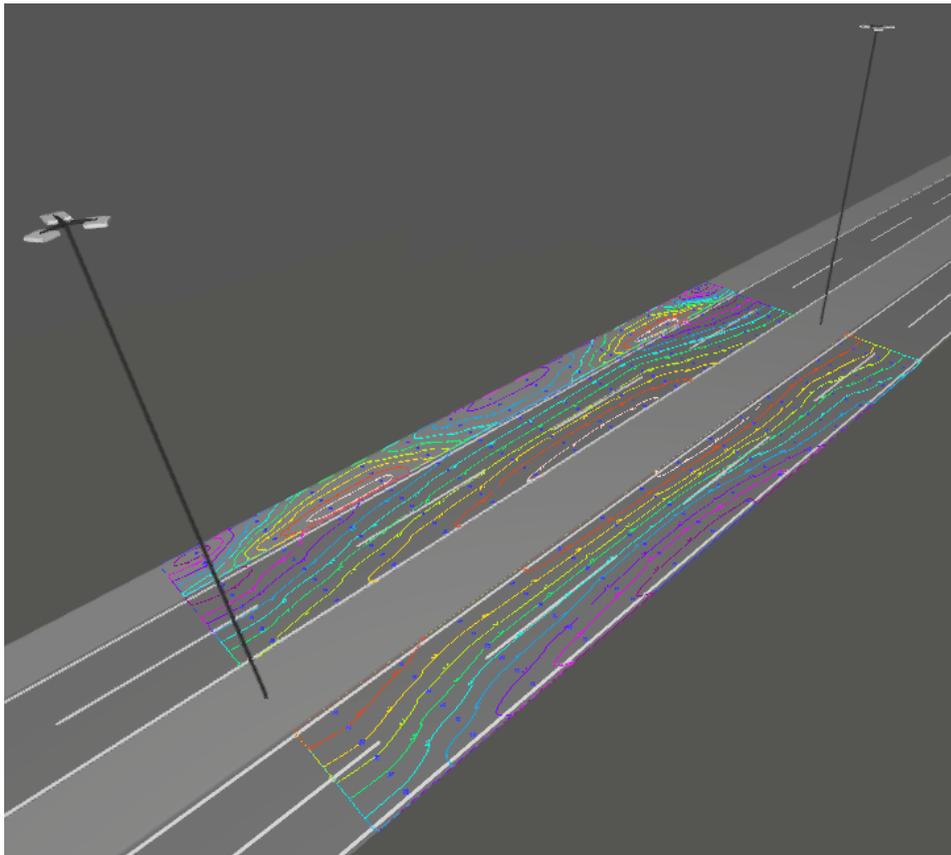
Tabela 21 – Resultado simulação SuperPostes

Existente	1° Fornecedor	2° Fornecedor	3° Fornecedor	Eficientização (%)
(3x) 400 W (Lâmpada Convencional)	(3x) 120 W	(3x) 153 W	(3x) 150 W	64,75 %
(4x) 250 W (Lâmpada Convencional)	(4x) 80 W	(4x) 94 W	(4x) 100 W	63,47 %

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 19 – Estudo de Engenharia para Super Postes



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Para fins da modelagem financeira e dos estudos de engenharia, a Altura de Montagem, Posteação, e Tipo de Braço (suporte de topo) foram mantidos inalterados nas simulações propostas conforme solicitações do Município, sendo considerada apenas a troca das luminárias.

Importante também salientar que por solicitação do Município, as áreas atendidas por SuperPostes e similares, tenham índices mínimos de iluminância e uniformidade maiores que o previsto conforme a classificação da via de veículos e de pedestres das vias em que esta infraestrutura esteja instalada. Esta solicitação para uma “Super Iluminação” se dá em prol de manter os níveis altos já utilizados nestas zonas de alto fluxo e importantes aspectos socioeconômicos, sendo então previsto apenas minimamente o mantimento do nível atual, ou a utilização de uma classe acima, esta “Super Iluminação” está prevista conforme Anexo 4 do Edital Caderno de Encargos.



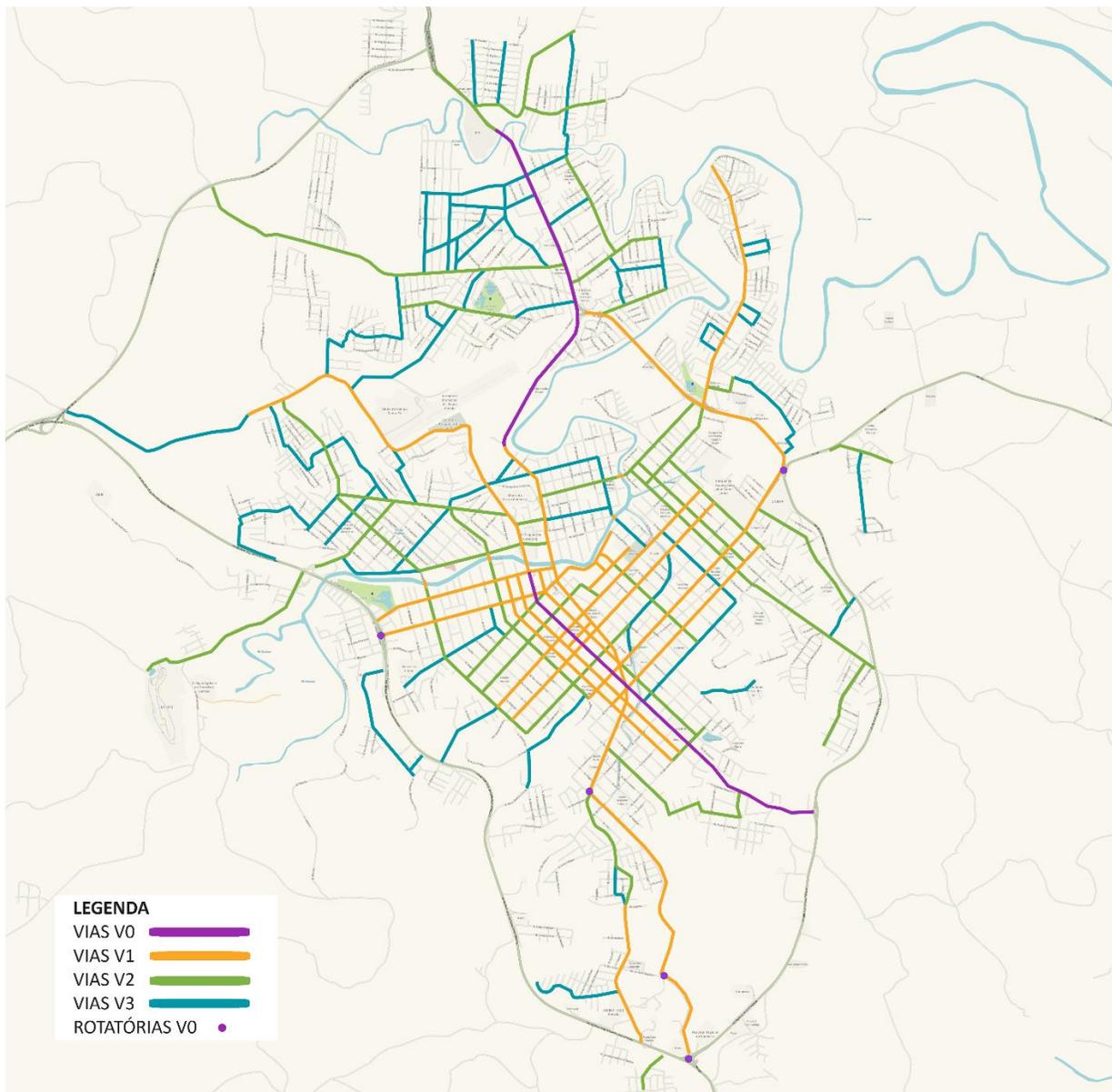
## 2.8. Super Iluminância

Considerando o objetivo de oferecer maior destaque no ponto de vista socioeconômico para o município, foi solicitado pela Prefeitura de Francisco Beltrão e como proposta do presente estudo, determinados trechos, rotatórias e trevo de acesso que adotarão os requisitos da Super Iluminância.

Os trechos considerados como relevantes para receber a Super Iluminância, se deu por definição e seleção do Município. Esses trechos contemplam os índices mínimos de iluminância e uniformidade maiores que o previsto conforme a classificação da via, caracterizando assim a Super Iluminância. A localização dos trechos, rotatórias e trevo de acesso contemplados, além de estarem listados no Anexo 4 do Edital Caderno de Encargos, também se encontram visualmente representados na Figura 20:



Figura 20 – Localização dos trechos para Super Iluminância



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Estas presentes definições e objetivos da Super Iluminância também configuram um aumento nos custos, o qual está devidamente previsto na Modelagem Econômico-financeira, e conforme Anexo 4 do Edital Caderno de Encargos a futura concessionária deverá seguir o documento vinculativo durante a elaboração dos projetos executivos.



### 3. ILUMINAÇÃO ESPECIAL

Este item possui o objetivo de propor diretrizes mínimas para os projetos de Iluminação Especial (IE) voltados para bens culturais do município e encontram-se dispostos ao longo deste documento. Serão apresentados, portanto, os requisitos mínimos a serem atendidos quando da elaboração e execução dos projetos luminotécnicos.

Ressalta-se que as informações apresentadas neste documento não substituem a necessidade de realização de medições técnicas, elaboração de projetos luminotécnicos, simulações em *software* e alocação de quaisquer recursos, ferramentas e profissionais necessários para definição dos quantitativos e especificações exatas das luminárias e demais equipamentos, bem como a submissão de projetos à validação por órgão(s) específico(s) responsável(is) pelos patrimônios culturais edificados e paisagem urbana da cidade.

Assim, para a definição do escopo e das diretrizes que servirão como guia para a elaboração dos estudos para a PPP de IP, foram considerados como principais critérios:

- Valorização dos espaços de convivência;
- Preocupação com identidade cultural;
- Ordenação do espaço público;
- Hierarquização e legibilidade dos monumentos e edificações;
- Adequação a novos usos;
- Sensação de segurança.

Nos estudos de engenharia, foi considerada a solução técnica mais adequada para cada ponto de Iluminação Especial indicado pelo município. Além disso, foi feita a estimativa dos custos para sua implantação, tanto de material, quanto de mão de obra.

A Concessionária deverá considerar que cada local escolhido possui características próprias, de natureza arquitetônica, artística e cultural, que devem ser destacadas no projeto executivo de Iluminação Especial correspondente. Os projetos elaborados pela Concessionária devem ser aprovados previamente pela Prefeitura do município antes de sua implantação.



A determinação dos locais que receberão Iluminação Especial foi realizada por meio de levantamento dos bens de relevância histórica, cultural, turística e/ou comunitária, em observação aos critérios destacados acima e de acordo com indicações fornecidas pela Secretaria de Turismo de Francisco Beltrão. Foram definidos os bens apresentados a seguir:

Tabela 22 – Bens para implementação de Iluminação Especial

#	Local	Localização
1	Torre da Concatedral	Travessia Frei Deodato, 289 - Bairro: Centro
2	Cristo Redentor e Morro do Calvário	Travessia Augusto de Rosa, 98 – Bairro: Congo
3	Mercado Municipal	Rua Palmas, 1010 – Bairro: Centro
4	Cuia Gigante	Praça Eduardo Virmond Suplicy
5	Obelisco	Praça Eduardo Virmond Suplicy
6	Monumento Getsop	Praça Eduardo Virmond Suplicy
7	Rodoviária Municipal de Francisco Beltrão	Avenida Ernesto Gagliotto, 17 - Água Branca
8	Portal Italiano	Rua Porto Alegre, próximo ao trevo do Alvorada
9	Túnel de Contenção de Cheias	Luther King, Francisco Beltrão – PR
10	Ponte Júlio Assis	Avenida Júlio Assis Cavalheiro – Bairro: Centro
11	Igreja Seção Jacaré	Seção Jacaré, Francisco Beltrão - PR
12	Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria	Rua São Paulo - Industrial
13	Capela São Cristóvão	Rua Pato Branco, 1188 - São Cristóvão
14	Museu da Colonização	Rua União da Vitória, 2283 - Vila Nova
15	Bandeiras de Acesso nos Trevos	Avenida Duque de Caxias, 5120 - Marrecas, Francisco Beltrão - PR, 85601-190 na rotatória.
16	Ecomuseu Jorge Baleiro de Lacerda	Marília, 251 – Bairro: Padre Ulrico
17	Monumento aos Pioneiros	São Benedito - Congo
18	Patrola histórica	São Benedito - Congo
19	Parque de Exposições Jayme Canet Jr	Rua Peru, 180 - Luther King
20	Escola de Música	Avenida Duque de Caxias - Alvorada
21	Parque Ambiental Boa Vista	Avenida Antônio de Paiva Cantelmo - Industrial
22	Parque Ambiental Lago das Torres	Padre Ulrico, Francisco Beltrão - PR
23	Parque Ambiental da cidade norte	Rua Jardim Virgínia, Francisco Beltrão – PR
24	Praça da Liberdade	Rua Porto Alegre, 56 – Bairro: Marrecas
25	Parque São Francisco	Rua Francisco Cassiano, 450 - Novo Mundo
26	Concatedral Nossa Senhora da Glória	Travessa Frei Deodato, 289 - Centro
27	Espaço da Arte	Rua Octaviano Teixeira dos Santos, 969 - Centro
28	Gruta Nossa Sra. Lourdes	Localizado em Jacutinga

Fonte: Lista dos Imóveis Inventariados pelo Município de Francisco Beltrão - TURISMO FRANCISCO BELTRÃO – ILUMINAÇÃO

Projetos referenciais foram elaborados com base em referências da literatura e boas práticas aplicáveis no contexto da Iluminação Pública, com destaque para as recomendações da *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE) – Comissão Internacional de Iluminação, organização internacional de iluminação.



A fim de garantir a integração do patrimônio dentro da paisagem em que está inserido, cabe destacar a relevância do entendimento das premissas estabelecidas pela Norma 5101/2018, que baliza a implementação da Iluminação Pública e estabelece conceitos e termos relacionados ao tema, mesmo que essas não regulamentem, de forma específica, a implementação dos equipamentos destinados à IE.

### 3.1. Diretrizes Gerais

A seguir, são apresentadas as diretrizes gerais relacionadas à Iluminação Especial para o contexto do município, as quais são consideradas como complementares às diretrizes previamente descritas no item 2.3.

#### **Proporcionar a legibilidade do bem e do sítio onde está inserido**

A iluminação de uma paisagem, edificação ou monumento deve ser implantada de modo a comunicar, de maneira legível, ao usuário, o contexto histórico, a originalidade e as singularidades do bem a ser destacado. Os elementos de iluminação, nesse contexto, funcionam como instrumentos que facilitam o entendimento e reconhecimento das paisagens urbanas, bem como dos volumes, do cromatismo e das texturas dos materiais das fachadas e monumentos.

A legibilidade, no contexto contemporâneo, também está relacionada à maneira que o bem é observado, visto que a velocidade nos deslocamentos do espectador influencia o fluxo das trocas simbólicas entre observador e objeto. Portanto, faz-se necessário analisar o contexto em que o monumento está inserido para que a Iluminação especial transmita com clareza as intenções desejadas.

#### **Valorizar, ordenar e hierarquizar o bem**

O ato de iluminar os elementos de uma paisagem urbana constitui uma representação de valorização e preservação do monumento histórico. No contexto de valorização do patrimônio, os artifícios da IE assumem protagonismo, uma vez que possibilitam manipular o olhar do observador e, conseqüentemente, garantem diferentes graus de importância na paisagem urbana aos bens destacados.



Sendo assim, devem ser utilizados recursos como a temperatura da cor, quantidade de luz direcionada, tecnologia e design dos equipamentos disponíveis no mercado para ordenar o cenário noturno e hierarquizar os monumentos nele inseridos.

### **Respeitar as especificidades dos bens e das paisagens a serem destacados**

A paisagem é um recorte visual, emoldurado no imaginário do observador, que constrói, a partir dali suas referências no ambiente urbano. A iluminação funciona como o meio maleável que sensibiliza os sentidos e reforça a identidade da cidade.

Deve, por conseguinte, ser capaz de comunicar, ao espectador, a história e as tradições desses cenários, tendo, como princípio: o respeito às tipologias e às intenções das edificações e monumentos presentes nele; os usos para os quais são destinados; a relevância no âmbito municipal e regional; e o contexto histórico em que foram construídos, sem interferir na leitura do observado como um falso artístico ou falso histórico.

### **Evitar que os elementos de iluminação chamem, para si, atenção indevida e causem danos à estrutura física da construção e ao usuário do espaço público**

Os elementos de iluminação devem compor a paisagem urbana de forma coadjuvante, salvo os casos em que eles representam algum simbolismo no cenário urbano ou aqueles instalados provisoriamente para atender a uma necessidade esporádica.

A fixação de elementos nos monumentos e nas fachadas das edificações deve ser realizada de maneira a garantir a integridade física das construções, com eventual necessidade de aprovação prévia por órgãos competentes.

Os elementos de iluminação instalados soltos à estrutura física dos bens não devem comportar-se como obstáculos físicos, prejudiciais à circulação do espaço público, ou visuais, lesivos à leitura da paisagem urbana.

### **Mitigar potenciais ações de vandalismo**



A escolha dos elementos de IE deve priorizar a aplicação de elementos fora do alcance dos pedestres. Para os equipamentos de maior acessibilidade aos usuários do espaço público, deve ser observada a aplicabilidade de acessórios de proteção como gradis, caixas de concreto, dentre outros, de acordo com o uso do espaço.

### **Criar iluminação cênica compatível com as variações climáticas**

As variações climáticas interferem de forma decisiva na paisagem. Isso pode ser observado nas mudanças da vegetação: árvores caducifólias perdem as folhas em determinado período do ano, assim como as flores desabrocham e as arbustivas ficam mais exuberantes em determinados meses. A proposta de iluminação deve levar em consideração essas alterações físicas da vegetação para estipular aspectos como qualidade, temperatura e posicionamento de luminárias.

Outro aspecto em que as variações climáticas são determinantes está relacionado aos períodos de incidência de luz solar: durante o inverno, por exemplo, os dias podem ser mais “curtos”, com aumento da demanda e percepção da iluminação urbana.

### **3.2. Descritivo dos Equipamentos para Iluminação Especial**

Os Equipamentos e Materiais para os Projetos de Iluminação Especial (EMPIE) devem possuir, minimamente, as seguintes características técnicas:

**EMPIE01 – Arandela de uso externo:** Equipamento de uso externo utilizado com a finalidade de contribuir com a iluminação de fachadas e passeios, usualmente em locais onde não é indicada a instalação de elementos como postes ou projetores. Os requisitos mínimos para este equipamento são: tecnologia LED; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; índice de reprodução de cor (IRC) mínima de 70; e índice de proteção mínima equivalente IP66 e IK10.

**EMPIE02 – Balizador:** Equipamento de uso externo utilizado para delimitar caminhos e orientar o observador, usualmente implantados embutidos no solo ou em paredes. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; índice de reprodução de cor (IRC) mínima de 70; e índice proteção mínima equivalente IP67 e IK08.



**EMPIE03 – Embutido de solo:** Equipamento de uso externo utilizado para o destaque de fachadas, monumentos, elementos arbóreos entre outros. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo de alumínio e difusor em vidro temperado ou policarbonato; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP67 e IK10.

**EMCOPIE04 – Luminária decorativa:** Equipamento de uso externo, implantado em trajetos pedonais, praças, parques, entre outros. É disposto em conjunto com estruturas de sustentação de alturas variadas. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; em atendimento à ABNT NBR 15129:2004, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; índice de reprodução de cor (IRC) superior a 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK10.

**EMPIE05 – Luminária de uso interno:** Equipamento de uso interno, utilizado para iluminação geral de ambientes internos ou protegidos de equipamentos urbanos que tenham permeabilidade visual, a exemplo de coretos e quiosques, ou que compõem a volumetria externa de edificações, a exemplo de marquises e varandas. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; fluxo luminoso de até 4500lm; índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice proteção mínima equivalente IP20.

**EMPIE06 – Luminária de uso Interno de alta intensidade:** Equipamento de uso interno, utilizado para iluminação geral de ambientes internos ou protegidos de equipamentos urbanos que tenham permeabilidade visual, a exemplo de coretos e quiosques, ou que compõem a volumetria externa de edificações, a exemplo de marquises e varandas. Possuem morfologias variadas e são indicados como parte integrante dos postes decorativos instalados em praças e trajetos pedonais do município. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; com fluxo luminoso de 4501lm a 10000lm; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice proteção mínima equivalente IP20.



**EMPIE07 – Luminária viária:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de vias públicas, estacionamentos, parques e praças. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED certificada na Portaria nº 62 do INMETRO; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, que permitam controle e automação; índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70; e índice de proteção mínima equivalente a IP65 e IK08.

**EMPIE08 – Poste Balizador:** Equipamento de uso externo utilizado para delimitar caminhos e orientar o observador, usualmente dispostos ao longo de trajetos pedonais e jardins. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: estruturas compostas por aço ou alumínio; de altura até 1000mm; com luminária acoplada; e suporte em piso. Ademais, indica-se equipamentos com temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70; e índice de proteção mínima equivalente a IP65.

**EMPIE09 – Projetor de baixa Intensidade:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado; difusor em vidro temperado; policarbonato ou acrílico; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW; com fluxo luminoso de até 6.000lm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

**EMPIE10 – Projetor de média Intensidade:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado; difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW; com fluxo luminoso variando entre 6001lm e 25000lm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.



**EMPIE11 – Projetor de alta Intensidade:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado; difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW; com fluxo luminoso a partir de 25000lm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

**EMPIE12 – Projetor Linear de baixa intensidade:** Equipamento linear de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio; difusor em vidro temperado; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; com fluxo luminoso de até 2.000lm; comprimento de até 500mm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

**EMPIE13 – Projetor Linear de média intensidade:** Equipamento linear de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio; difusor em vidro temperado; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; com fluxo luminoso de 2.001 a 7.500lm; comprimento acima de 500mm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

**EMPIE14 – Projetor Linear embutido de baixa intensidade:** Equipamento linear de uso externo, embutido no solo, utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio; difusor em vidro temperado; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; com



fluxo luminoso de até 2.000lm; comprimento de até 500mm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP67 e IK10.

**EMPIE15 – Projetor Linear embutido de média intensidade:** Equipamento linear de uso externo, embutido no solo, utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; compostos por corpo em alumínio; difusor em vidro temperado; de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura; temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K; com fluxo luminoso de 2.001 a 7.500lm; comprimento acima de 500mm; que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80; e índice de proteção mínima equivalente a IP67 e IK10.

**EMPIE16 – Projetor Subaquático:** Equipamento de uso externo, utilizado com o intuito de valorizar equipamentos urbanos que exijam instalações submersas à água. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED; que apresentem amplo espectro cromático (RGB); que permitam controle e automação; com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70; e índice de proteção mínima equivalente a IP68 e IK10.

**EMPIE17 – Braço:** Acessório de uso externo, utilizado como suporte de luminárias a uma determinada distância do eixo da coluna. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: braços para IP em aço galvanizado.

**EMPIE18 – Grade antifurto:** Acessório de uso externo, utilizado como proteção contra ações de vandalismo. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: uso de gradis mimetizados na paisagem; e que não comprometam os fachos luminosos dos equipamentos de IE.

**EMPIE19 – Poste:** Acessório de uso externo, utilizado como suporte para luminárias e projetores. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: postes retilíneos; com alturas e sistemas de fixação compatíveis com o uso e configuração do espaço urbano onde serão instalados; e que atendam às regulamentações dispostas na NBR-14744.



### 3.3. Diretrizes Específicas

Os itens apresentados a seguir contemplam as diretrizes específicas elaboradas para cada localidade objeto de análise como Iluminação Especial, respeitando suas singularidades e o contexto urbano onde estão inseridos. Para cada local, são apresentados, além das diretrizes, os quantitativos mínimos e especificações dos equipamentos de iluminação considerados.

Os equipamentos apresentados se baseiam em referências de pesquisas realizadas junto a fabricantes do setor e de tecnologias usualmente empregadas.

No que diz respeito aos equipamentos de iluminação, são propostas faixas de valores para o fluxo luminoso, considerando que a definição de potências não seria adequada devido à variação na eficiência luminosa entre os equipamentos de diferentes fornecedores e sua evolução ao longo dos anos. Em relação às faixas, entende-se como uma solução mais recomendável para definição de diretrizes mínimas para os futuros projetos de Iluminação Especial em cada bem público, pois traz uma flexibilidade para a Prefeitura quando da análise e validação do projeto apresentado pela Concessionária.

Com disseminação das campanhas nas quais uma cor é vinculada a um mês, a fim de auxiliar quanto à conscientização no combate a doenças e problemas na sociedade, o poder público tem um grande engajamento. Tendo isso em vista, optou-se pelo uso de projetor em LED RGB (Red-Green-Blue), que possui, em um mesmo encapsulamento, três LEDs com as cores primárias – vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue). Misturando-se as três e mudando suas intensidades individualmente, podemos fazer qualquer cor do espectro visível.

A seguir, é apresentada a lista com os meses e suas principais cores e alertas dos problemas de saúde:

Tabela 23 – Bens para implementação de Iluminação Especial

Mês	Cor	Alerta de Saúde
Janeiro	Branco	Saúde Mental
Fevereiro	Roxo	Lupus   Fibromialgia   Mal de Alzheimer
Março	Azul Marinho	Câncer de Rim   Câncer Colorretal
Abril	Azul   Verde	Autismo   Segurança e Saúde no Trabalho
Maio	Amarelo	Trânsito



Mês	Cor	Alerta de Saúde
Junho	Vermelho	Doação de Sangue
Julho	Amarelo	Hepatite
Agosto	Dourado	Amamentação
Setembro	Amarelo	Prevenção ao Suicídio
Outubro	Rosa	Prevenção ao Câncer de Mama
Novembro	Azul	Câncer de Próstata
Dezembro	Laranja	Câncer de Pele

Fonte: <https://oncologia.com.br/noticias/cores-da-saude-campanhas/>

### 3.3.1. Torre da Concatedral

São propostos, para a Torre da Concatedral, os equipamentos de iluminação voltados para o monumento, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar o relógio da Torre;
- Prever efeito de iluminação das texturas no comprimento da Torre;

Tabela 24 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Torre da Concatedral

Torre da Concatedral		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE11	Projeto RGB (Alta Intensidade)	08
EMPIE10	Projeto (Média Intensidade)	04
EMPIE09	Projeto (Baixa Intensidade)	12

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas da Torre antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.



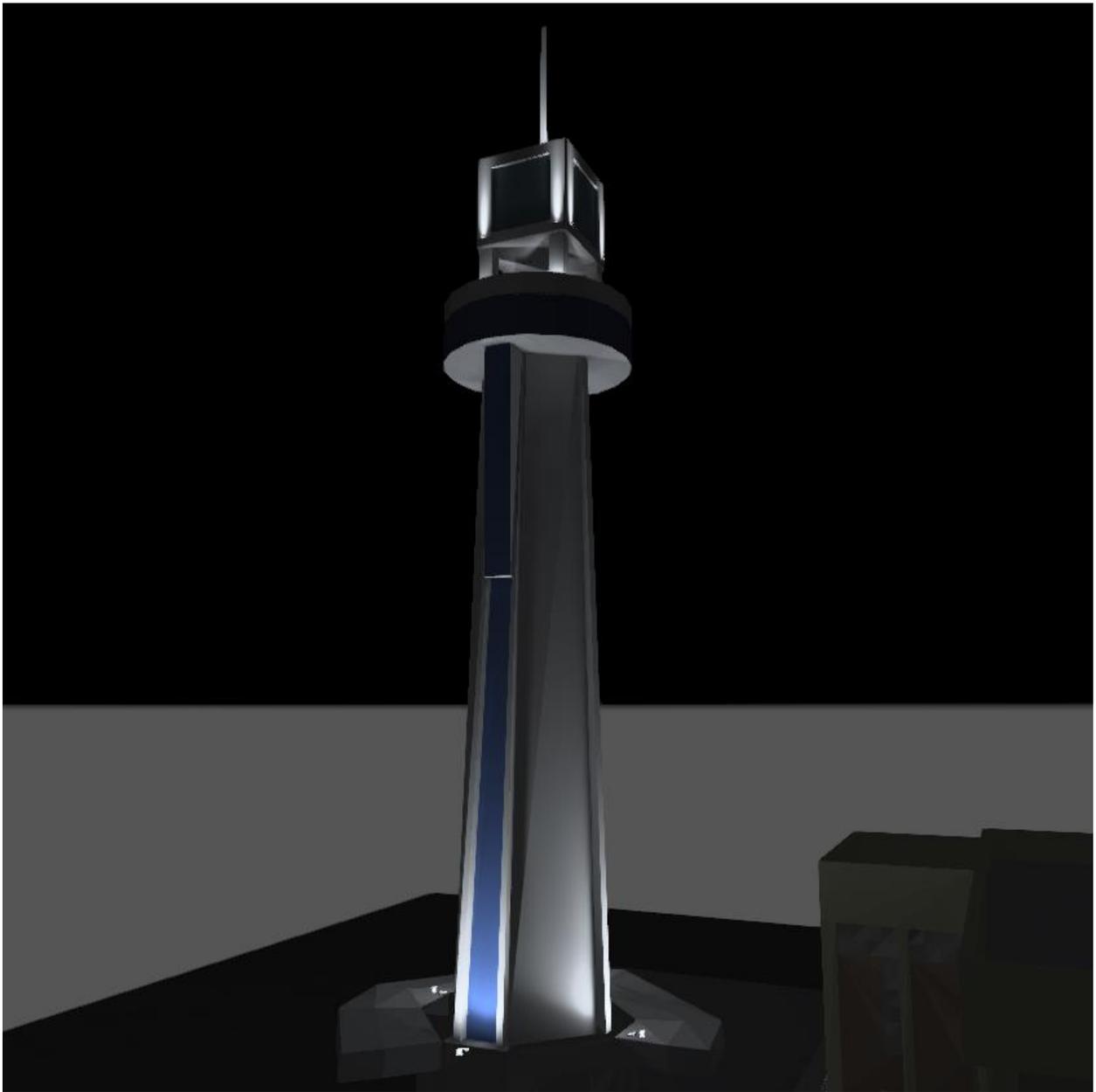
Figura 21 – Torre da Concatedral.



Fonte: site da prefeitura de Francisco Beltrão.



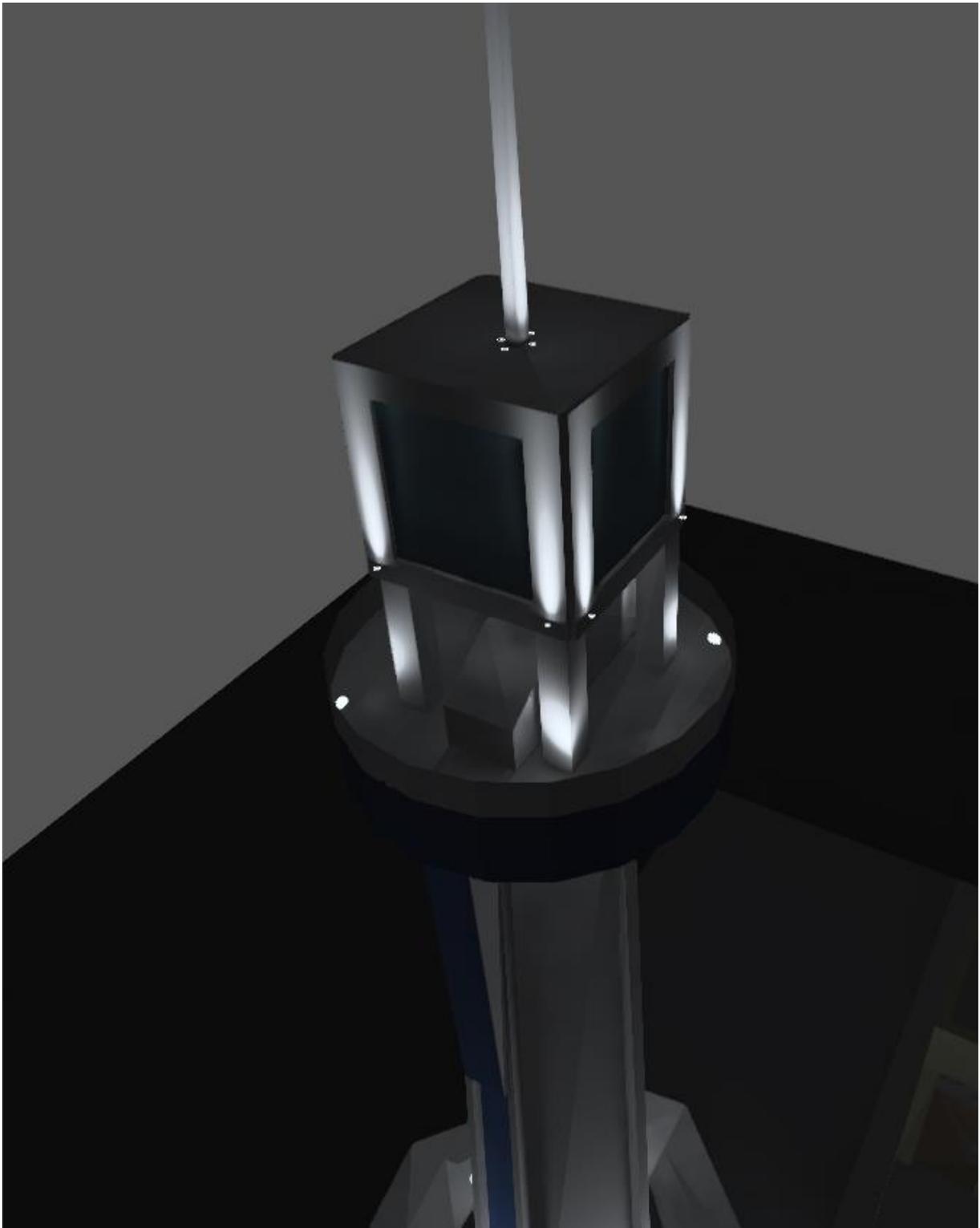
Figura 22 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 23 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



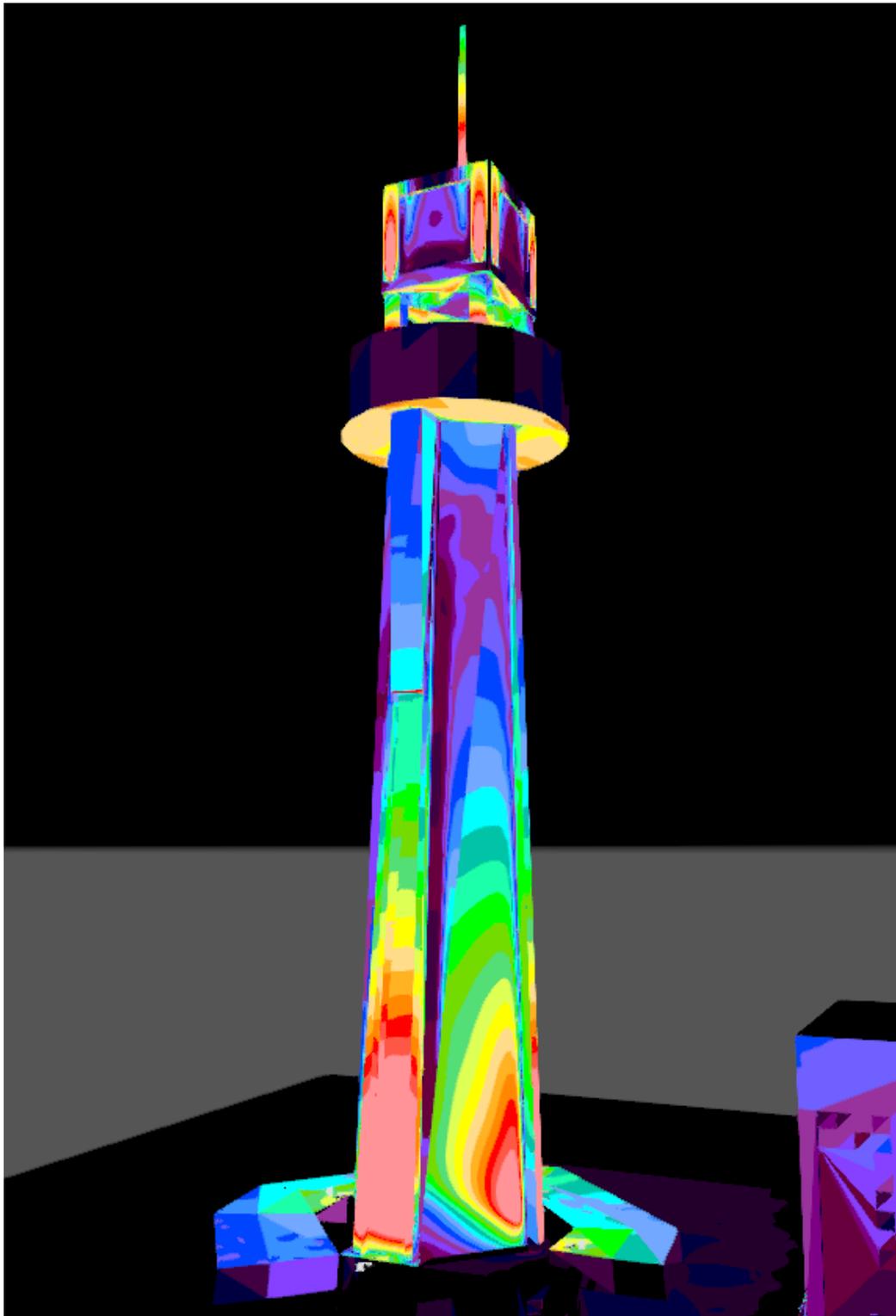
Figura 24 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



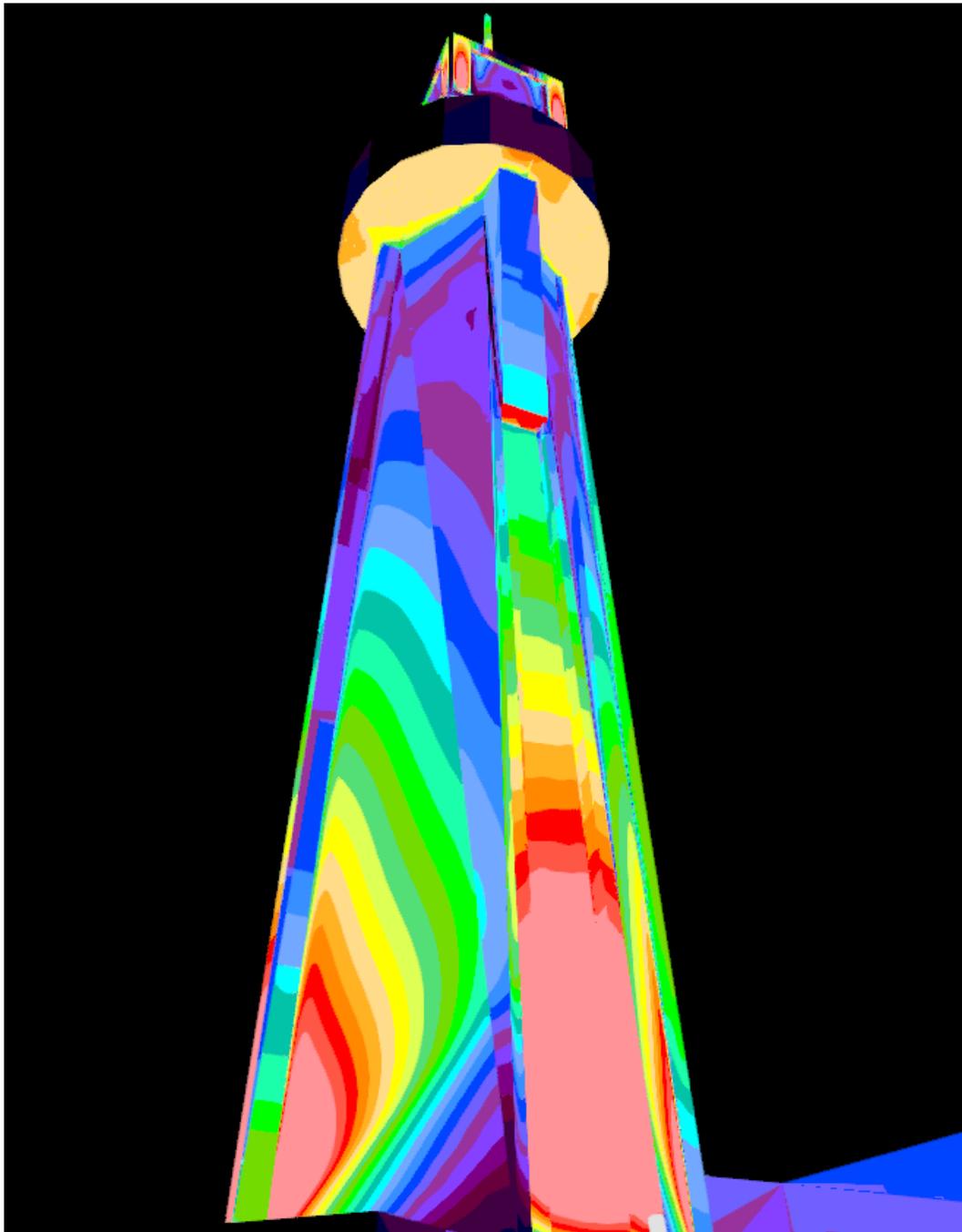
Figura 25 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



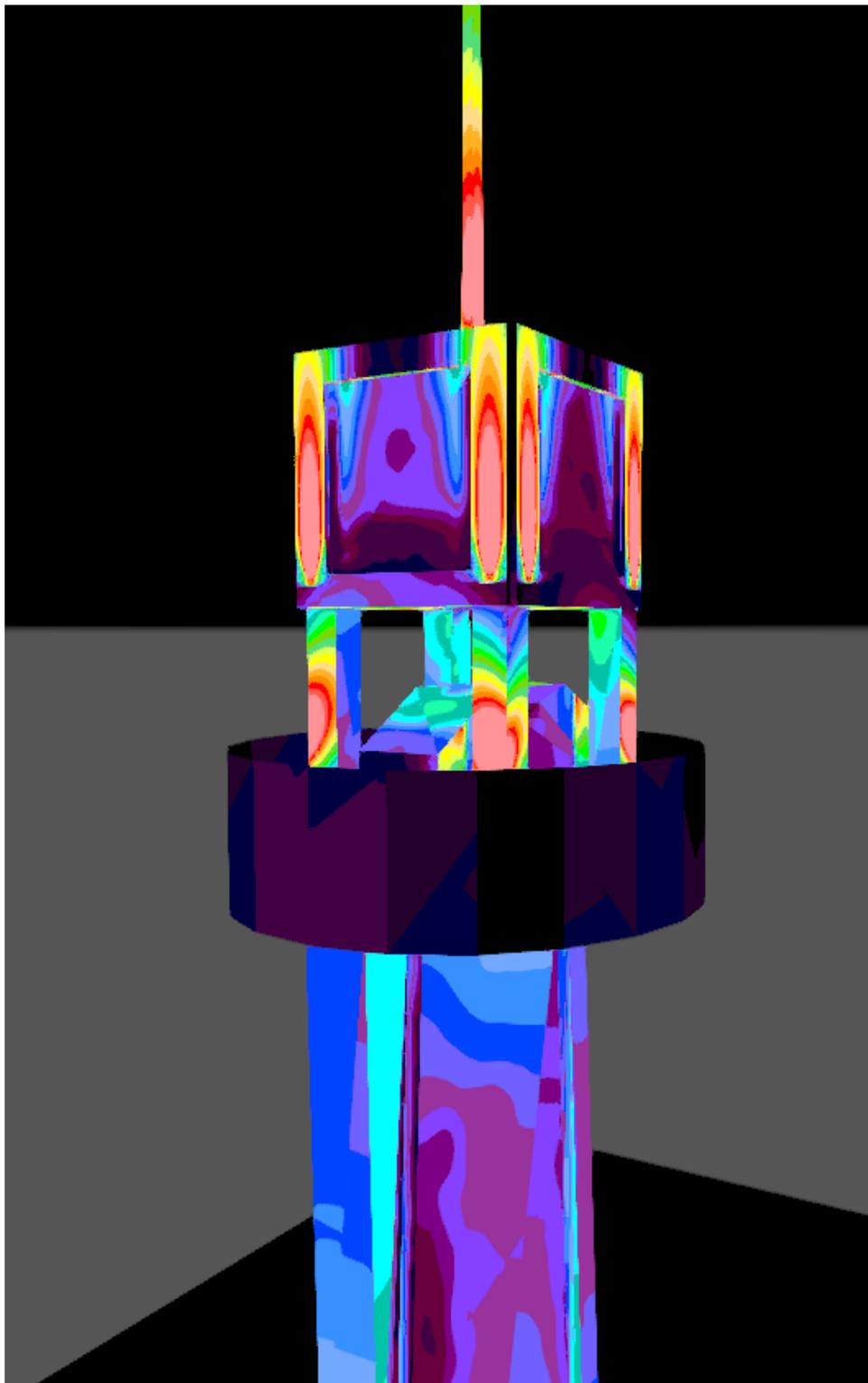
Figura 26 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 27 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Torre da Concatedral



Fonte: Elaboração MODELO IP.



### 3.3.2. Igreja Seção Jacaré

São propostos, para a Igreja Seção Jacaré, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada;
- Prever efeito de iluminação homogêneo na fachada frontal do edifício;
- Destacar elementos como as cruzes.

Figura 28 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Igreja Seção Jacaré

Igreja Seção Jacaré		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE03	Embutido de Solo 2700K	16
EMPIE09	Projektor 2700 (Baixa Intensidade)	06

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas da Igreja antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.



Figura 29 - Igreja Seção Jacaré



Fonte: site da prefeitura de Francisco Beltrão.



Figura 30 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 31– Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.



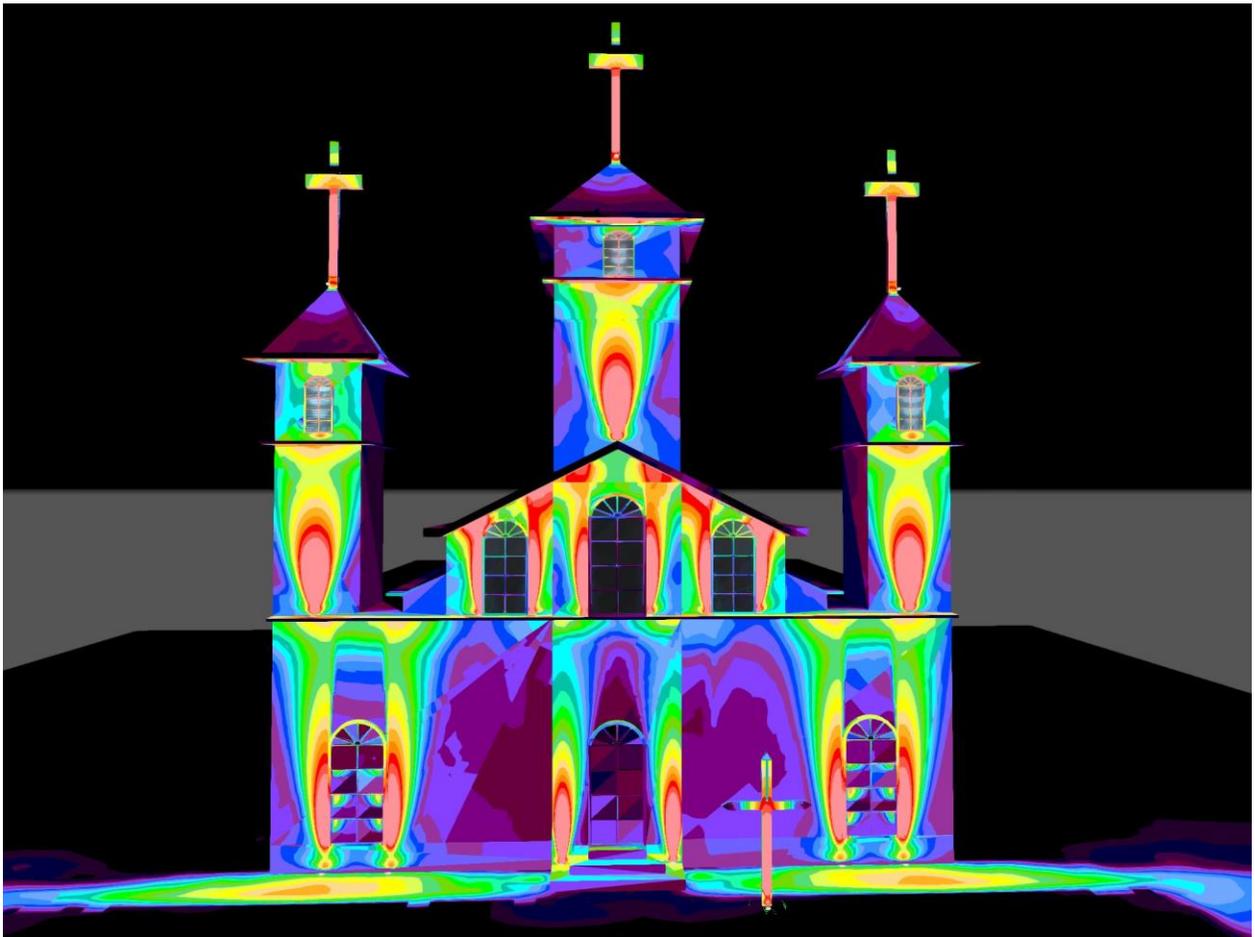
Figura 32– Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.



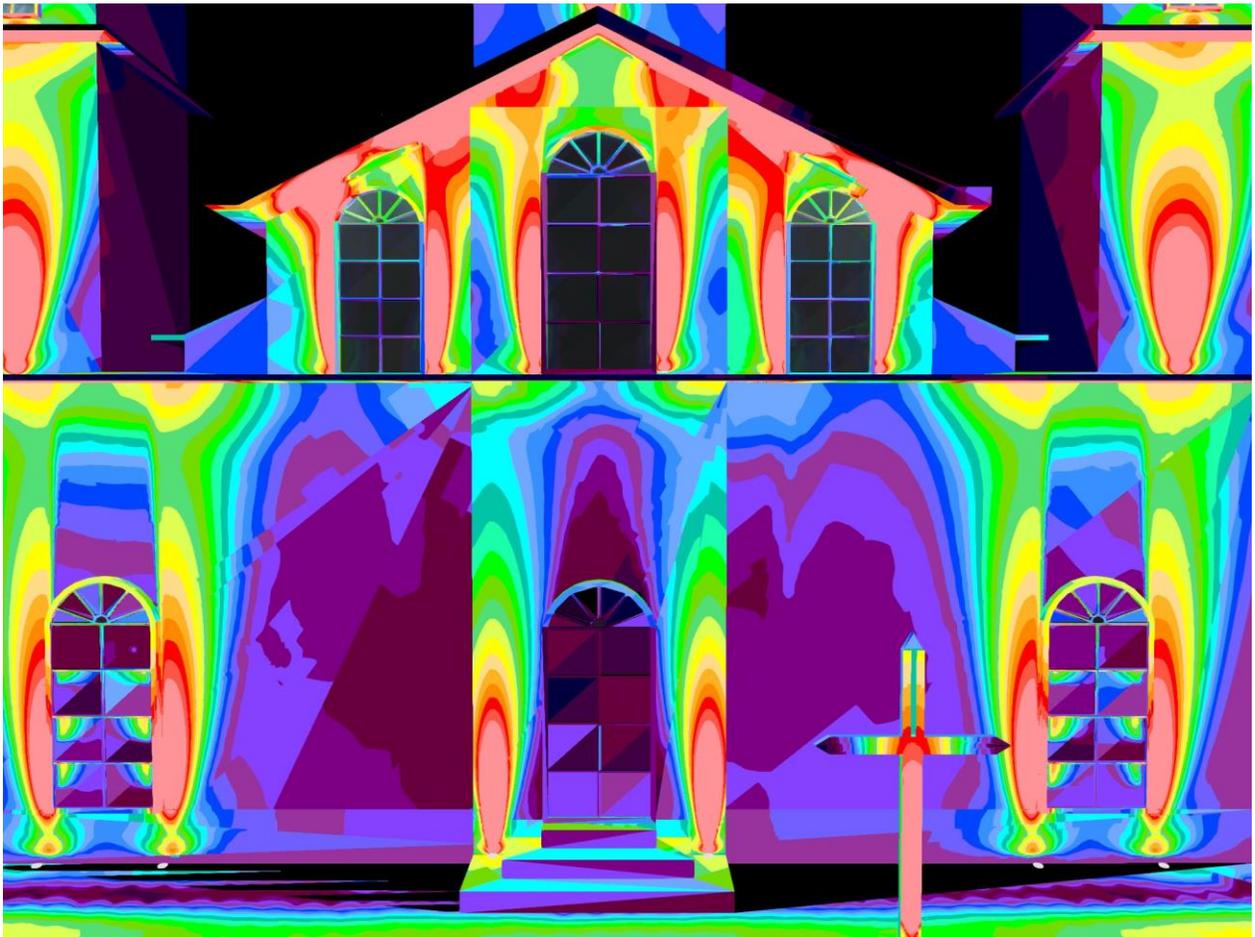
Figura 33 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.



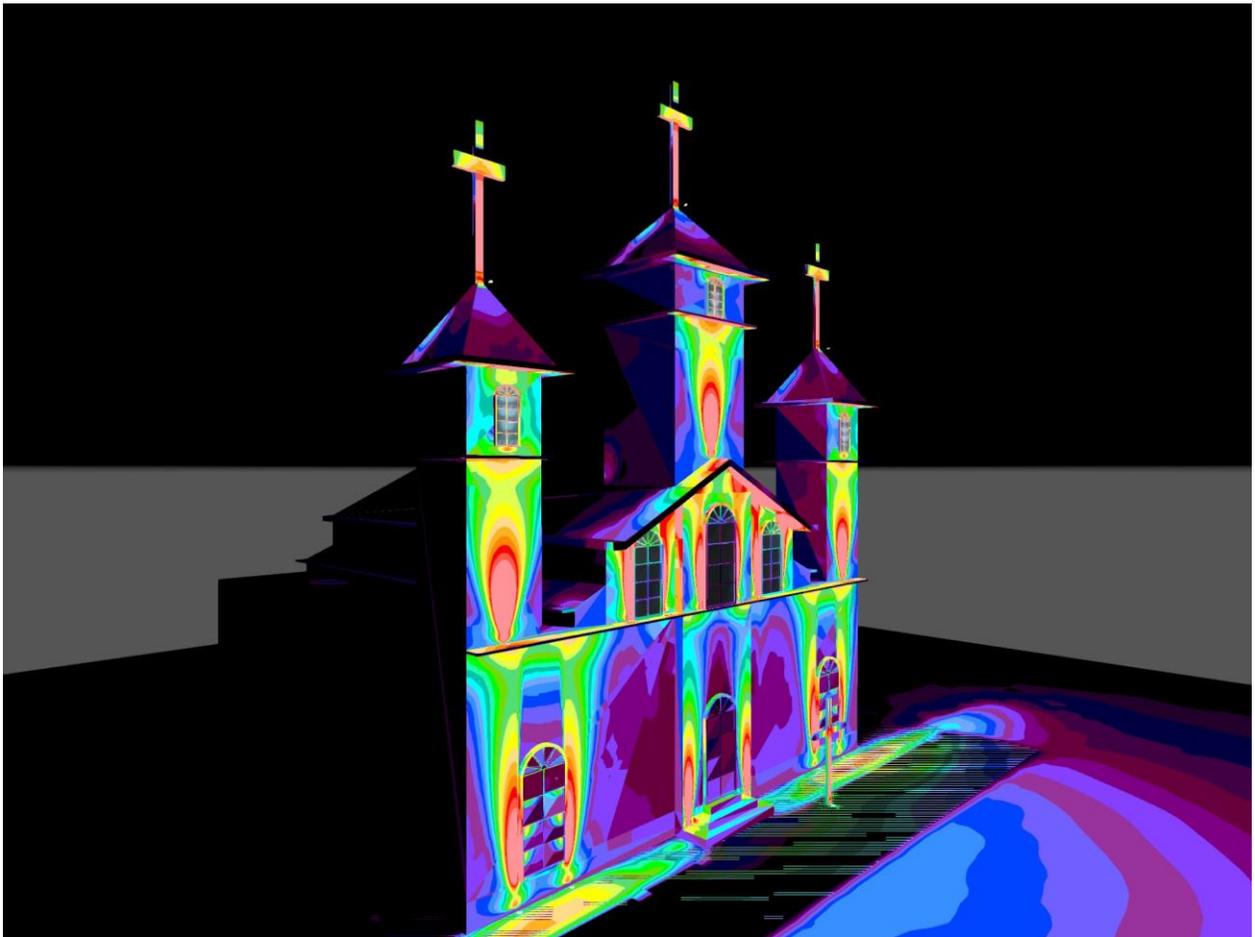
Figura 34 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 35 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja Seção Jacaré



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.3. Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria

São propostos, para a Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e laterais, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais de pedra;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Valorizar o recuo da entrada da fachada frontal;
- Valorizar o recuo da fachada lateral em cada esquadria;



- Valorizar cruzes.

Tabela 25 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria

Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo 2700K	22
EMPIE09	Projeto (Baixa Intensidade)	05
EMPIE12	Barra Linear (Baixa Intensidade)	48

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas da Igreja antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 36 – Fachada da Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.



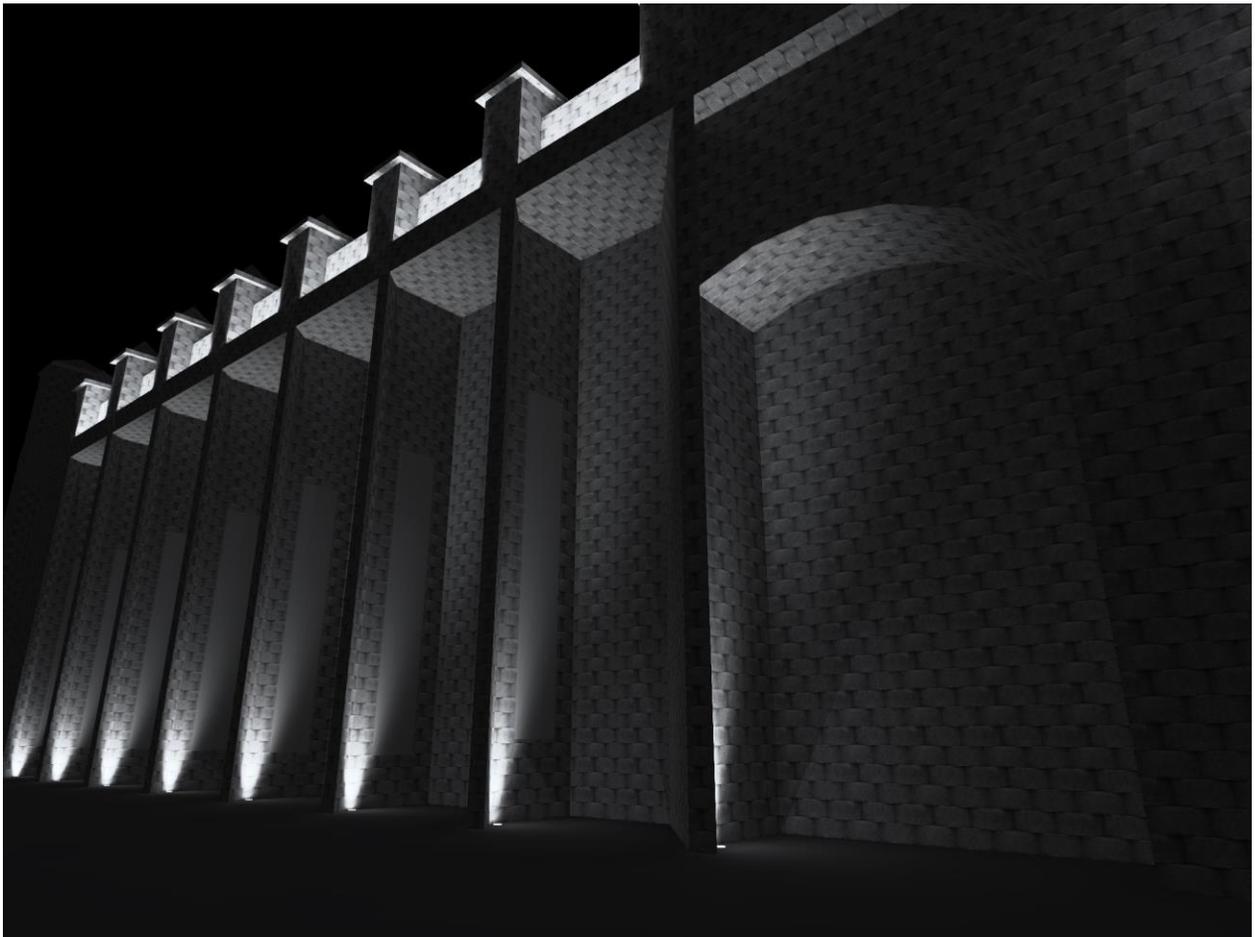
Figura 37 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.



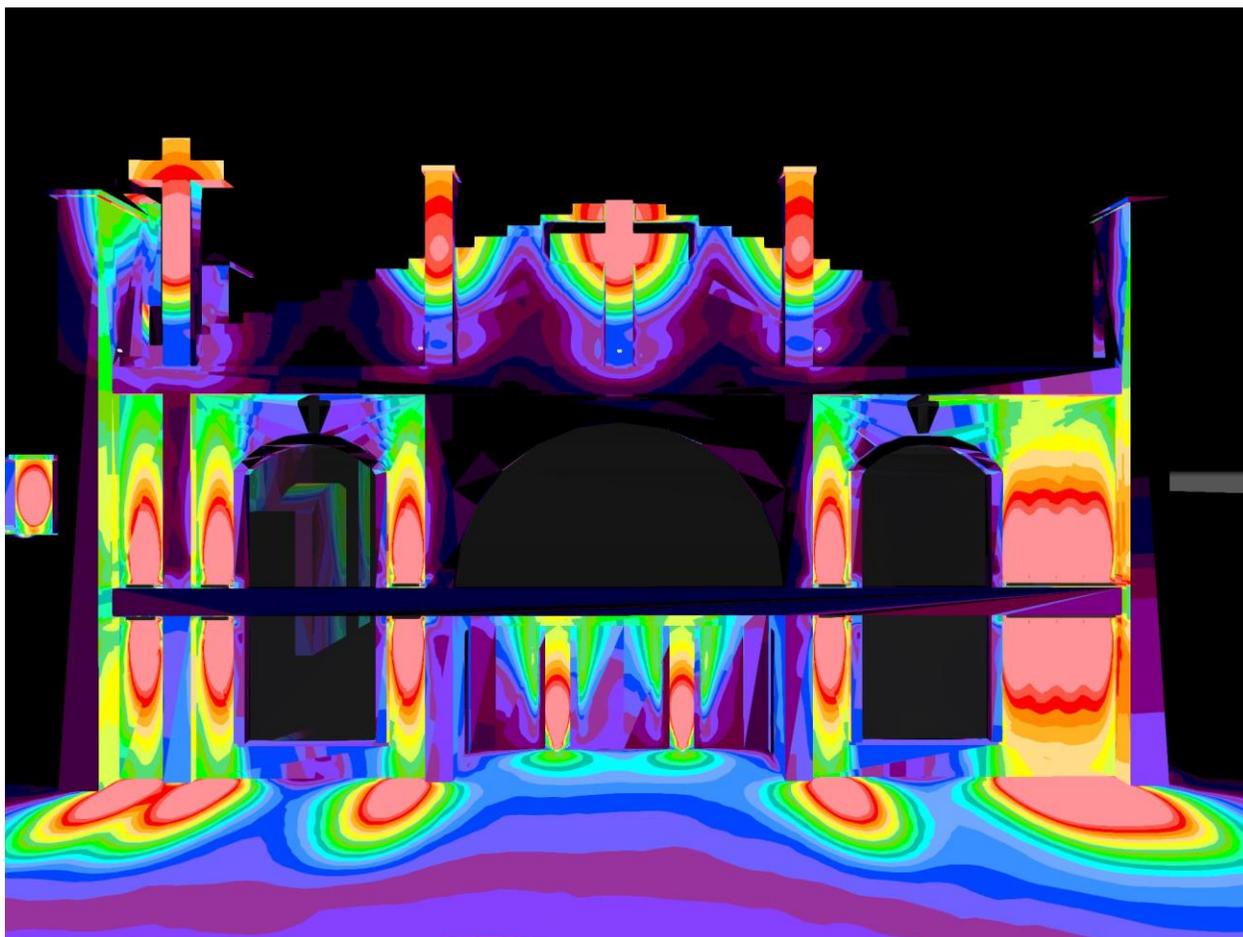
Figura 38 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.



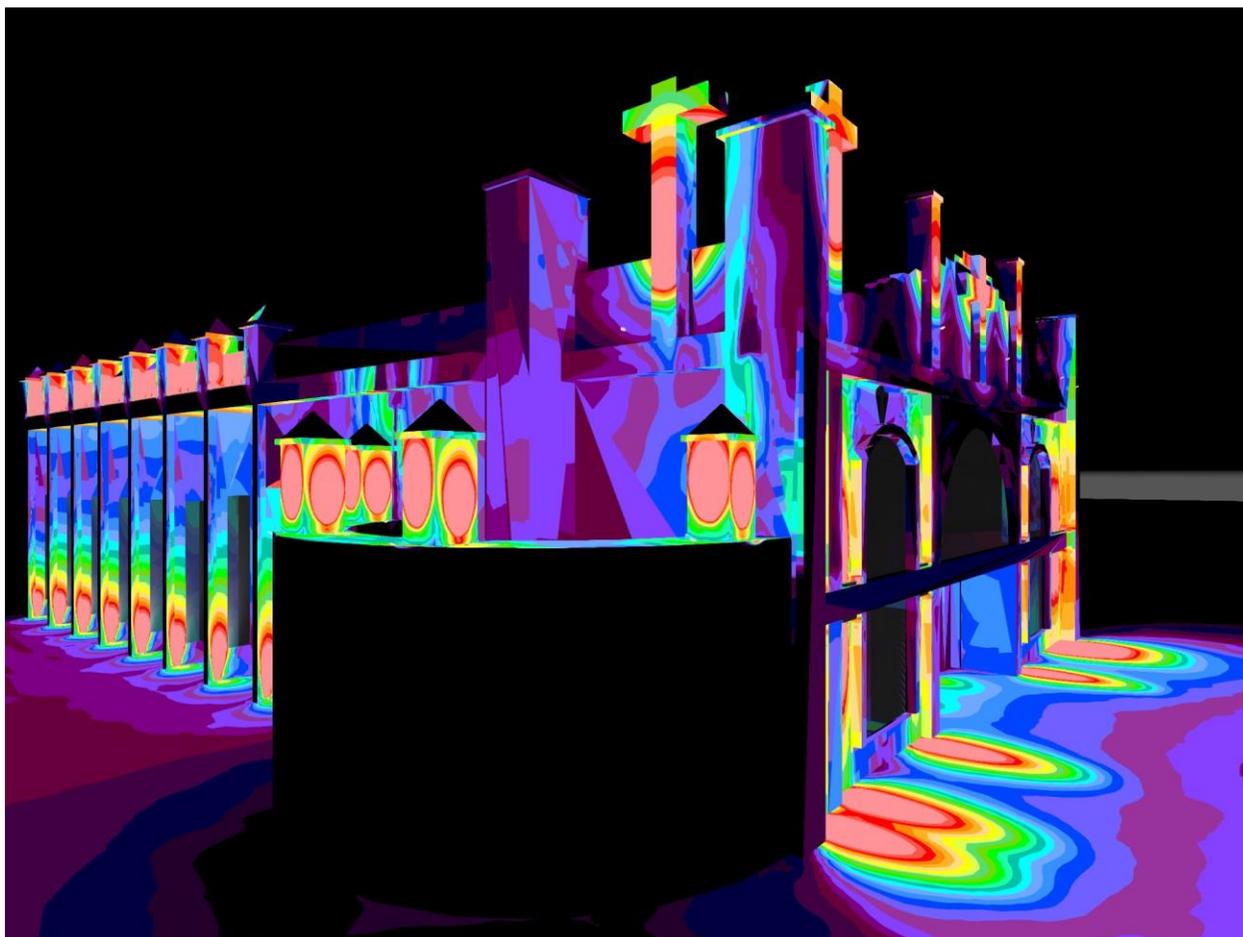
Figura 39 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.

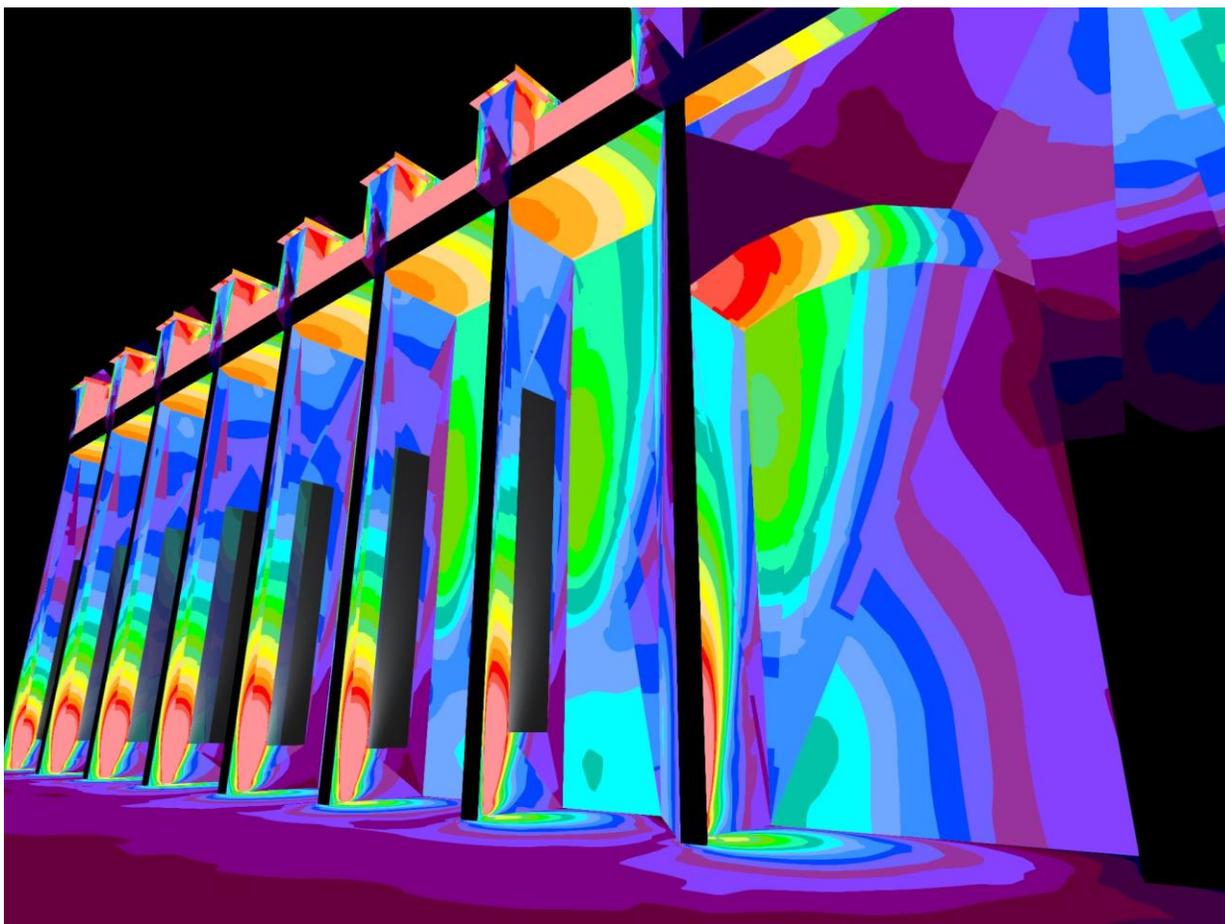


Figura 40 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 41 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Igreja de Pedra de Santa Catarina



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.4. Capela São Cristóvão

São propostos, para a Capela São Cristóvão, os equipamentos de iluminação voltados para as quatro fachadas, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão das fachadas;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Valorizar os dois vitrais.

Tabela 26 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Capela São Cristóvão

Capela São Cristóvão		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE09	Projektor 2700K (Baixa Intensidade)	10

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas da Capela antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

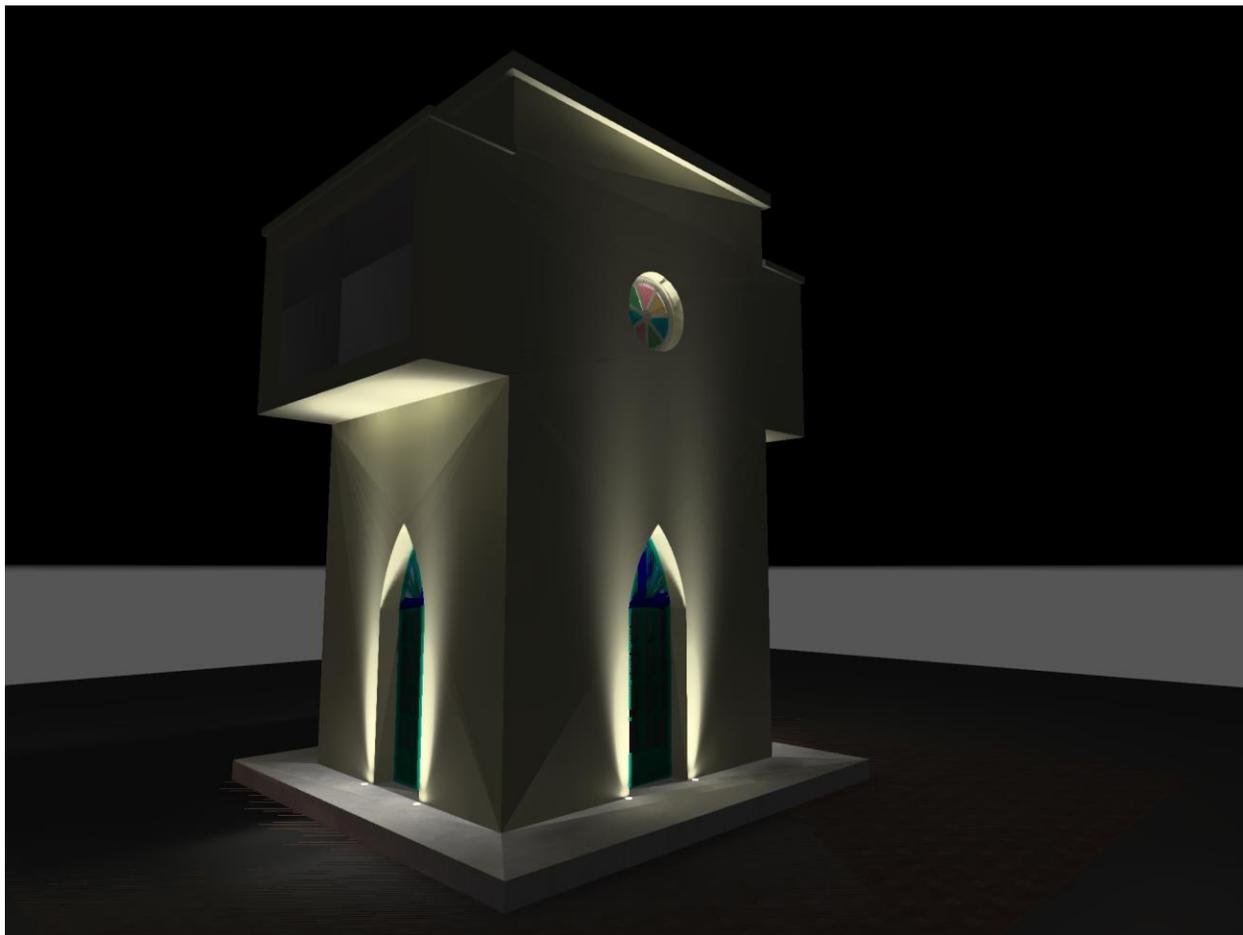
Figura 42 – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



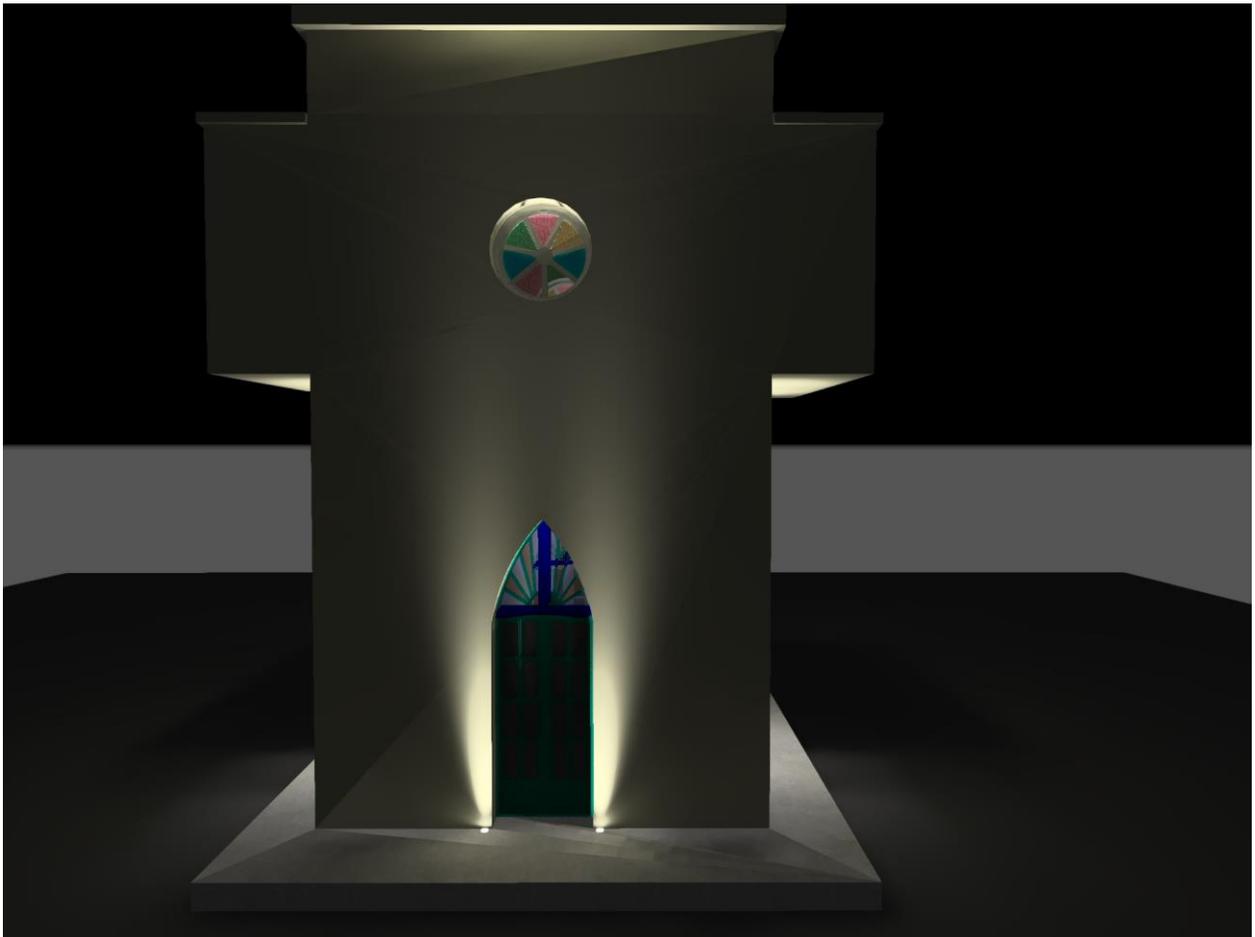
Figura 43 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



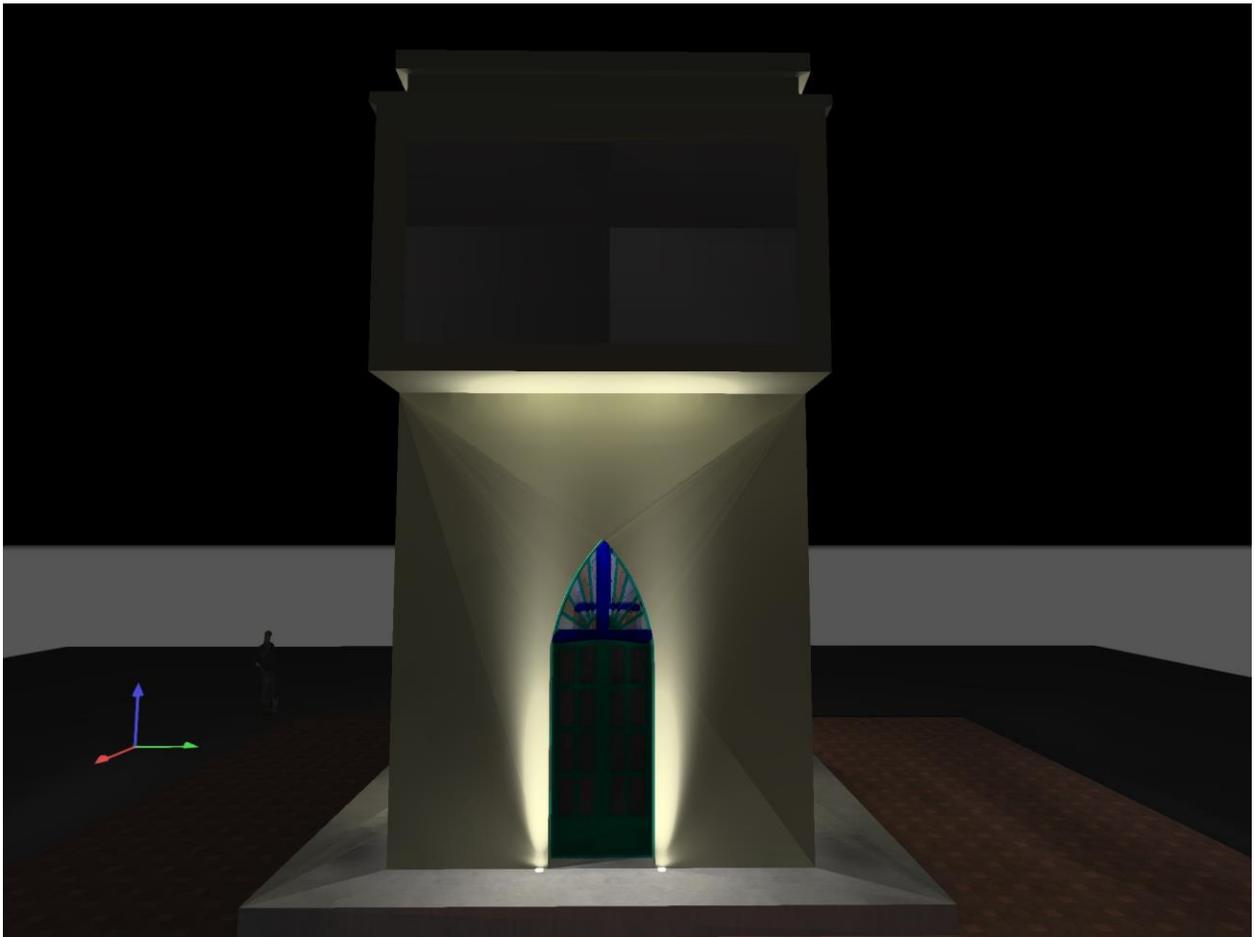
Figura 44 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



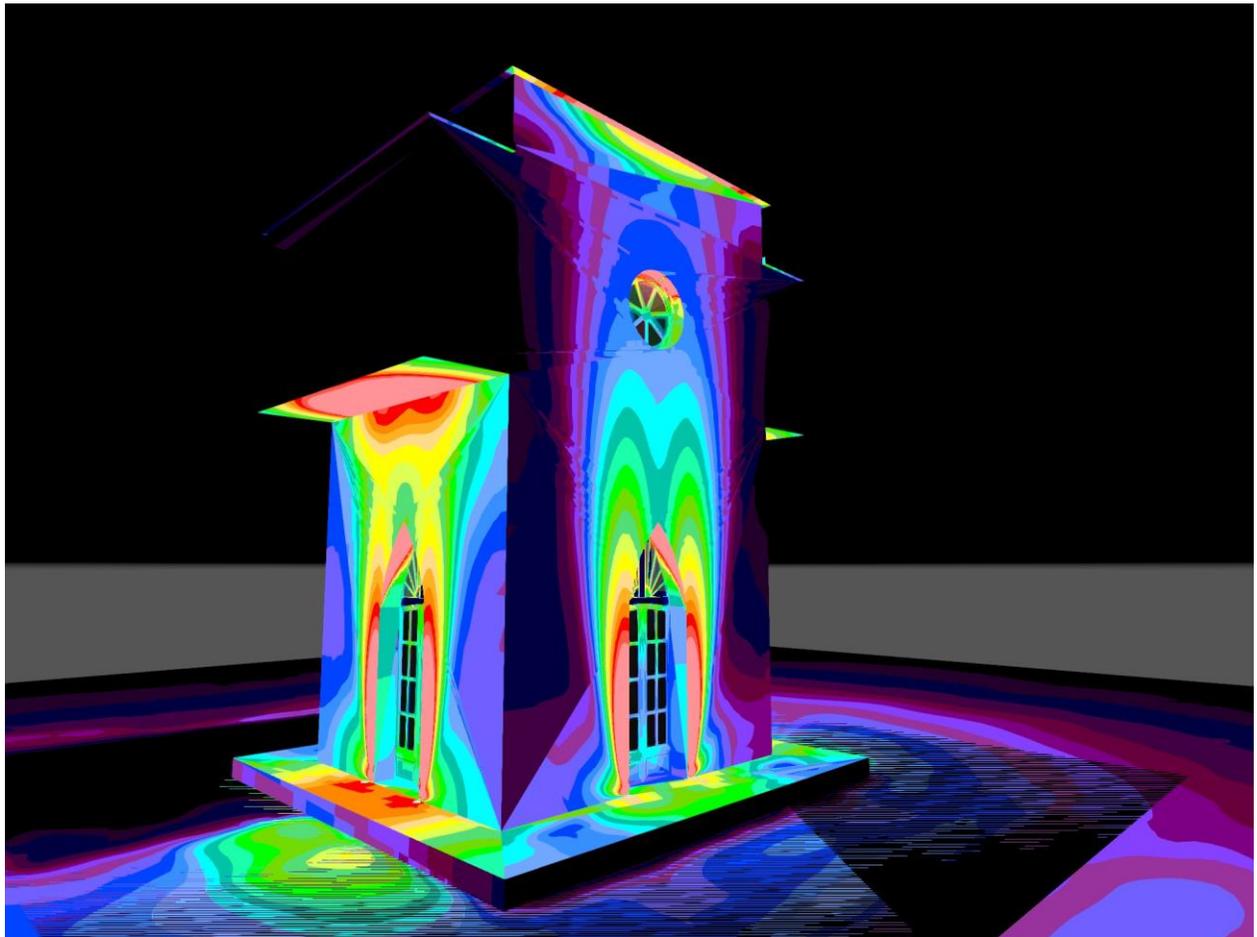
Figura 45 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



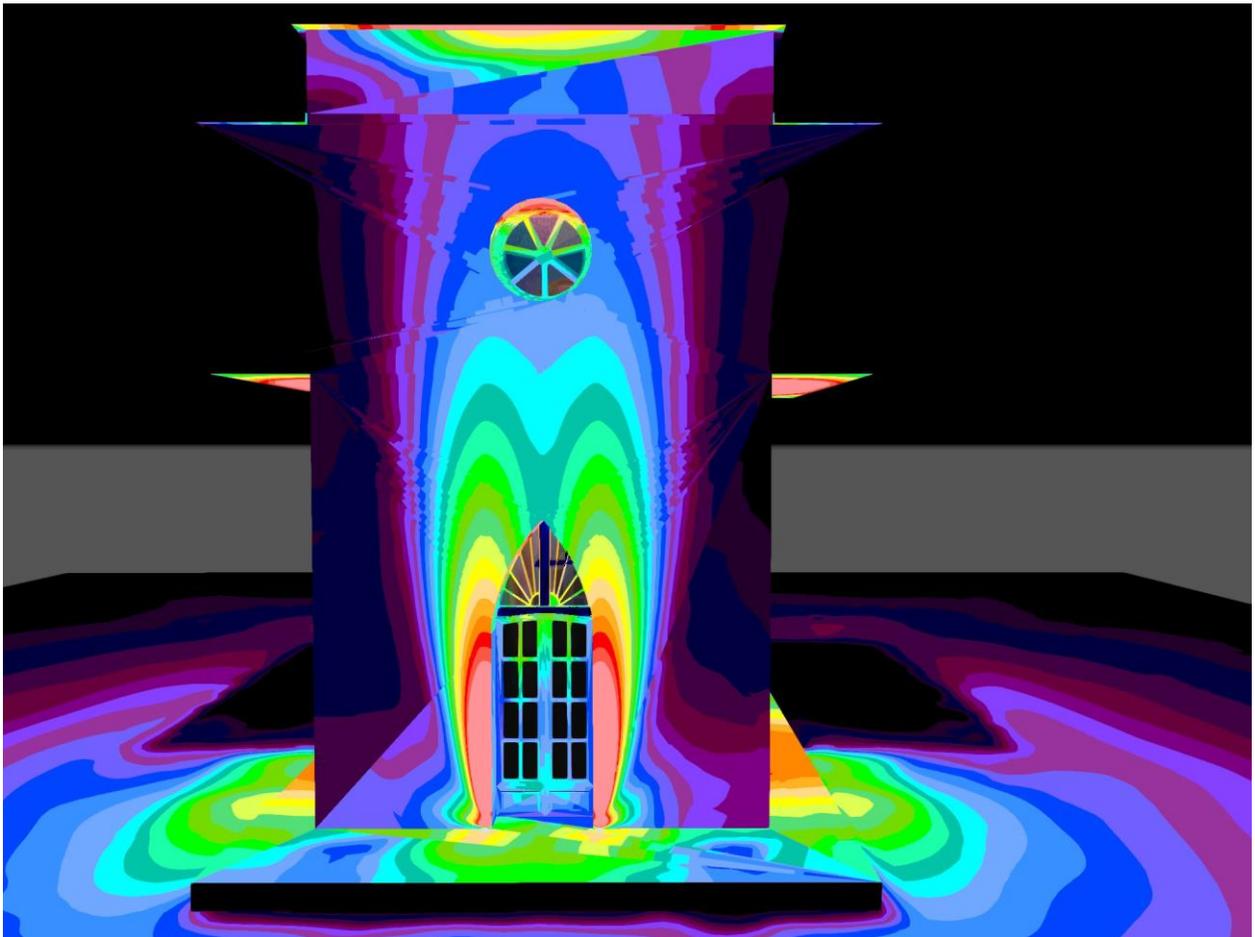
Figura 46- Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

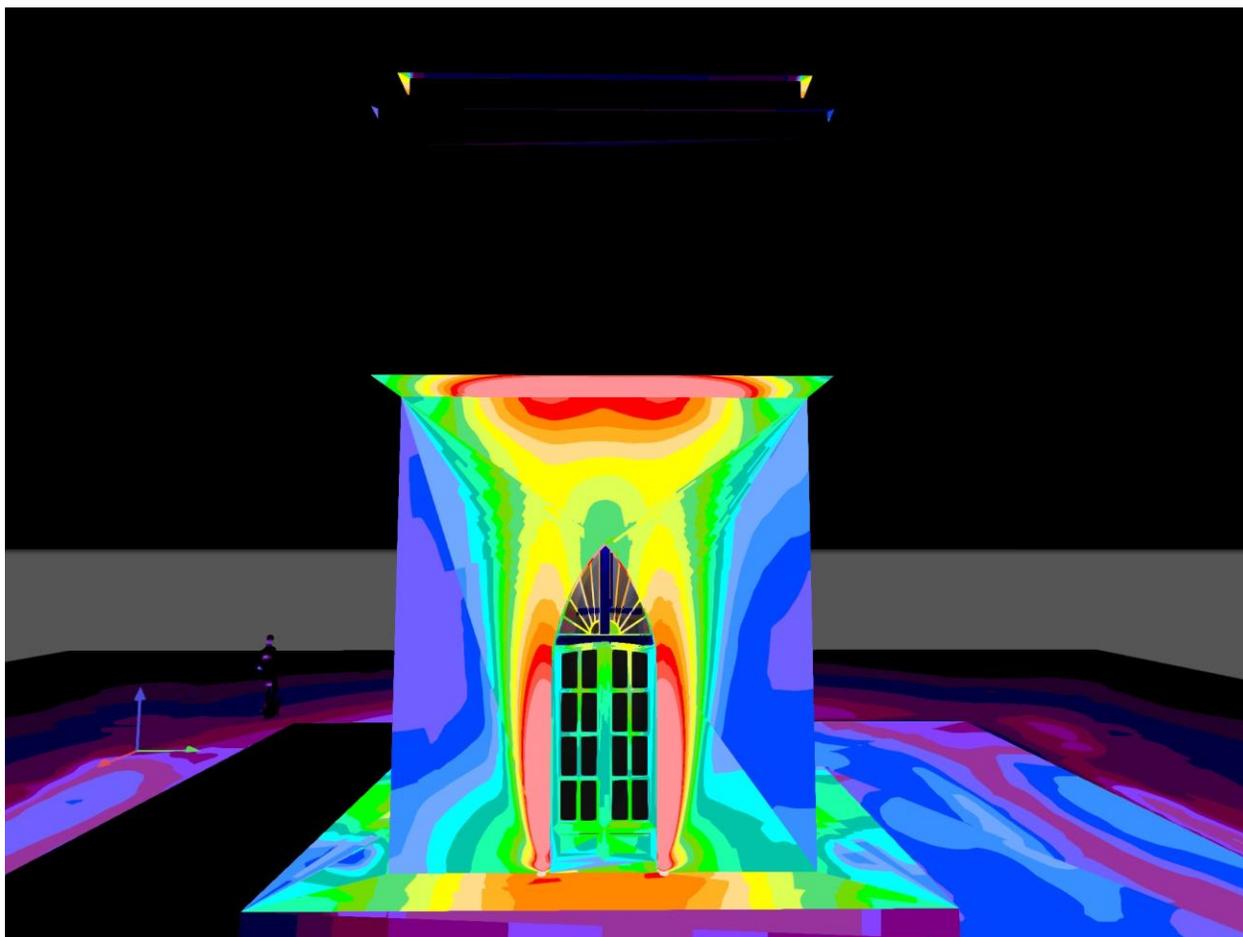


Figura 47 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 48 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Capela São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.5. Concatedral Nossa Senhora da Glória

São propostos, para a Concatedral Nossa Senhora da Glória, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal, escadaria lateral e sacada com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as colunas, vitrais da fachada principal e lateral da edificação;
- Destacar cruz.



Tabela 27 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Concatedral Nossa Senhora da Glória

Concatedral Nossa Senhora da Glória		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo 2700K	01
EMPIE10	Projektor 2700K (Média Intensidade)	14
EMPIE09	Projektor 2700K (Baixa Intensidade)	25

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas da Concatedral antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 49 – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 50 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 51 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 52 – Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.



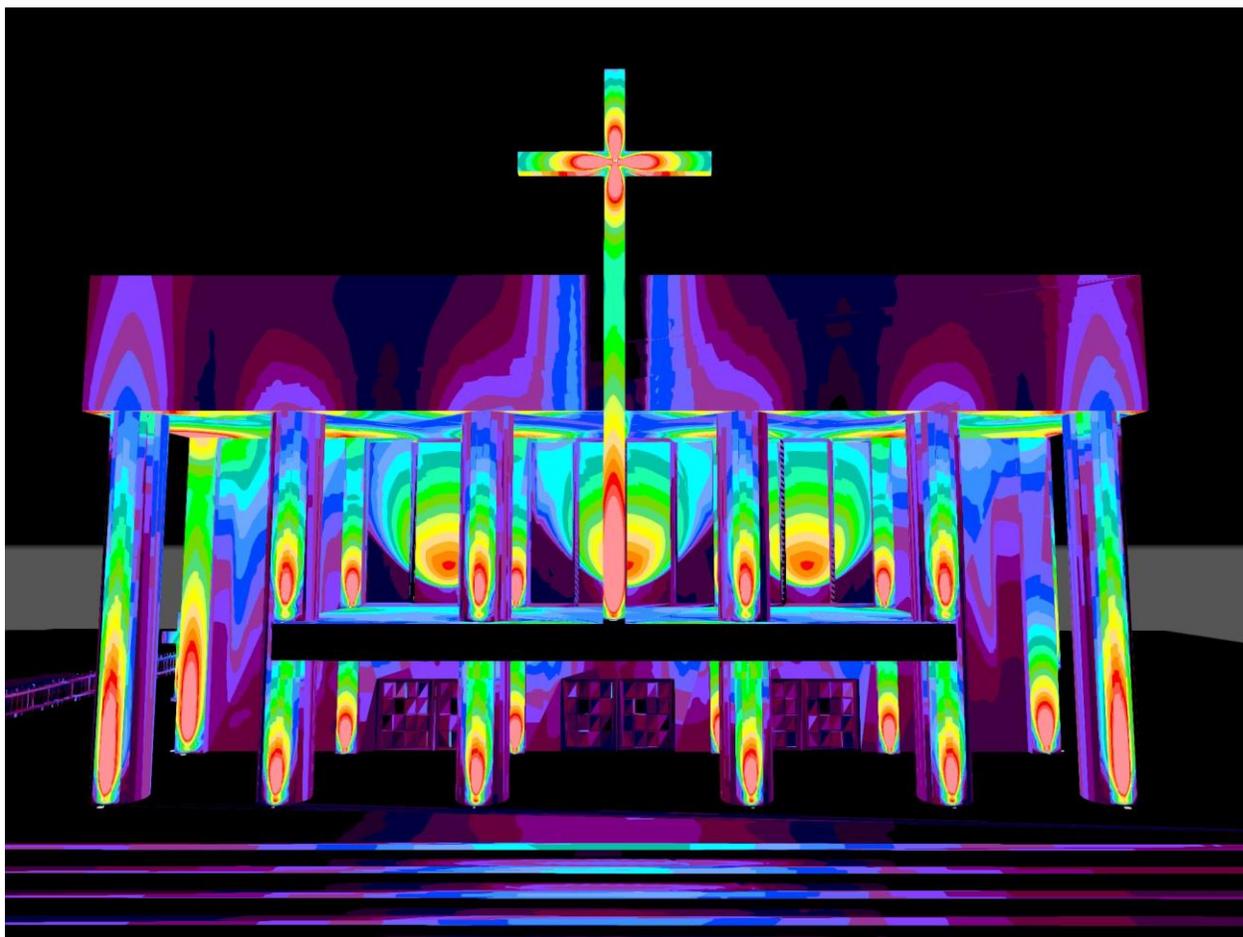
Figura 53 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.



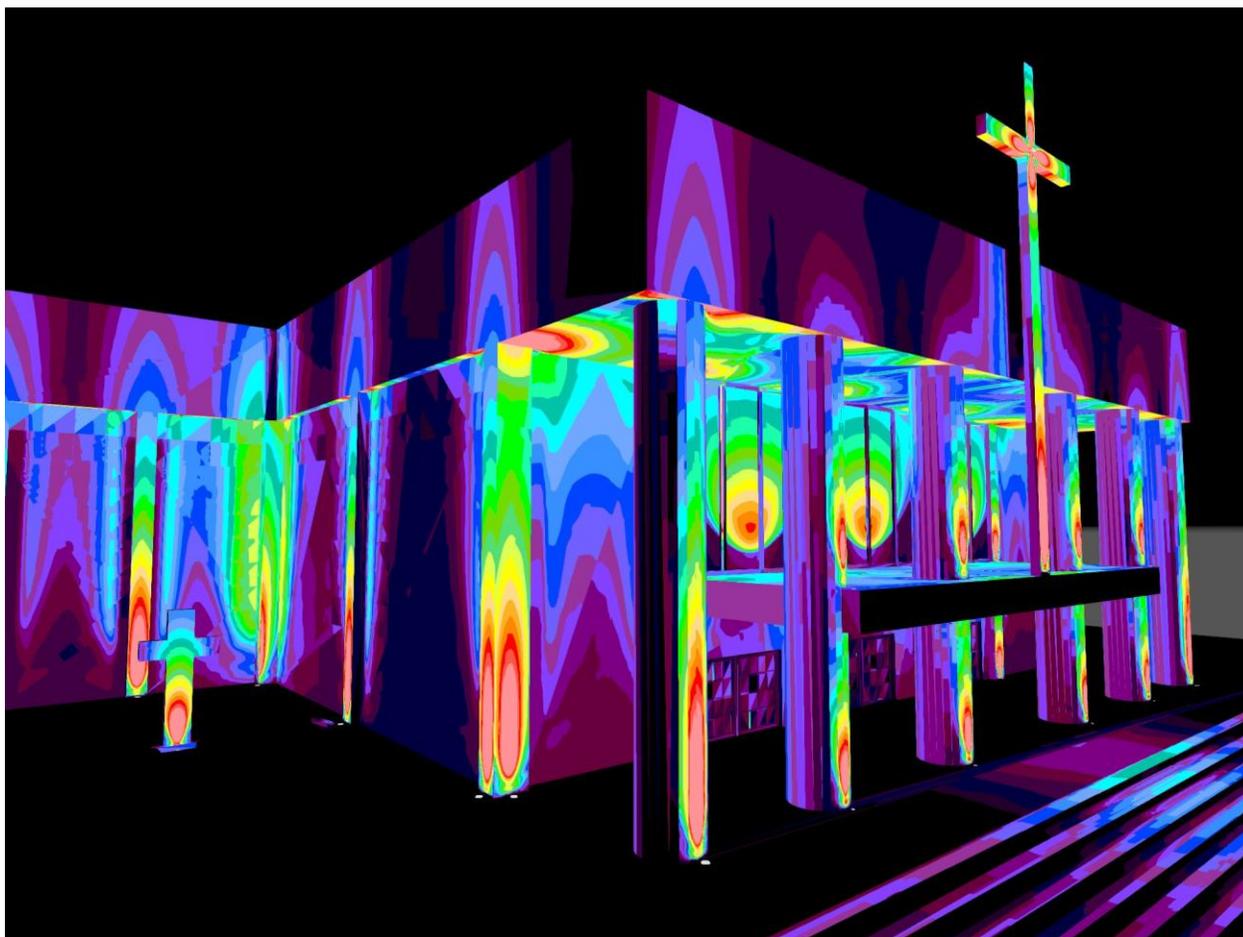
Figura 54 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.

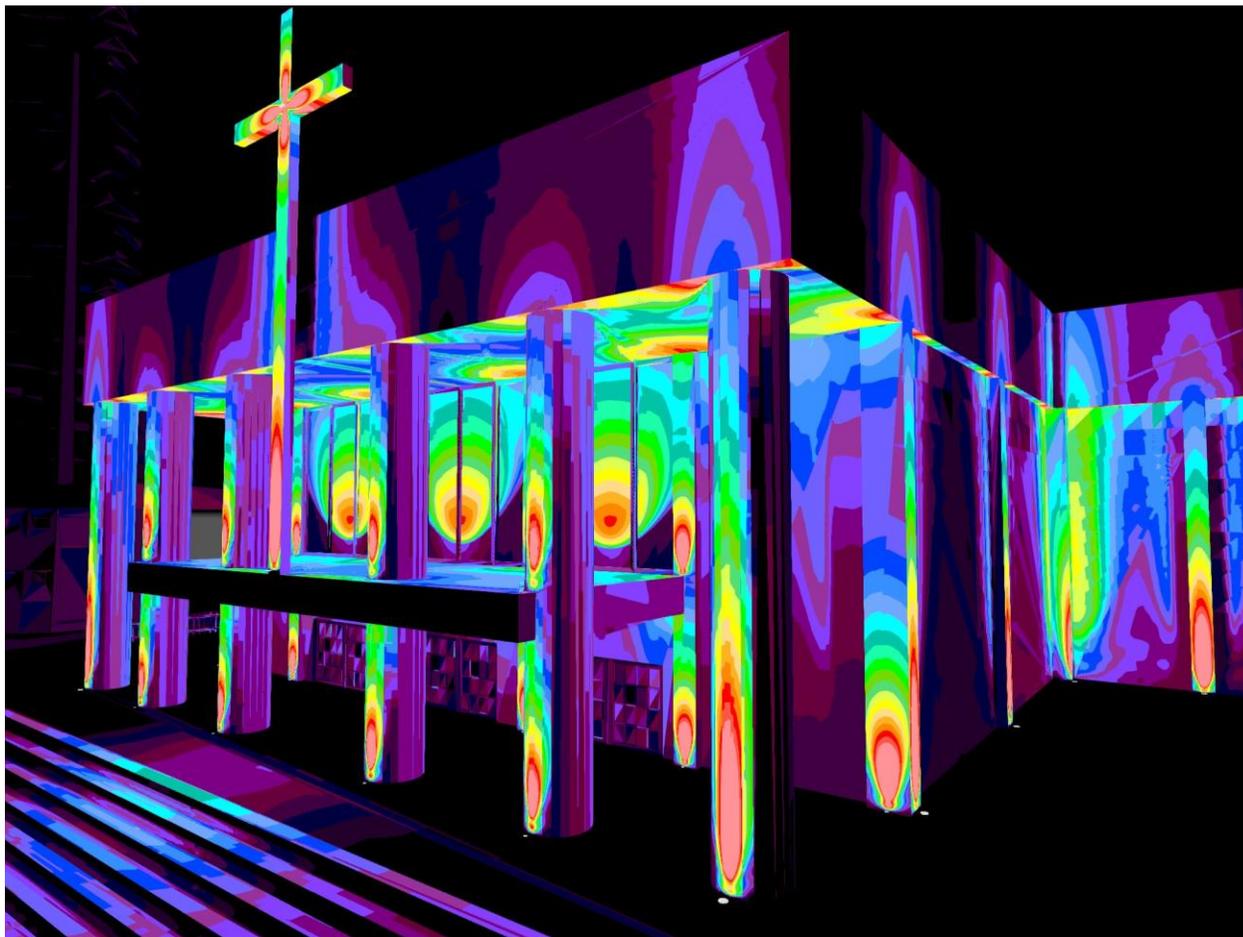


Figura 55 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 56 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Concatedral Nossa Senhora da Glória



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.6. Mercado Municipal

São propostos, para o Mercado Municipal, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e letreiro, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Prever efeito de iluminação de destaque no elemento central do mercado;
- Iluminar de forma homogênea o letreiro;
- Valorizar o canteiro iluminando o paisagismo.



Figura 57 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Mercado Municipal

Mercado Municipal		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE11	Barra linear RGB (Alta Intensidade)	36
EMPIE09	Projeto 2700K (Baixa Intensidade)	05
EMPIE10	Projeto 2700K (Média Intensidade)	03
EMPIE03	Embutido de Solo 3000K	20

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas do Mercado Municipal antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 58 - Mercado Municipal



Fonte: Fotos da Internet.



Figura 59 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 60 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração MODELO IP.



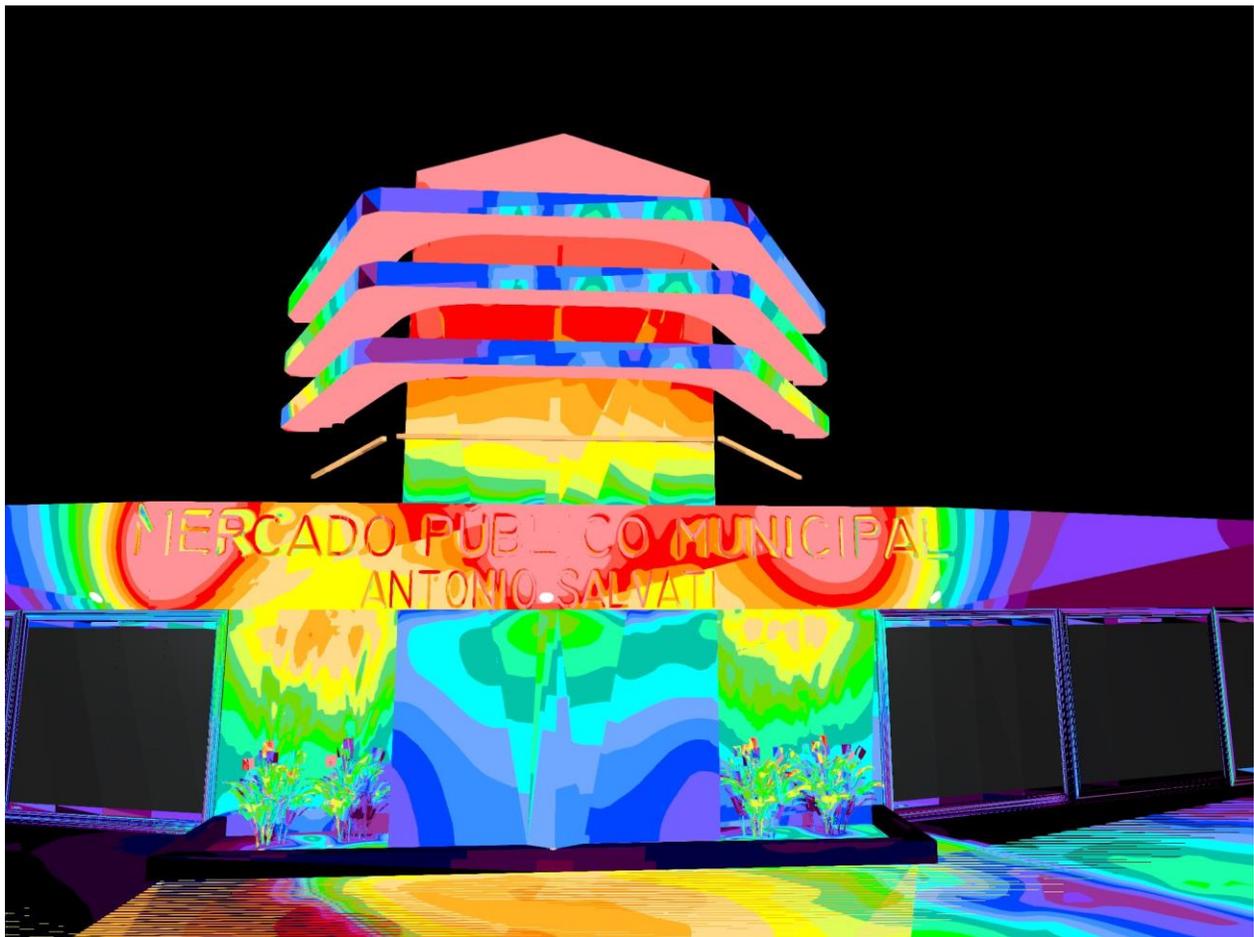
Figura 61 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração MODELO IP.



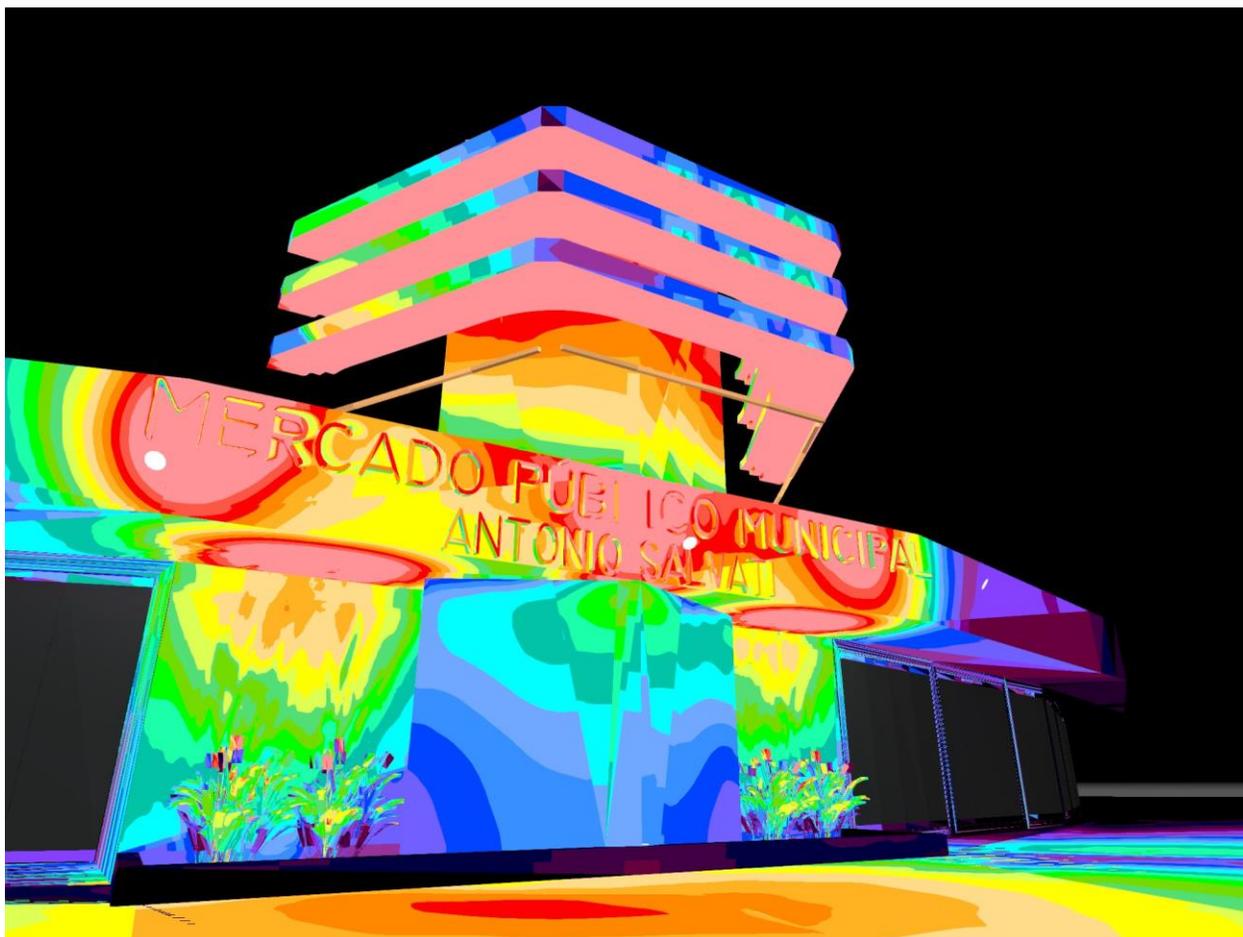
Figura 62 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 63 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.7. Monumento Getsop (Praça Central)

São propostos, para o Monumento Getsop, os equipamentos de iluminação com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Destacar Monumento.

Tabela 28 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Monumento Getsop (Praça Central)

Monumento Getsop		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projektor 2700 (Média Intensidade)	01

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do Monumento Getsop antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 64 - Monumento Getsop



Fonte: Fotos Captadas em novembro/2023



Figura 65 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.



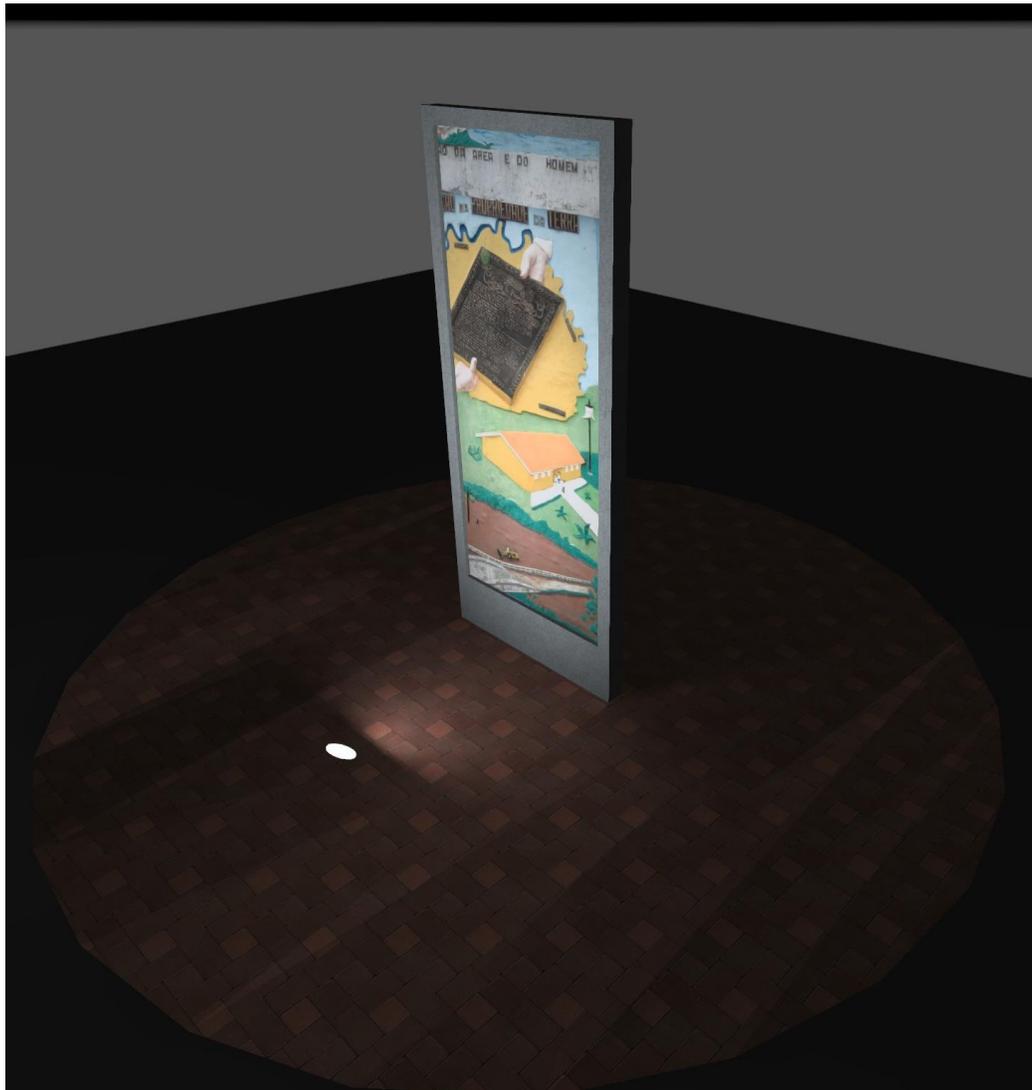
Figura 66 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.



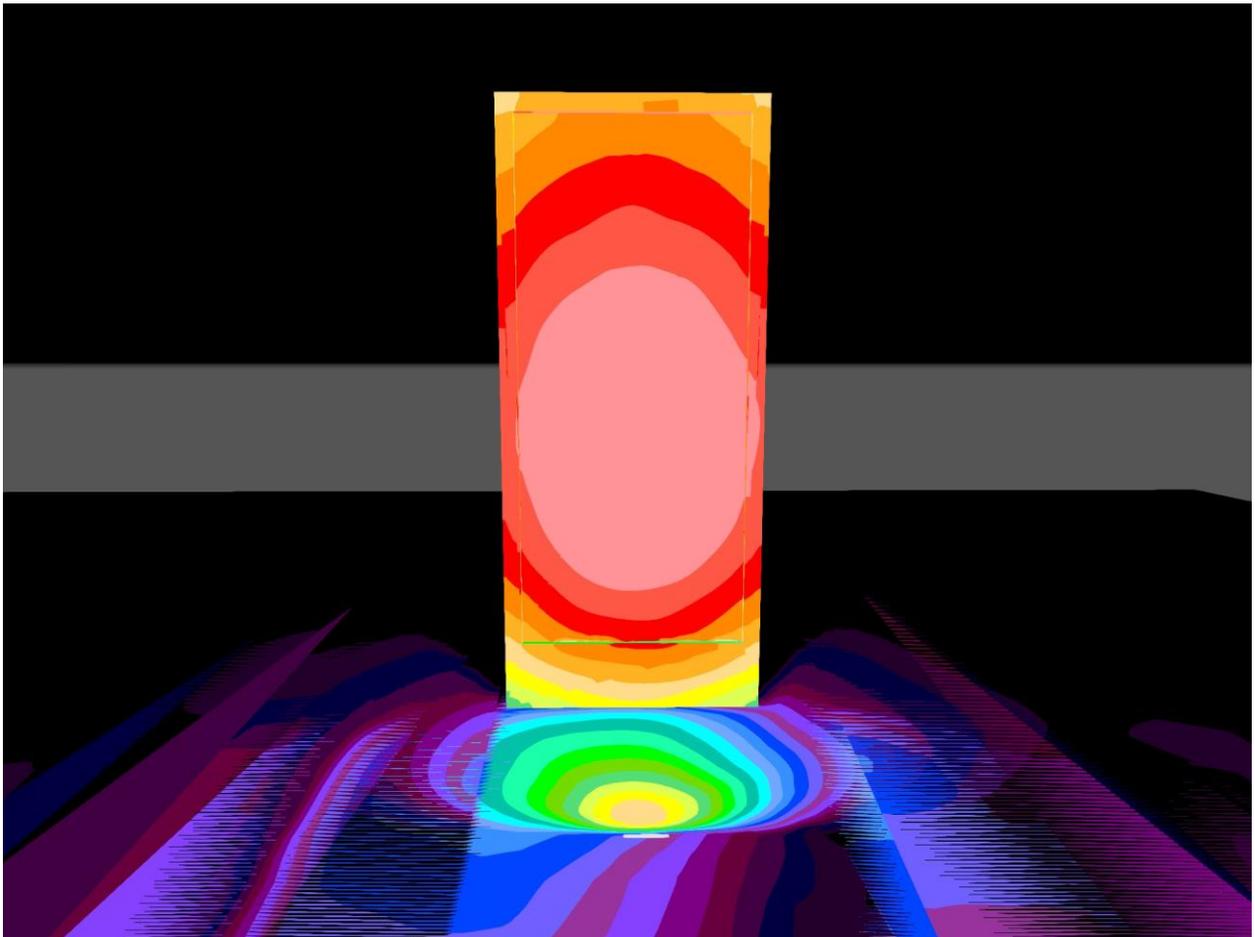
Figura 67 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.



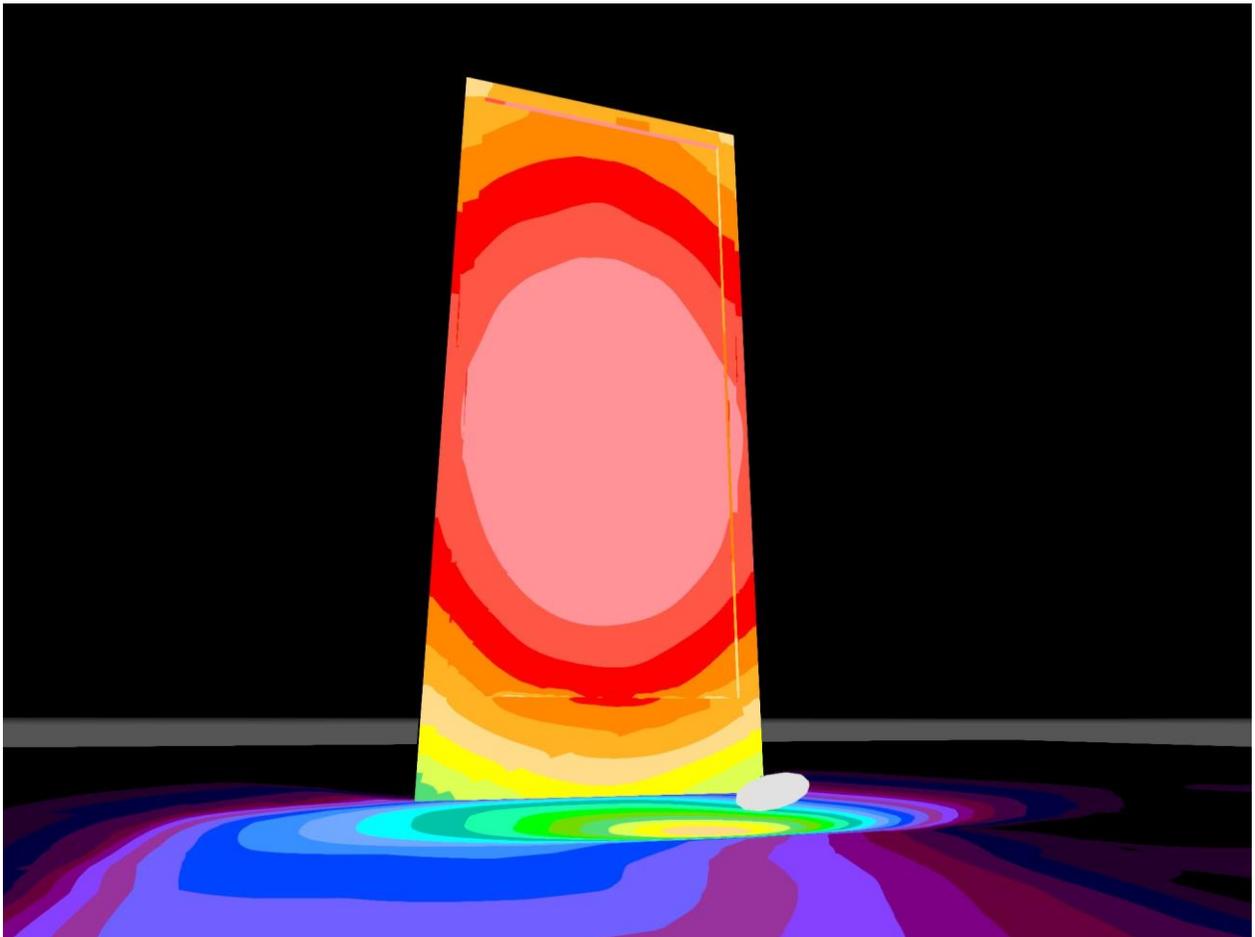
Figura 68 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.

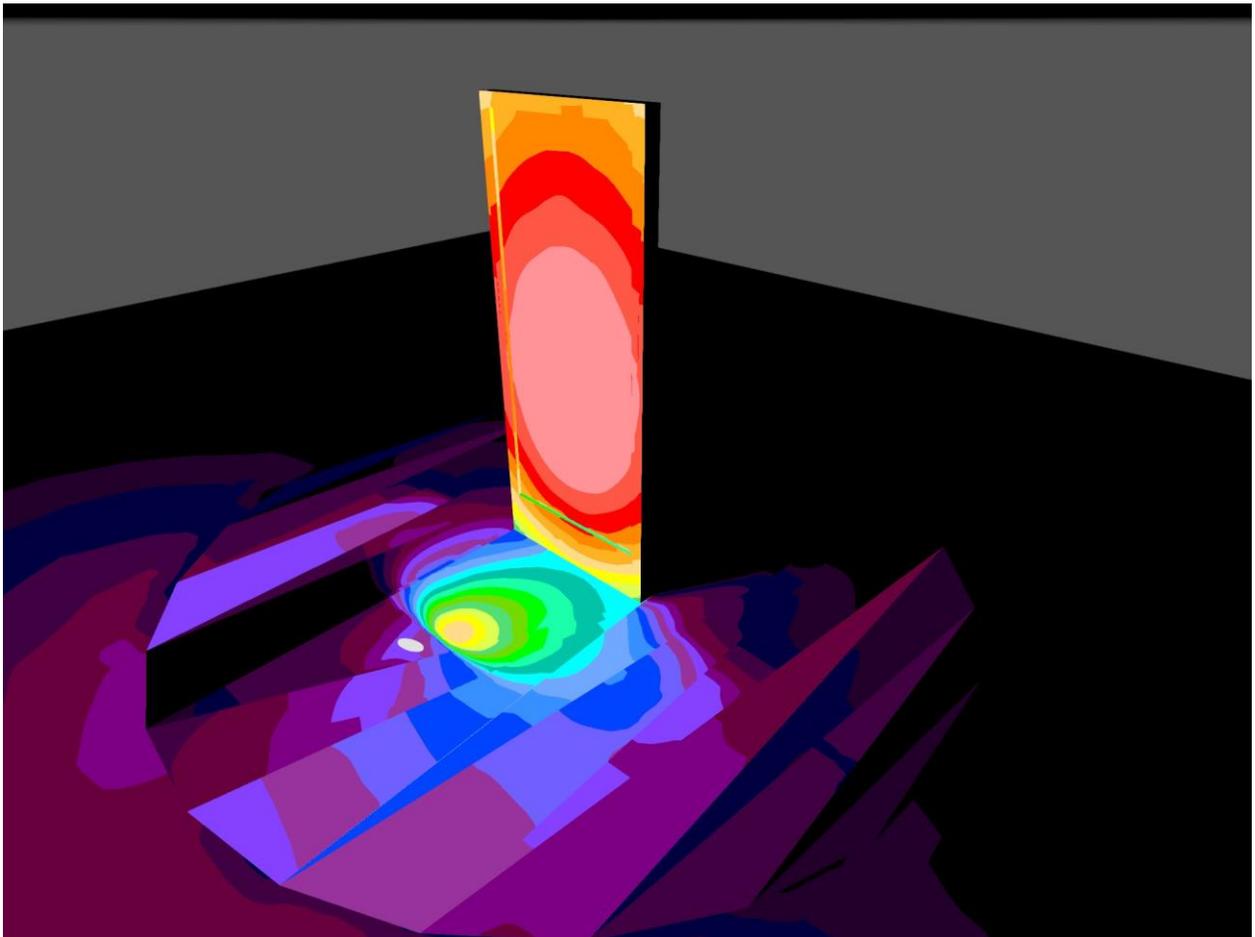


Figura 69 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 70 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Getsop



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.8. Portal Italiano

São propostos, para o Portal Italiano, os equipamentos de iluminação voltados para os arcos do portal, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Destacar os arcos internos do portal.

Tabela 29 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Monumento Portal Italiano

Monumento Portal Italiano		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE03	Embutido de Solo 2700K	20

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do Monumento Portal Italiano antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 71 - Monumento Portal Italiano



Fonte: Fotos Captadas em fevereiro/2023



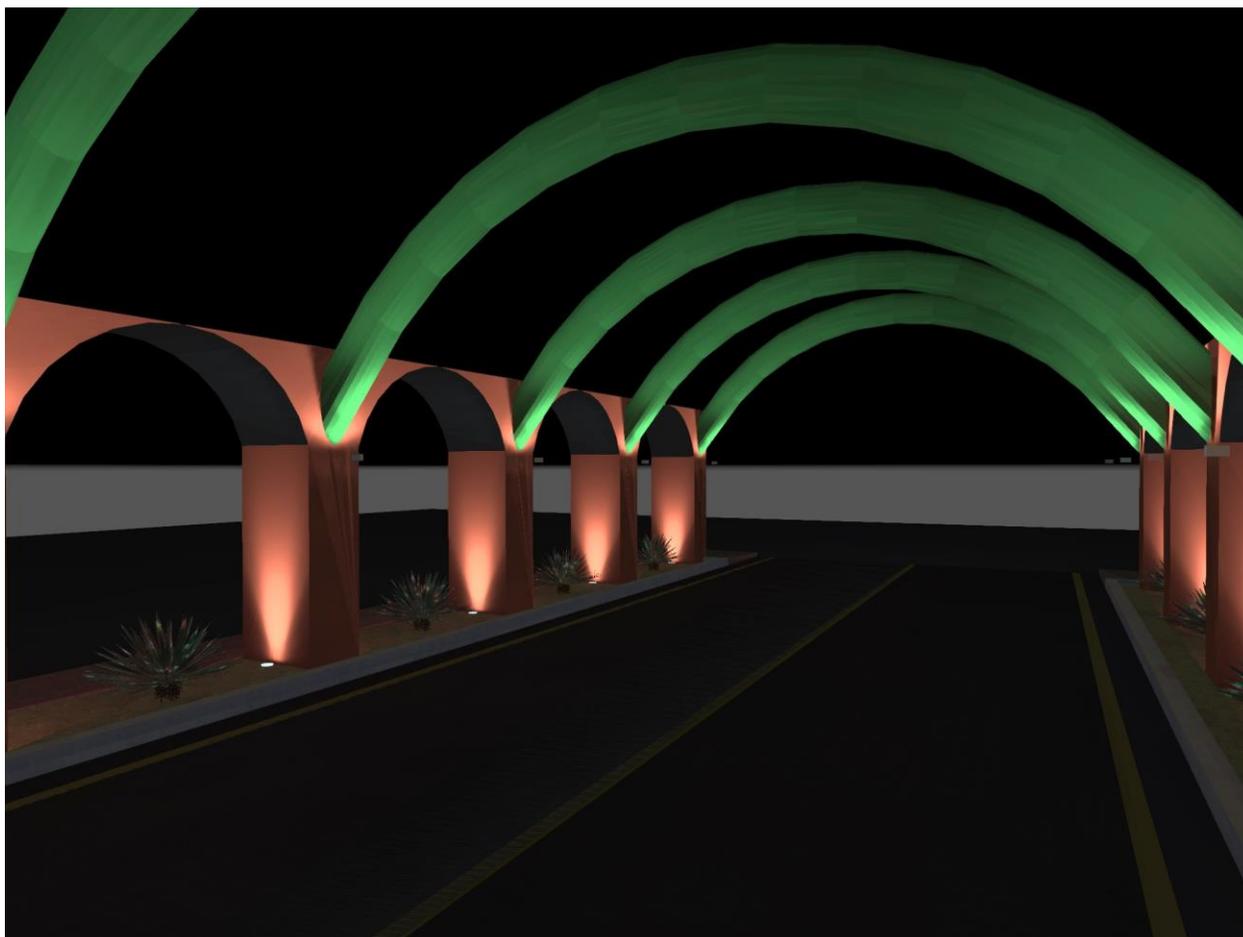
Figura 72 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



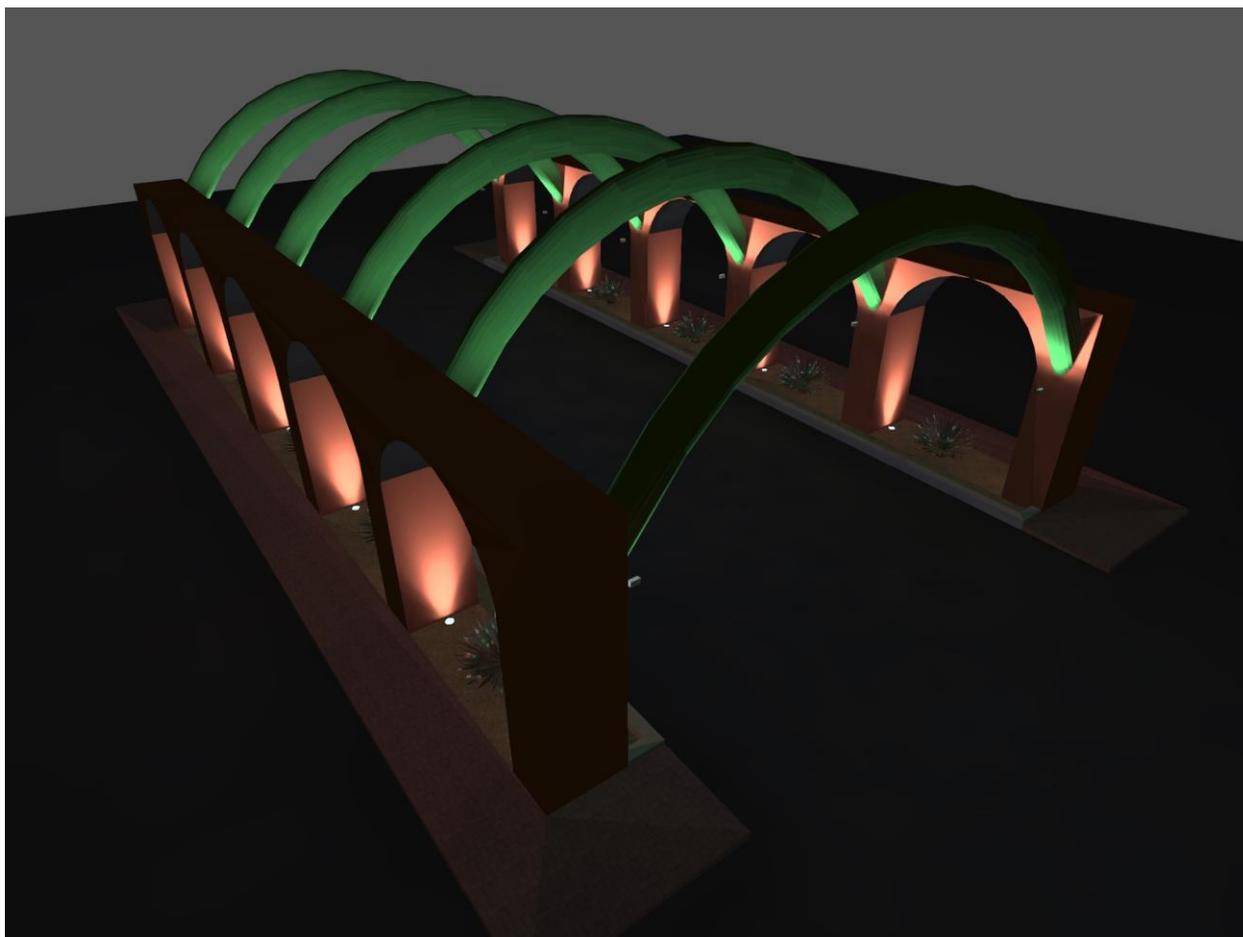
Figura 73 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



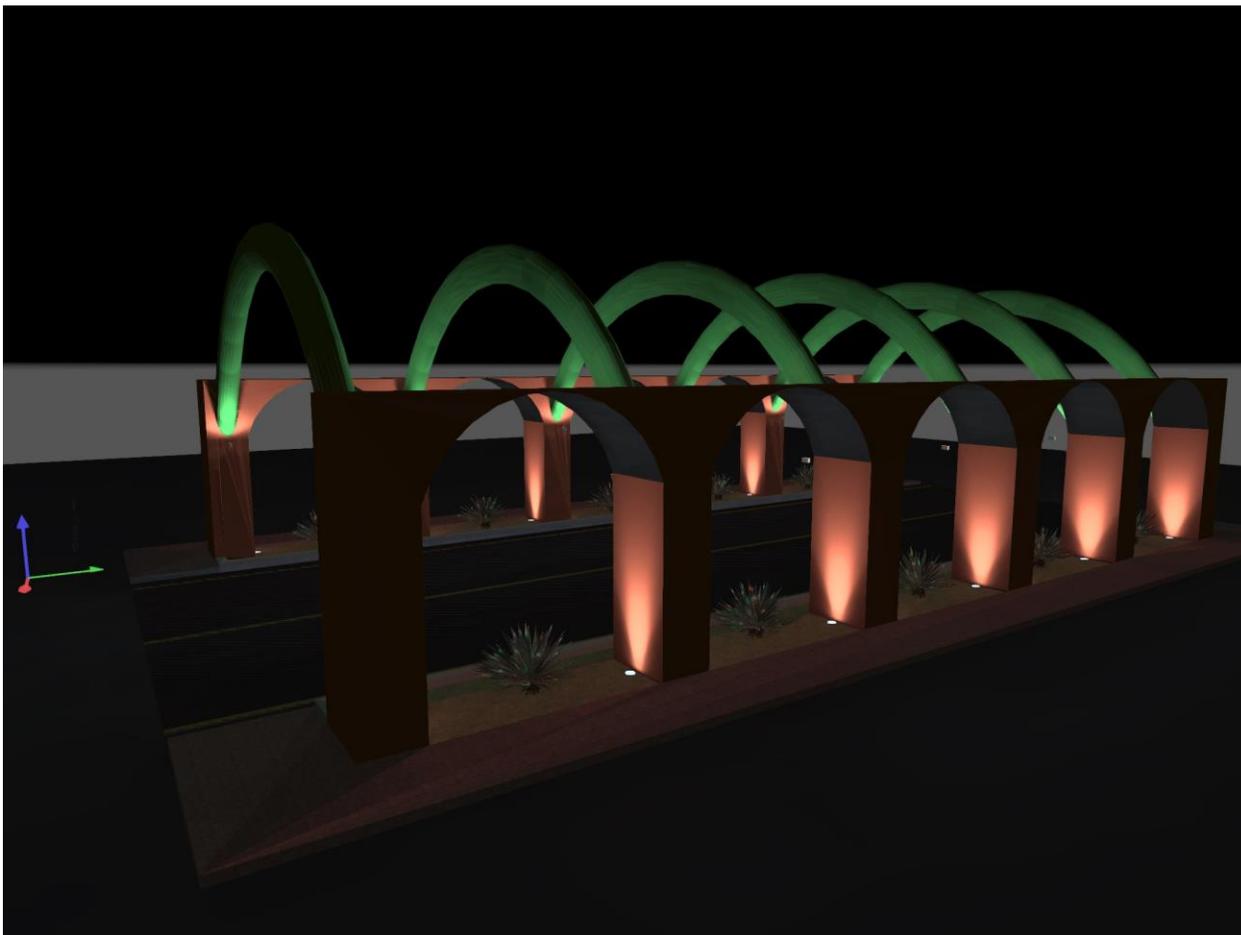
Figura 74 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 75 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



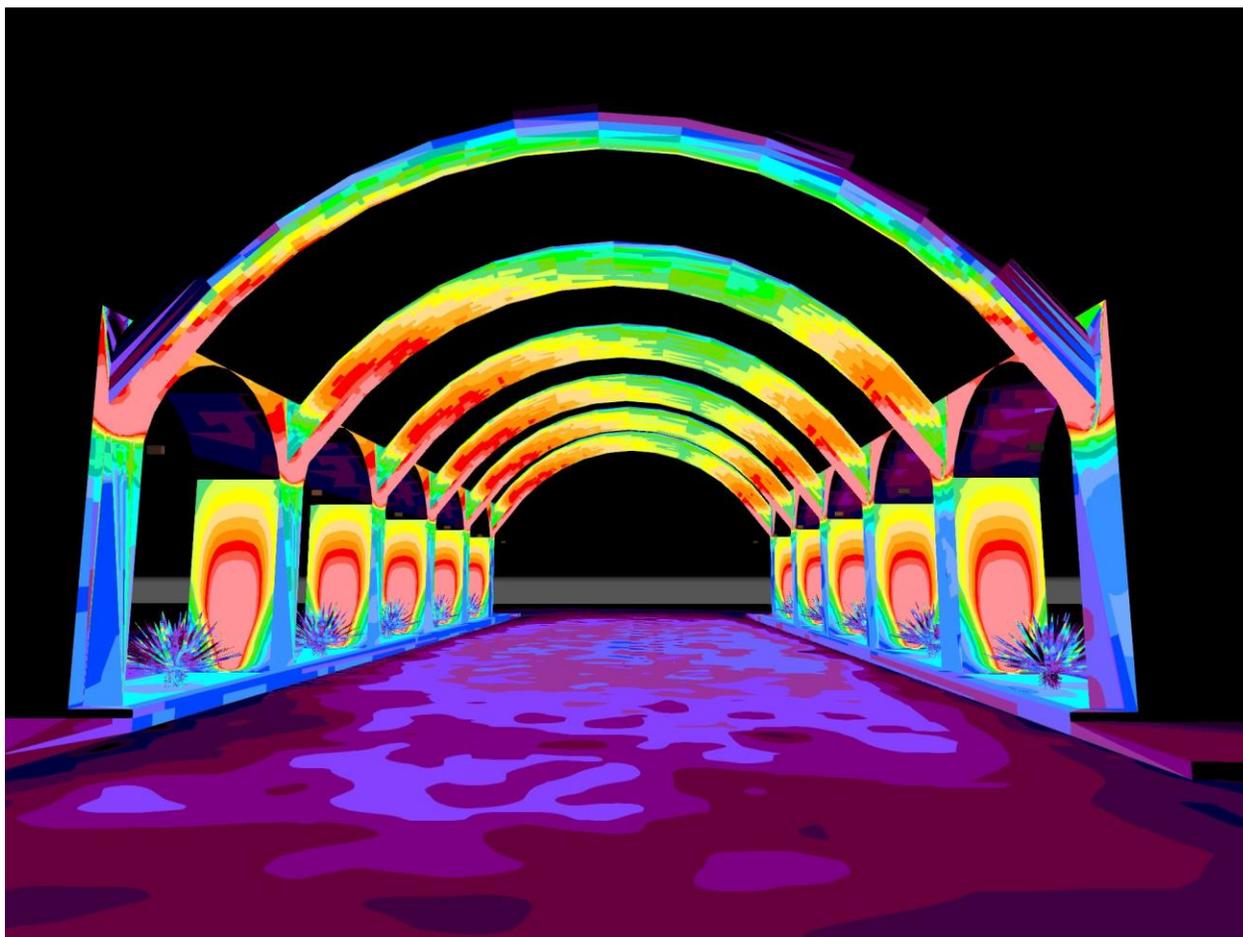
Figura 76 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



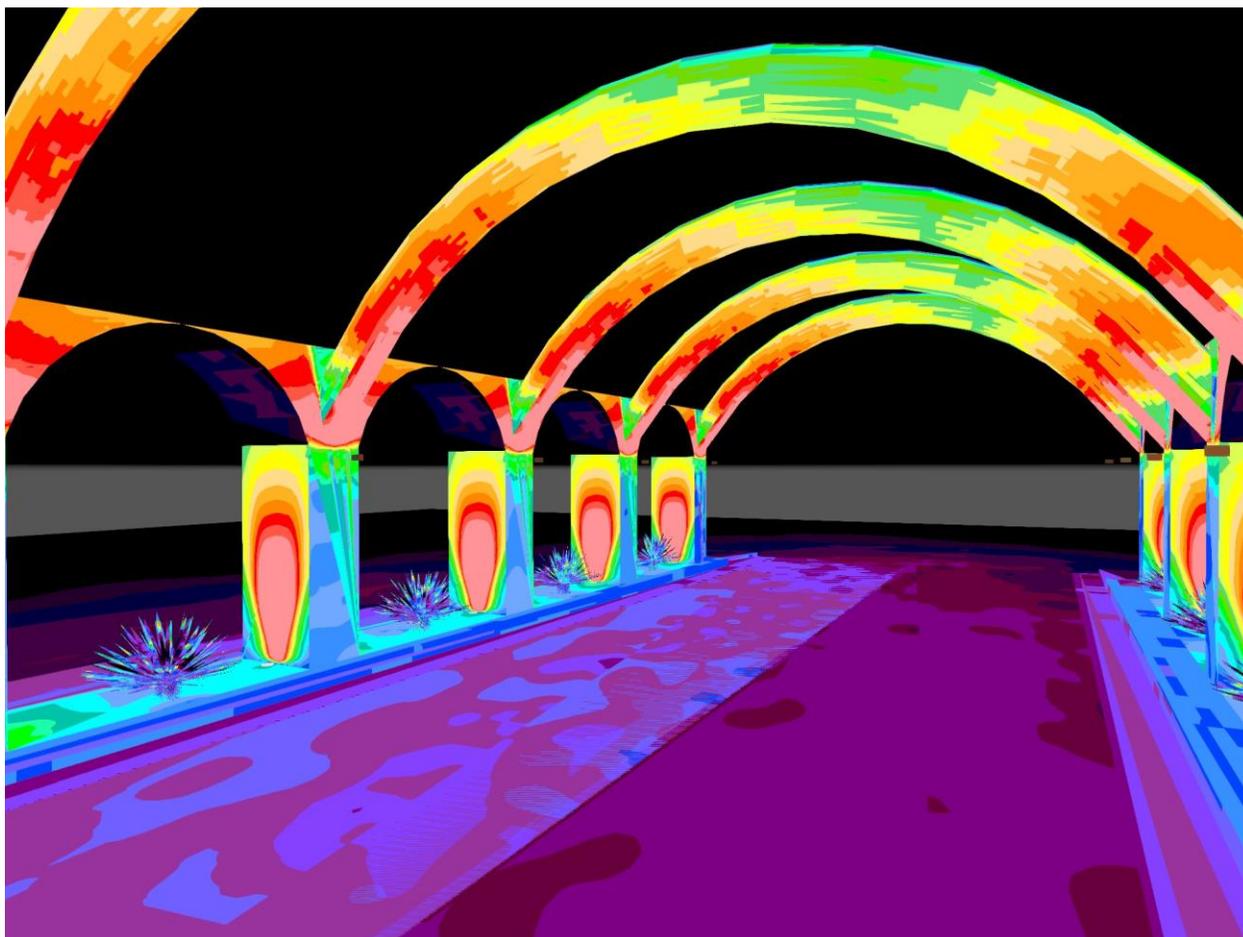
Figura 77 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.



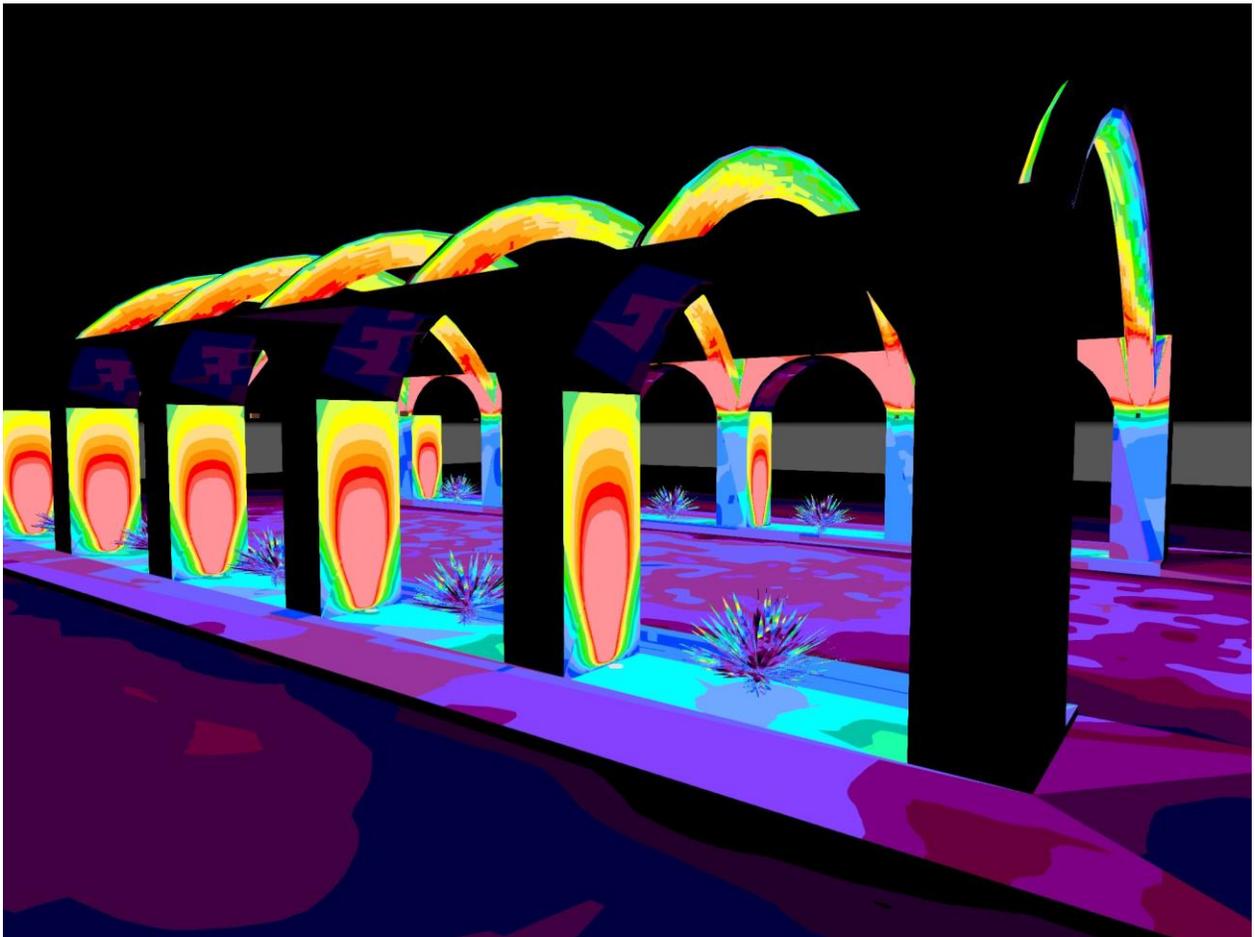
Figura 78 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.

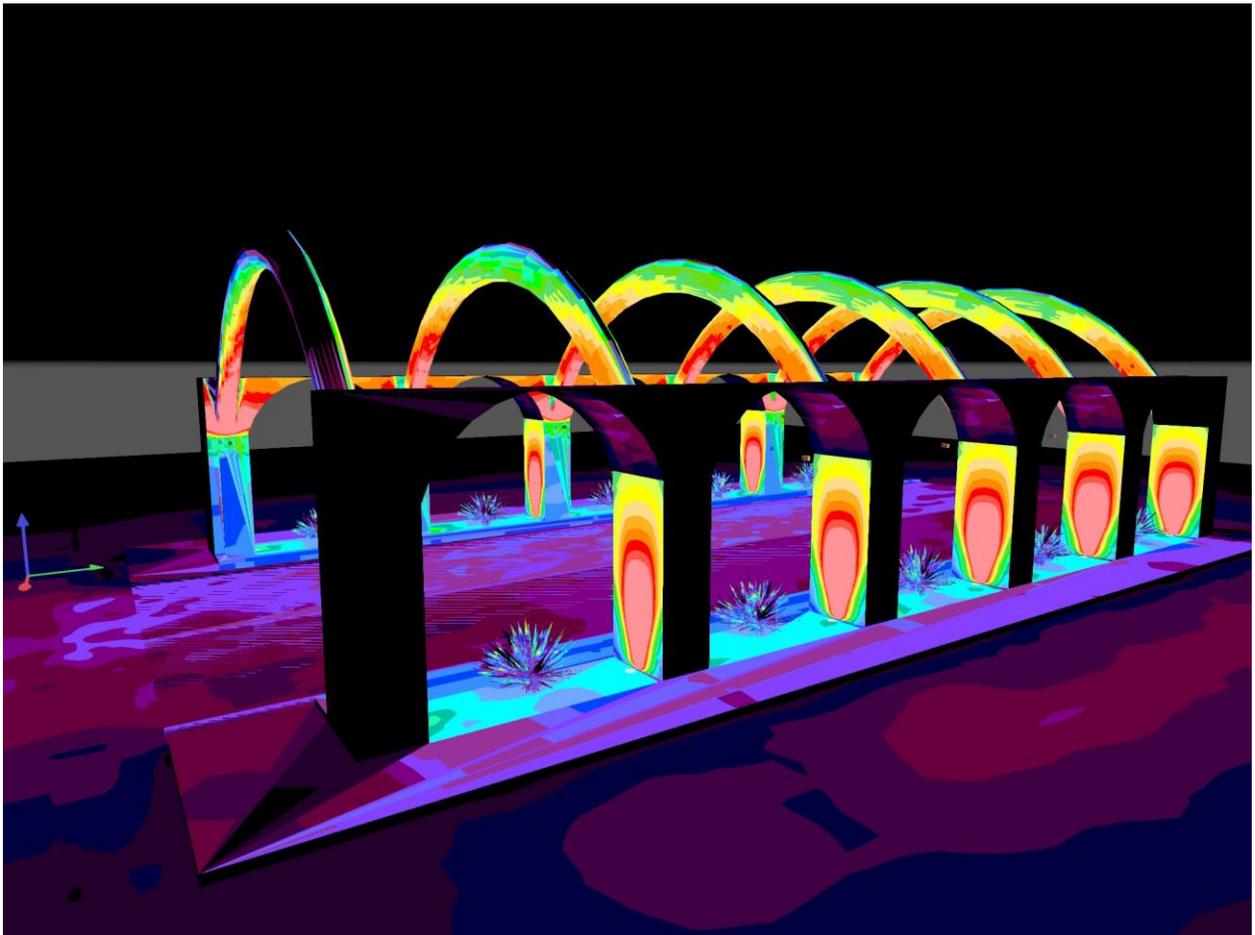


Figura 79 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 80 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Portal Italiano



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.9. Bandeiras de Acesso nos Trevos

São propostos, para a Bandeiras de Acesso nos Trevos, os equipamentos de iluminação voltados para valorizar as bandeiras, com o objetivo de cumprir com a premissa apresentada a seguir:

- Destacar e valorizar as bandeiras.

Tabela 30 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Semente Esperança

Bandeiras de Acesso nos Trevos		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE11	Projektor 2700K (Alta Intensidade)	02

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas das Bandeiras de Acesso nos Trevos antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

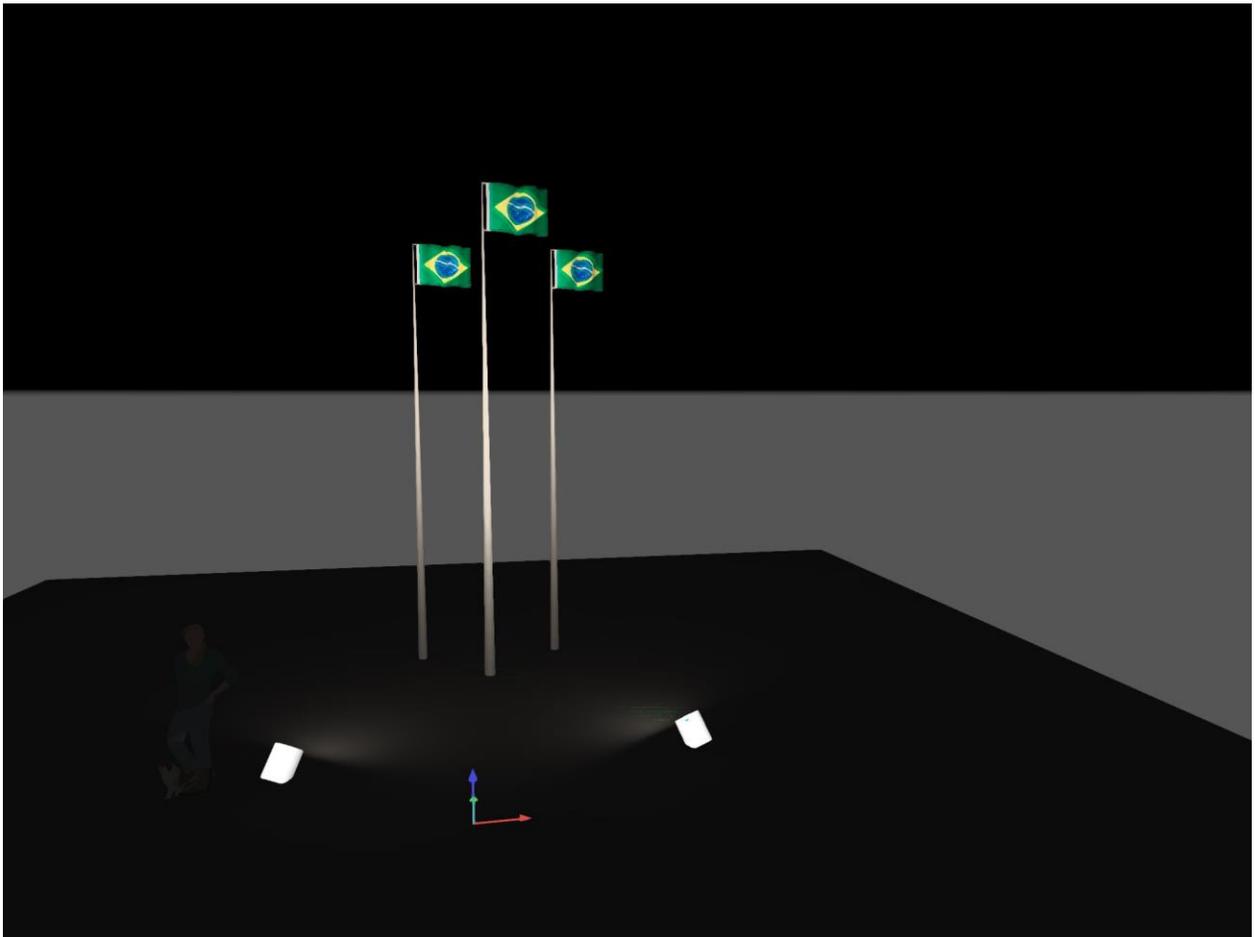
Figura 81 - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Fotos Captadas em novembro/2023.



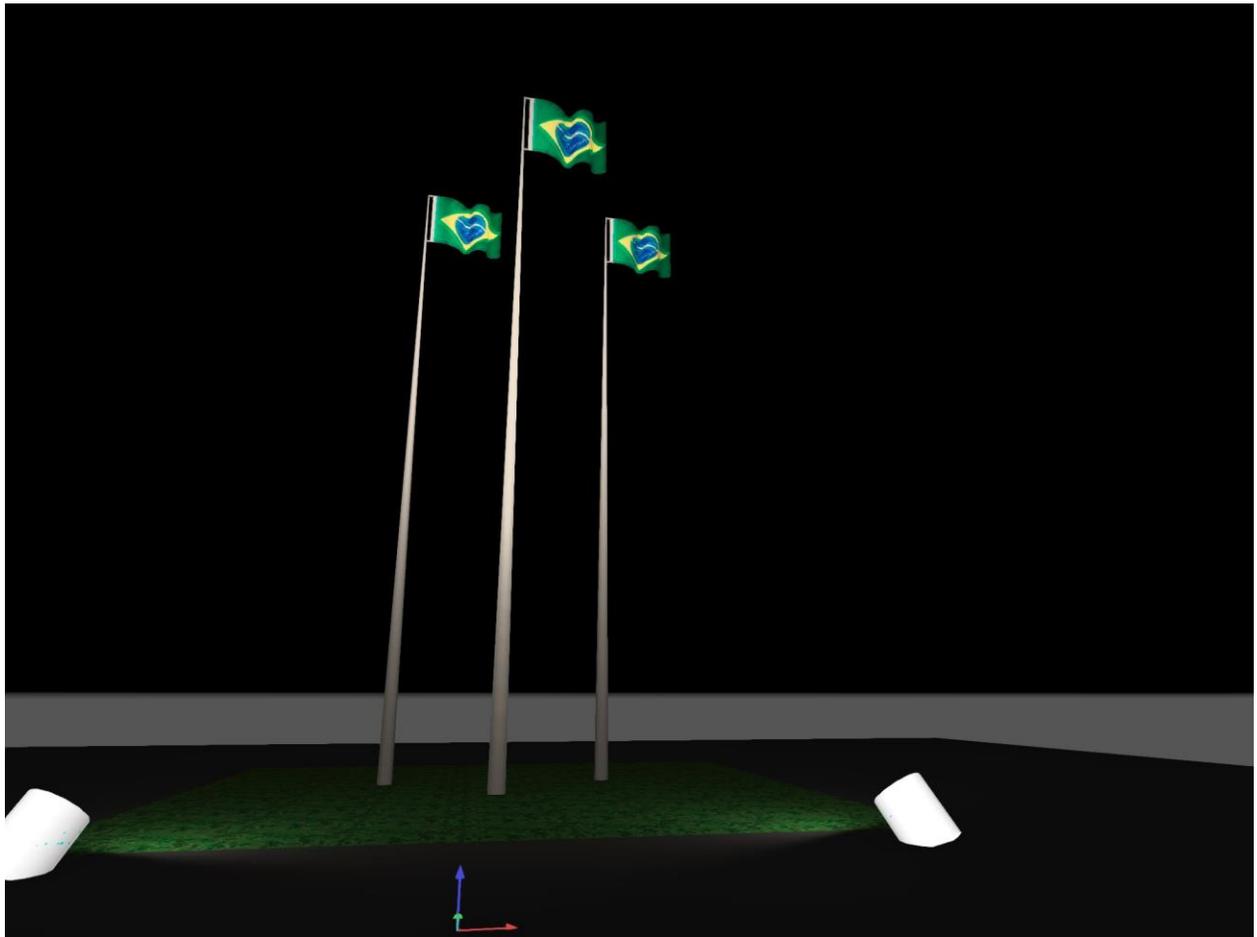
Figura 82 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.



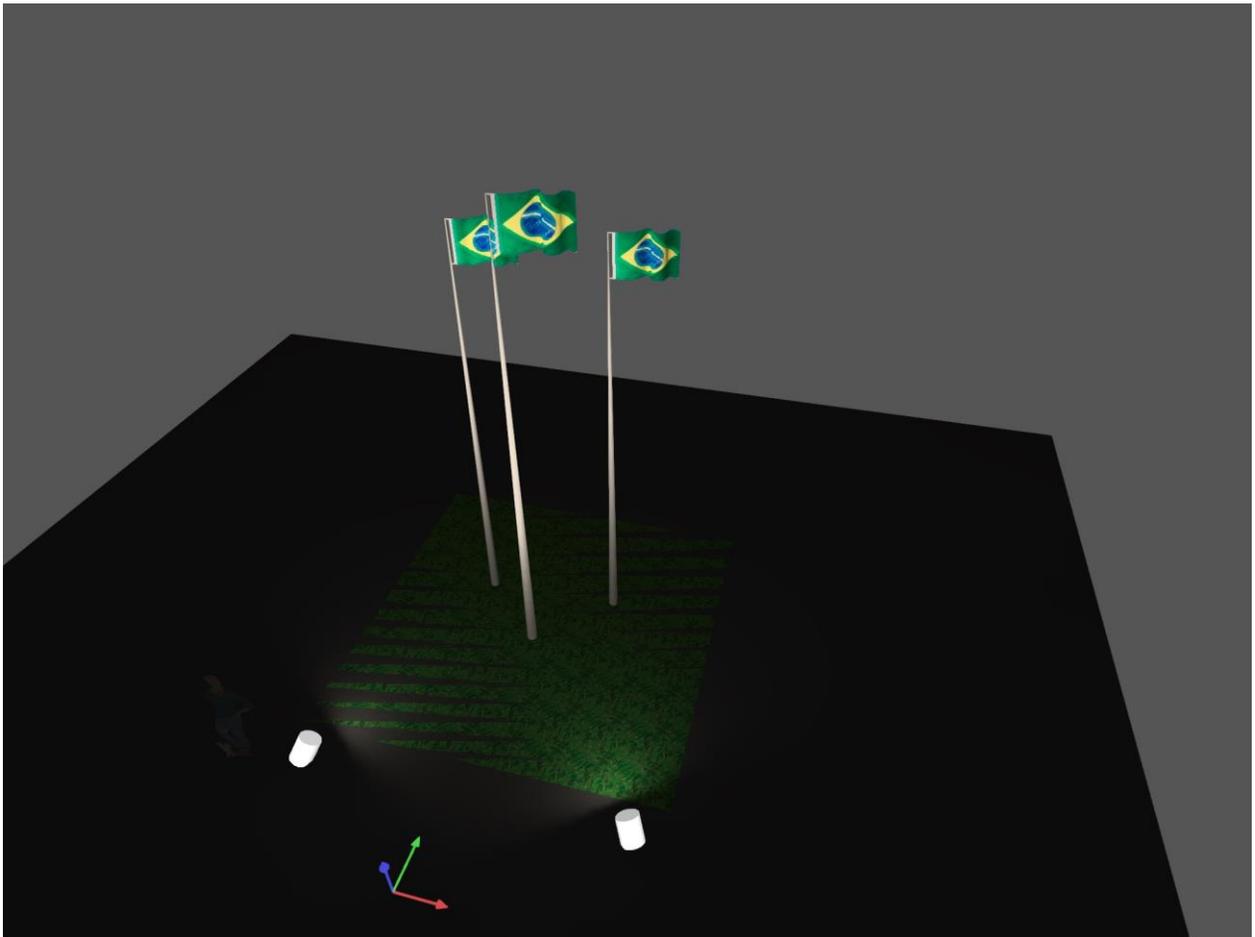
Figura 83 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.



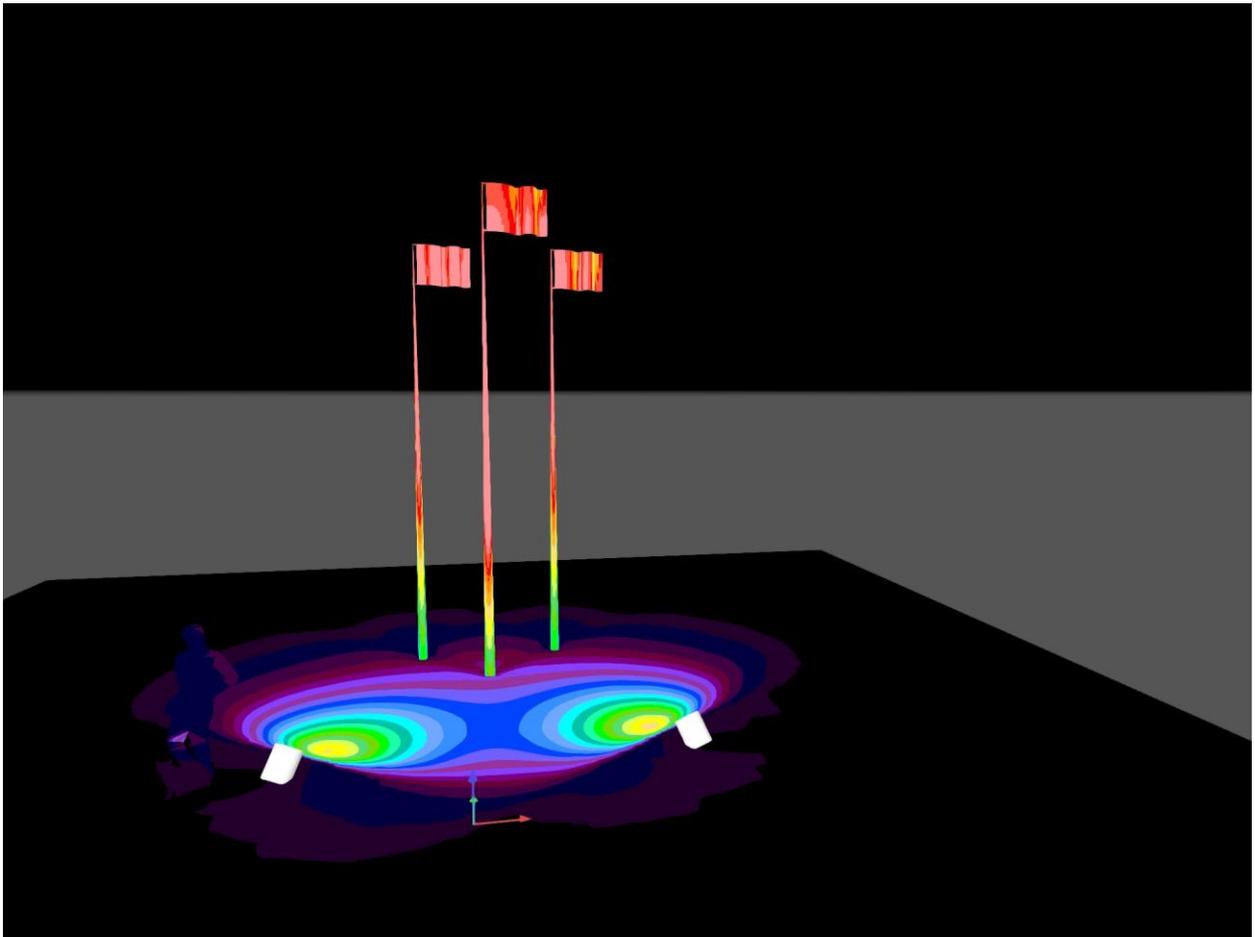
Figura 84 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.



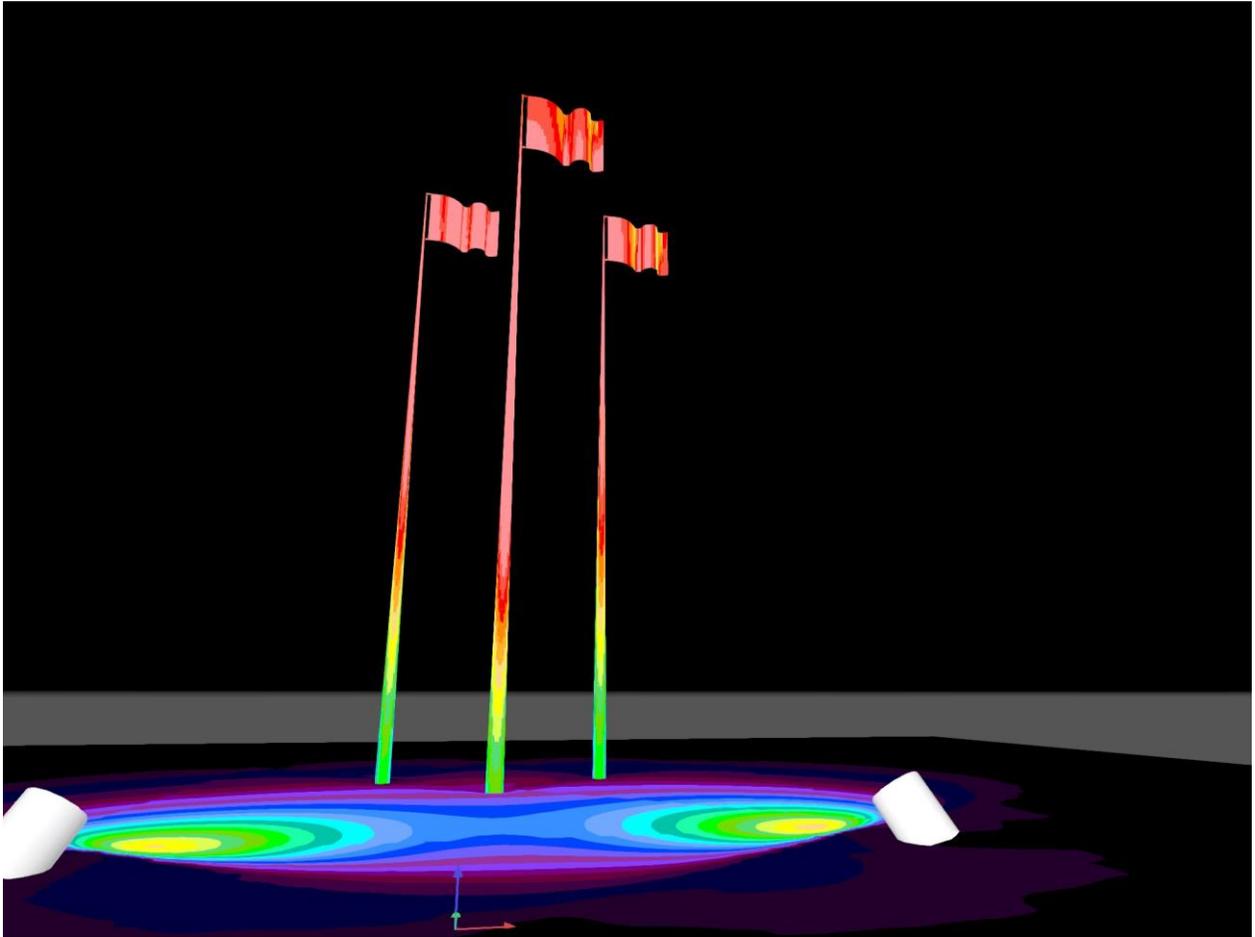
Figura 85 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.

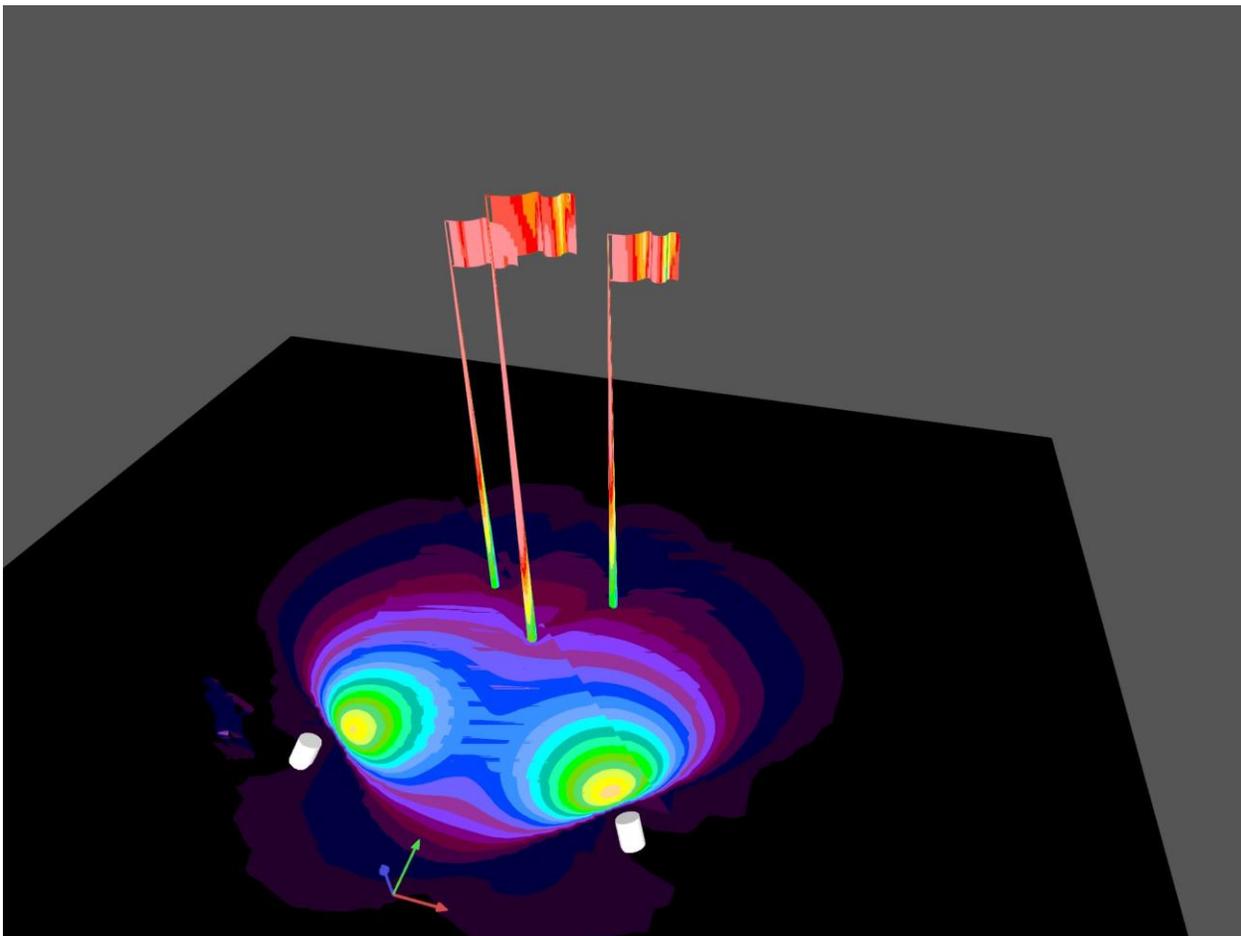


Figura 86 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 87 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas - Monumento Bandeiras de Acesso nos Trevos



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.10. Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda

São propostos, para o Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo na fachada do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar os elementos decorativos de concreto da fachada;
- Iluminação no caminho de acesso ao edifício;
- Destaque para o letreiro da fachada.



Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda

Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE09	Projeter 2700K (Baixa Intensidade)	17

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas do Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 88 - Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Fotos captadas em novembro/2023.



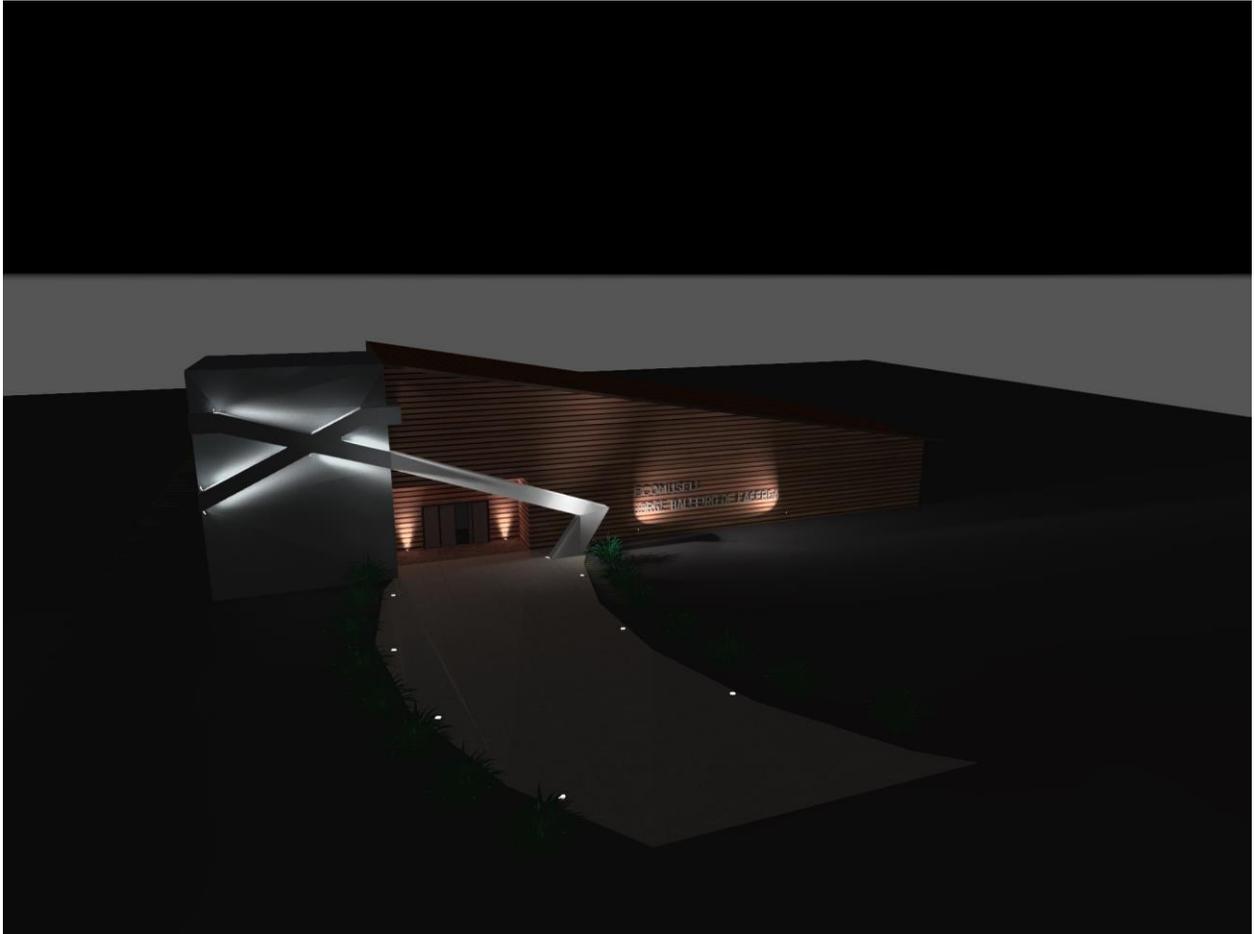
Figura 89 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 90 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



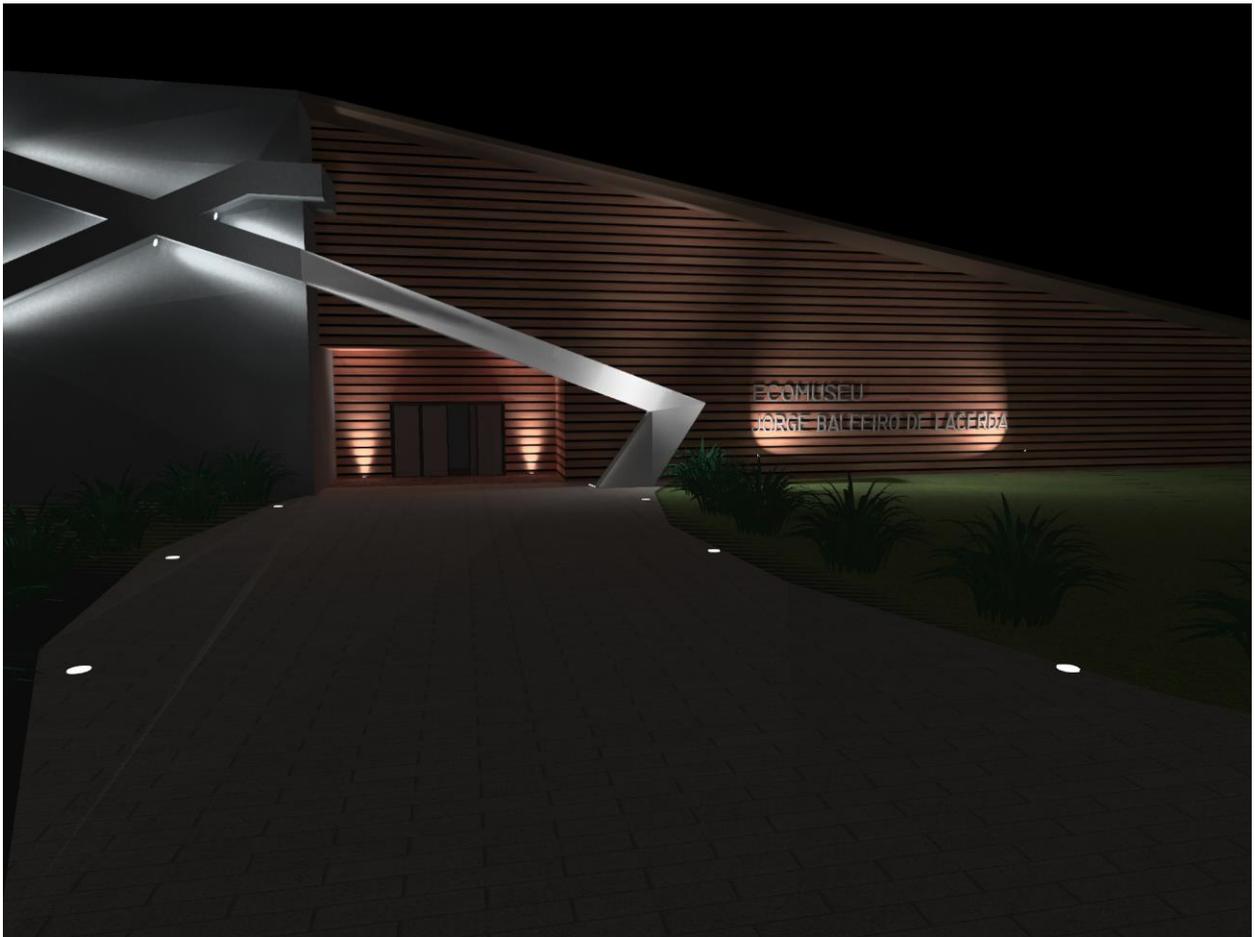
Figura 91 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



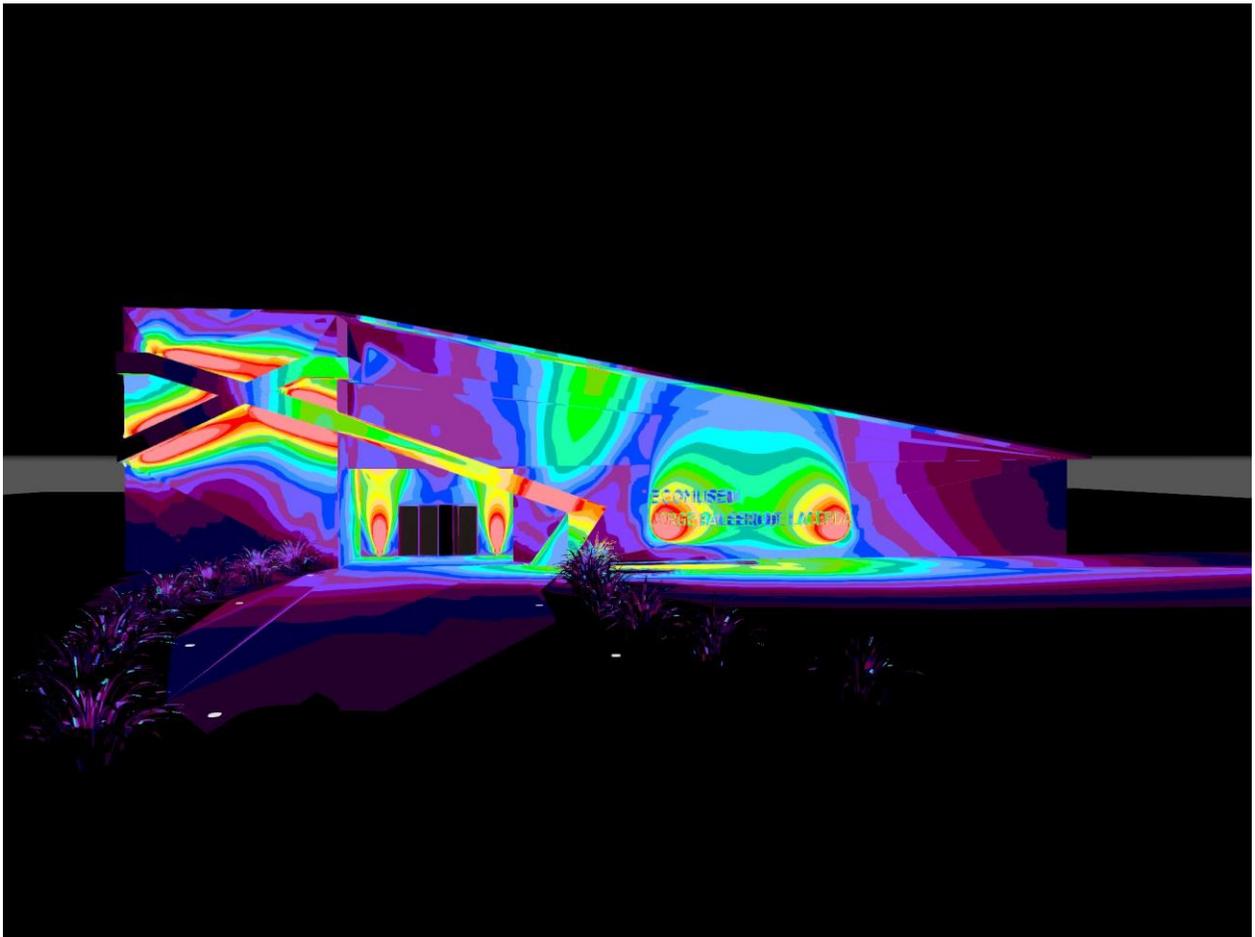
Figura 92 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



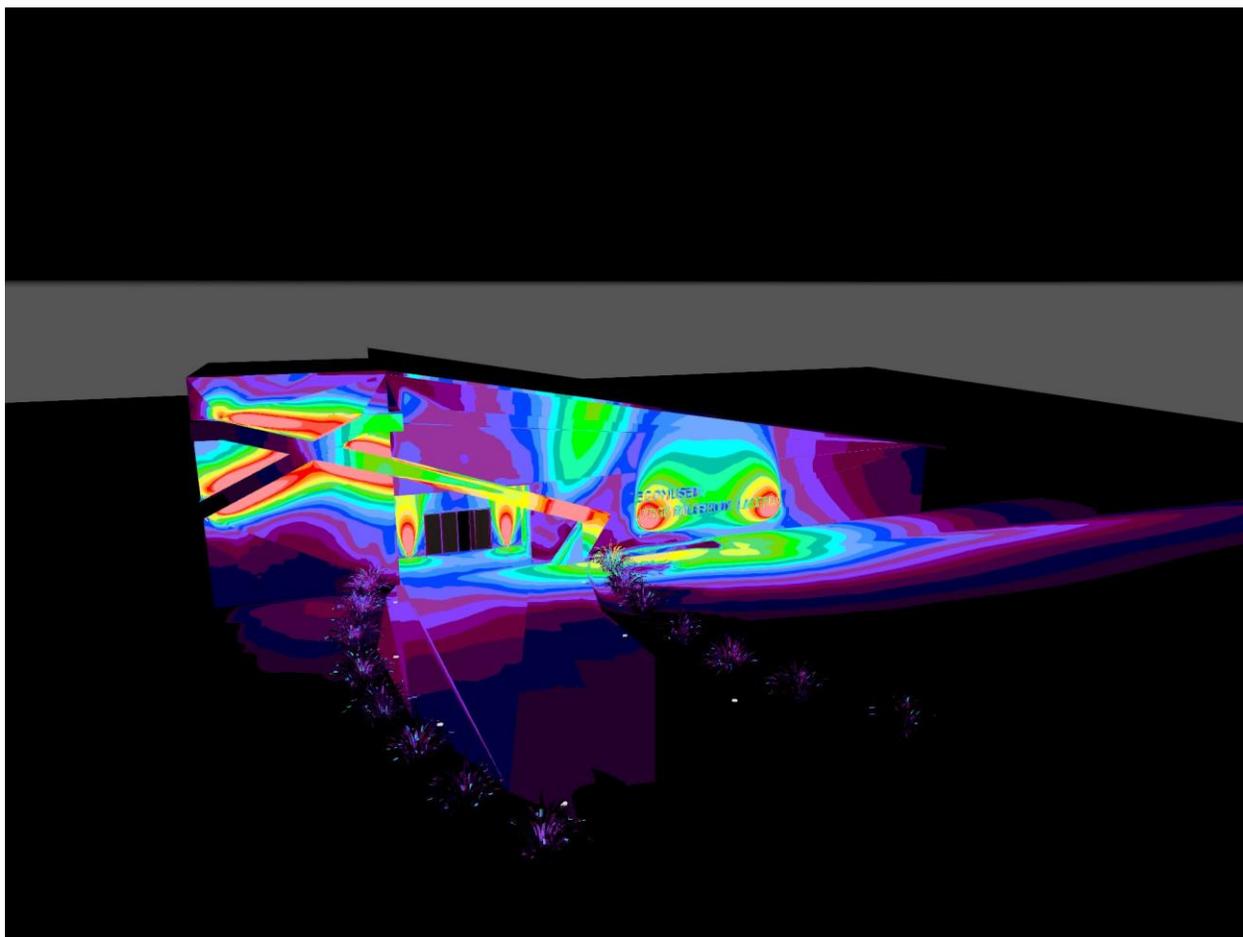
Figura 93 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



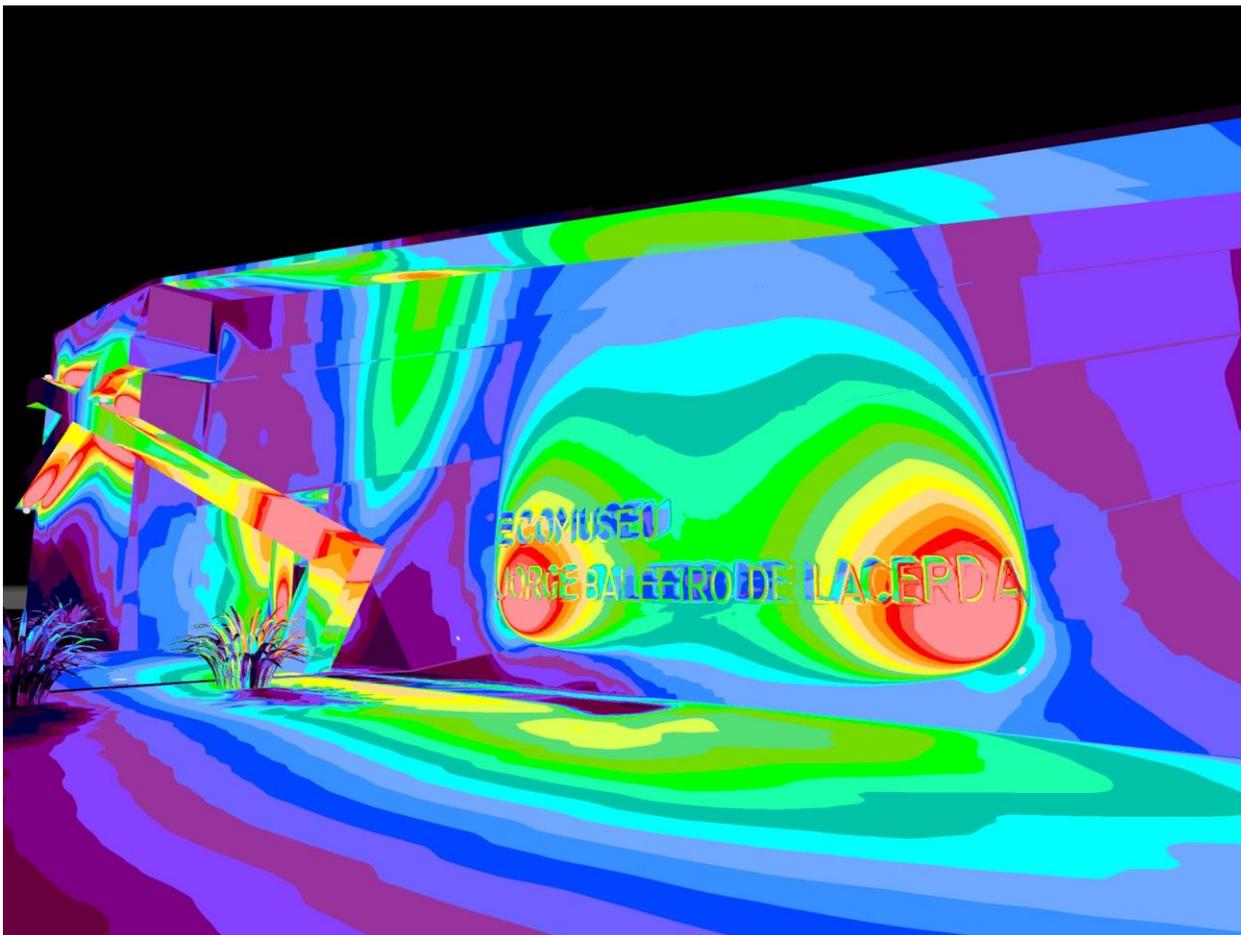
Figura 94 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



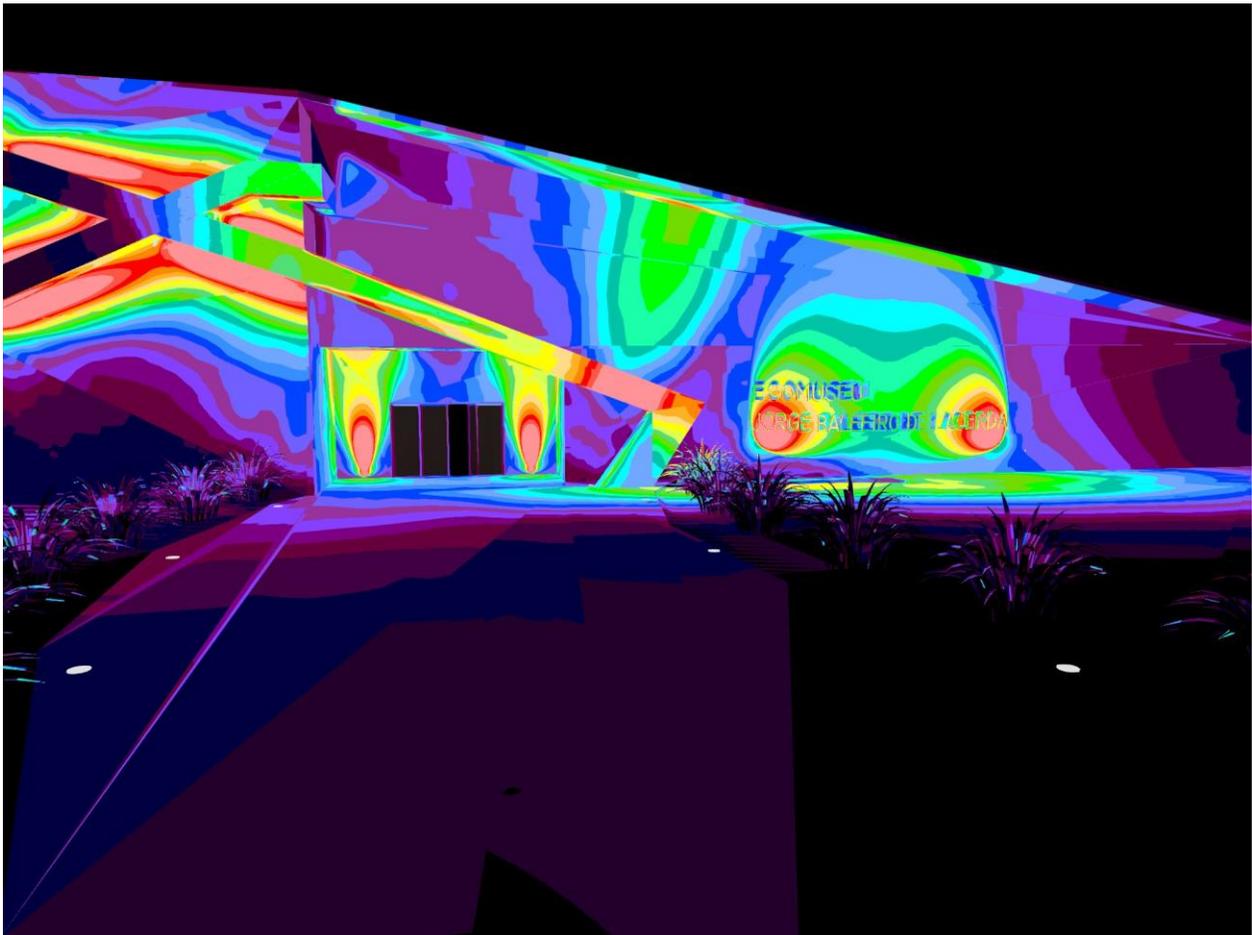
Figura 95 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 96 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Ecomuseu Jorge Baleeiro de Lacerda



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.11. Monumento aos Pioneiros (Praça dos Pioneiros)

São propostos, para o Monumento aos Pioneiros, os equipamentos de iluminação com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar e destacar o monumento.

Tabela 32 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Monumento aos Pioneiros

Monumento aos Pioneiros		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE03	Embutido de Solo 2700K	14
EMPIE10	Projetor 2700K (Média Intensidade)	02

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do Monumento aos Pioneiros antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

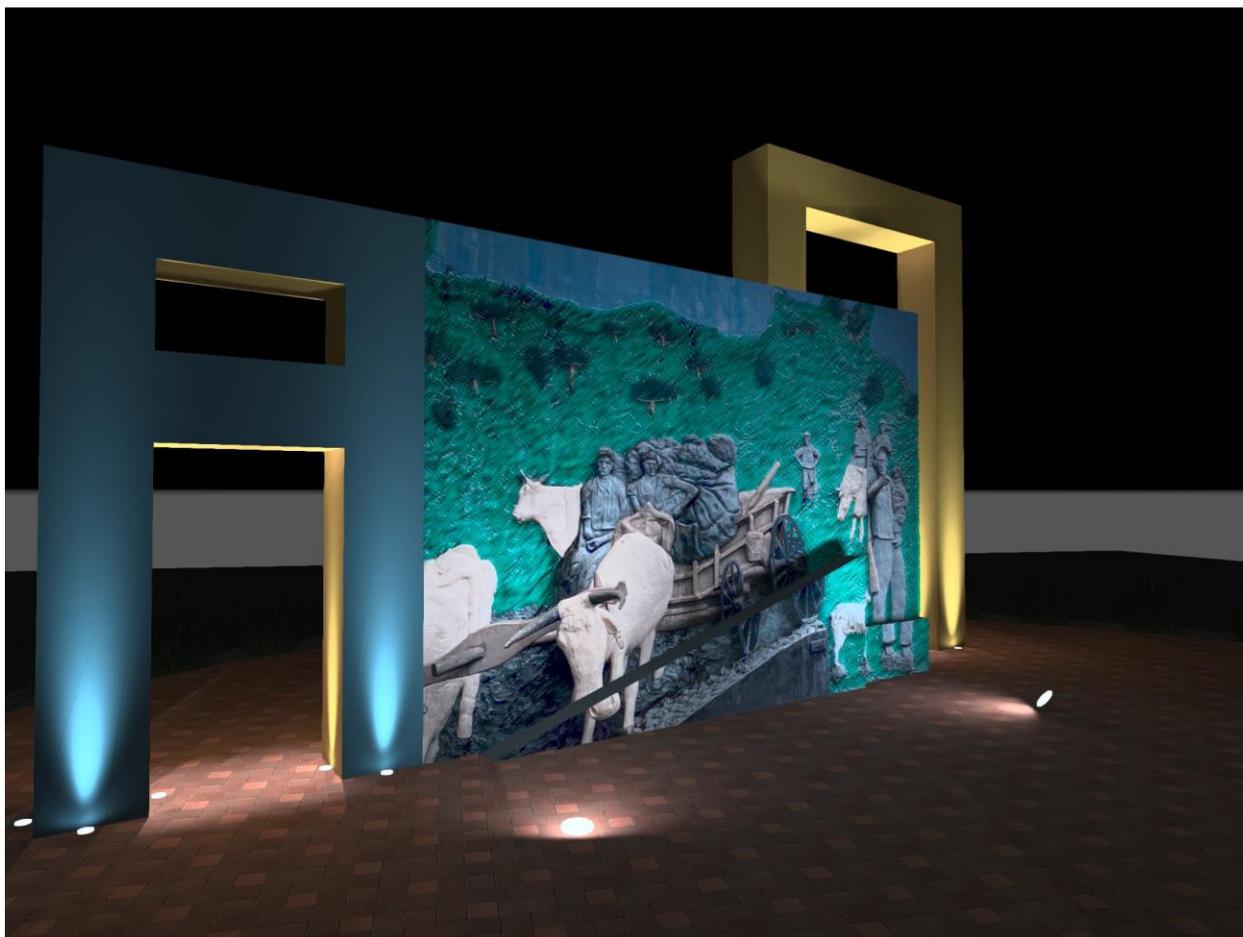
Figura 97 - Monumento aos Pioneiros



Fonte: Fotos captadas em fevereiro/2023.



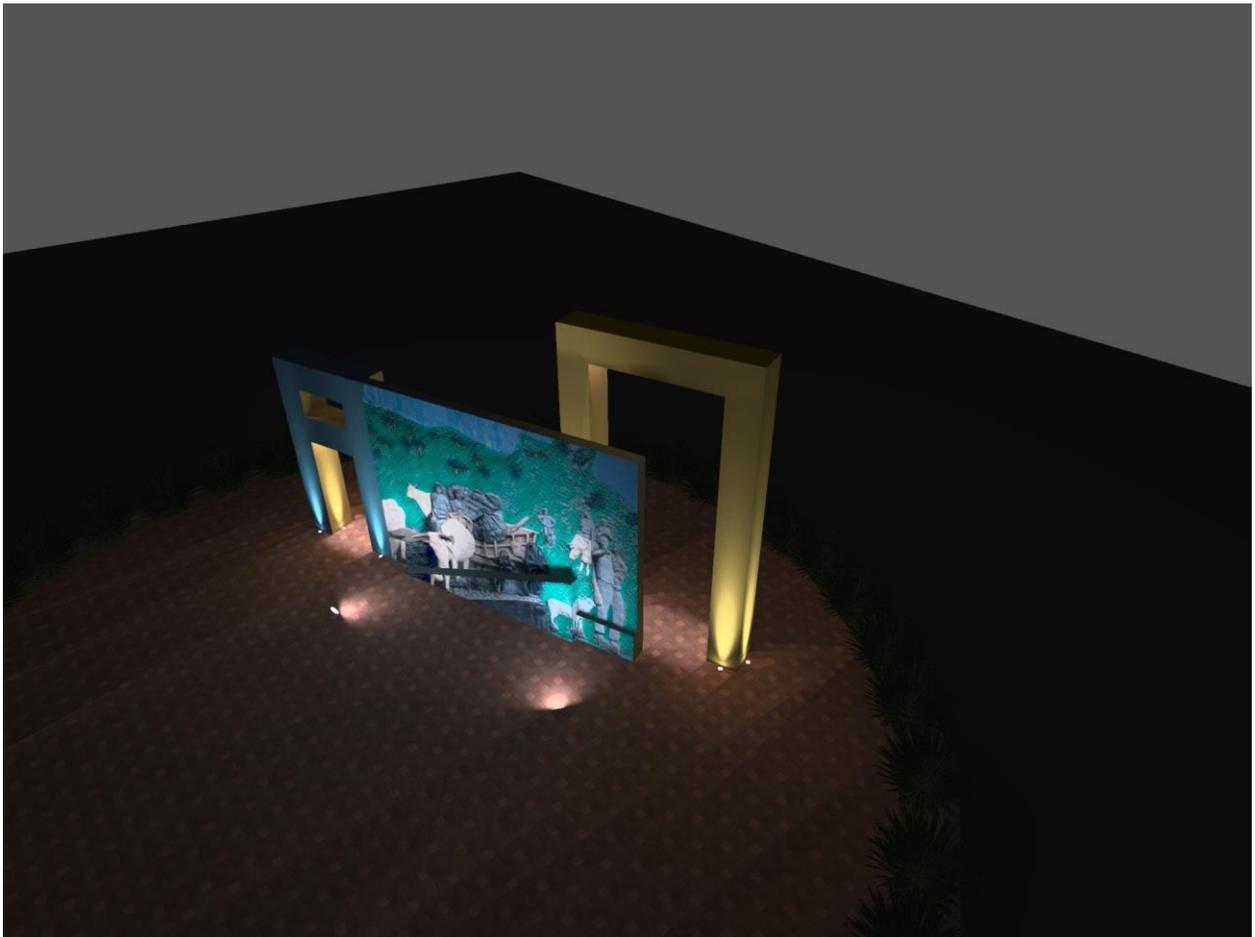
Figura 98 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 99 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.



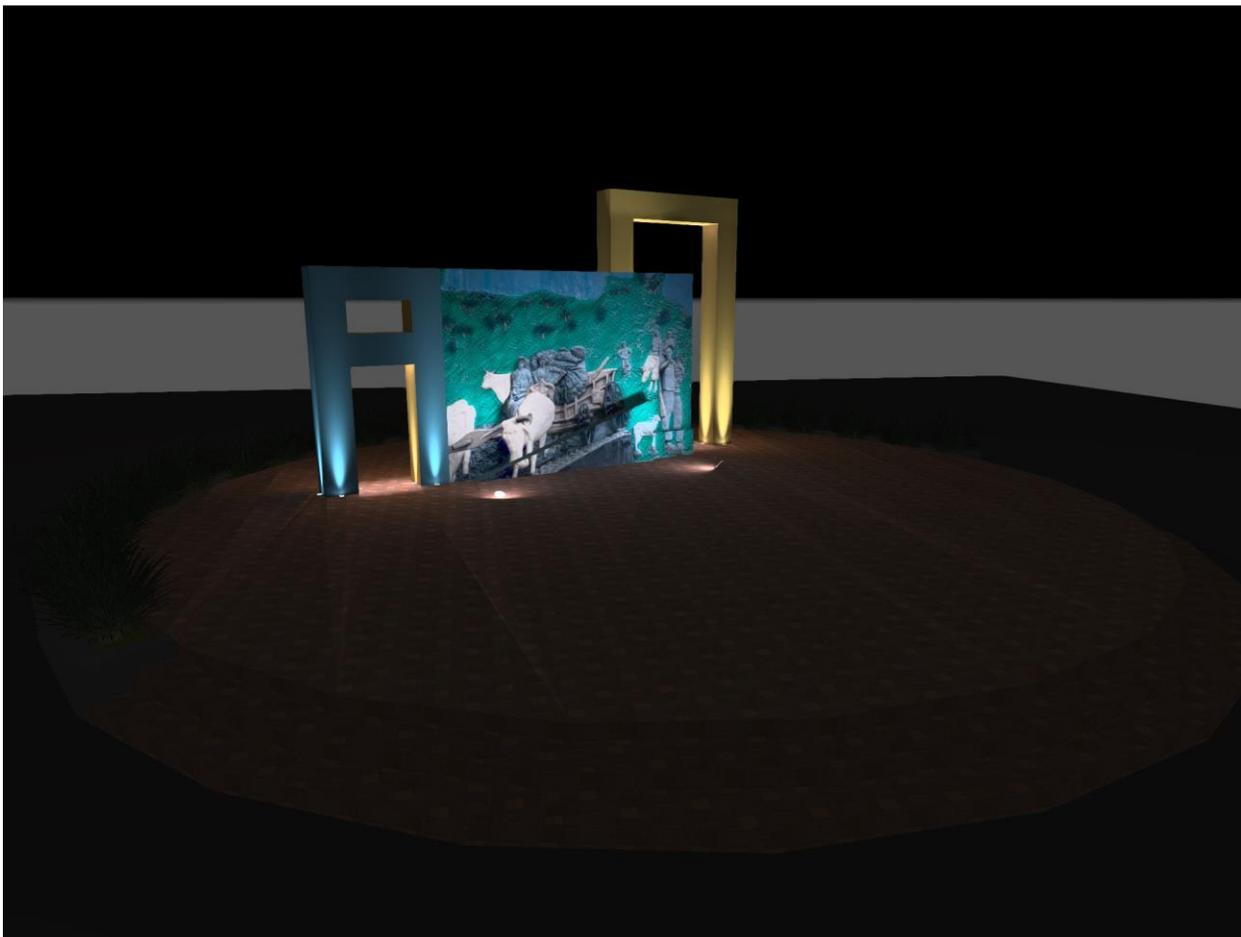
Figura 100 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.



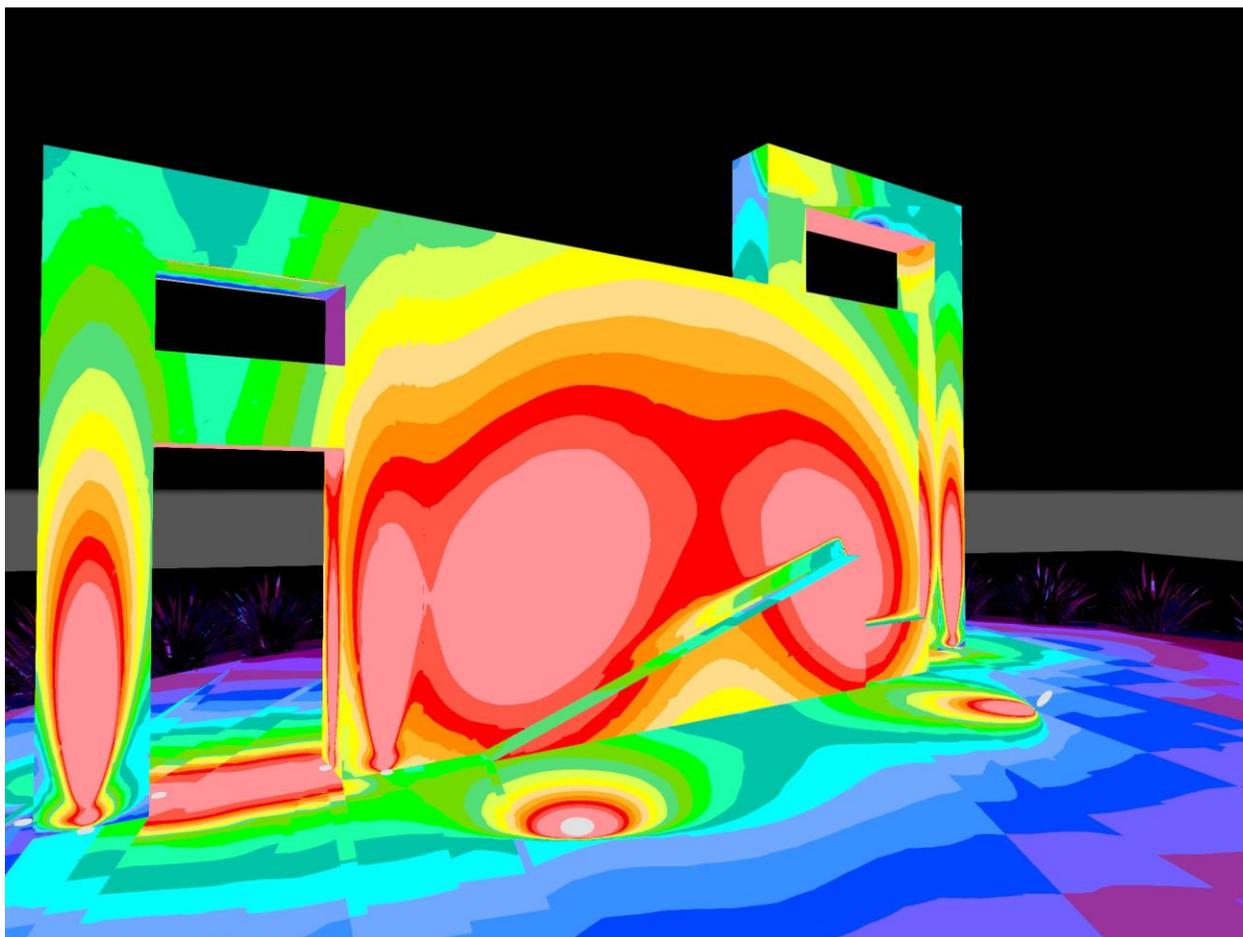
Figura 101 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.



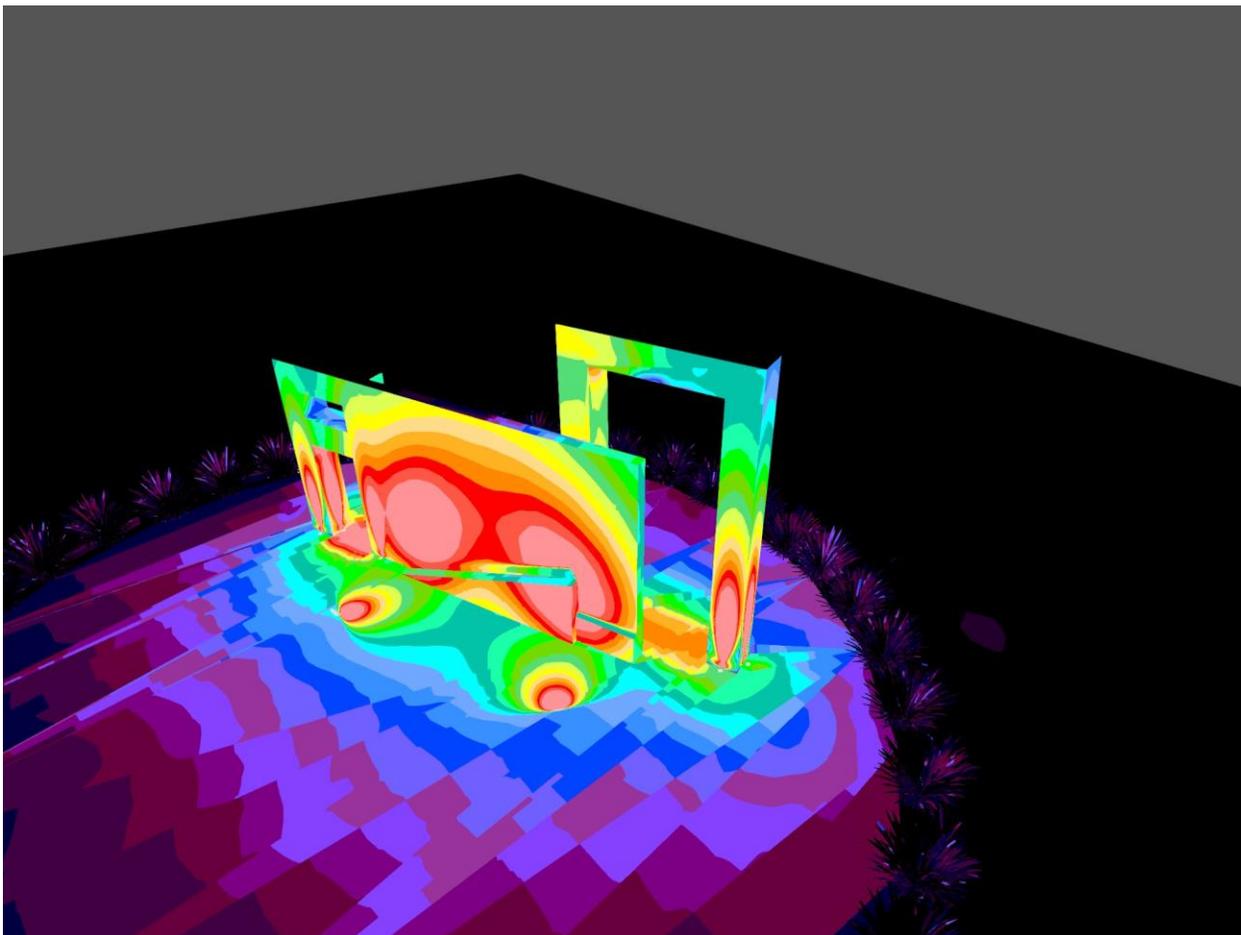
Figura 102 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.



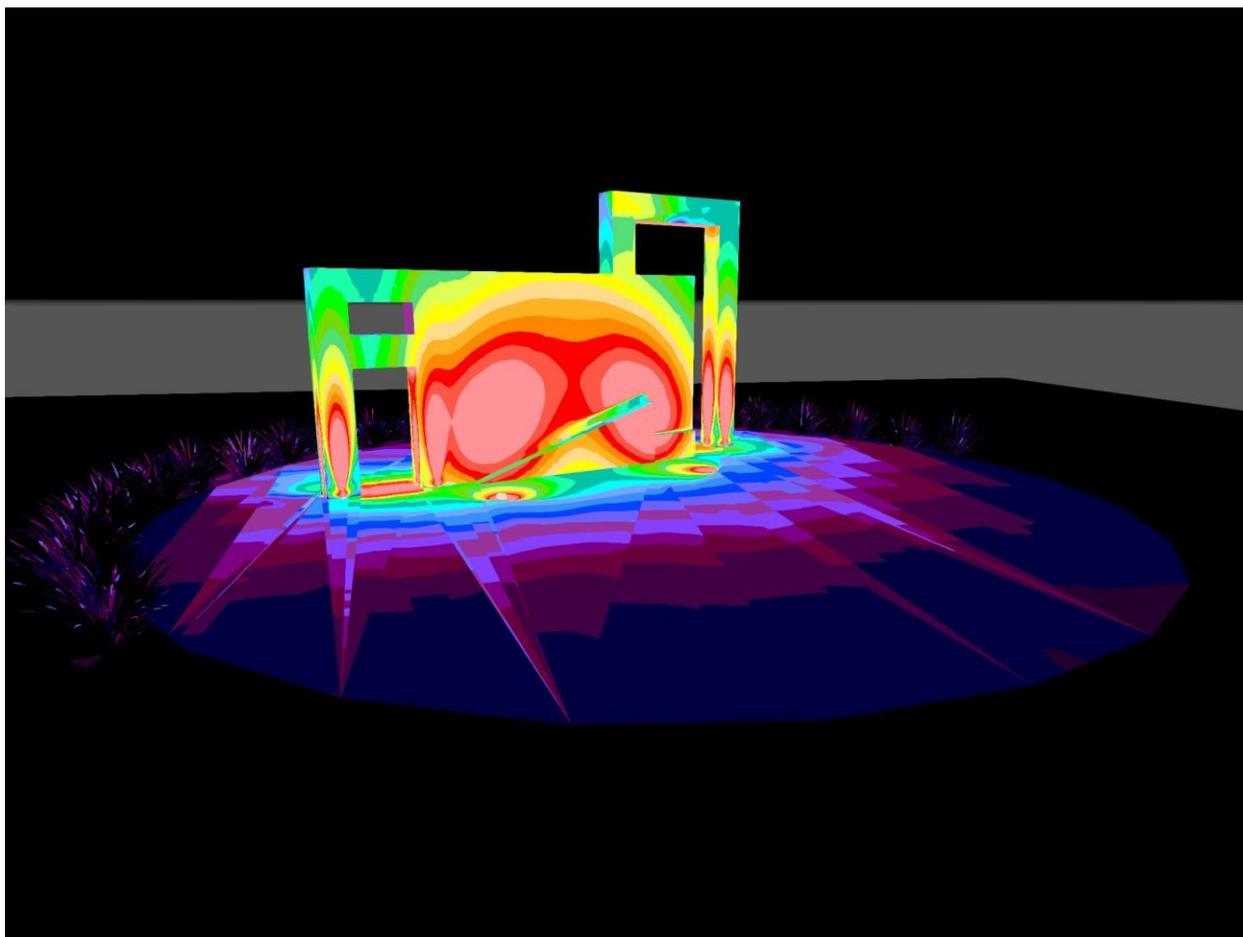
Figura 103 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.

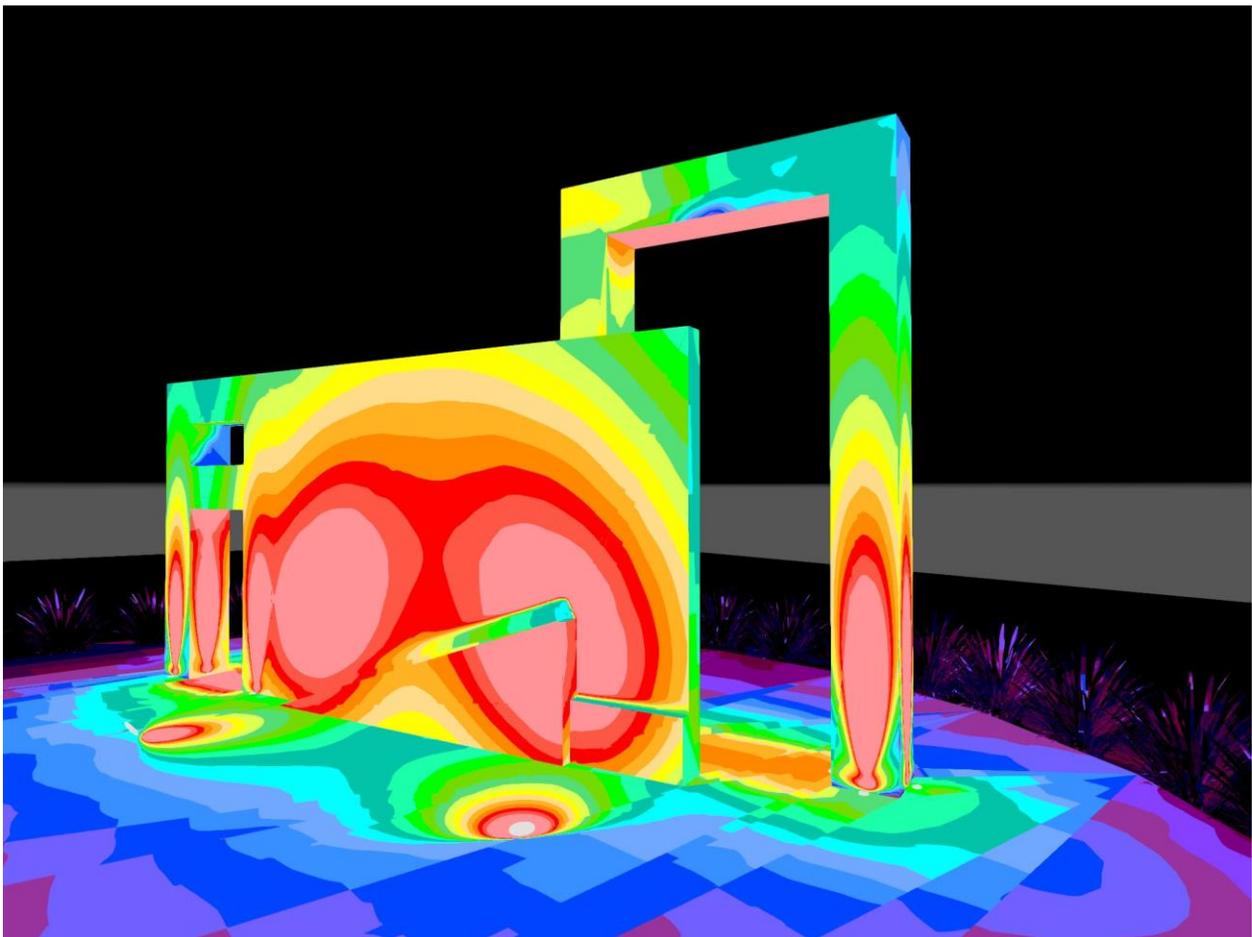


Figura 104 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 105 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento aos Pioneiros



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.12. Patrola Histórica

São propostos, para a Patrola Histórica, os equipamentos de iluminação voltados para o monumento, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar e destacar o monumento.

Tabela 33 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Monumento Patrola Histórica

Patrola Histórica		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projektor 2700K (Média Intensidade)	06

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do Monumento da Patrola Histórica antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

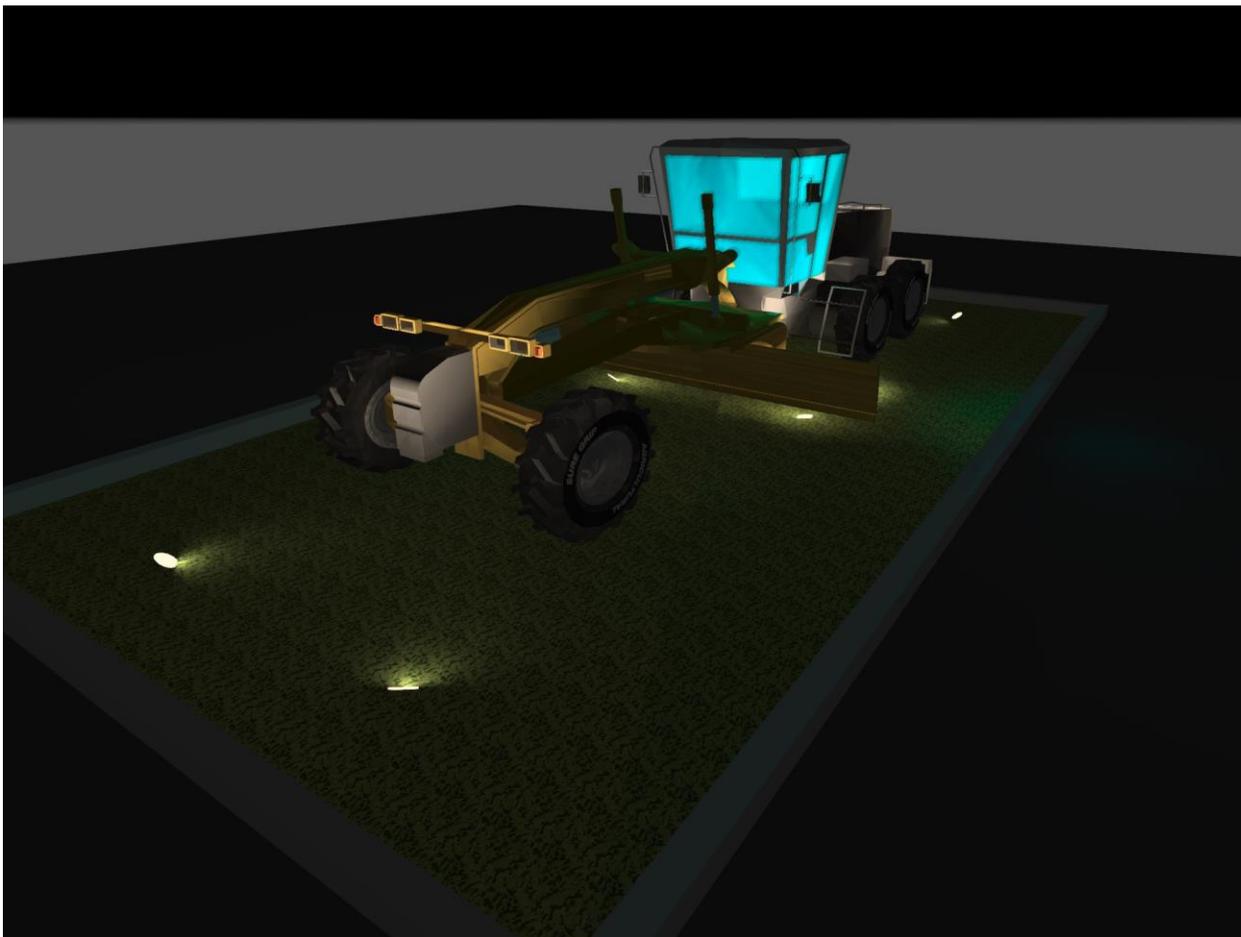
Figura 106 - Monumento Patrola Histórica



Fonte: Fotos captadas em fevereiro/2023



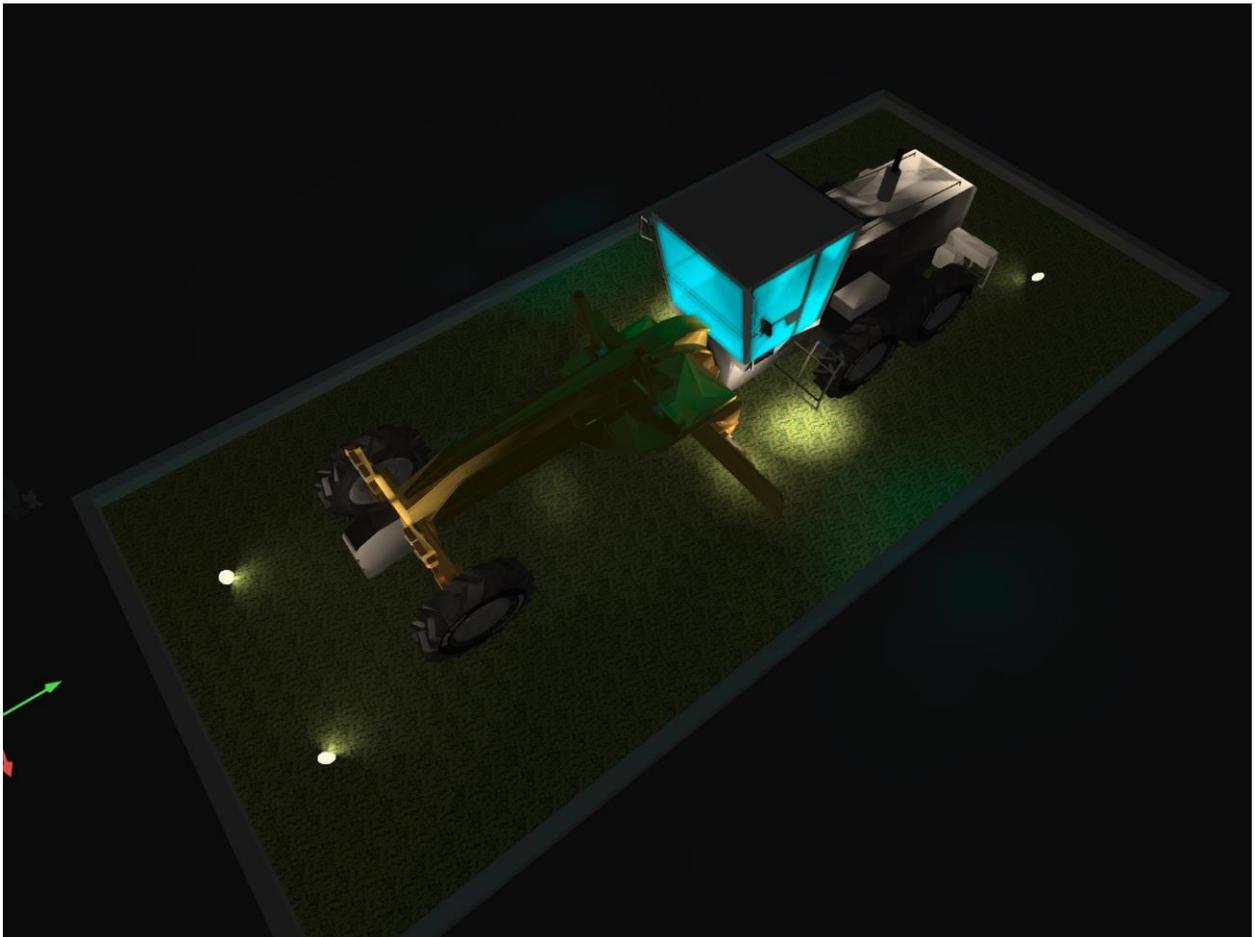
Figura 107 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



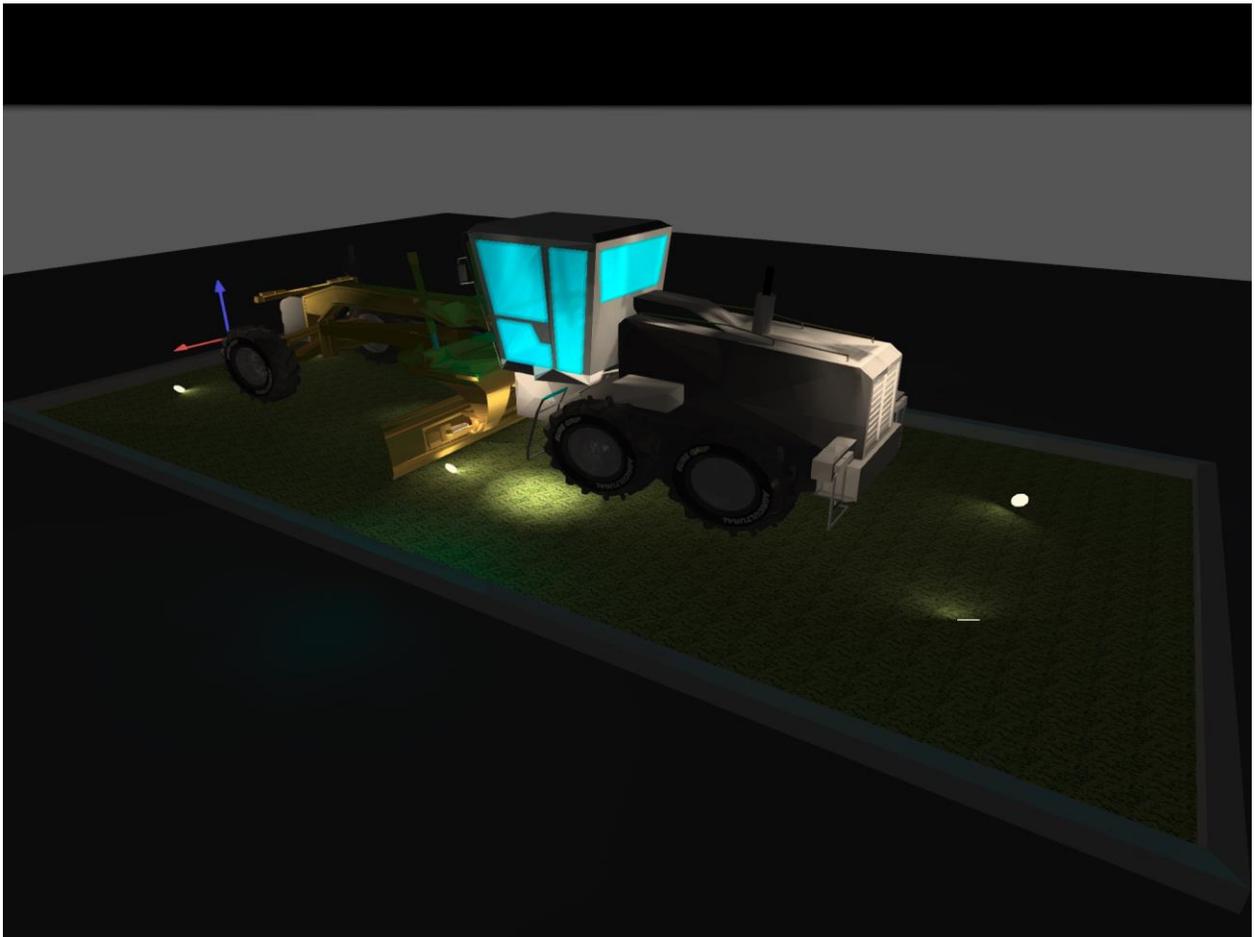
Figura 108 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



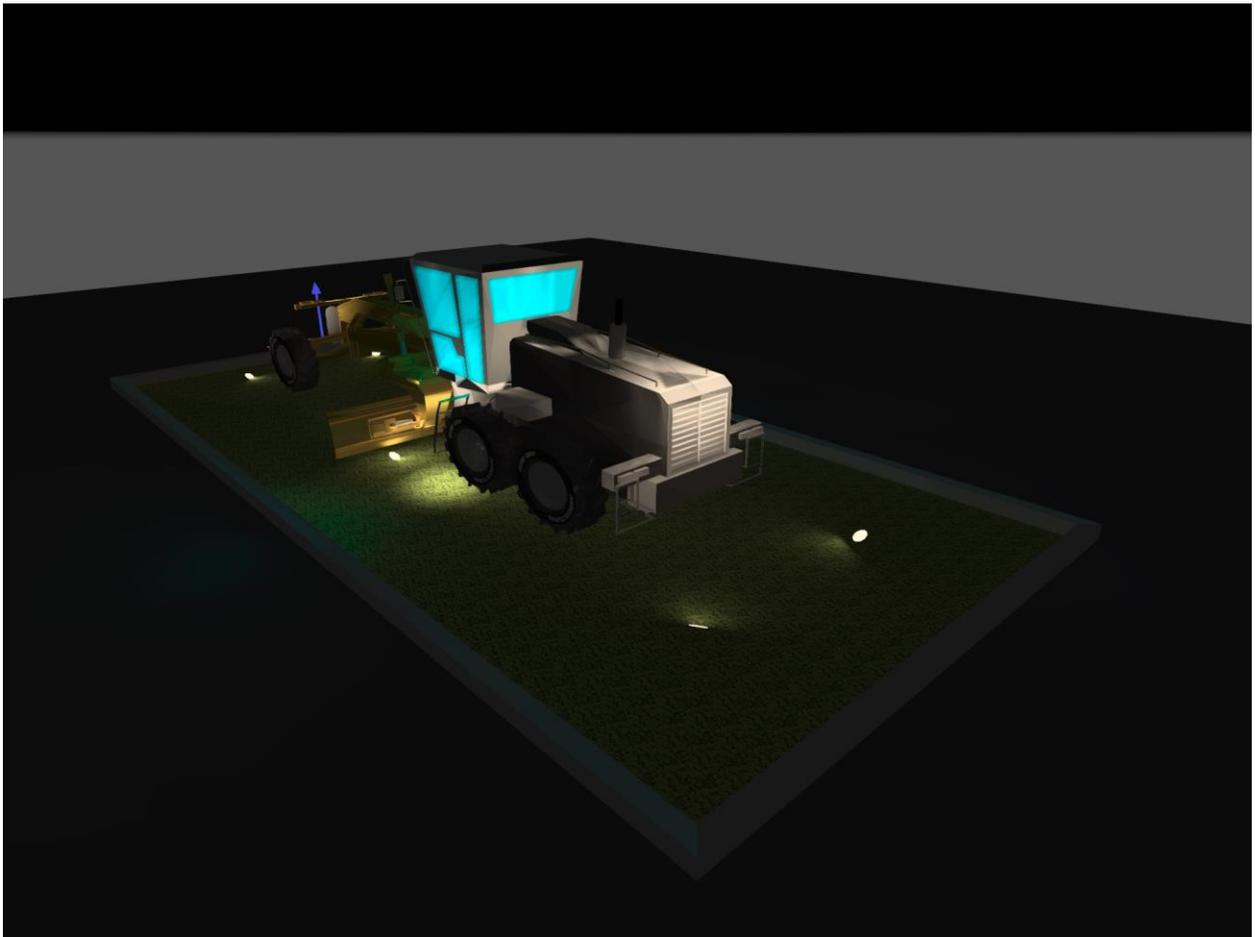
Figura 109 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



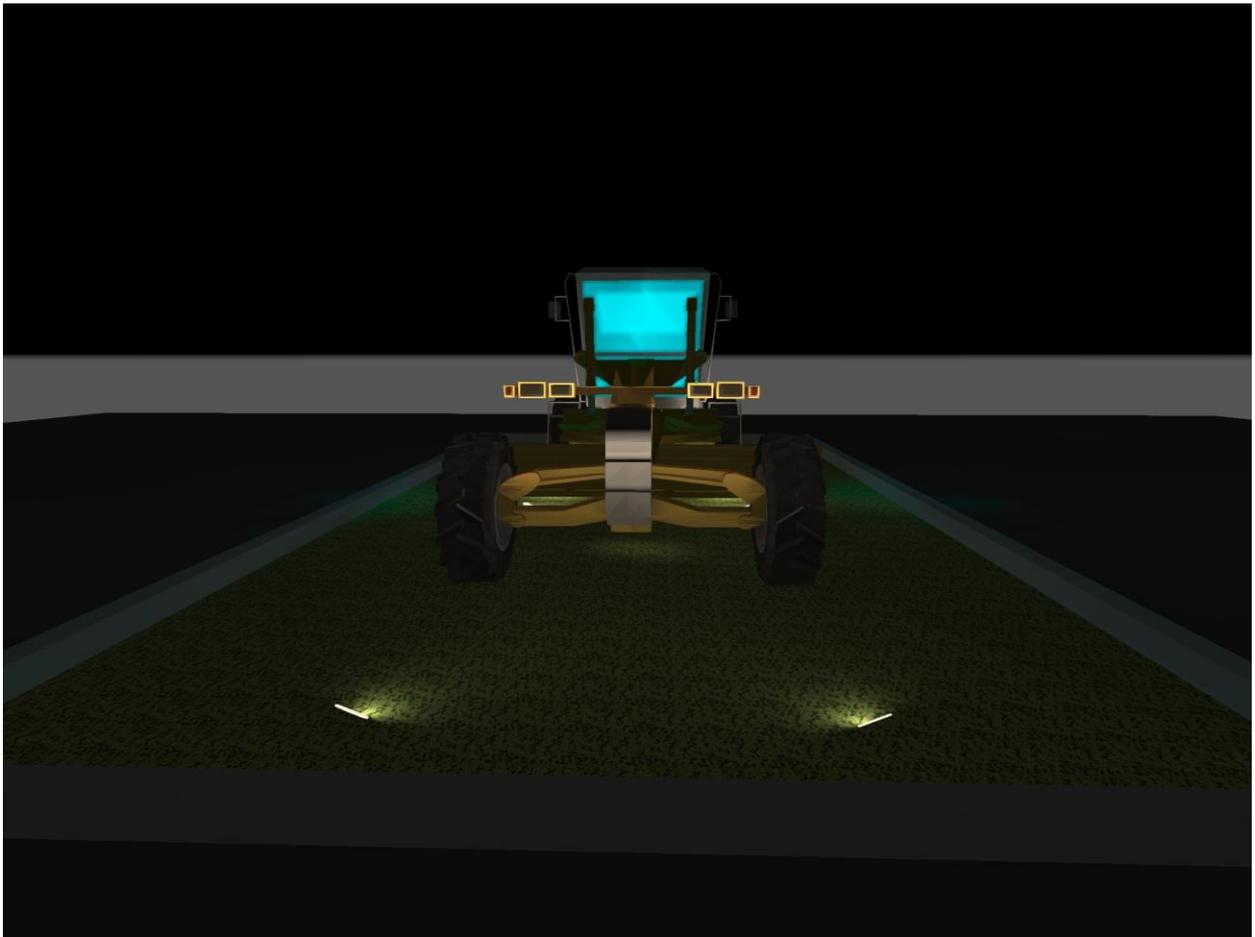
Figura 110 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



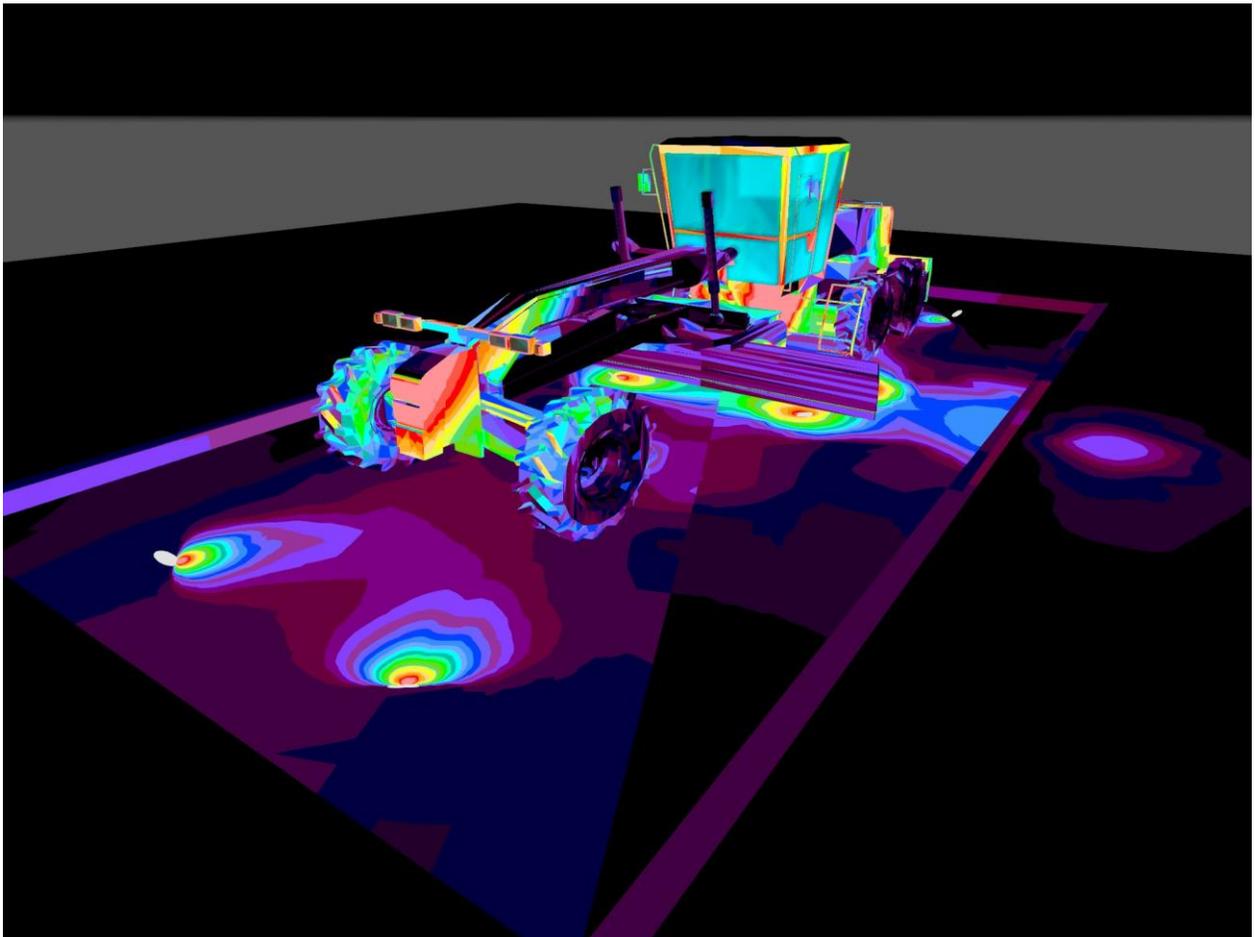
Figura 111 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



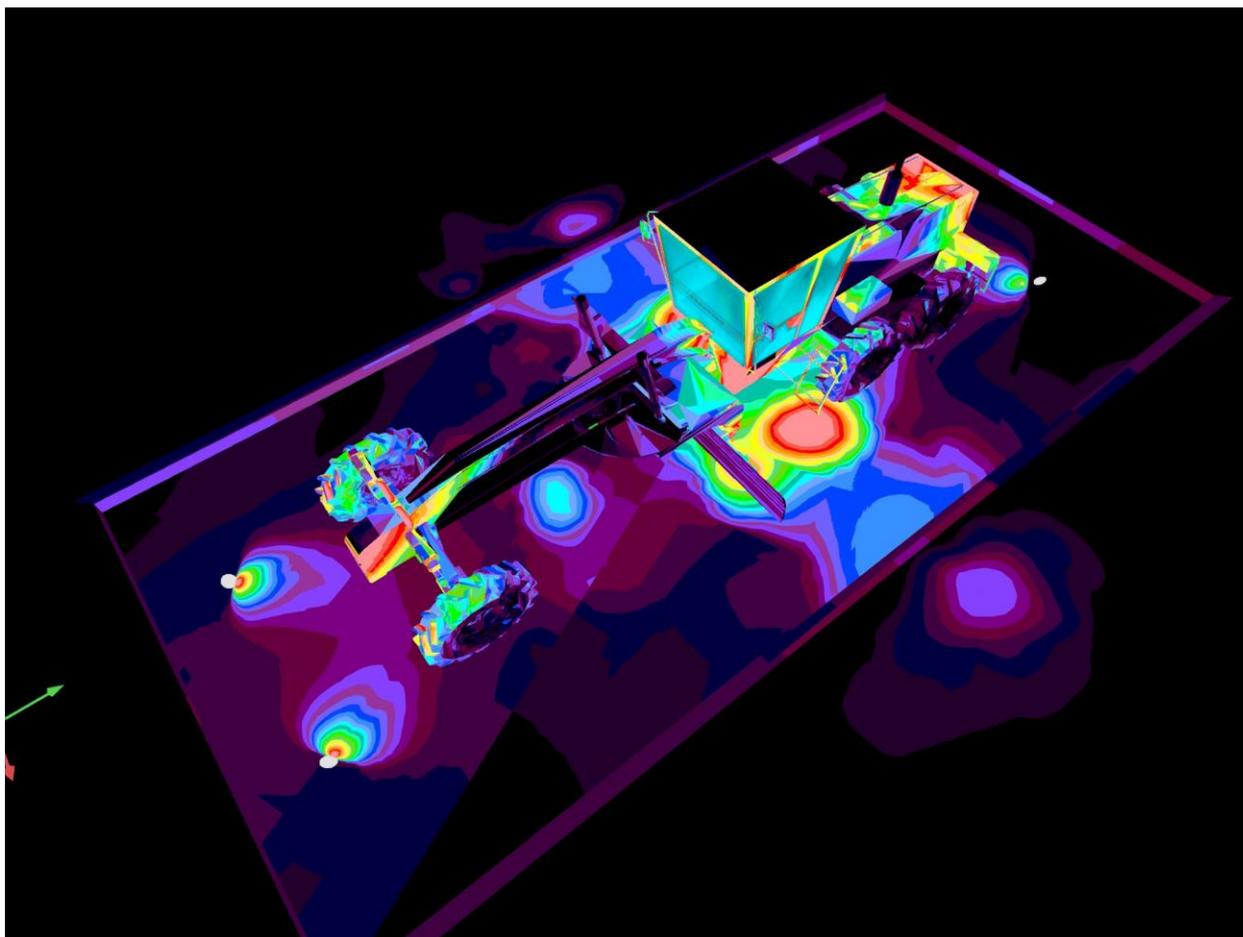
Figura 112 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



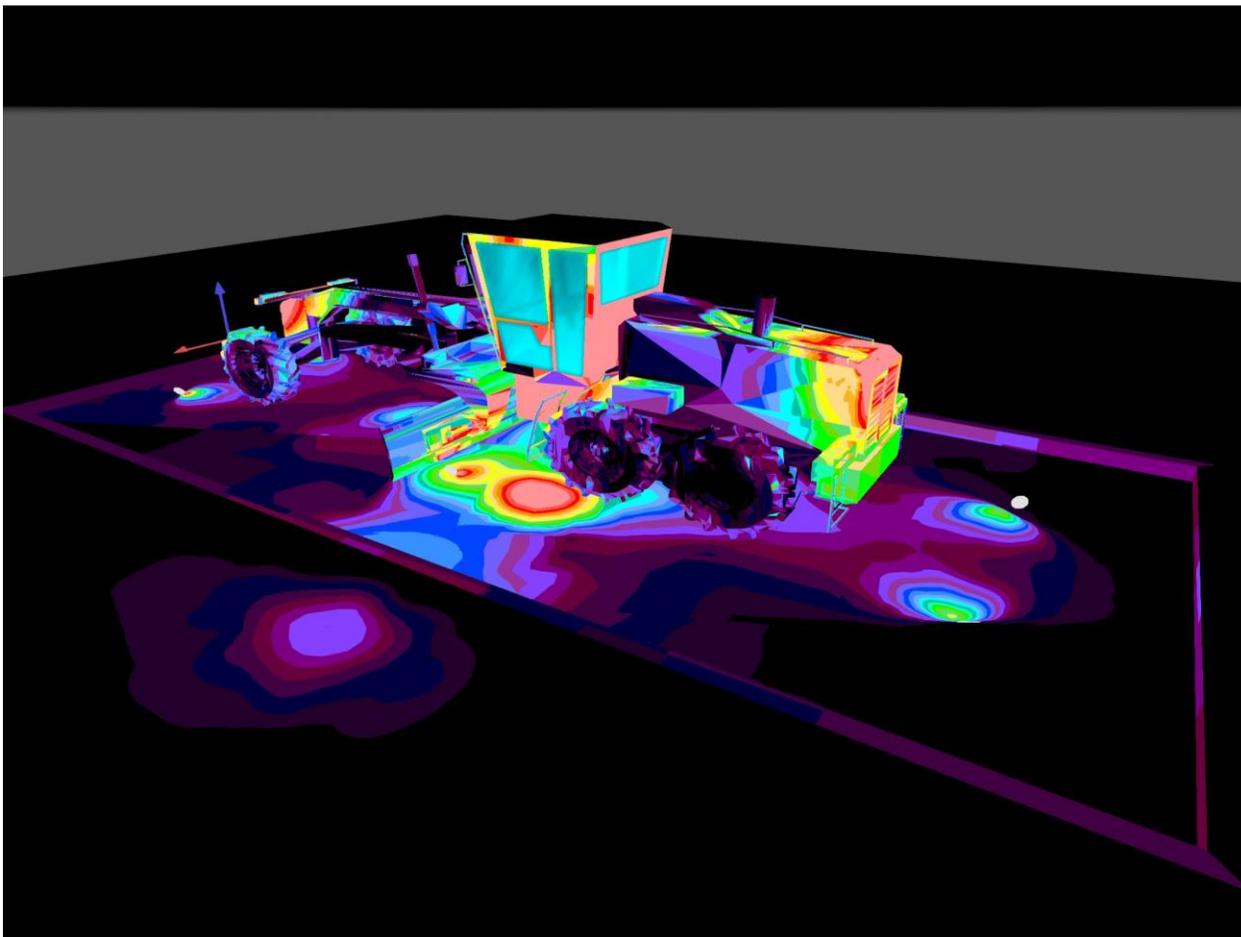
Figura 113 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



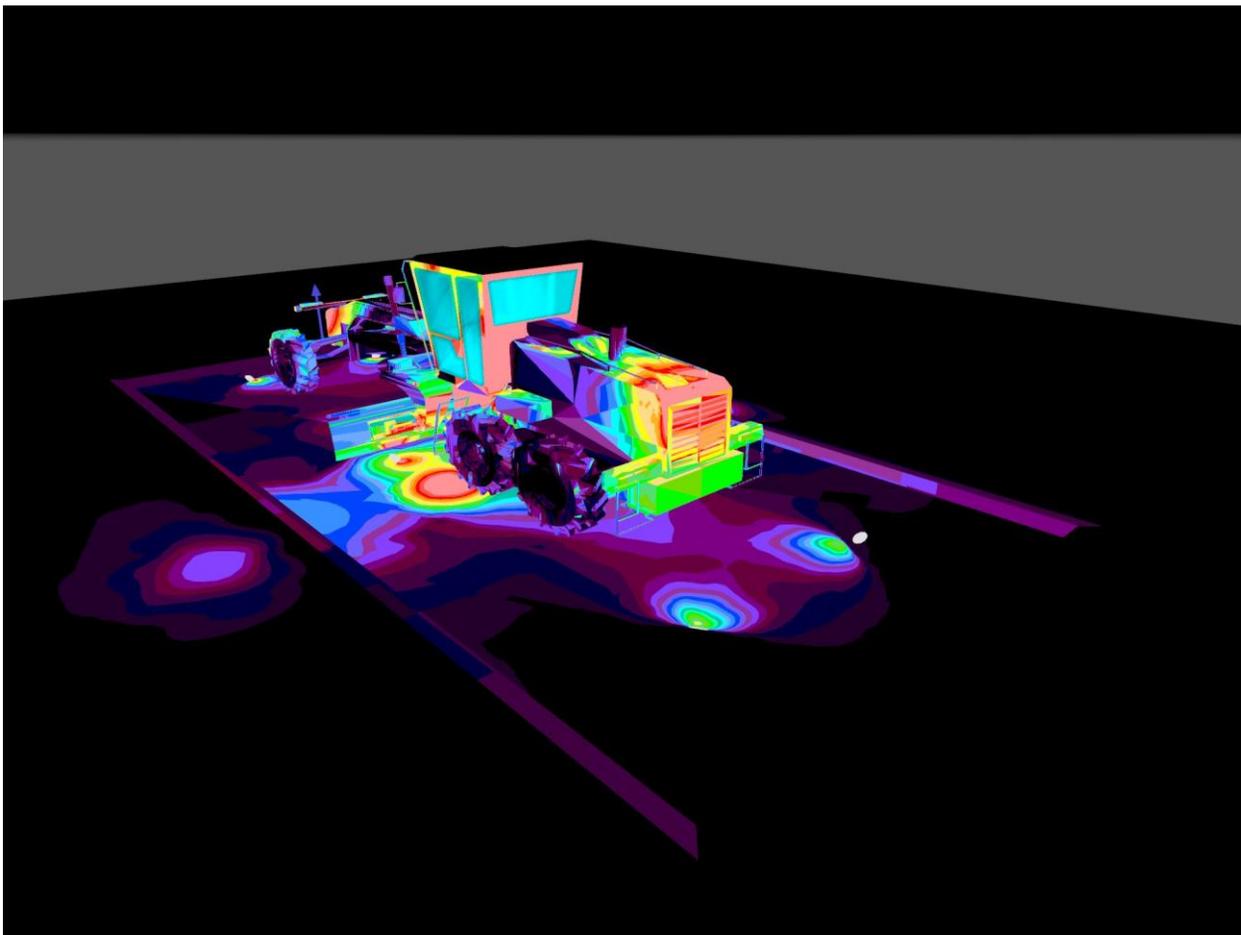
Figura 114 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



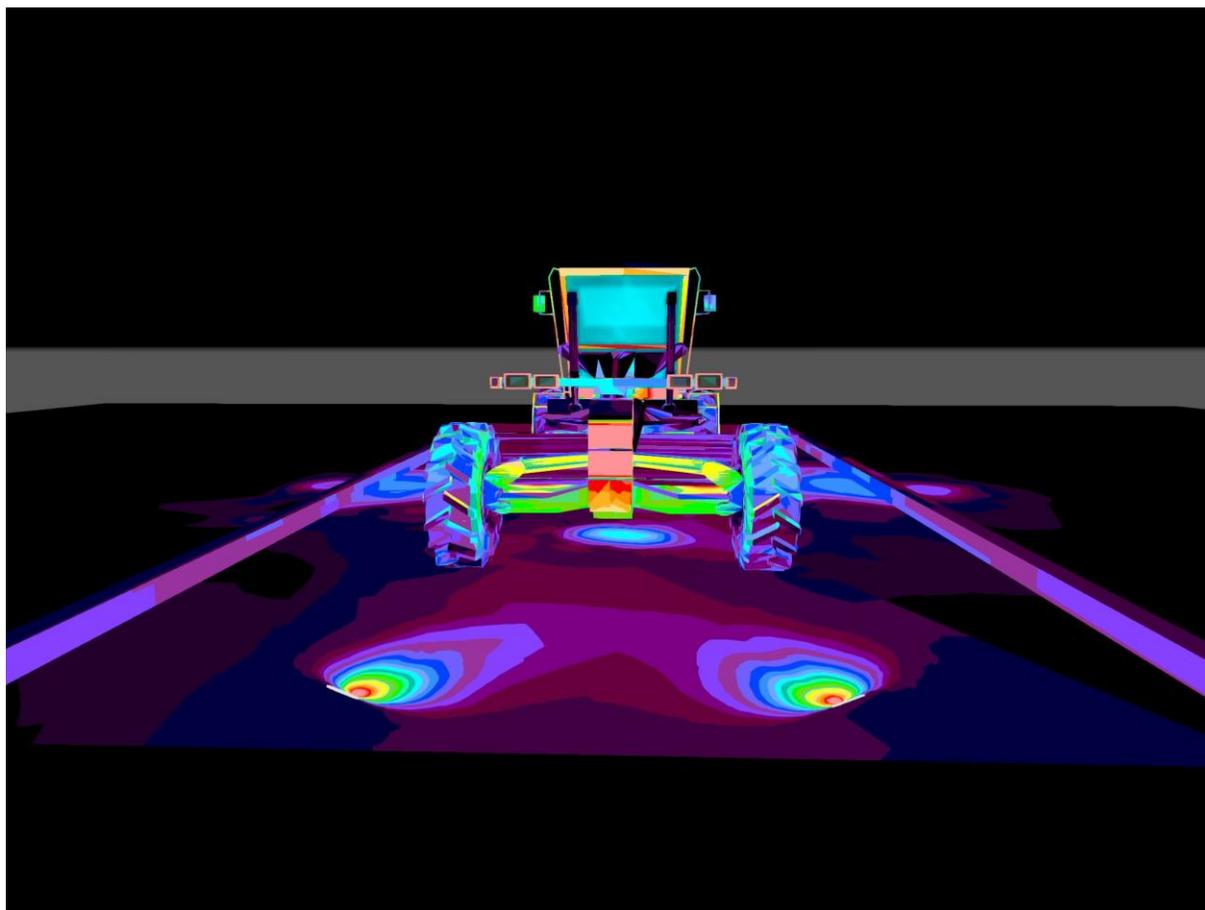
Figura 115 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 116 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Monumento Patrola Histórica



Fonte: Elaboração MODELO IP.



### 3.3.13. Espaço da Arte

São propostos, para o Espaço da Arte, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar os elementos decorativos da fachada principal da edificação.

Tabela 34 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Espaço da Arte

Espaço da Arte		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projektor 2700K (Média Intensidade)	15

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas do Espaço da Arte antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.



Figura 117 - Espaço da Arte



Fonte: Fotos captadas em novembro/2023.



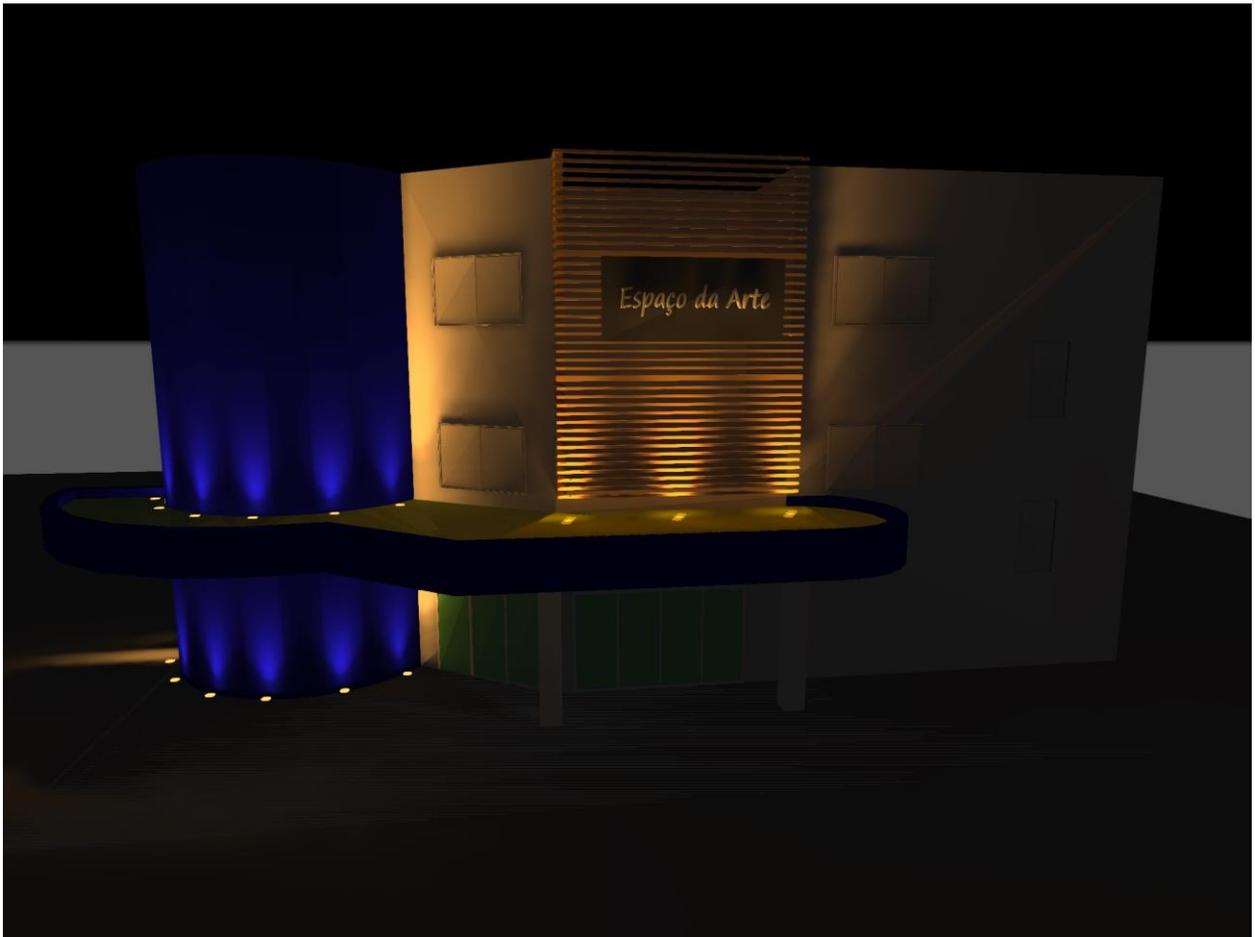
Figura 118 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 119 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



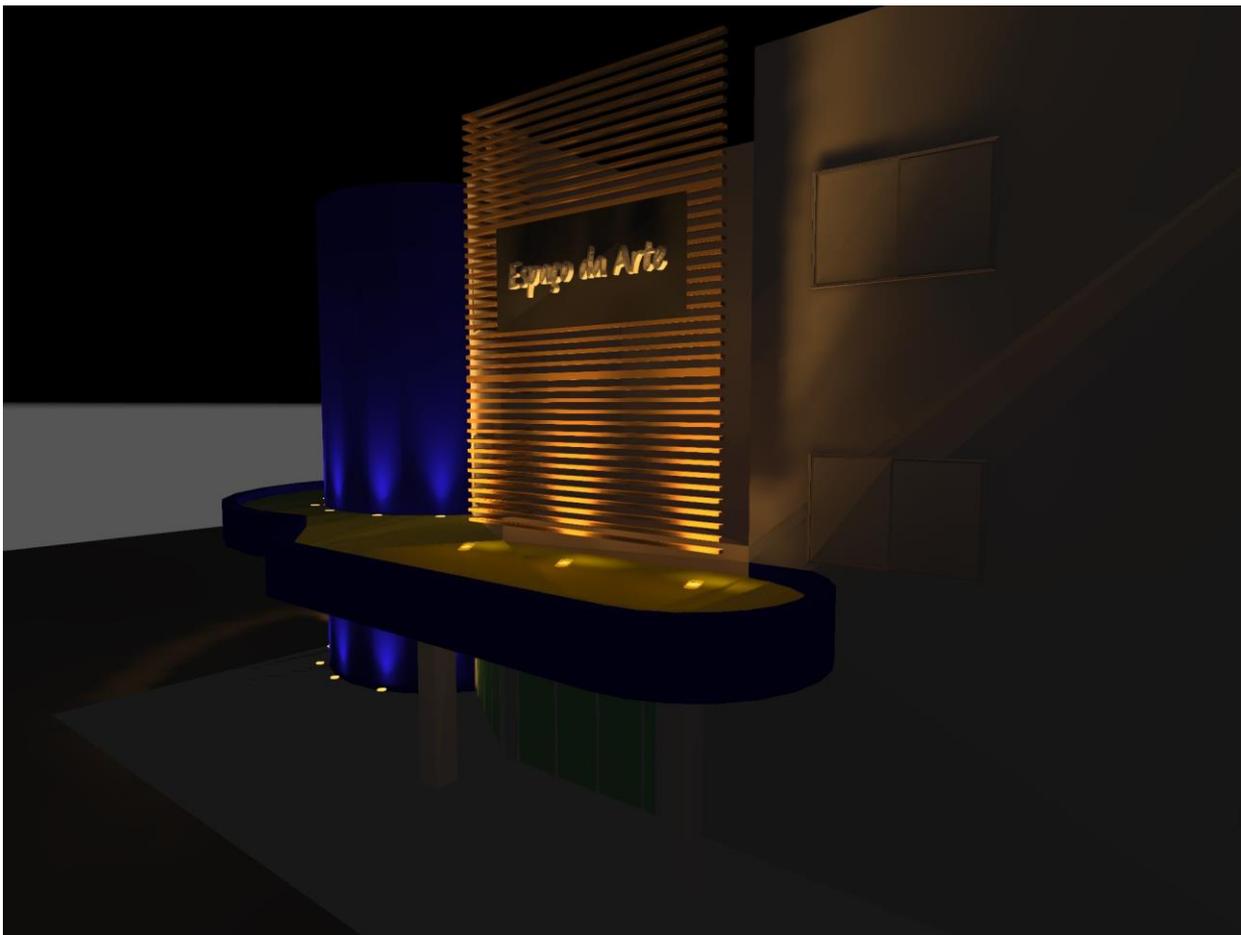
Figura 120 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 121 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



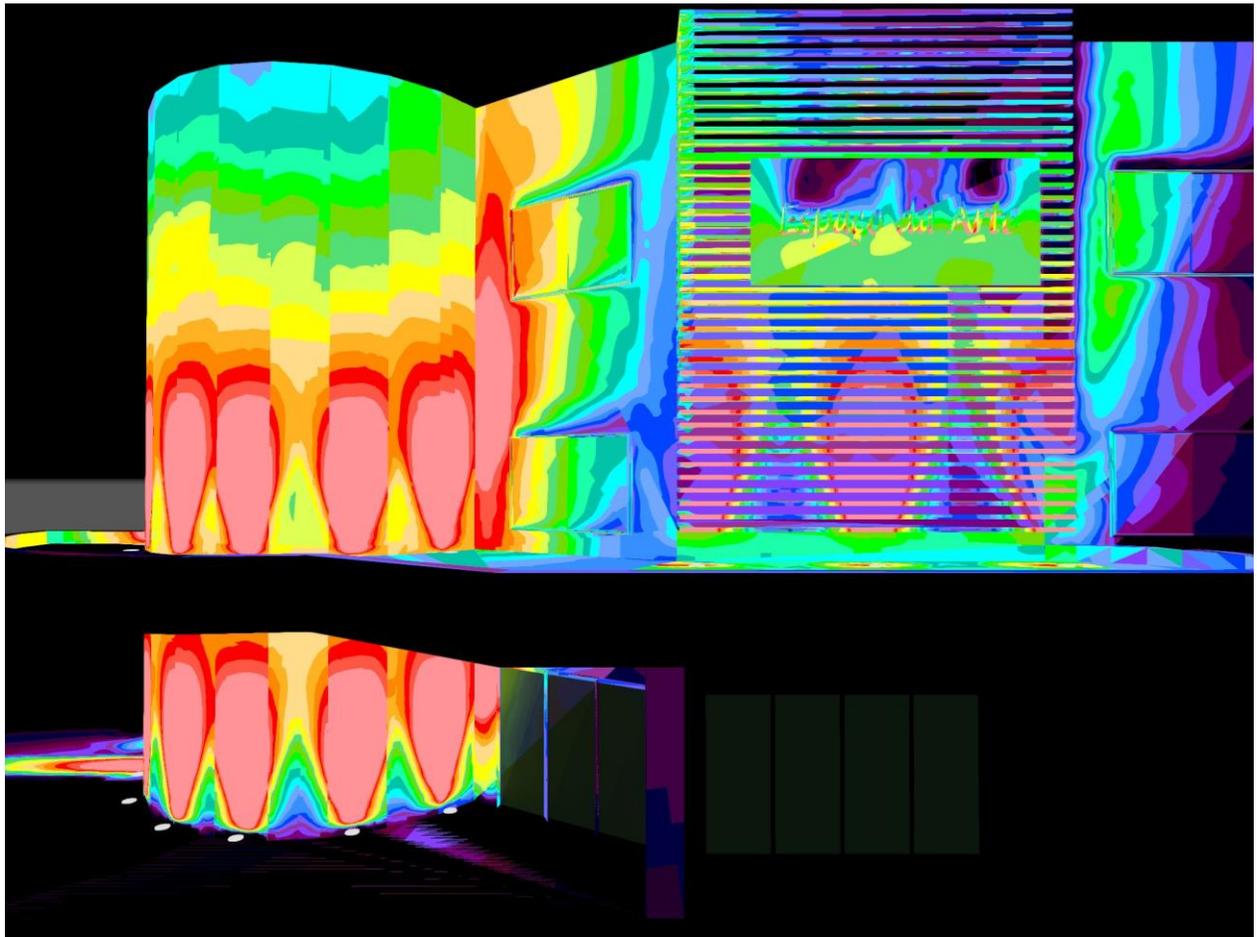
Figura 122 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



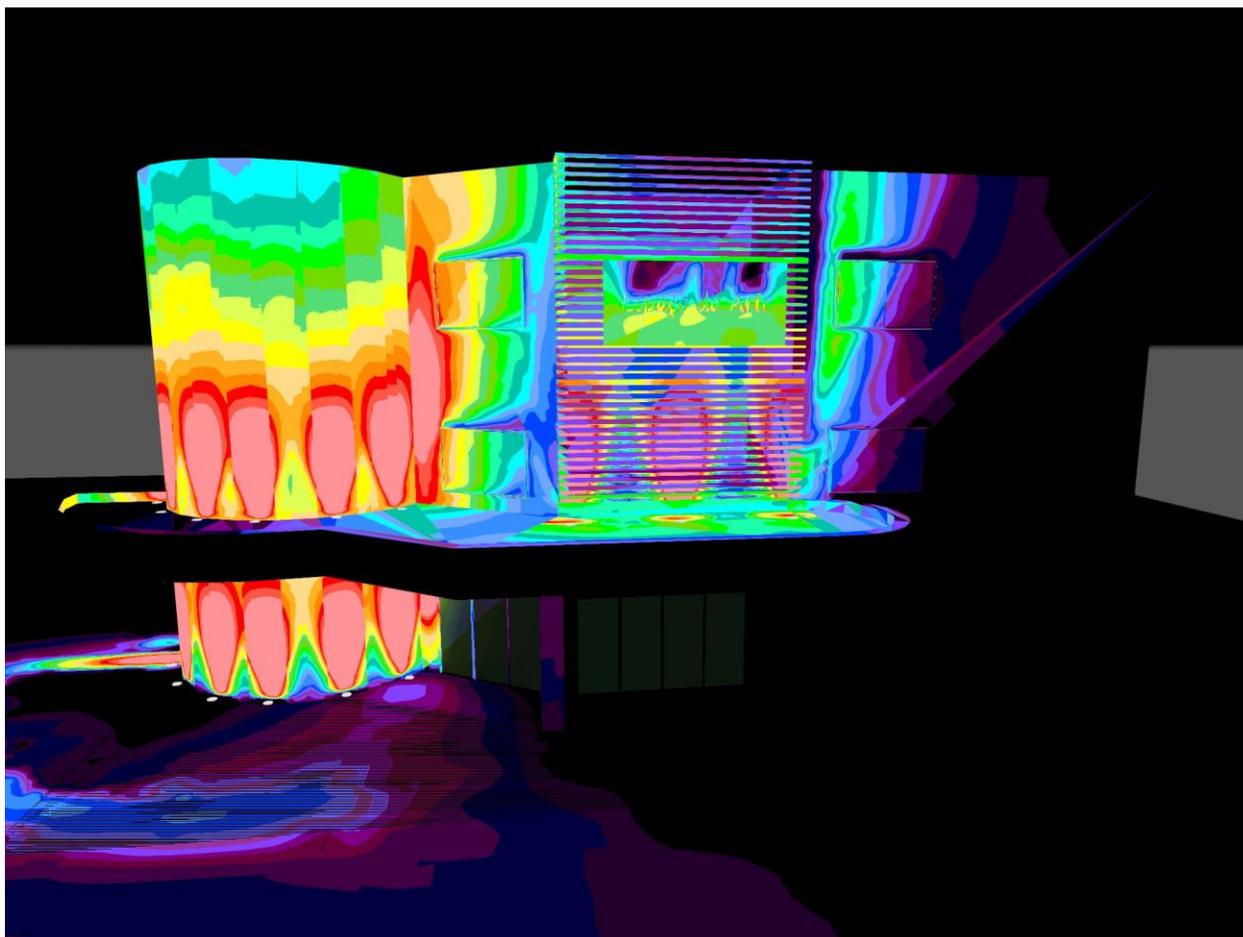
Figura 123 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.



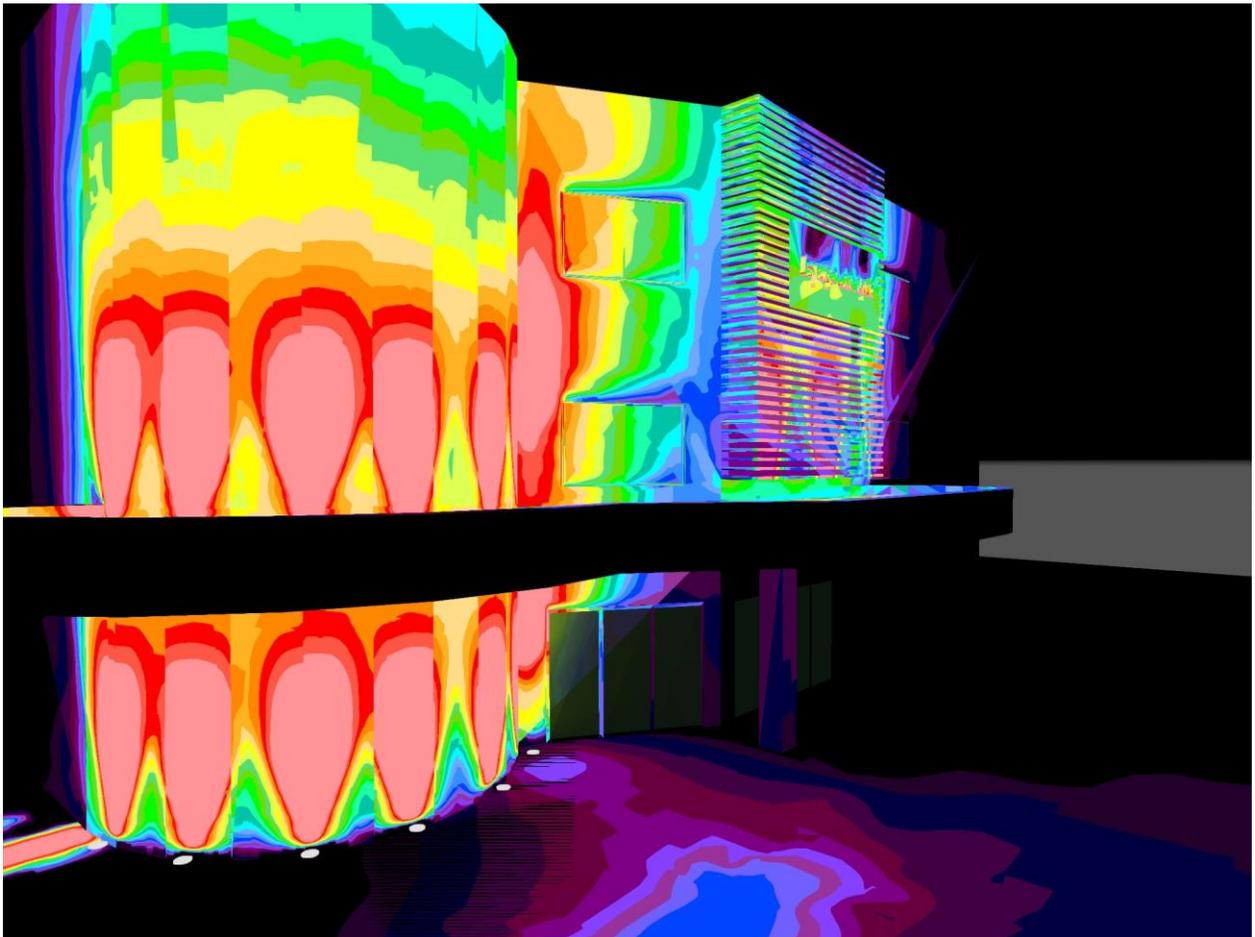
Figura 124 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.

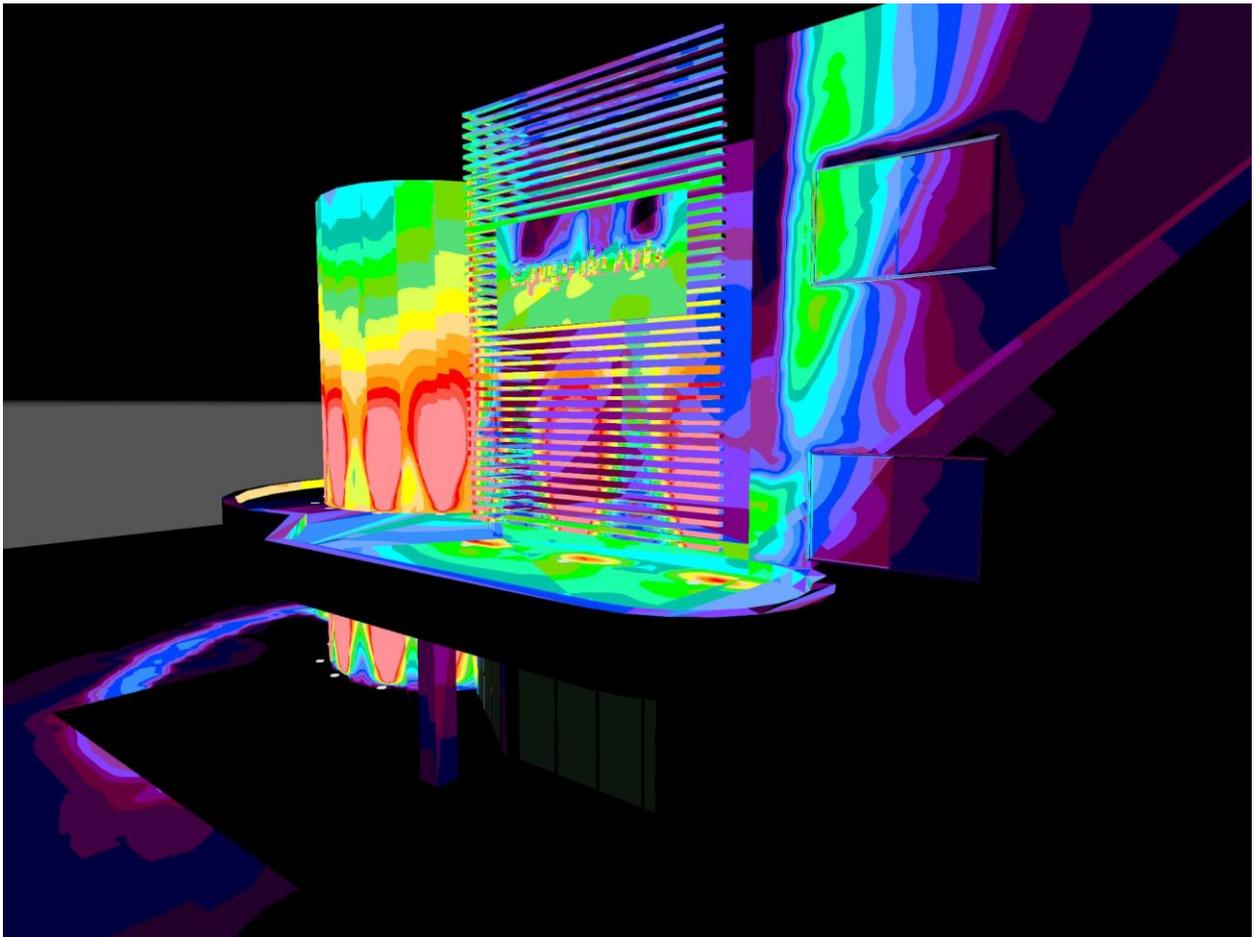


Figura 125 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 126 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Espaço da Arte



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.14. Cuia Gigante (Praça Central – Suplicy)

São propostos, para a Cuia Gigante, os equipamentos de iluminação voltados para o monumento, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar e destacar o monumento.

Tabela 35 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Cuia Gigante

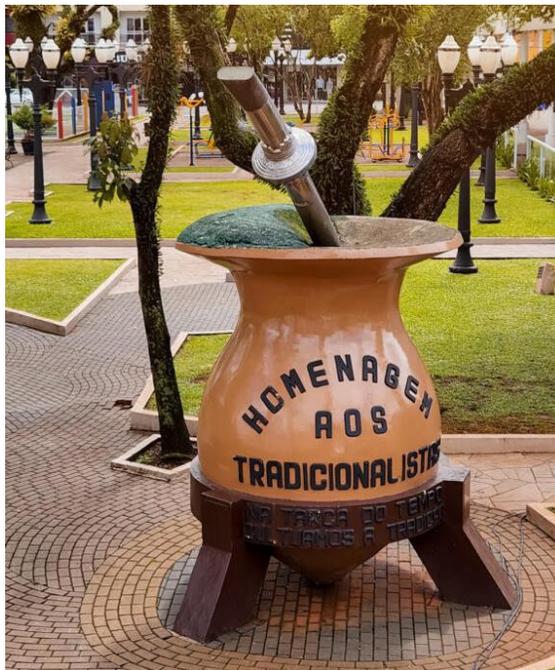
Cuia Gigante		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projektor 2700K (Média Intensidade)	03

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do Monumento da Cuia Gigante antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

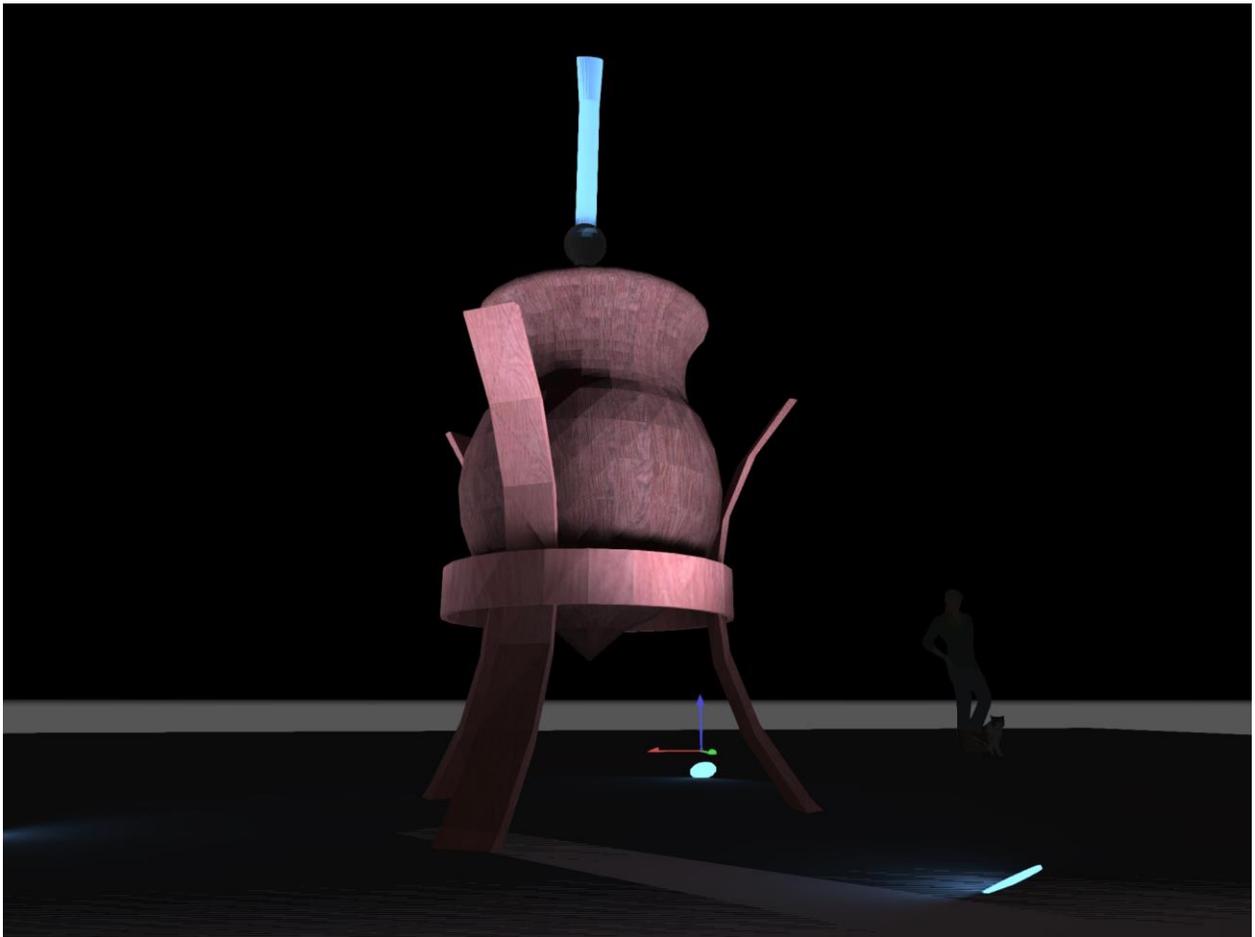
Figura 127 - Cuia Gigante



Fonte: Fotos captadas do site da prefeitura de Francisco Beltrão



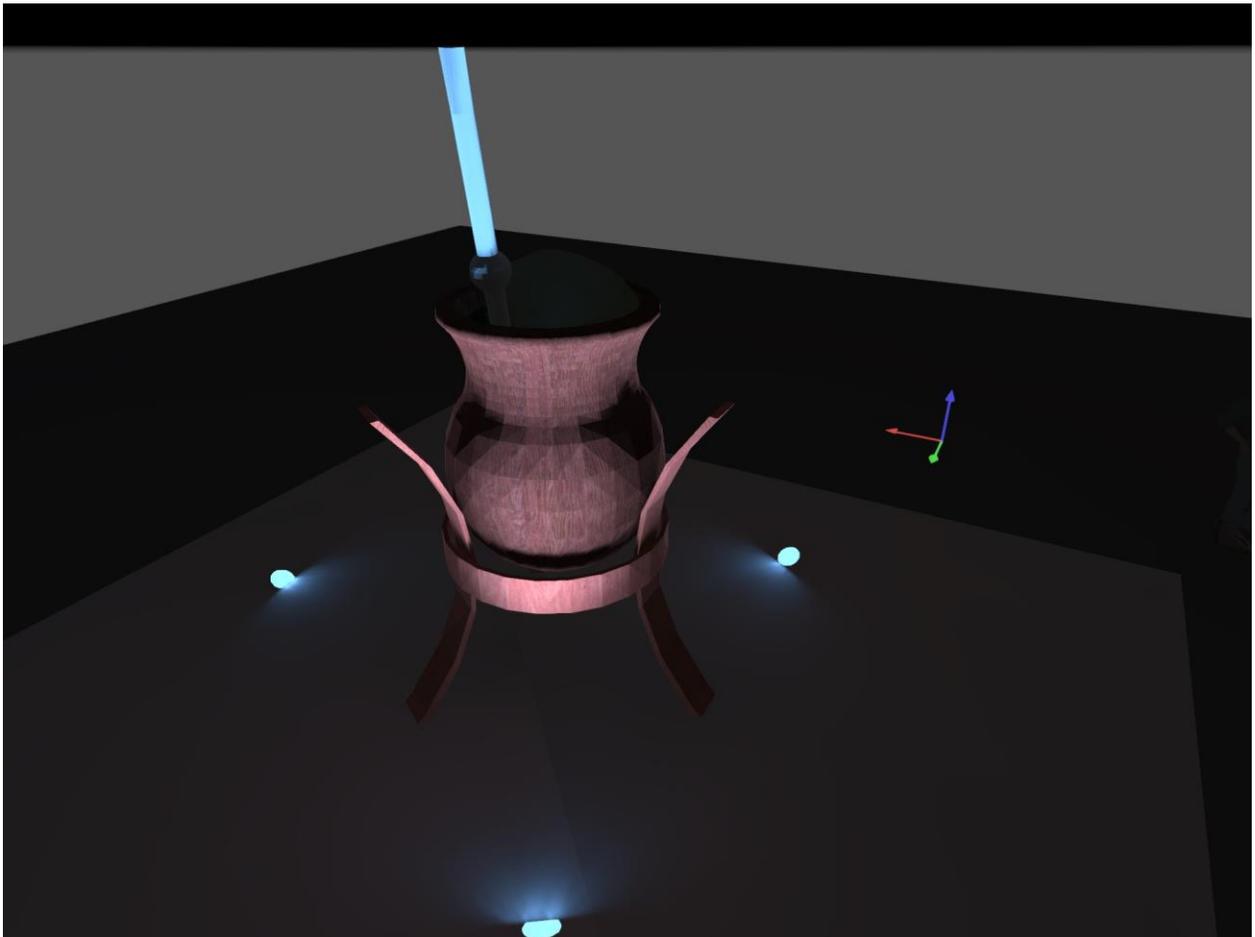
Figura 128 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Cuia Gigante



Fonte: Elaboração MODELO IP.



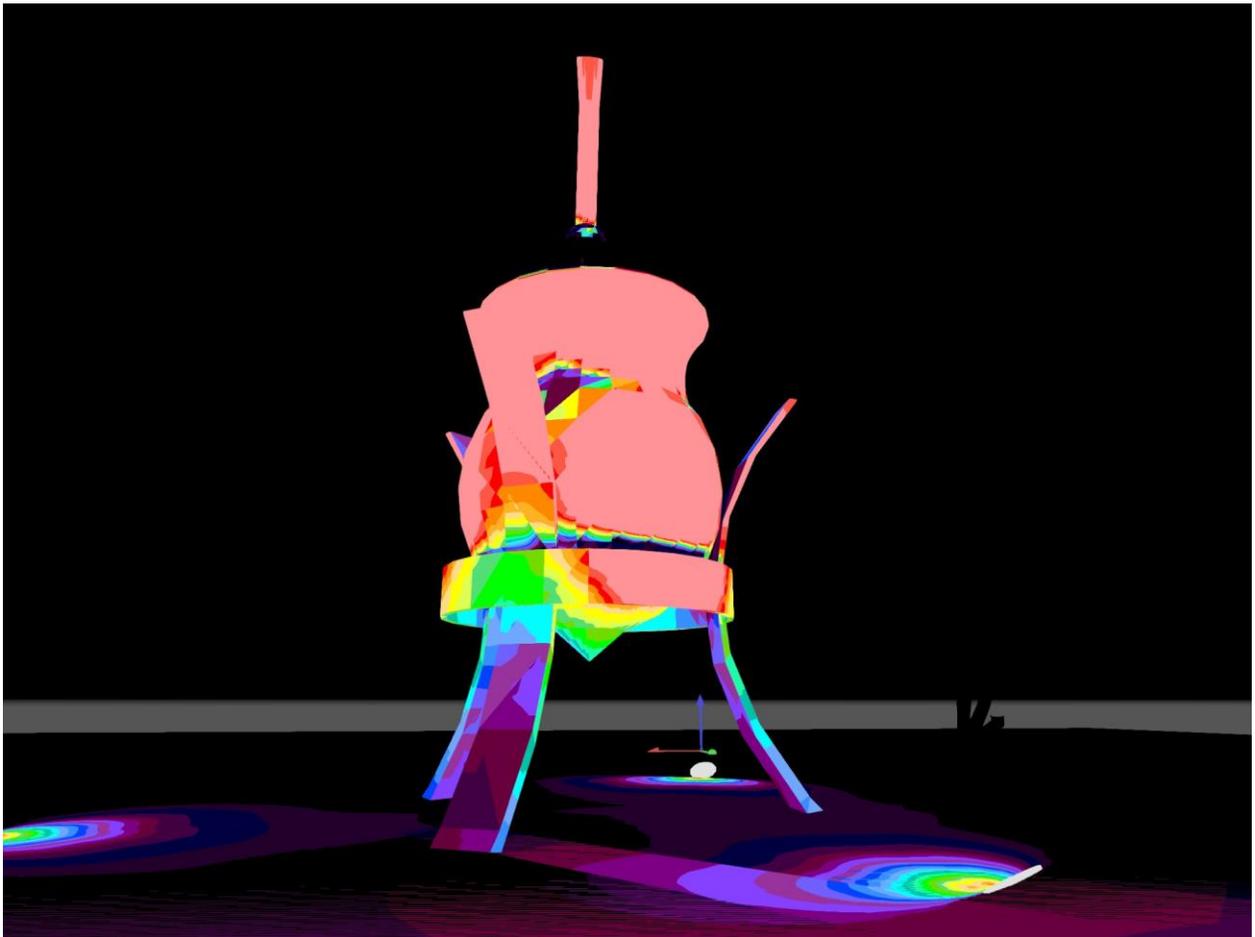
Figura 129 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Cuia Gigante



Fonte: Elaboração MODELO IP.

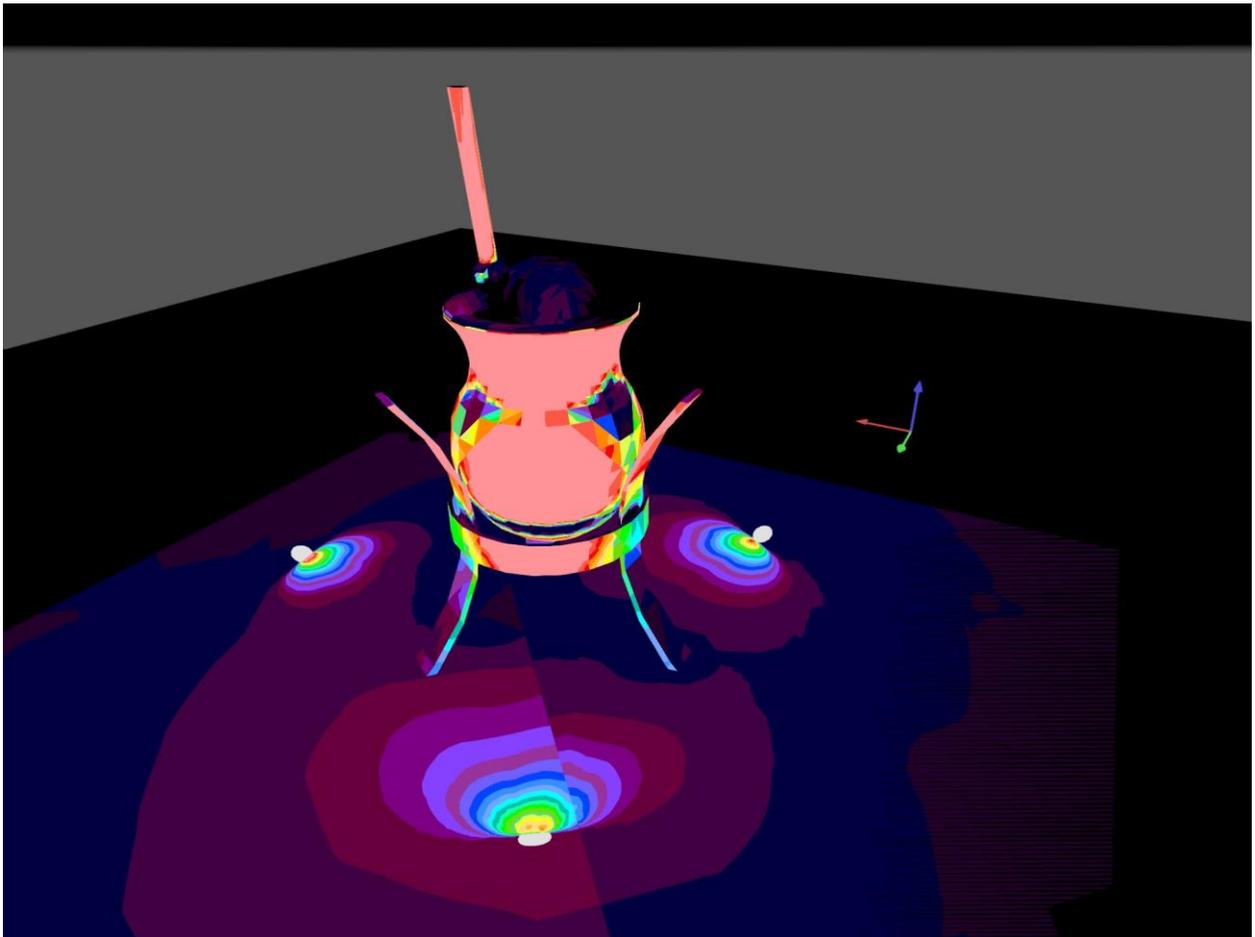


Figura 130 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Cuia Gigante



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 131 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Cuia Gigante



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.15. Obelisco (Praça Central – Suplicy)

São propostos, para o monumento Obelisco, os equipamentos de iluminação voltados para o monumento, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar e destacar o monumento.

Tabela 36 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Obelisco

Obelisco		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE016	Projektor Subaquático	04

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas do monumento do Obelisco antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

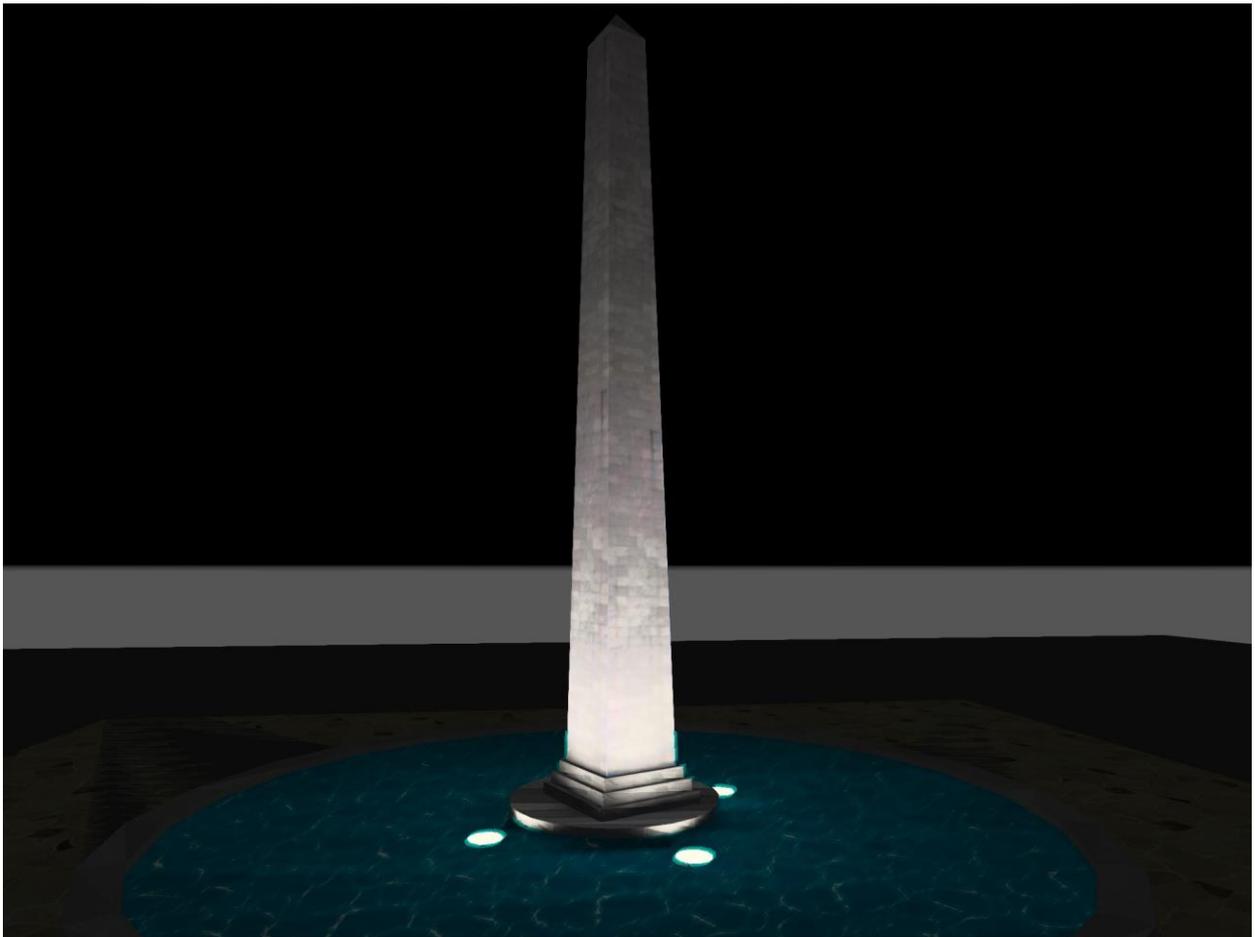
Figura 132 - Monumento Obelisco



Fonte: Fotos captadas em novembro/2023



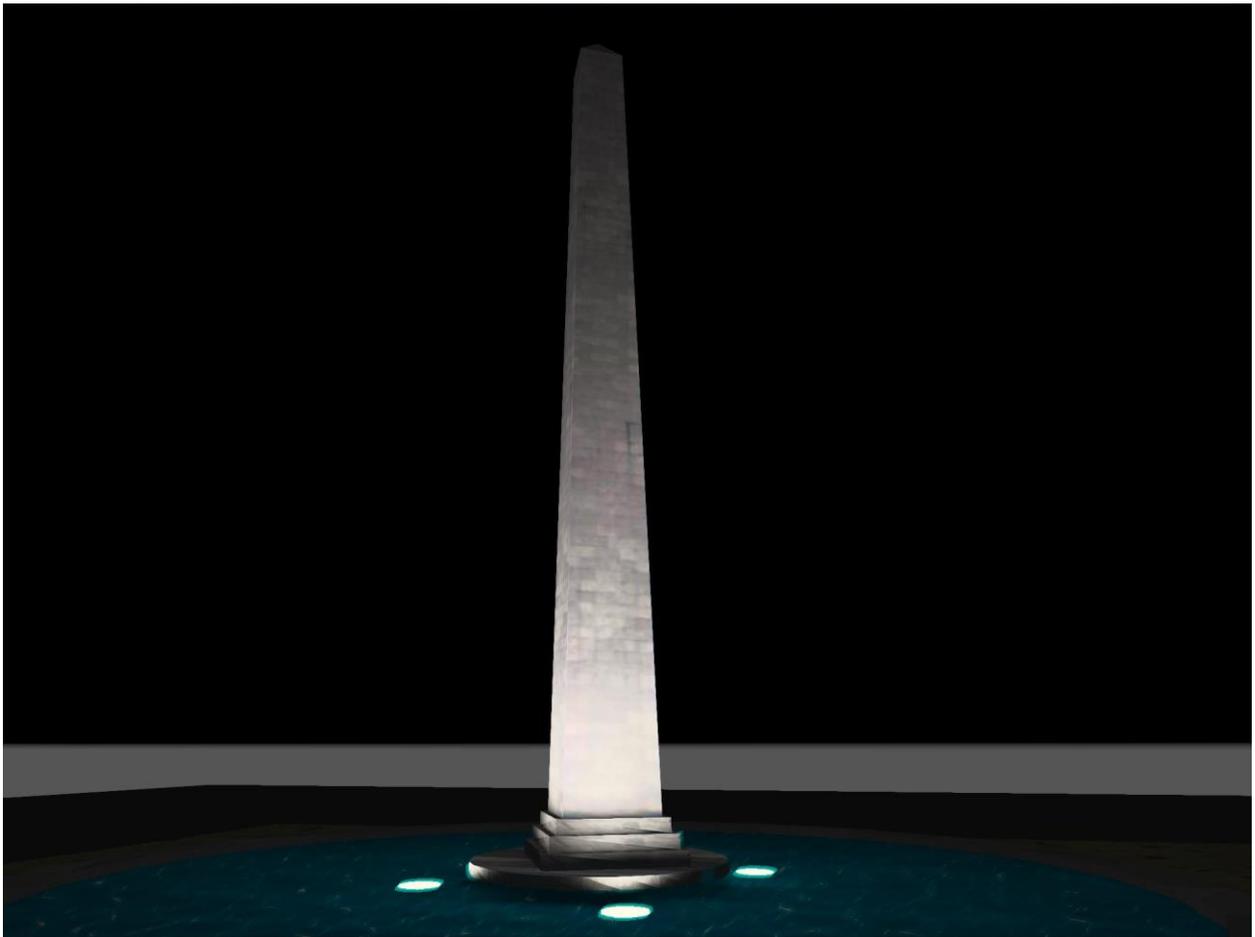
Figura 133 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



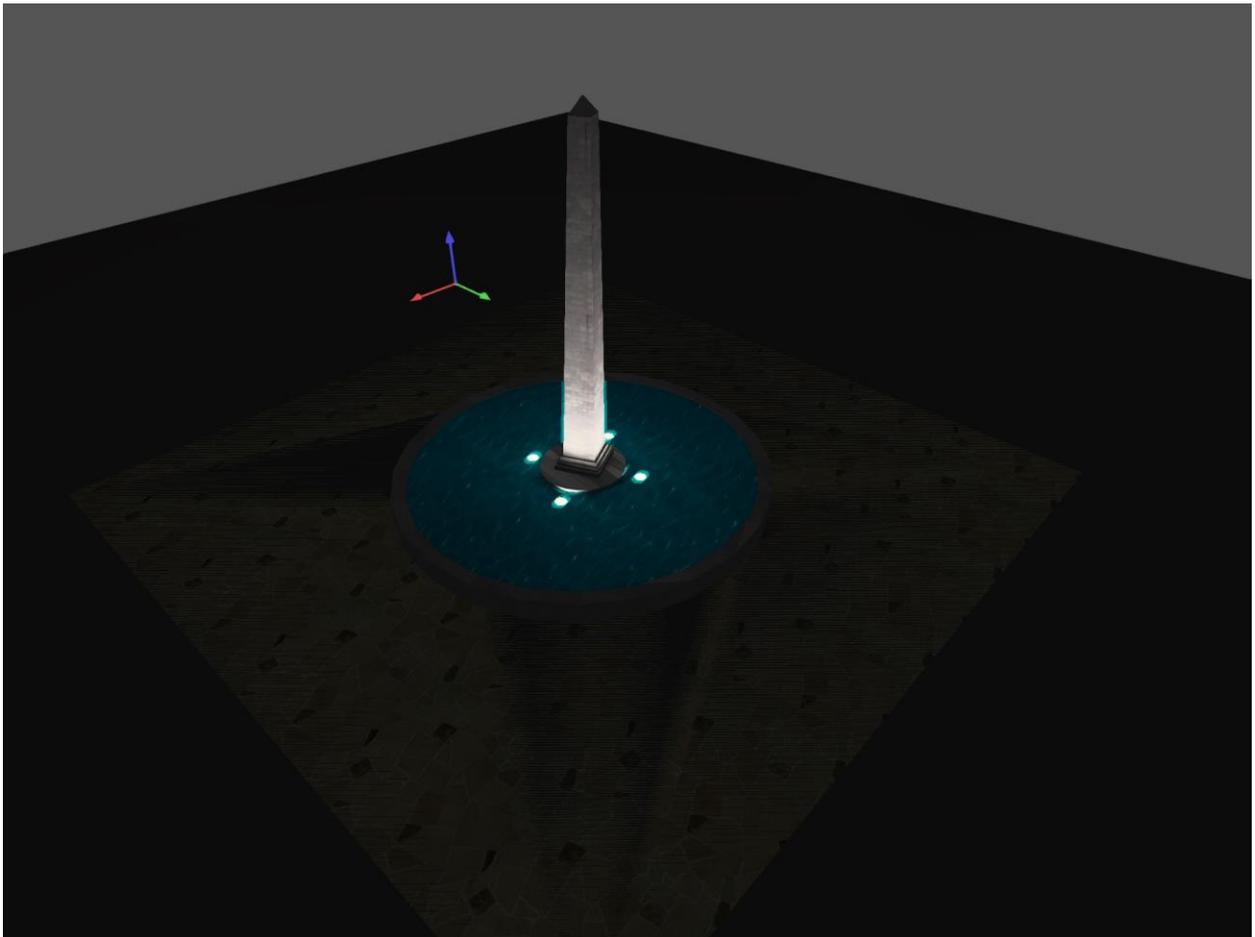
Figura 134 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



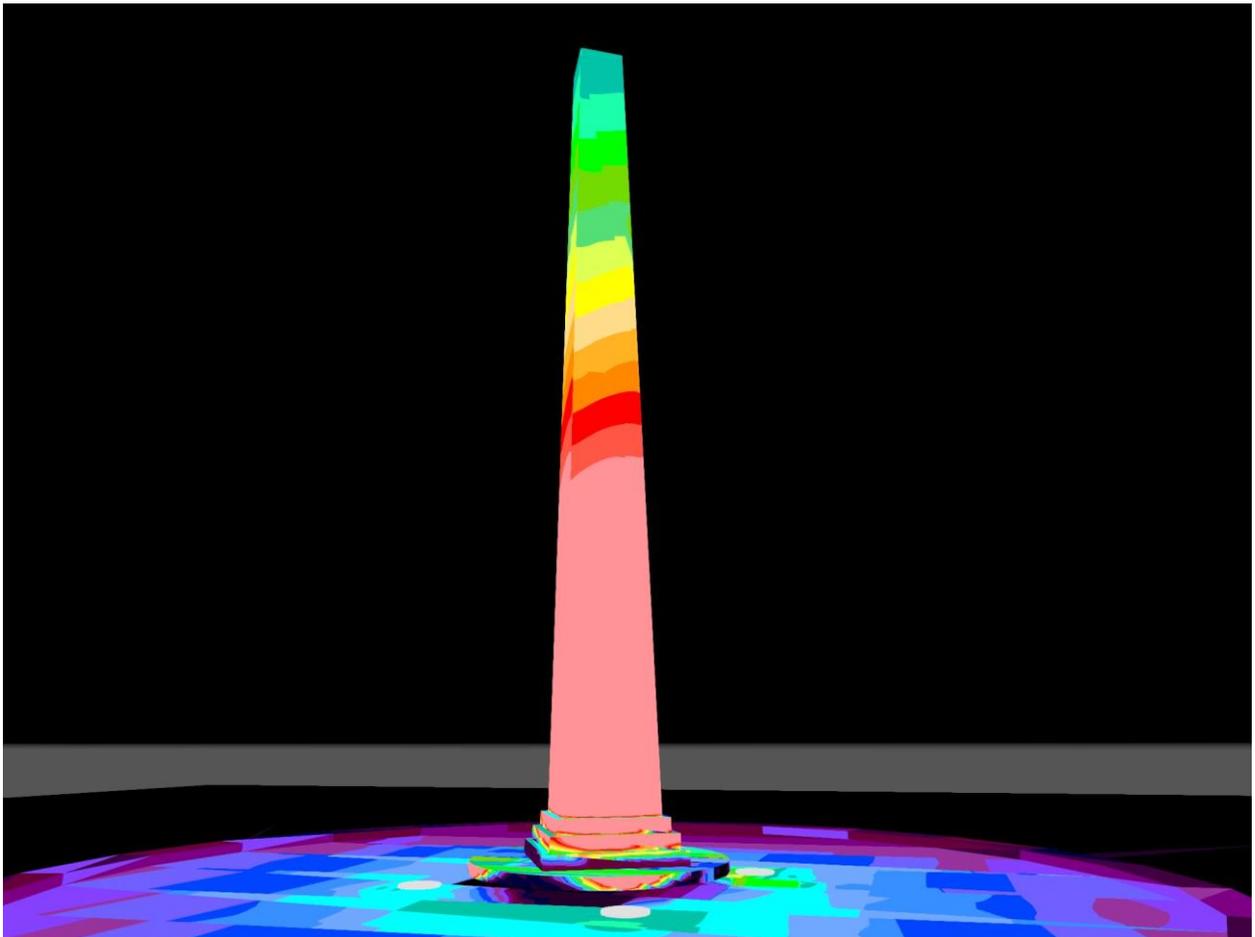
Figura 135 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Obelisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

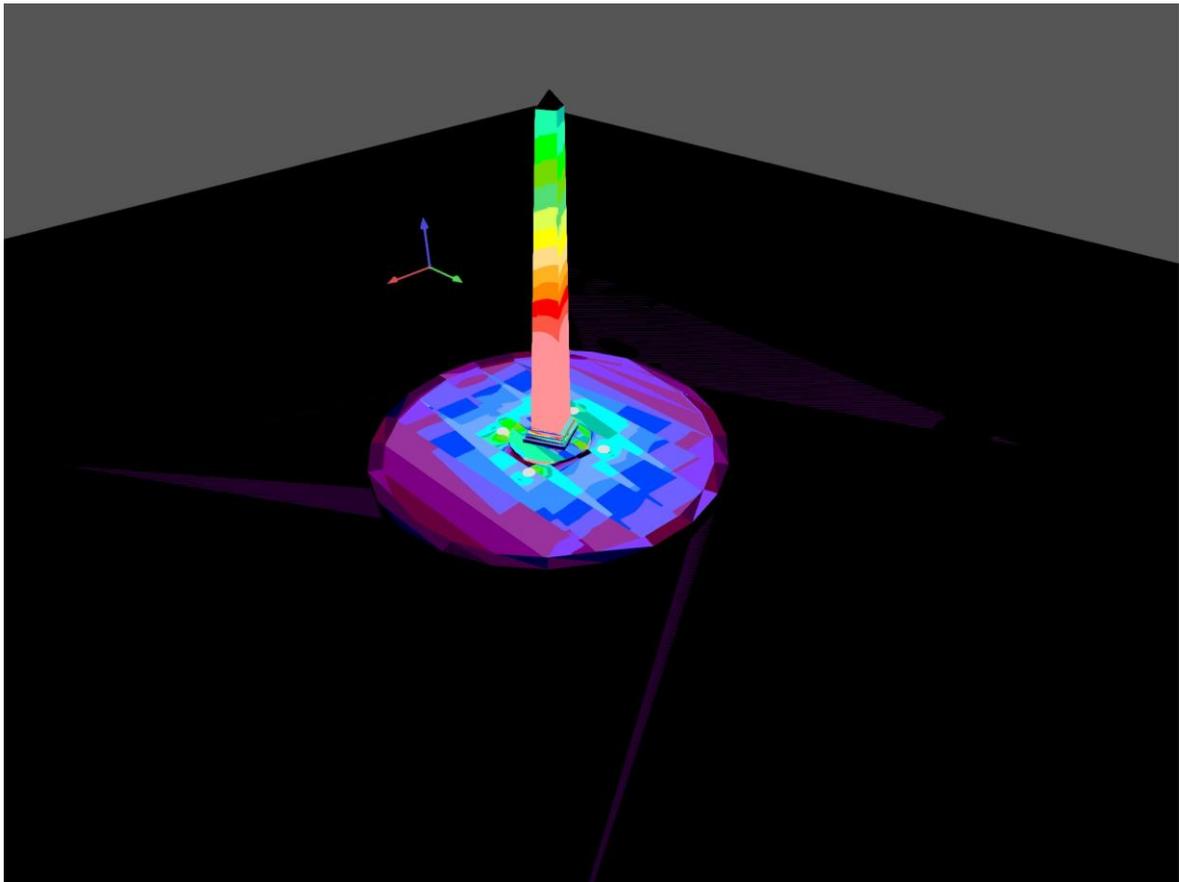


Figura 136 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Obelisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 137 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto em cores falsas – Obelisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.16. Cristo Redentor

São propostos, para o caminho de acesso e para o Cristo Redentor, os equipamentos de iluminação voltados para a o percurso de acesso até o monumento, e a iluminação de destaque do monumento em si, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;

Tabela 37 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Caminho de Acesso ao Cristo Redentor

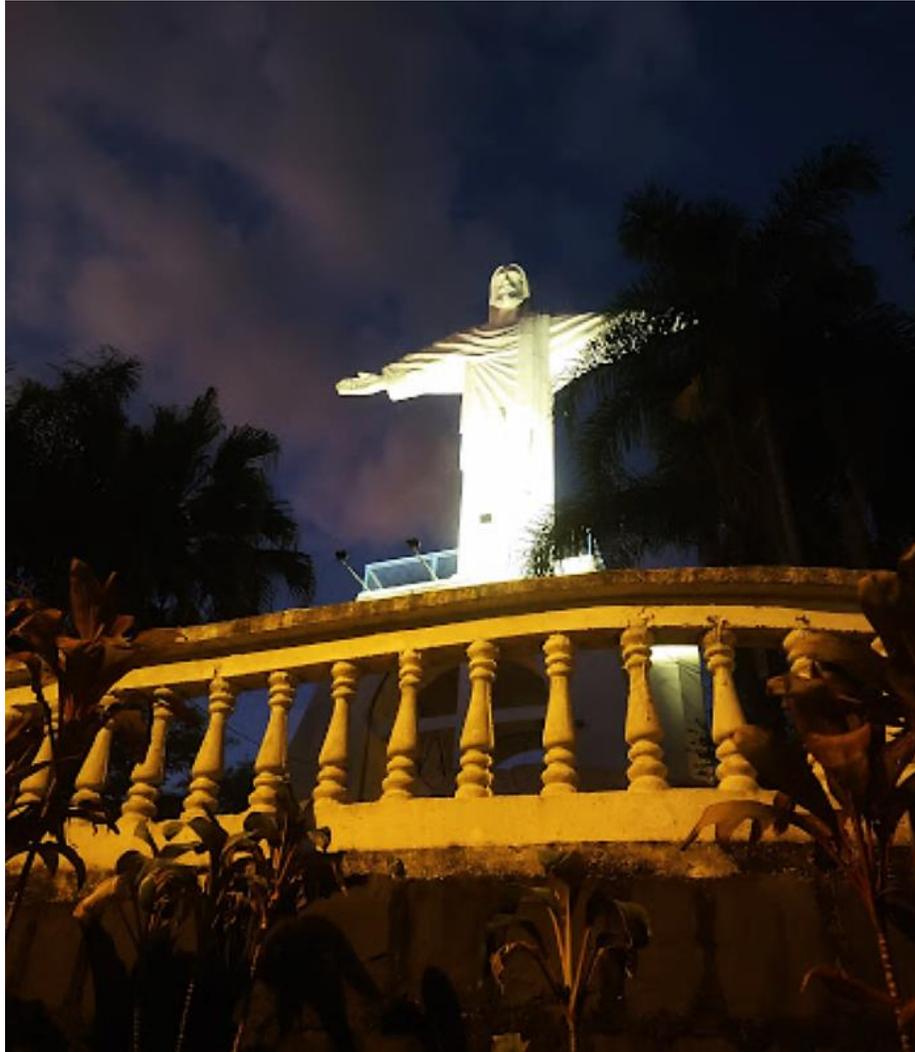
Caminho de Acesso ao Cristo Redentor		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE01	Arandela de Uso Externo	8
EMPIE07	Luminária Viária	48
EMPIE11	Projetor RGB (Alta Intensidade)	4
EMPIE17	Braço	48

Fonte: Elaboração MODELO IP.



Seguem imagens representativas antes e após a adoção do sistema de iluminação proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Figura 138 - Cristo Redentor de Francisco Beltrão



Fonte: Imagens da Internet.



Figura 139 - Caminho de Acesso ao Cristo Redentor



Fonte: Imagens da Internet.



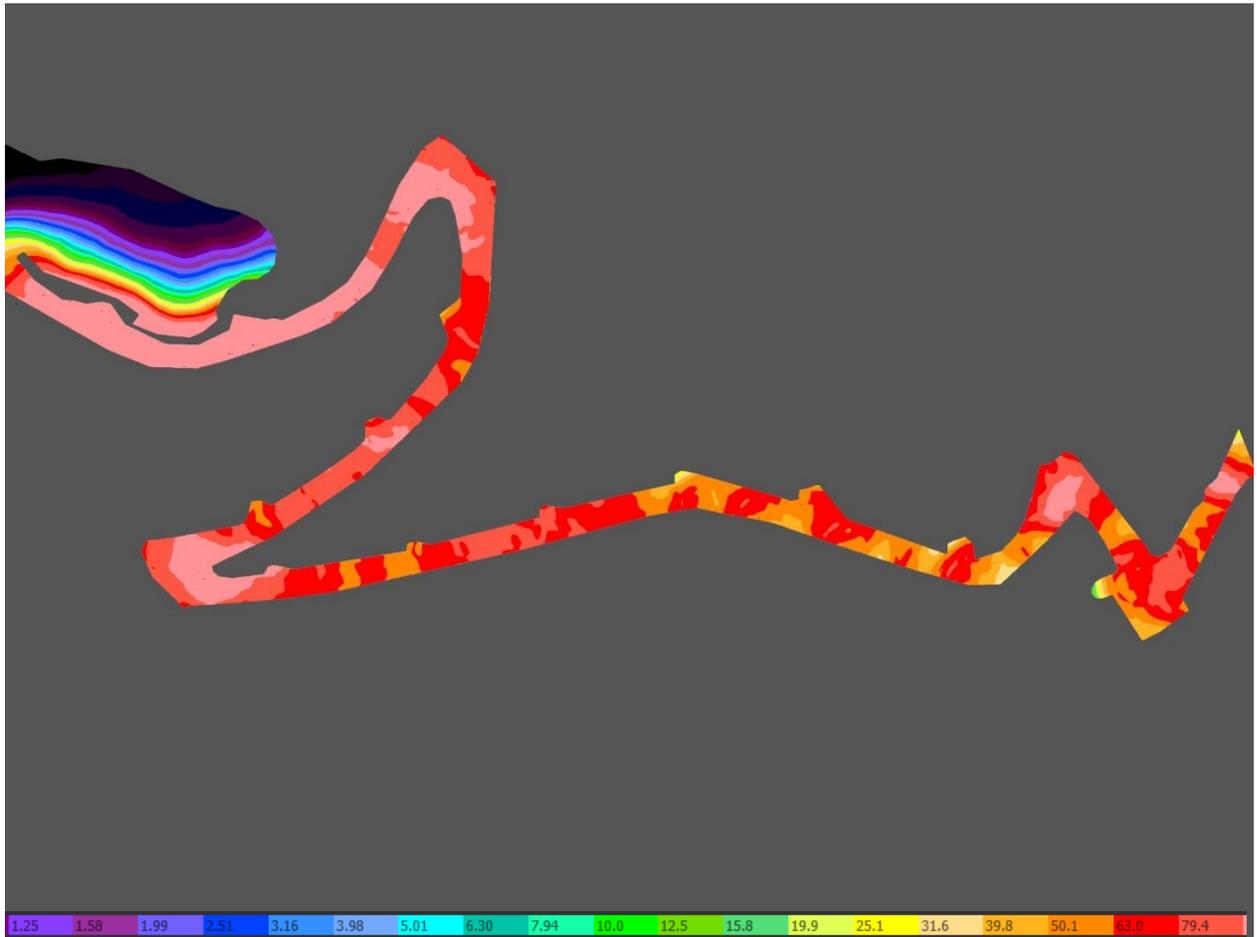
Figura 140 - Sistema de Iluminação Proposto – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor



Fonte: Elaboração MODELO IP.



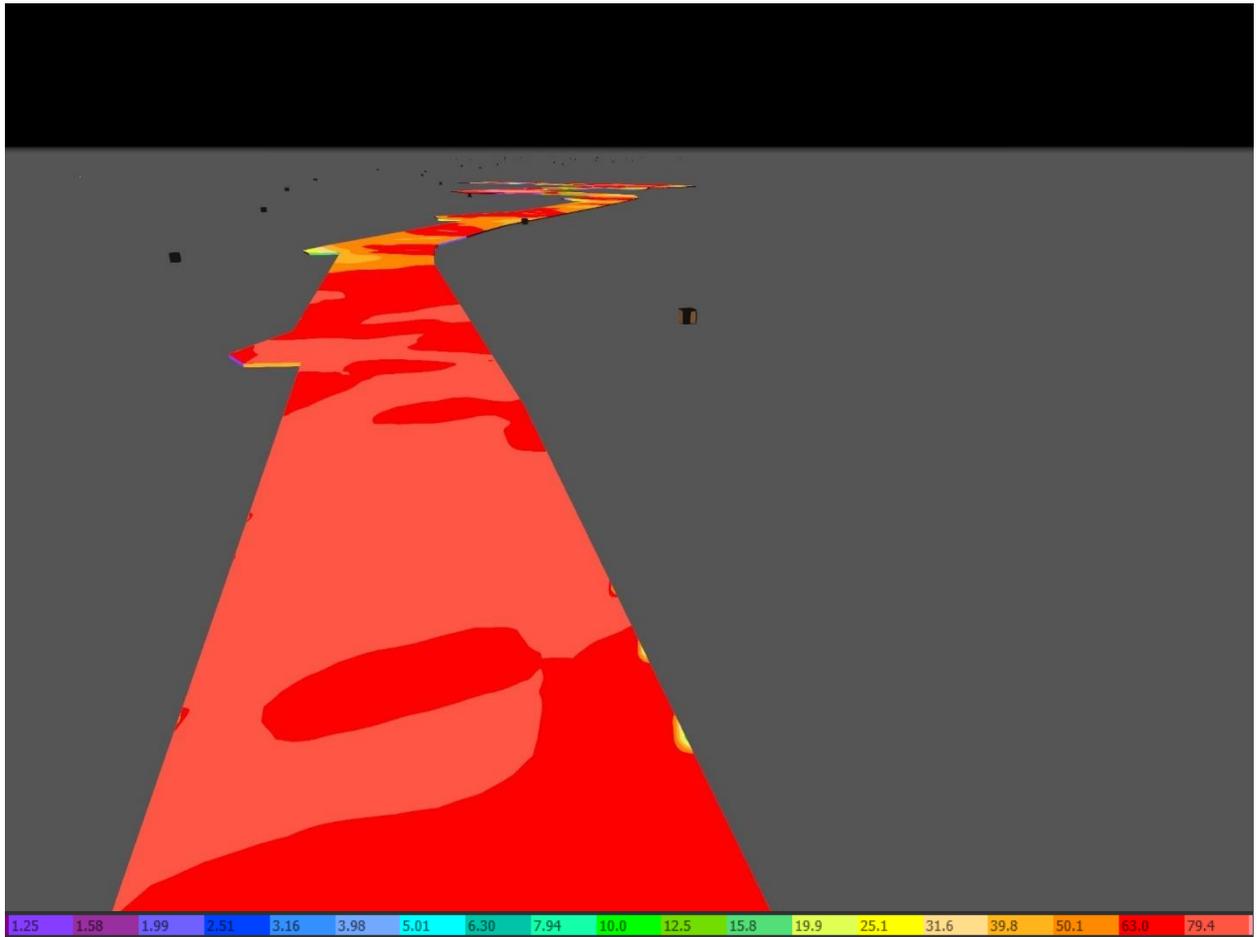
Figura 141 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 142 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas – Caminho de Acesso ao Cristo Redentor



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 143 - Sistema de Iluminação Proposto - Cristo Redentor



Fonte: Elaboração MODELO IP.

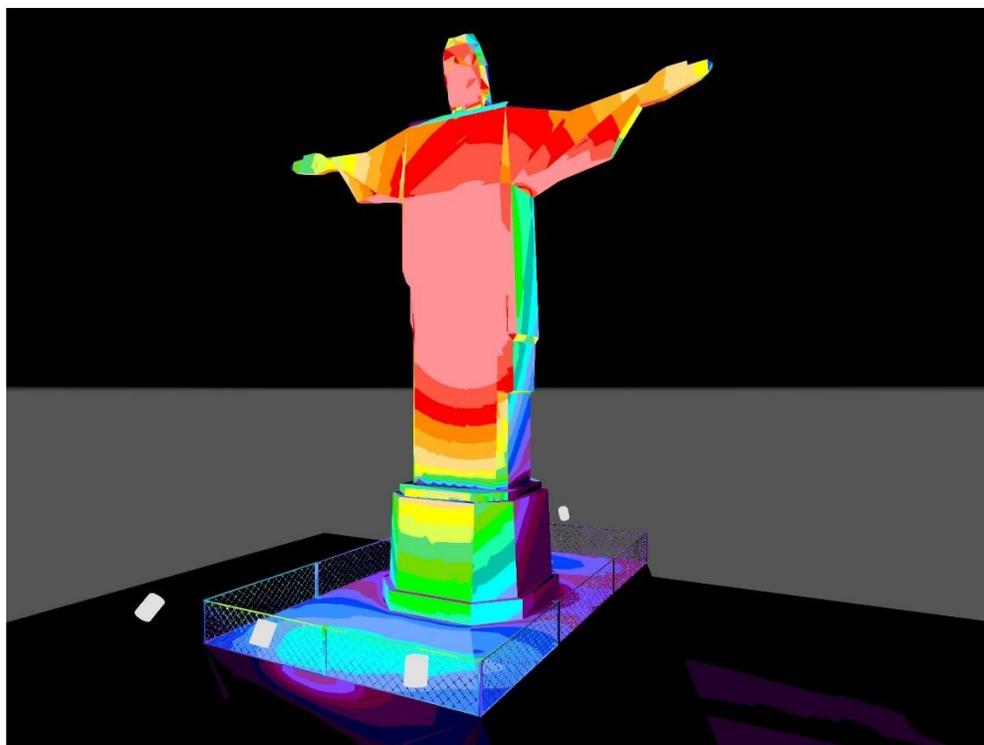


Figura 144 - Sistema de Iluminação Proposto - Cristo Redentor (Destaque para o RGB)



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 145 - Sistema de Iluminação Proposto em cores falsas - Cristo Redentor



Fonte: Elaboração MODELO IP.



### 3.3.17. Rodoviária

São propostos, para a Rodoviária, os equipamentos de iluminação voltados para as duas fachadas principais, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Destacar letreiro das duas fachadas.

Tabela 38 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Rodoviária

Rodoviária		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projetor (Média Intensidade) 2700K	06

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.18. Museu da Colonização

São propostos, para o Museu da Colonização, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão das fachadas;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar os elementos decorativos da fachada da edificação.

Tabela 39 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Museu da Colonização

Museu da Colonização		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE09	Projetor (Baixa Intensidade) 2700k	06

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.19. Túnel de Contenção de Cheias

São propostos, para o Túnel de Contenção de Cheias, os equipamentos de iluminação voltados para o Túnel, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação e destacar o Túnel de Contenção de Cheias.

Tabela 40 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Túnel de Contenção de Cheias

Túnel de Contenção de Cheias		
Código	Equipamento	Quantidade



Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.20. Ponte Júlio Assis

São propostos, para a Ponte Júlio Assis, os equipamentos de iluminação voltados para o percurso de pedestres, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio.



Tabela 41 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Ponte Júlio Assis

Ponte Júlio Assis		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com luminária 60W 2700K	16

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.21. Parque de Exposições Jayme Canet Jr

São propostos, para o Parque de Exposições Jayme Canet Jr, a instalação de novos pontos de iluminação com Superpostes juntamente com os postes existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.

Tabela 42 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque de Exposições Jayme Canet Jr

Parque de Exposições Jayme Canet Jr		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com duas luminárias 135W 2700K	18

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.22. Escola de Música (Parque Ambiental Jorge Backes)

São propostos, para a Escola de Música, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar os elementos decorativos da fachada principal da edificação.



Tabela 43 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Escola de Música (Parque Ambiental Jorge Backes)

Escola de Música (Parque Ambiental Jorge Backes)		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE09	Projeter (Baixa Intensidade) 2700K	12

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.23. Parque Ambiental Boa Vista

São propostos, para o Parque Ambiental Boa Vista, a instalação de novos pontos de iluminação com Superpostes juntamente com os postes existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.

Tabela 44 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental Boa Vista

Parque Ambiental Boa Vista		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com duas luminárias 135W 2700K	15

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.24. Parque Ambiental Lago das Torres

São propostos, para o Parque Ambiental Lago das Torres, a instalação de novos pontos de iluminação com Superpostes juntamente com os postes existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.



Tabela 45 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental Lago das Torres

Parque Ambiental Lago das Torres		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com duas luminárias de 135W 2700K	18

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.25. Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte

São propostos, para o Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte, a instalação de novos pontos de iluminação com Superpostes juntamente com os postes existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.

Tabela 46 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte

Parque Ambiental e de Lazer da Cidade Norte		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com duas luminárias de 135W 2700K	42

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.26. Praça da Liberdade

São propostos, para a Praça da Liberdade, a instalação de novos pontos de iluminação com Superpostes juntamente com os postes republicanos existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.

Tabela 47 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Praça da Liberdade

Praça da Liberdade		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com duas luminárias de 135W 2700K	05

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.27. Gruta N. Sra. Lourdes



São propostos, para a Gruta N SRA Lourdes, os equipamentos de iluminação voltados para o monumento, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Destacar o monumento da imagem.

Tabela 48 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Gruta N. Sra. Lourdes

Gruta N SRA Lourdes		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE10	Projetor (Média Intensidade) 2700K	03

Fonte: Elaboração MODELO IP.

### 3.3.28. Parque São Francisco

São propostos, para o Parque São Francisco, a instalação de novos pontos de iluminação com poste decorativo em alumínio juntamente com os postes republicanos existentes. Os equipamentos de iluminação voltados para o parque, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Iluminação uniforme no perímetro de todo passeio;
- Iluminação nos espaços de lazer da praça.

Tabela 49 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Parque São Francisco

Parque São Francisco		
Código	Equipamento	Quantidade
EMPIE19	Poste em alumínio com luminária 135W 2700K	15

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas do Monumento do parque São Francisco antes e após a adoção do sistema de iluminação de destaque proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.



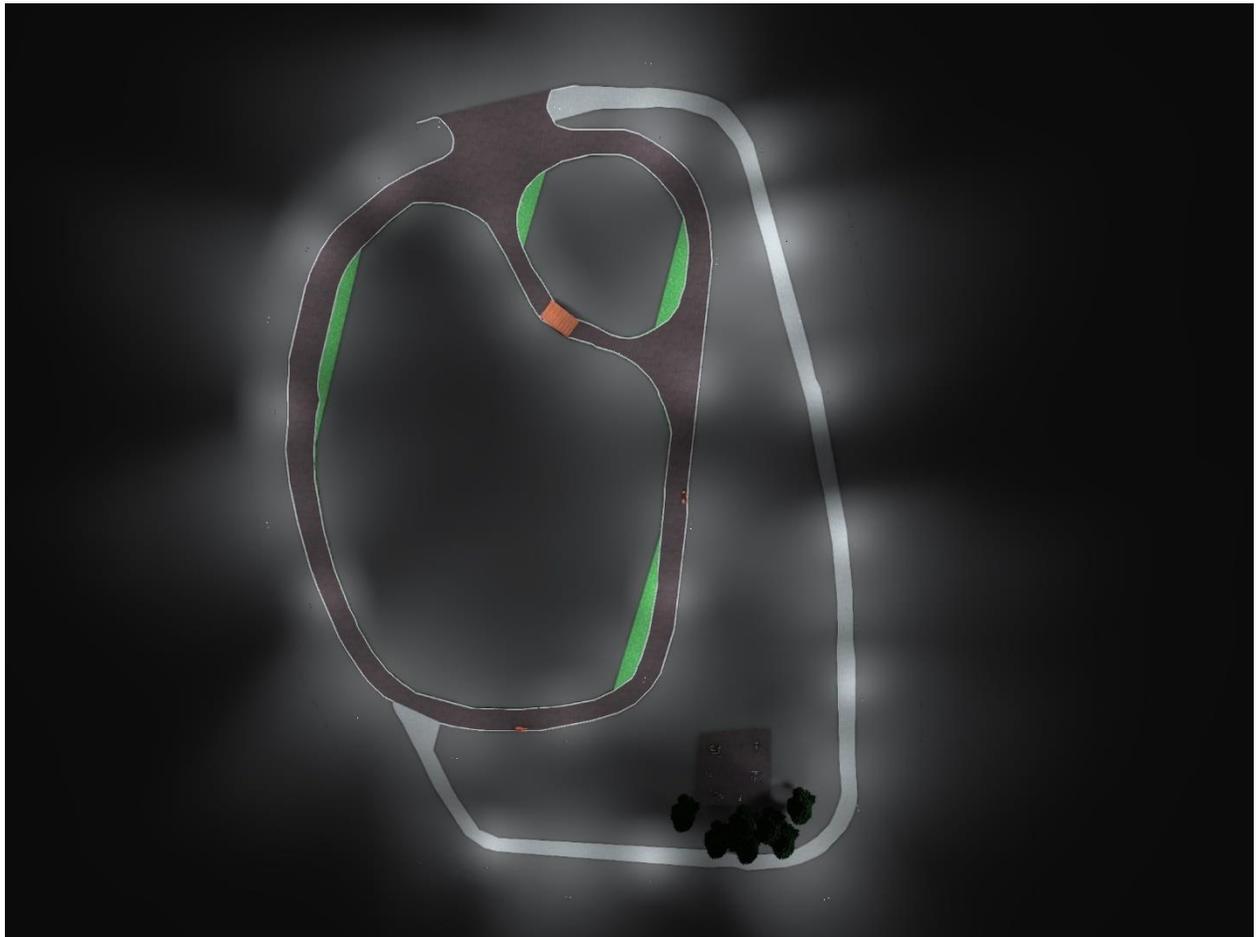
Figura 146 - Parque São Francisco



Fonte: Fotos captadas do site da prefeitura de Francisco Beltrão



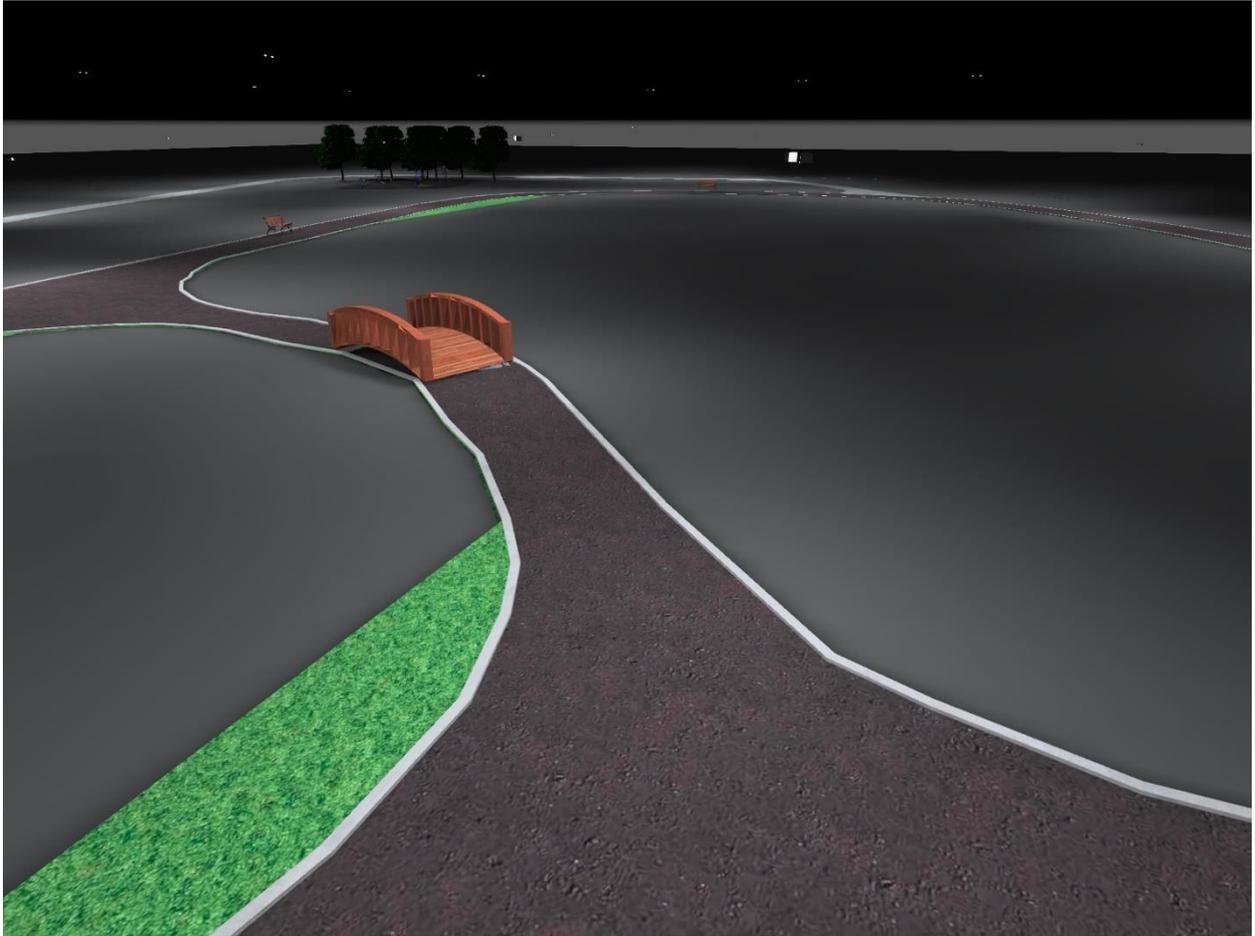
Figura 147 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



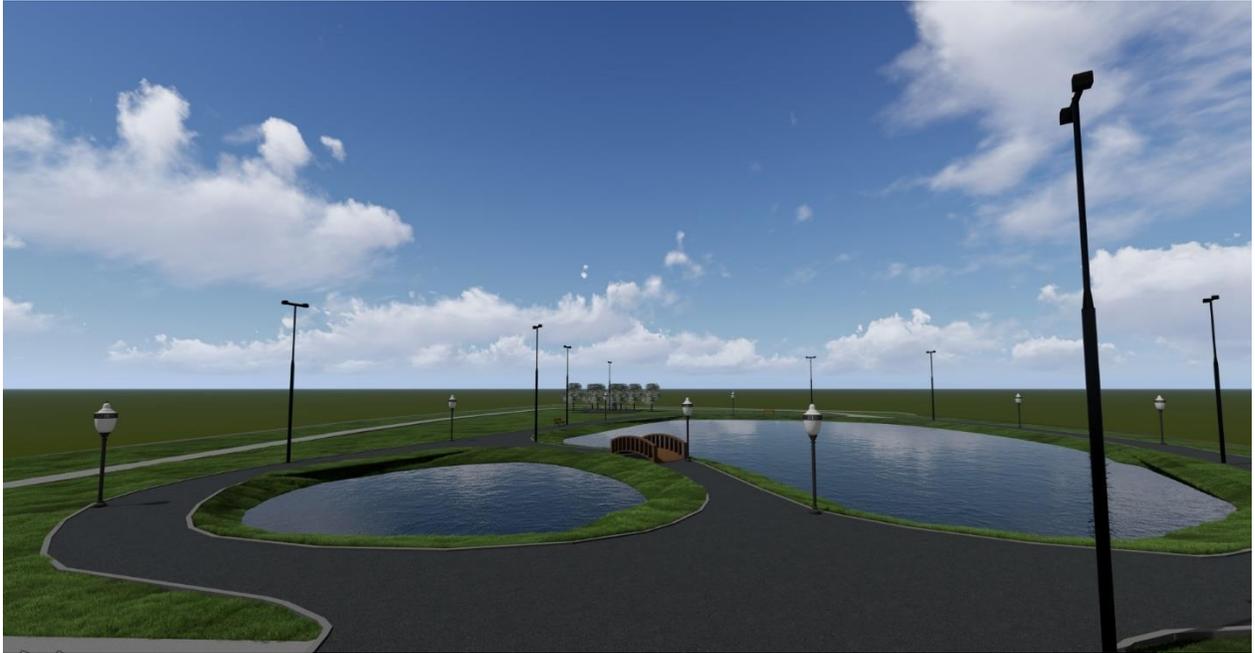
Figura 148 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

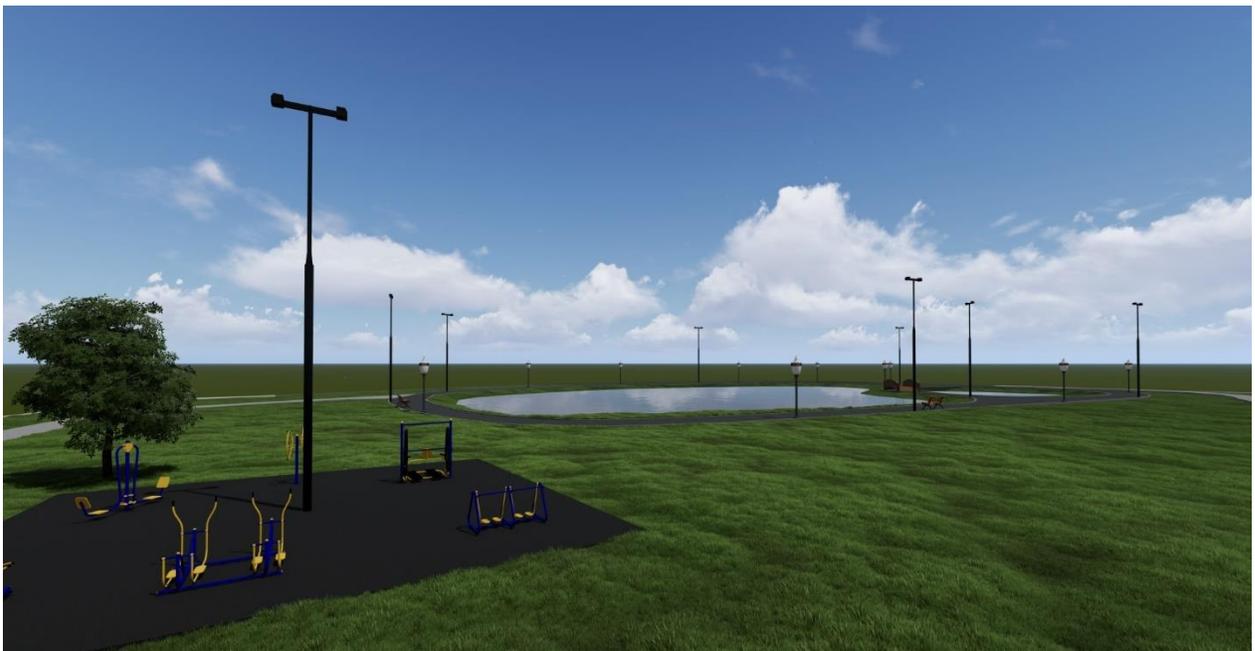


Figura 149 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

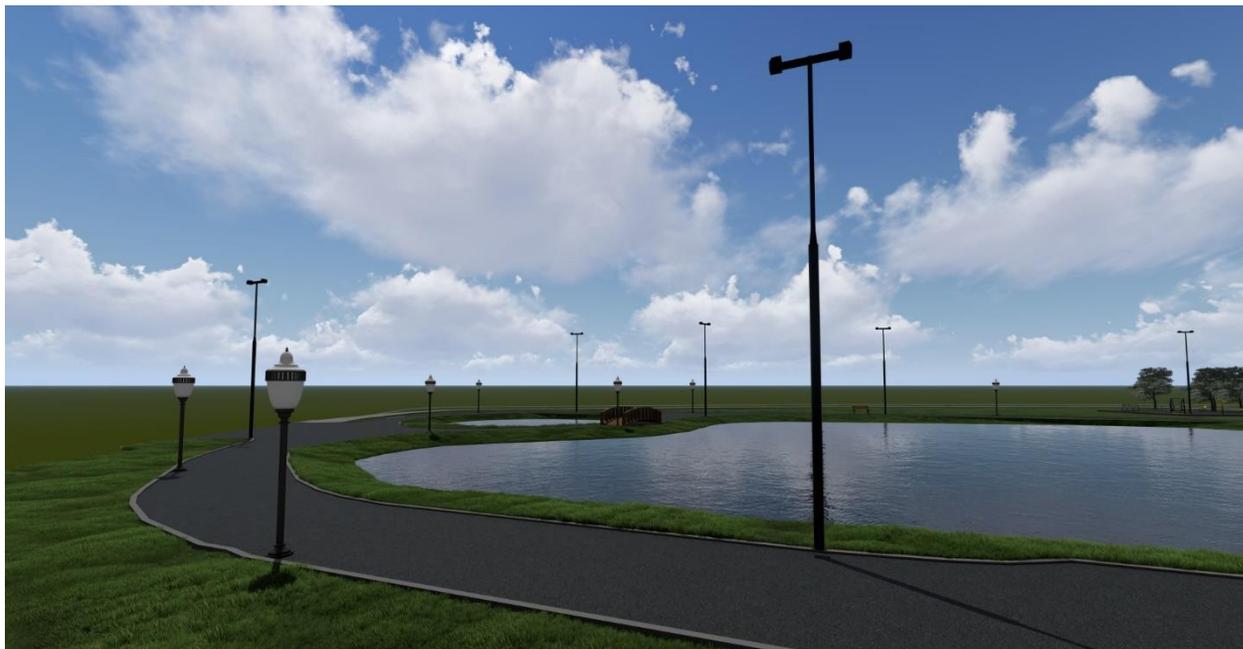
Figura 150 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



Figura 151 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Figura 152 - Sistema de Iluminação de Destaque Proposto – Parque São Francisco



Fonte: Elaboração MODELO IP.



## 4. MODELO DE OPERAÇÃO

Ao longo deste item, serão apresentados os principais aspectos do projeto, suas respectivas fases, o modelo de operação da PPP e os principais serviços a serem executados pela Concessionária.

As informações e diretrizes apresentadas aqui serão a base para o detalhamento dos Modelos de Investimentos e de Custos e Despesas apresentados adiante.

### 4.1. Modelo de Governança da PPP de IP

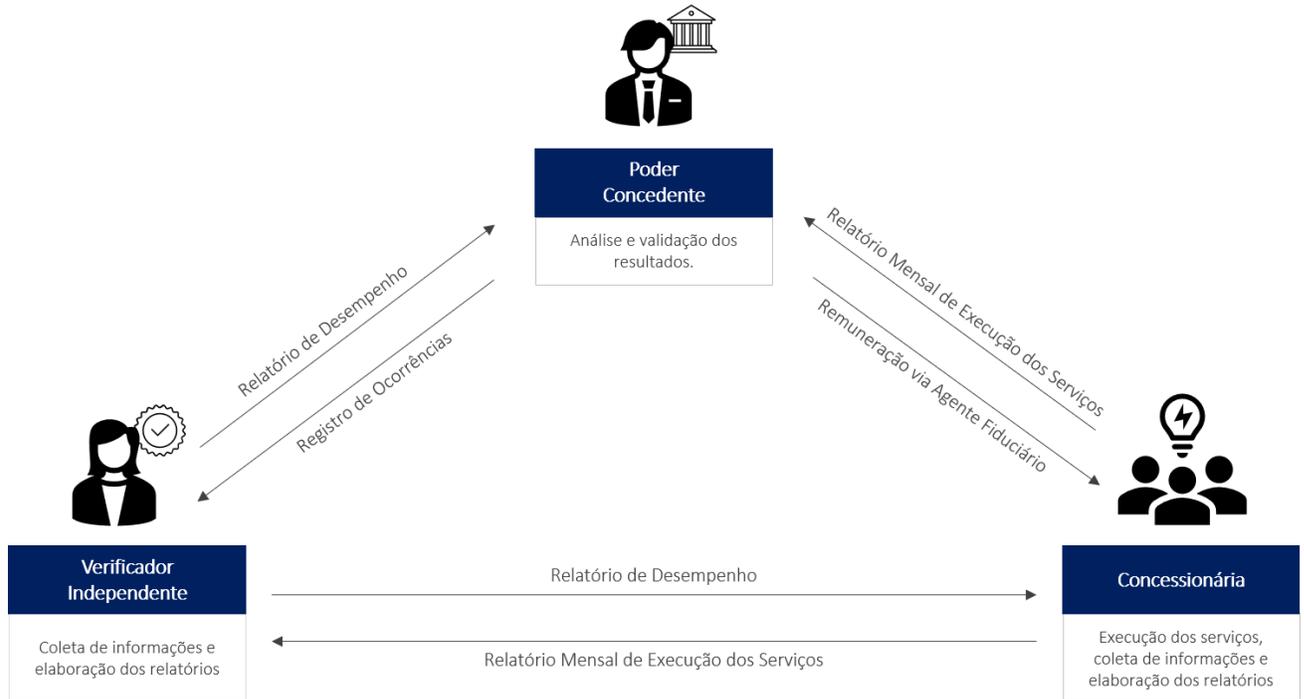
O Setor de Iluminação Pública no cenário de uma PPP, contempla um modelo de governança com destaque às seguintes atribuições principais de cada ente:

- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica): Regulamenta as principais diretrizes do setor de IP;
- Distribuidora de Energia: Fornece energia elétrica para a rede; e calcula o faturamento mensal;
- Município: Detém os ativos e a responsabilidade constitucional do serviço de IP;
- Concessionária IP: No cenário da PPP, mantém cadastro do parque de IP atualizado, e também passa a ser responsável pelos ativos e pela modernização, expansão, operação e manutenção, do parque de IP durante o período de vigência da concessão.

Um papel complementar que existe no cenário da PPP é o do Verificador Independente, ente responsável por dar suporte técnico à Prefeitura na gestão da PPP, contribuindo para o sucesso da implantação do projeto e zelando pelos direitos do Poder Concedente perante os compromissos da Concessionária. A imagem a seguir detalha a governança durante todo o período de execução da PPP, apresentando as principais diretrizes relacionadas ao Poder Concedente, Verificador Independente e Concessionária:



Figura 153 – Modelo de governança durante a execução da PPP



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Em relação à remuneração mensal da Concessionária, esta somente será realizada após a validação do desempenho apurado pelo Verificador Independente. O pagamento não é realizado diretamente pela Prefeitura, sendo criada uma Conta Vinculada à PPP, seguindo as melhores práticas de modelagem de PPP e concessões, trazendo uma maior segurança para o processo e, conseqüentemente, maior atratividade do mercado.

A conta vinculada trata-se de uma conta corrente de titularidade do Poder Concedente, aberta junto à Instituição Financeira Depositária, com movimentação exclusiva pela Instituição Financeira Depositária, destinada a receber a receita proveniente da arrecadação da COSIP (Contribuição para Custeio da Iluminação Pública).

#### 4.2. Fases do Projeto

O cronograma abaixo foi estruturado de forma que contemple todas as fases do projeto, desde a eficácia do contrato até o seu término.



Figura 154 – Macro cronograma do contrato da PPP



Fonte: Elaboração MODELO IP.

A data de eficácia é condição para início da contagem do prazo da PPP e, a partir daí, inicia-se a primeira Fase. As fases subseqüentes seguem conforme as durações mencionadas abaixo:

Tabela 50 – Premissas do Projeto – Prazos

Fases	Prazos
Prazo da Concessão	14 anos
Fase 0 – Preliminar	4 meses
Fase 1 – Transição	2 meses
Fase 2 – Modernização	14 meses
Fase 3 – Operação	Até o encerramento do prazo da PPP

Fonte: Elaboração MODELO IP.

#### 4.2.1.Fase 0 – Preliminar

A Fase 0 (Preliminar) está relacionada ao planejamento e mobilização da SPE (Concessionária) para o início das atividades, focando na definição de processos, treinamentos de equipes e alinhamentos iniciais junto ao Poder Concedente. Contempla a elaboração do Plano de Operação e Manutenção, implantação dos Canais de Atendimento para a população e a elaboração de um novo Cadastro Georreferenciado.

#### 4.2.2.Fase 1 – Transição

A fase de Transição é definida pela assunção do Parque de IP pela Concessionária, com o início das atividades de operação e manutenção e elaboração do Plano de Modernização.

#### 4.2.3.Fase 2 – Modernização

Esta fase se inicia ao término da Fase 1 e está vinculada ao período de implantação dos projetos de modernização e efficientização definidos nos Estudos de Engenharia. Dentre as atividades previstas, também estão a implantação do Sistema de Telegestão e projetos de Iluminação Especial e o atendimento da Demanda Reprimida, se houver.



#### 4.2.4.Fase 3 – Operação

Após o encerramento das atividades de modernização, se inicia a Fase 3 que se estende até o encerramento do prazo da PPP e é caracterizada pela execução dos serviços de operação e manutenção do Parque de IP, incluindo a instalação de novos pontos (Expansão).

Importante destacar que, ao término do Contrato, ocorre a reversão dos ativos à Prefeitura, com a devolução, por parte da Concessionária, de todos os equipamentos e componentes da Rede de IP, como luminárias, braços, postes, entre outros. A Concessionária também irá elaborar um Plano de Desmobilização Operacional, com antecedência, ao fim da concessão.

#### 4.3. Modelo Operacional

A fim de estruturar o modelo operacional mais vantajoso à PPP estudada, além dos serviços previstos no contrato de manutenção da Rede de Iluminação Pública do município, foram levantadas as principais características dos modelos adotados em outras PPPs de IP.

Como resultado do levantamento dos modelos de operação, foram listadas as potenciais categorias de serviços que poderiam ser incorporadas ao modelo operacional.

Visando elevar os níveis de qualidade e desempenho do serviço de operação e manutenção da rede de IP do município, foram definidos os principais objetivos almejados, sendo eles:

- Elaboração de cadastro e atualização permanente durante a PPP;
- Elaboração dos seguintes planos: Plano de Operação e Manutenção (POM), Plano de Modernização (PM) e Plano de Desmobilização Operacional (PDO);
- Modernização e efficientização dos pontos de IP, incluindo instalação de IP específica para Faixas de Pedestres e Ciclovias;
- Implantação de sistema de telegestão;
- Implantação de Iluminação Especial nos bens definidos;
- Implantação e Operacionalização do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Execução de serviços de manutenção da rede municipal de IP;
- Execução do serviço de Poda de Árvore nos casos de interferência na rede municipal de IP;



- Implantação e operação da estrutura operacional e organizacional;
- Execução de expansão da rede municipal de IP;
- Capacitação periódica da equipe do Poder Concedente, por meio de cursos e seminários (*workshops*), sobre temas relativos à concessão.

#### 4.3.1.Cadastro

O Cadastro da rede de IP do município será elaborado pela Concessionária a partir da realização de inventário físico. Incluirá coleta, registro, manutenção, correção e atualização dos dados referentes à identificação, características, quantificação e posicionamento geográfico individualizado de todos os pontos de IP e demais componentes da rede de IP.

Além disso, o Cadastro deve ser conservado e atualizado durante toda a vigência da concessão, estando o seu acesso disponível em tempo real e integral para o Poder Concedente e para o Verificador Independente (VI), devendo estar integrado aos sistemas do CCO.

#### 4.3.2.Planos Operacionais (POM, PM e PDO)

Entre os planos que a Concessionária deverá apresentar, constam:

- Plano de Operação e Manutenção (POM): fornece uma descrição abrangente, delinea procedimentos operacionais e apresenta a preparação detalhada de todas as atividades associadas ao planejamento e à estruturação essenciais para a operação e manutenção dos pontos de infraestrutura pública ao longo da totalidade do período de concessão.
- Plano de Modernização (PM): apresenta a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas à modernização e à efficientização, bem como à implantação do sistema de telegestão e IE a ser realizado durante a Fase 2;
- Plano de Desmobilização Operacional (PDC): detalhamento do procedimento de retorno dos bens reversíveis e da transição operacional no advento do prazo contratual.

#### 4.3.3.Modernização e Efficientização

Por modernização e efficientização, entende-se a adequação da rede de IP atual do município conforme os parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos na Norma 5101/2018 e a



adoção de soluções que promovam eficiência energética. O detalhamento dos serviços de modernização e eficientização foi realizado no item 2 deste documento.

Adicionalmente à modernização da rede de IP existente, também serão instalados novos pontos de IP para iluminação exclusiva de faixas de pedestres e ciclovias, conforme detalhado nos itens 2.5 e 2.6, respectivamente.

#### 4.3.4. Implantação de Telegestão

A telegestão é um conjunto de *hardware* e *software* que funciona acoplado à luminária do poste de IP, em substituição ao relé, e serve, entre outras coisas, para controlar as lâmpadas de forma remota, realizar medições como tensão, potência e consumo de energia.

A Concessionária deverá implantar sistema de telegestão com funcionalidades como plataforma para gestão, controle e conectividade nos pontos de IP do município. Deverá permitir armazenamento de dados, atualizações de maneira remota, identificação de falhas nos equipamentos de IP, medição de consumo de energia e outros aspectos. A plataforma em questão deverá estar integrada aos serviços operacionais que compuserem o CCO.

A futura Concessionária deverá disponibilizar integralmente todos os dados provenientes da Telegestão para a gestão do município. Caso necessário, deverá ser prevista a criação de usuário para acesso a plataforma por parte do município, como também acesso ao banco de dados e histórico.

Uma importante funcionalidade do sistema de telegestão é a dimerização, que permite a regulação, de forma gradual, do nível de luminosidade através de equipamentos programados anteriormente ou gerenciamento remoto. Este efeito proporciona uma redução no consumo de energia elétrica para IP no Município.

Para a PPP de IP no Município é prevista a instalação do sistema de telegestão em todos os pontos de IP. O sistema também poderá servir para a agregação de outros serviços pela concessionária relacionados a cidades inteligentes, inclusive com Receitas Acessórias.



#### 4.3.5. Iluminação Especial (IE)

Consiste na iluminação de monumentos e espaços públicos e urbanos como pontes, edifícios, praças, parques, fachadas e obras de arte de valor histórico visando a valorização e o embelezamento desses monumentos e espaço, conforme detalhado no item 3.

#### 4.3.6. Centro de Controle Operacional (CCO)

O CCO abrangerá a operação, monitoramento e controle pleno do Parque de Iluminação Pública do município. Para isto, deverão ser implantados, pela Concessionária, os *softwares* necessários à execução de diversos processos.

Para a instalação do CCO, caberá, à Concessionária, a disponibilização de infraestrutura, tecnologias, pessoas, funções e processos que possibilitem coletar e processar informações e fazer com que ocorra a integração de todos os sistemas e a convergência desses dados e informações em um único banco de dados.

No CCO, serão realizados processos de gestão e monitoramento remoto das unidades de IP com telegestão, bem como de gestão de: chamados; operação (manutenções preditivas, preventivas e corretivas); ativos de iluminação; desempenho; e frota.

#### 4.3.7. Serviços de Manutenção

Os serviços de manutenção corretiva serão executados sempre que constatados quaisquer problemas nas unidades de IP, inclusive nos pontos dos projetos de iluminação especial e no sistema de telegestão, devido a falhas, acidentes, furtos, vandalismos e desempenho deficiente.

Os serviços de pronto-atendimento deverão ser executados de forma imediata pela Concessionária quando forem identificadas situações que possam colocar em risco a integridade física dos cidadãos ou patrimônios do município e que envolvam os ativos de IP. Entre estas situações, exemplificam-se: abalroamentos; fenômenos atmosféricos; incêndios; curto-circuito; braços e luminárias em risco de queda; luminárias abertas e/ou compartimento para equipamento aberto; e presença de vários pontos contínuos apagados em uma via.



A manutenção também engloba ações preditivas e preventivas, consistindo na execução de procedimentos periódicos com o propósito de detectar, antecipadamente, falhas no sistema, evitar o desgaste nos equipamentos, aumentar a eficiência da operação do parque, melhorar as condições físicas das unidades de IP, incluindo as unidades de iluminação especial e dispositivos de telegestão, antecipando, assim, os chamados dos cidadãos.

#### 4.3.8. Serviços de Poda

No escopo da PPP, a poda de árvores abrangerá a execução deste serviço apenas para os pontos de IP em que seja identificada a obstrução do fluxo luminoso, ou seja, que apresente impacto na qualidade ou eficiência dos serviços de IP. A poda dos demais elementos arbóreos será mantida como responsabilidade da Prefeitura. A Concessionária também será responsável pelo mapeamento contínuo destes que apresentem interferência nos serviços de IP, bem como apresentar Requerimento de poda à Prefeitura.

#### 4.3.9. Estrutura Operacional e Organizacional

A Concessionária será responsável pela disponibilização de toda a estrutura necessária para prestação dos serviços no escopo da PPP, incluindo, mas não se limitando a:

- Unidade Operacional: instalações necessárias ao cumprimento de serviços de operação, tais como almoxarifado, depósitos, oficinas, estoques, entre outros.
- Estrutura Organizacional: estrutura suficiente para a prestação dos serviços, contemplando aspectos executivos, administrativos, financeiros, operacionais e logísticos, bem como ser responsável pelos processos de prestação de serviços.
- Equipes: dimensionar o quadro de profissionais necessários para atender aos requisitos de qualidade e prazos exigidos. Deverão possuir as qualificações, capacitações e habilitações técnicas necessárias para a prática de suas atividades laborais. As equipes deverão ter, à disposição, todos os equipamentos e ferramentas necessários para prestação de serviços de maneira eficiente, correta e segura, atendendo às normas de segurança pertinentes e seguindo princípios éticos e morais.



- Frotas: garantir que haja veículos à disposição de suas equipes de operação, a fim de executar os serviços demandados na rede de IP.
- Materiais: disponibilizar todos os componentes necessários para operação, manutenção, modernização e expansão da rede de IP, incluindo Luminárias LED, braços, postes, cabos, relés e componentes de telegestão.

#### 4.3.10. Expansão da Rede Municipal de IP

Os serviços de expansão da rede consistem na instalação de novos pontos de IP. Nestes, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de iluminação, os quais serão, posteriormente, operados e mantidos pela Concessionária durante o prazo da PPP.

Considerando que o tipo da demanda para expansão pode apresentar variações, principalmente devido à configuração e classificação da via, será previsto um mecanismo flexível no Contrato da PPP, possibilitando que o Poder Concedente solicite a instalação de novos pontos de IP conforme necessidade, entre as seguintes variações:

- Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias;
- Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais;
- Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias;
- Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais;
- Instalação de novo ponto de IP em Faixas de Pedestres e Ciclovias;
- Realocação de pontos de IP.

O escopo de expansão também contempla a demanda reprimida, que representa uma necessidade mais imediata de ampliação do parque de IP para atender solicitações já existentes quando do início da execução dos serviços pela Concessionária. Esta demanda irá seguir as mesmas diretrizes na expansão anual, com exceção de que seu escopo será atendido durante a Fase 2 – Modernização.



#### 4.3.11. Divulgação de Informações e Documentos da PPP

A Concessionária deverá disponibilizar, gerenciar e manter ativo, durante todo o prazo da Concessão, um portal online para compartilhamento de informações, notícias e documentos diretamente relacionados à Concessão para o público em geral. Esta iniciativa visa trazer uma maior transparência para a população quanto à gestão e execução do Contrato. Neste portal online, a Concessionária deverá divulgar, minimamente, os seguintes documentos:

- Plano de Operação e Manutenção;
- Plano de Modernização;
- Visualização gráfica (dashboard) com evolução da Fase de Modernização;
- Imagens e vídeos (antes/depois, reporte dos municípios etc.) com apresentação dos resultados e benefícios pela implantação da PPP;
- Relatório Mensal de Execução de Serviços;
- Relatório Trimestral de Desempenho;
- Termos de Aceite emitidos;
- Contrato da Concessão;
- Termos Aditivos ao Contrato da Concessão;
- Contratos de Atividades Relacionadas;
- Demonstrações Financeiras/Contábeis da Concessionária.

#### 4.4. Parque de IP

Considerando as obrigações da Concessionária descritas neste relatório, o parque de IP do Município passará por melhorias tendo em vista as atividades de modernização e expansão, as quais irão impactar diretamente no quantitativo de pontos de IP ao longo de todo o prazo da PPP.

Considerando o cadastro atualizado de IP do município, apresentado em 2023, no qual constam 12.610 pontos de iluminação, a tabela a seguir apresenta a evolução do número de pontos de IP no Município (1,07%/ano) – base na média do crescimento populacional, incluindo a iluminação exclusiva nos anéis viários conforme solicitado pela Prefeitura:



Tabela 51 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Quantidade Início	Quantidade Fim
1	12.610	12.787
2	12.787	13.864
3	13.864	13.999
4	13.999	14.134
5	14.134	14.269
6	14.269	14.404
7	14.404	14.539
8	14.539	14.674
9	14.674	14.809
10	14.809	14.944
11	14.944	15.079
12	15.079	15.214
13	15.214	15.349
14	15.349	15.484

Fonte: Elaboração MODELO IP.

## 5. MODELO DE INVESTIMENTOS

Nos próximos tópicos, serão abordados os valores monetários e as premissas relacionados à implantação das tecnologias e das atividades citadas nos itens anteriores que permitam a operacionalização da PPP. Para cada item, serão detalhados o valor unitário do investimento inicial, o percentual de reinvestimento e a periodicidade de reinvestimento, quando aplicável.

### 5.1. Despesas Pré-Operacionais

Para desenvolvimento de atividades relacionadas à fase inicial da PPP, a Concessionária deverá incorrer nos seguintes investimentos, denominadas “despesas pré-operacionais”, ou seja, antes do início da operação no parque de IP:

- **Setup da Concessionária:** etapa referente à estruturação, planejamento e mobilização da SPE, além dos demais estudos e projetos necessários para estruturação da operação e modernização do parque de IP;
- **Implantação dos Programas de Gestão Socioambiental (PGS):** execução das atividades iniciais para atendimento às diretrizes ambientais mínimas do projeto;



- **Cadastro georreferenciado:** Elaboração de novo cadastro de IP georreferenciado;
- **Ressarcimento dos Estudos:** Referente ao reembolso dos estudos relacionados ao objeto da Concessão conforme contrato celebrado entre Caixa Econômica Federal e o Município;
- **Ressarcimento da B3:** Referente ao reembolso à Bolsa de Valores (B3) para realização dos procedimentos referentes a licitação.

Para o presente estudo, foram considerados os valores listados a seguir:

Tabela 52 – Valores previstos de investimentos pré-operacionais

Item	Valor Total (R\$)
Setup	R\$ 125.900
Cadastro Georreferenciado	R\$ 13,65/ponto
Ressarcimento dos Estudos	R\$ 2.473.511
Ressarcimento B3	R\$ 557.779,45

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

## 5.2. Investimentos em Infraestrutura

A infraestrutura civil e os mobiliários envolvem os investimentos necessários para a área administrativa/escritório (áreas não-operacionais), bem como as áreas operacionais (CCO, almoxarifado para materiais/ferramentas e estacionamento de veículos).

A tabela a seguir discrimina os valores considerados na estimativa realizada:

Tabela 53 – Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional

Item	Valor Investimento Inicial (R\$)	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Infraestrutura Civil e Mobiliário	R\$ 252.559	10,00%	5 anos
Computadores e Periféricos	R\$ 40.925	50,00%	5 anos
Implantação de Sistema de Gestão de IP	R\$ 12.465	-	15 anos

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

## 5.3. Modernização e Eficientização

A modernização e efficientização dos pontos de IP do município foi considerada de forma linear para o cumprimento de cada Marco da Concessão. Na estimativa realizada, foram considerados os valores relacionados a:



- Aquisição dos ativos de montagem para modernização e ampliação do parque, incluindo braços e outros equipamentos/materiais de suporte;
- Aquisição de Luminárias LED;
- Mão de obra e instalação para modernização dos pontos de IP.

Na tabela a seguir, foram discriminados os valores unitários para cada um dos materiais a serem substituídos na modernização:

Tabela 54 – Valores unitários médios previstos de investimento para modernização

Item	Valor Médio por Item (R\$)
Luminárias LED	R\$ 366,53
Braço	R\$ 175,41
Relé	R\$ 38,37
% Componentes Acessórios (fios, abraçadeiras etc.)	10%
Custo de modernização/ponto	R\$ 107,92
Projeto Luminotécnico/via	R\$ 65,31
Descarte de Resíduos (Lâmpadas)	R\$ 4,00

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para as Luminárias LED, foram considerados equipamentos com vida útil superior a 78.000 horas, de modo a assegurar a prestação dos serviços de IP durante todo o prazo da PPP e entrega do parque de IP, ao final da Concessão, para o Município com uma vida-útil remanescente mínima de 2 anos.

Tabela 55 – Quantitativo de substituição para modernização por ano

Ano	Luminárias LED	Braço	Relé
1	4.870	77	0
2	3.553	216	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0

Fonte: Elaboração MODELO IP.



### 5.3.1.Custo médio da Luminária LED

Para a composição do custo associado à Luminária LED, foram realizadas cotações com fornecedores do mercado e analisados valores de referência de bases de preços nacionais, sempre considerando a distribuição das Luminárias LED entre as potências resultantes do estudo de engenharia, conforme detalhado no item 2.4.3.

Na tabela a seguir, são apresentados os valores por faixa de potência:

Tabela 56 – Custo de substituição de luminária para modernização por faixa de potência de LED

Faixa de Potência	Valor Unitário (R\$)
Até 30 W	R\$ 233,45
31 W a 50 W	R\$ 233,45
51 W a 67 W	R\$ 361,97
68 W a 97 W	R\$ 391,97
98 W a 137 W	R\$ 455,89
138 W a 180 W	R\$ 587,33
181 W a 239 W	R\$ 669,07
Acima de 240 W	R\$ 1.054,96

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

O custo médio por Luminária LED foi calculado a partir de uma ponderação entre os valores da tabela acima e a distribuição dos equipamentos pelas faixas de potência do estudo de engenharia, vide item 2.4.3.

Adicionalmente à precificação apresentada acima, considerando a evolução tecnológica para Luminárias LED, foi aplicada uma redução linear, em termos reais, de 3% ao ano no custo da desta, limitado a uma redução máxima de 50% no preço.

### 5.3.2.Custo médio de mão de obra e instalação

Os custos associados à mão de obra e à instalação foram calculados considerando-se o valor do aluguel dos veículos, as despesas com combustível, os salários já abrangendo encargos, benefícios e todos os custos indiretos envolvidos, por ter sido considerado o modelo de subcontratação, equipamentos e ferramentais necessários.



Na tabela a seguir, são apresentados os custos mensais por tipo de veículo:

Tabela 57 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Modernização

Tipo de veículo	Custo Mensal (aluguel e combustível)
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.974
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.066

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para execução das atividades, será necessária a alocação de equipes para cada veículo a ser mobilizado pela Concessionária. A tabela a seguir apresenta o dimensionamento e custo de profissionais por tipo veículo:

Tabela 58 – Custo mensal com Equipes de Modernização

Tipo de Veículo	Composição da Equipe	Salário com Encargos (por pessoa)	Adicional custos indiretos <sup>1</sup>
Veículo com Cesto Aéreo	2 Empregados	R\$ 7.020	25,7% sobre o salário
Caminhão <i>Munck</i>	3 Empregados	R\$ 7.020	

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Calculou-se, por fim, o custo mensal por equipe para a modernização, que é o somatório de todos os custos associados, como demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 59 – Custos Mensais por Equipe para Modernização (R\$/Mês)

Tipo de veículo	Custo Mensal por Veículo	Despesas com Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramental	Custo Mensal por Equipe [Total]
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.974	R\$ 14.040	R\$409,40	R\$ 34.424
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.066	R\$ 21.060	R\$756,47	R\$ 49.882

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para o cálculo do custo de modernização por ponto de IP, foi considerada uma distribuição da utilização dos veículos e, conseqüentemente, das equipes de modernização segundo as características do parque de IP do município. Os veículos com cesto aéreo são utilizados para

<sup>1</sup> Premissa considerada nos cálculos pois é considerada como referência a subcontratação de equipes para modernização do parque de IP, tendo em vista a utilização temporária destas equipes.



alturas de até 9 metros, enquanto os caminhões *Munck* para alturas superiores. Considerando os resultados do trabalho de campo, foram aplicadas as seguintes premissas:

Tabela 60 – Premissas de dimensionamento de Equipes para Modernização

Parâmetro	Valor
Proporção de pontos acima de 9 m altura	5,56%
Proporção de pontos abaixo de 9 m altura	94,44%
Produtividade Média por Equipe de Modernização	16 pontos/dia
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis

Fonte: Elaboração MODELO IP.

A partir de todas as premissas apresentadas nesta seção, foi obtido o valor médio de R\$ 107,92 para modernização de cada ponto de IP, referente aos custos com mão de obra, veículos e ferramentas. Junto com os custos de aquisição, apresentados na Tabela 54, o custo médio de modernização por ponto é R\$ 450,79.

#### 5.4. Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros

Conforme descrito no item 2.4.3, ao longo da fase de modernização, é possível que haja a necessidade de instalação de novos pontos de IP, incluindo postes, em vias cujas configurações atuais apresentem inviabilidade para o atendimento aos parâmetros de iluminância e uniformidade.

A tabela a seguir discrimina os valores considerados na estimativa realizada para instalação de cada ponto de IP adicional:

Tabela 61 – Valor unitário de investimento para pontos escuros

Tipo de Investimento	Valor Unitário Vias Principais	Valor Unitário Outras Vias
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão etc.)	R\$ 3.936	R\$ 3.758
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 3.107	R\$ 3.107
<b>Custo Médio por Ponto de IP</b>	<b>R\$ 7.043</b>	<b>R\$ 6.865</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



## 5.5. Faixas de Pedestres

Conforme detalhado no item 2.5, em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados pontos de IP para implantação de Iluminação Pública específica para faixas de pedestres, visto que não há no município. Para estimativa deste investimento, foram considerados alguns cenários de implantação pela Concessionária, conforme largura da via, e utilizado o preço médio para estimativa.

A tabela a seguir discrimina os valores considerados no cômputo realizado, para instalação de cada ponto de IP adicional em faixa de pedestre:

Tabela 62 – Valor unitário de investimento para Iluminação Padrão para Faixa de Pedestre

Tipo de Investimento	Valor Unitário
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão, etc.)	R\$ 3.782
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 2.406
<b>Custo Médio por Ponto de IP em Faixa de Pedestres</b>	<b>R\$ 6.188</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Tabela 63 – Valor unitário de investimento para Iluminação Dinâmica para Faixa de Pedestre

Tipo de Investimento	Valor Unitário
Instalação de poste de aço cônico contínuo curvo simples, engastado, H = 9 m.	R\$ 3.142,37
Instalação de Ponto Luminoso em LED para Iluminação Específica de destaque em Faixa de Pedestre, acionado por Sensor de Presença, instalado em poste metálico com altura de montagem de aproximadamente 8 m.	R\$ 889,55
Instalação de Ponto de Videomonitoramento com altura de montagem de aproximadamente 8 m.	R\$ 4.269,39
<b>Custo Médio por ponto de IP em Faixa de Pedestre com Iluminação Dinâmica</b>	<b>R\$ 8.301,31</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

## 5.6. Ciclovias

Conforme detalhado no item 2.5.2.1, em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados os pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para ciclovias, visto que não há no município. Para estimativa deste investimento, foram consideradas as premissas



resultantes do estudo de engenharia, as quais indicaram a instalação de um ponto de IP exclusivo, incluindo instalação do poste, a cada 20 metros nos trechos das ciclovias.

A tabela a seguir discrimina os valores para instalação de cada novo ponto de IP para ciclovias:

Tabela 64 – Valor unitário de investimento para Ciclovias

Tipo de Investimento	Valor Unitário
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão, etc.)	R\$ 3.641
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 2.298
<b>Custo Médio por Ponto de IP em Ciclovias</b>	<b>R\$ 5.939</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

### 5.7. Implantação do Sistema de Telegestão

A implantação do sistema de telegestão será executada ao longo da fase de modernização, seguindo as diretrizes de acordo com os Marcos Contratuais definidos. Para estimar o valor de investimentos relacionados, foram considerados os custos de:

- Implantação do Sistema;
- Estrutura de *Hardware*;
- Rede de Comunicação de Dados.

Tendo como base a cotação de preços de implantação de sistemas de telegestão junto ao mercado, para cada ponto de IP que contará com telegestão, foi estimado o investimento de R\$ 459,23.

### 5.8. Iluminação Especial

Os investimentos relacionados à execução dos projetos de Iluminação Especial, realizados ao longo da fase de modernização, seguindo as diretrizes quanto aos cumprimentos dos Marcos Contratuais definidos, compreendem:

- Aquisição de ativos previstos nos projetos, incluindo postes, suportes e equipamentos LED;
- Gastos com equipe, veículos e ferramentas, para execução das implantações.



Os bens públicos selecionados para os projetos de IE foram detalhados no item 3 deste relatório, e a tabela a seguir traz o valor de investimento estimado para cada local:

Tabela 65 – Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial

Local	Valor Investimento (R\$)
Torre da Concatedral	R\$ 6.052
Cristo Redentor e Morro do Calvário	R\$ 62.422
Mercado Municipal	R\$ 27.477
Cuia Gigante	R\$ 700
Obelisco	R\$ 1.487
Monumento Getsop	R\$ 233
Rodoviária Municipal de Francisco Beltrão	R\$ 1.401
Portal Italiano	R\$ 12.459
Túnel de Contenção de Cheias	R\$ 1.132
Ponte Júlio Assis	R\$ 46.051
Igreja Seção Jacaré	R\$ 11.034
Igreja de Pedra Santa Catarina de Alexandria	R\$ 24.817
Capela São Cristovão	R\$ 1.778
Museu da Colonização	R\$ 1.067
Bandeiras de Acesso nos Trevos	R\$ 566
Ecomuseu Jorge Baleiro de Lacerda	R\$ 3.023
Monumento aos Pioneiros	R\$ 9.188
Patrola histórica	R\$ 1.067
Parque de Exposições Jayme Canet Jr	R\$ 103.614
Escola de Música	R\$ 2.134
Parque Ambiental Boa Vista	R\$ 43.172
Parque Ambiental Lago das Torres	R\$ 51.807
Parque Ambiental da cidade norte	R\$ 120.883
Praça da Liberdade	R\$ 14.391
Parque São Francisco	R\$ 43.172
Concatedral Nossa Senhora da Glória	R\$ 8.336
Espaço da Arte	R\$ 3.502
Gruta Nossa Sra. Lourdes	R\$ 700
<b>Total</b>	<b>R\$ 603.666</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

## 5.9. Expansão da Rede de IP

Conforme detalhado no item 4.3.10, para os serviços de expansão da Rede de IP, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de iluminação.

Os valores foram estimados de forma unitária para cada tipo de intervenção, de acordo com suas características e investimentos necessários:



Tabela 66 – Valores de investimentos por tipo de expansão

Tipo Expansão	Valor Investimento
Instalação de novos pontos de IP exclusivos em outras vias	R\$ 6.865
Instalação de novos pontos de IP exclusivos em vias principais	R\$ 7.043
Instalação de novos pontos de IP não exclusivos em outras vias	R\$ 1.841
Instalação de novos pontos de IP não exclusivos em vias principais	R\$ 2.019
Instalação de novos pontos de IP em Faixas de Pedestres	R\$ 6.188
Instalação de novos pontos de IP em Ciclovias	R\$ 5.939

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para análise, na Modelagem Econômico-financeira, quanto ao investimento relacionado à expansão do parque de IP, foram consideradas as premissas descritas no relatório de Situação Técnico-Operacional quanto à expansão da rede de IP e às premissas de distribuição dos pontos de iluminação, de acordo com classificação da via e exclusividade do uso do poste, conforme detalhado na tabela a seguir:

Tabela 67 – Estimativa da quantidade de expansão por tipo

Tipo Expansão	Quantidade Anual Expansão	Quantidade Demanda Reprimida
Instalação de novos pontos de IP exclusivos em outras vias	0	0
Instalação de novos pontos de IP exclusivos em vias principais	11	0
Instalação de novos pontos de IP não exclusivos em outras vias	79	0
Instalação de novos pontos de IP não exclusivos em vias principais	45	0

Fonte: Elaboração MODELO IP.

## 5.10. Socioambiental

A Concessionária terá que implementar os Programas de Gestão Socioambientais, conforme previsto no Anexo de Diretrizes Mínimas Socioambientais. As tabelas a seguir apresentam a estimativa referencial da quantidade de profissionais, por cargo, considerados para cada atividade prevista.

Durante a Fase 0, foram considerados: (i) Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV/RIV); (ii) elaboração dos Programas de Gestão Socioambientais; (iii) Levantamento de *Stakeholders* e Plano de Engajamento; (iv) Avaliação Preliminar de Áreas Contaminadas; e (v) elaboração do Sistema de Gestão Socioambiental (SGSA).



Tabela 68 – Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV/RIV)

Cargo	Unidade	Quantidade	Custo por Unidade (com BDI)
Coordenador Geral	horas	300	R\$ 79
Coordenador de Geoprocessamento	horas	200	R\$ 38
Arqueólogo	horas	120	R\$ 28
Coordenador de Socioeconomia	horas	200	R\$ 80
Coordenador de Meio Biótico	horas	200	R\$ 56
Coordenador de Meio Físico	horas	200	R\$ 34
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	15	R\$ 101
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	15	R\$ 197
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	5	R\$ 173
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	200	R\$ 7
<b>Custo Total</b>			<b>R\$ 75.374</b>

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente

Tabela 69 – Programas de Gestão Socioambientais

Cargo	Unidade	Quantidade	Custo por Unidade (com BDI)
Coordenador Geral	horas	160	R\$ 79
Coordenador de Geoprocessamento	horas	100	R\$ 38
Coordenador de Socioeconomia	horas	120	R\$ 80
Coordenador de Meio Físico	horas	120	R\$ 34
Coordenador de Meio Biótico	horas	120	R\$ 56
Engenheiro Especialista	horas	100	R\$ 79
<b>Custo Total</b>			<b>R\$ 44.685</b>

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente

Tabela 70 – Levantamento de Stakeholders e Plano de Engajamento

Cargo	Unidade	Quantidade	Custo por Unidade (com BDI)
Coordenador Geral	horas	120	R\$ 79
Coordenador de Socioeconomia	horas	180	R\$ 80
Coordenador de Geoprocessamento	horas	80	R\$ 38
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	5	R\$ 101
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	5	R\$ 197
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	5	R\$ 173
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	120	R\$ 7
<b>Total</b>			<b>R\$ 30.052</b>

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente



Tabela 71 – Avaliação de Áreas Contaminadas

Cargo	Unidade	Quantidade	Custo por Unidade (com BDI)
Engenheiro Especialista	horas	180	R\$ 79
Coordenador de Geoprocessamento	horas	80	R\$ 38
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	2	R\$ 101
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	1	R\$ 197
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	2	R\$ 173
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	60	R\$ 7
<b>Total</b>			<b>R\$ 18.440</b>

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente

Tabela 72 – Sistema de Gestão Socioambiental (SGSA)

Cargo	Unidade	Quant.	Custo por Cargo (com BDI)
Engenheiro QMST	-	6	R\$ 24.886
<b>Total</b>			<b>R\$ 149.315</b>

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente



### 5.11. Resumo CAPEX

Nas tabelas a seguir, são apresentadas visões resumidas, com as principais linhas de CAPEX apresentadas neste relatório e seus valores estimados ao longo do prazo da PPP:

Tabela 73 – Valores de investimentos (CAPEX)

Linha de Investimento	Valor de CAPEX	%
Despesas Pré-Operacionais	R\$ 3.359 mil	12,50%
Socioambiental	R\$ 706 mil	2,63%
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	R\$ 455 mil	1,69%
Cobertura de Pontos Escuros	R\$ 516 mil	1,92%
Modernização e Eficientização	R\$ 4.330 mil	16,11%
Implantação do Sistema de Telegestão	R\$ 9.597 mil	35,71%
Iluminação Especial	R\$ 1.858 mil	6,91%
Faixa de Pedestres e Ciclovias	R\$ 1.671 mil	6,22%
Expansão do Parque de IP	R\$ 4.384 mil	16,31%
<b>Total</b>	<b>R\$ 26.877 mil</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



Tabela 74 – Investimentos ao longo dos anos da Concessão

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Despesas Pré-Operacionais	3.359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioambiental	438	269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	359	0	0	0	0	48	0	0	0	0	48	0	0	0
Cobertura de Pontos Escuros	221	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modernização e Eficientização	2.404	1.926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Implantação do Sistema de Telegestão	3.311	2.351	0	0	0	0	0	0	0	0	2.308	1.628	0	0
Iluminação Especial	0	1.452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	405	0	0
Faixa de Pedestres e Ciclovias	0	1.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Expansão do Parque de IP	280	350	315	314	314	314	313	313	313	312	312	312	311	311
<b>Total (em R\$ mil)</b>	<b>10.372</b>	<b>8.314</b>	<b>315</b>	<b>314</b>	<b>314</b>	<b>362</b>	<b>313</b>	<b>313</b>	<b>313</b>	<b>312</b>	<b>2.668</b>	<b>2.345</b>	<b>311</b>	<b>311</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



## 6. MODELO DE CUSTOS E DESPESAS

Nos próximos itens, serão abordados os valores monetários e as premissas relacionados à operação e manutenção da rede de IP e os serviços associados à PPP que estarão sob responsabilidade da Concessionária.

### 6.1. Estrutura Operacional

#### 6.1.1. Dimensionamento de Chamados de Manutenção

O dimensionamento do volume de chamados para manutenção em campo levou em consideração as taxas de falha de cada componente do parque de IP, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 75 – Premissas dimensionamento Equipes Operacionais

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal
Lâmpada Convencional	2,00%
Reator Convencional	1,00%
Braço para IP	0,01%
Poste de IP	0,01%
Relé (Pré-Modernização)	2,00%
Relé (Parque Modernizado)	1,59%
Luminária LED	0,07%
Telegestão	0,01%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

O total de chamados de manutenção por mês foi calculado considerando-se a quantidade de pontos de IP multiplicada pelas taxas de falhas estimadas para cada componente. Deve ser destacado que, a partir do início da modernização, espera-se uma redução nas taxas de falhas, uma vez que as lâmpadas convencionais serão substituídas por Luminárias LED. Além disso, haverá a substituição de relé por sistema de telegestão nas vias selecionadas.

#### 6.1.2. Custo Médio por Chamado de Manutenção

Nesta seção, será apresentada a estimativa de custo por chamado de campo para manutenção. Os custos associados à mão de obra e à instalação foram calculados considerando-



se o valor do aluguel dos veículos, as despesas com combustível, os salários e encargos, considerando o modelo de subcontratação, equipamentos e ferramentas necessários.

Na tabela a seguir, são apresentados os custos mensais por tipo de veículo considerando o valor do aluguel e do combustível:

Tabela 76 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Manutenção

Tipo de veículo	Custo Mensal (aluguel e combustível)
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.974
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.066

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para execução das atividades, será necessária a alocação de equipes para cada veículo a ser mobilizado pela Concessionária. A tabela a seguir apresenta o dimensionamento e custo de profissionais por tipo veículo:

Tabela 77 – Custo mensal com Equipes de Manutenção

Tipo de Veículo	Composição da Equipe	Salário com Encargos (por pessoa)
Veículo com Cesto Aéreo	2 funcionários	R\$ 5.585
Caminhão <i>Munck</i>	3 funcionários	R\$ 5.585

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Calculou-se, por fim, o custo mensal, por equipe, para a manutenção, constando o somatório de todos os dispêndios associados, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 78 – Custos Mensais por Equipe para Manutenção

Tipo de veículo	Custo Mensal por Veículo	Despesas com Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramentas	Custo Mensal por Equipe
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.974	R\$ 11.169	R\$ 409,40	R\$ 31.553
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.066	R\$ 16.754	R\$ 756,47	R\$ 45.576

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para o cálculo do custo por chamado de manutenção, foi considerada uma distribuição da utilização dos veículos e, conseqüentemente, das equipes de manutenção segundo as



características do parque do município. Os veículos com cesto aéreo são utilizados para alturas de até 9 metros, enquanto os caminhões *Munck* para alturas superiores. Considerando os resultados do trabalho de vistoria em campo no parque de IP do Município, foram aplicadas as seguintes premissas:

Tabela 79 – Premissas dimensionamento Equipes para Manutenção

Parâmetro	Valor
Proporção de pontos acima de 9 m altura	5,56%
Proporção de pontos abaixo de 9 m altura	94,44%
Produtividade Média por Equipe de Modernização	18 pontos/dia
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

A partir de todas as premissas apresentadas nesta seção, foi obtido o valor médio de R\$ 118,51 para atendimento de cada chamado de manutenção, referente aos custos com mão de obra, veículos e ferramentas.

Para aplicação na Modelagem Econômico-financeira do projeto, o valor médio unitário por chamado foi projetado conforme metodologia apresentada no item 6.1.1.

### 6.1.3. Equipe de Verificação Ativa (rondas)

Os serviços de verificação ativa, por sua vez, tiveram seu efetivo determinado visando a identificação de defeitos e falhas nos pontos de IP para acionamento das equipes de manutenção. Nesta seção será apresentada uma estimativa de custos de verificação ativa (ronda) por ponto de IP.

Os custos associados à mão de obra e veículos foram calculados considerando-se o valor do aluguel das motocicletas, as despesas com combustível, os salários, os quais já abrangem encargos, benefícios e todos os custos indiretos envolvidos, por ter sido considerado o modelo de subcontratação, equipamentos e ferramentas necessários.

Na tabela a seguir, são apresentados os custos mensais de um “rondeiro”:



Tabela 80 – Custos Mensais por Equipe de Ronda

Equipe	Custo Mensal por Veículo	Despesas Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramental	Custo Mensal por Equipe
1 Rondeiro / Motocicleta	R\$ 1.375	R\$ 5.585	R\$ 30	R\$ 6.960

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Conforme premissas detalhadas a seguir, foi considerado que todos os pontos de IP serão visitados periodicamente, com exceção dos pontos com instalação do sistema de telegestão, que serão monitorados de forma remota:

Tabela 81 – Premissas cálculo produtividade Equipe de Ronda

Premissa	Parâmetro
Velocidade	20 km/h
Horas diárias em campo	8 horas
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis
Distância Média entre postes (m)	31,50 metros
Número de Visitas por Ponto de IP por Mês	2
<b>Produtividade Pontos IP / Mês<sup>2</sup></b>	<b>106.667</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Para o cálculo do custo de ronda por ponto de IP, foram utilizados os valores previamente detalhados acerca do custo mensal da equipe e a produtividade de cada uma:

Tabela 82 – Custo Unitário (ponto IP) da Equipe de Ronda

Parâmetro	Valor
Custo Mensal Equipe de Ronda	R\$ 5.585
Produtividade Pontos IP / Mês	106.667
<b>Custo Mensal por Ponto IP</b>	<b>R\$ 0,0524</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

<sup>2</sup> Produtividade = [Velocidade \* Horas Diárias \* Período de Trabalho no Mês] / [Distância Média Postes \* Número de Visitas por Mês]



Para aplicação na Modelagem Econômico-financeira do projeto, o valor médio unitário de ronda por ponto de IP considerou a projeção do quantitativo de pontos durante o prazo da PPP.

## 6.2. Materiais de Manutenção

Para as atividades de manutenção, a Concessionária deverá disponibilizar todos os componentes necessários para substituição na rede de IP. Na tabela a seguir, são apresentadas as taxas de falhas e os custos associados a cada tipo de material para a manutenção:

Tabela 83 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos Componentes de IP

Parâmetro	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio Unitário
Lâmpada Convencional <sup>3</sup>	2,00%	R\$ 64
Reator Convencional	1,00%	R\$ 142
Braço para IP	0,01%	R\$ 175
Poste de IP	0,01%	R\$ 2.442
Relé (Pré-modernização)	2,00%	R\$ 38
Relé (Parque Modernizado)	1,59%	R\$ 38
Luminária LED <sup>4</sup>	0,07%	R\$ 359
Telegestão <sup>5</sup>	0,01%	R\$ 452
Taxa de Vandalismo <sup>6</sup>	0,03%	-
% Componentes Acessórios <sup>7</sup> (fios, abraçadeiras etc.)	0,25%	10%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

<sup>3</sup> Convencional = Vapor de Sódio, Vapor Metálico, Vapor de Mercúrio etc.

<sup>4</sup> Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Luminárias LED foram previstos incrementos anuais de 0,10% na taxa de falha, com impacto adicional de 50% após 5 anos de operação e 200% após 10 anos de operação.

<sup>5</sup> Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Telegestão foi previsto um incremento a partir do 6º ano de operação, chegando à taxa mensal de 0,17%.

<sup>6</sup> A taxa de vandalismo estimada é de 0,20% ao ano para cada componente de IP. Para os equipamentos utilizados na Iluminação Especial é considerada uma intensidade de 5 vezes na ocorrência de vandalismo destes componentes, tendo em vista sua maior exposição aos atos. O percentual estimado para vandalismo será aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.

<sup>7</sup> O percentual estimado para componentes acessórios será aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.



Para aplicação na Modelagem Econômico-financeira do projeto, a taxa de falha apresentada acima foi multiplicada pelo total de cada componente presente na rede de IP durante cada período da PPP, visando estimar a quantidade de componentes substituídos por mês. Por fim, este dimensionamento foi combinado com o custo médio unitário para mensuração do custo total com componentes de iluminação para manutenção.

Conforme informações repassadas pelos fornecedores de LED e de Telegestão, foi considerado na modelagem o período de garantia de 5 anos para as Luminárias LED e 10 anos para componentes de telegestão, correspondente à cobertura de 100% das falhas.

### 6.3. Poda de Árvore

Em relação à execução de poda de árvores, será previsto, como escopo da Concessionária, a realização da poda em todos os elementos arbóreos que apresentem interferência no fluxo luminoso do ponto de iluminação pública. Complementarmente, a Concessionária também será responsável pelo descarte adequado dos resíduos provenientes das atividades realizadas.

Através dos dados do trabalho de campo, foi possível identificar o nível de interferência da arborização na rede de IP do Município. Foi dimensionada uma **demanda mensal de 60 serviços de poda de árvores**.

Para realização destes, será prevista a subcontratação de uma equipe, considerando o custo de realização do serviço e o descarte dos resíduos provenientes deste, conforme tabela abaixo:

Tabela 84 – Custos com serviços de Poda de Árvores e coleta dos resíduos

Parâmetro	Custo Unitário
Custo por serviço de poda	R\$ 134,19
Custo por coleta de resíduos de poda	R\$ 45
<b>Total por serviço</b>	<b>R\$ 179,19</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



## 6.4. Sistema de Telegestão

Para o sistema de telegestão, foram consideradas as despesas mensais relacionadas à manutenção do software e seu suporte operacional, bem como à rede de dados para os concentradores instalados no parque. Este formato de precificação para telegestão é uma prática de mercado das empresas, em que o custo mensal é calculado para cada ponto de IP com sistema de telegestão instalado, e não de forma segregada entre concentradores, controladores e sistemas.

Para cada ponto de IP contemplado pelo sistema de telegestão, foi considerado o custo mensal de R\$ 1,43 com base em referências de mercado de custos de manutenção do software e suporte operacional.

## 6.5. Estrutura Administrativa

Os custos de operação da Sede, considerados como Despesas da Concessionária, são os custos relativos a salários da Equipe Administrativa (Não Operacional) e Despesas Gerais e Administrativas.

### 6.5.1. Equipe Administrativa

De forma complementar à equipe operacional, previamente apresentada neste relatório, a Concessionária deverá dispor de uma equipe administrativa para gestão dos serviços, supervisão das equipes de campo e realização de outras atividades relacionadas à gestão da PPP.

A tabela a seguir apresenta a estimativa referencial da quantidade de profissionais por cargo, considerando os períodos de pré-modernização (até o encerramento da Fase de Modernização) e de pós-modernização (após o encerramento da Fase de Modernização) além dos respectivos custos mensais para cada cargo:



Tabela 85 – Despesa Mensal com Salário da Equipe Não-Operacional

Cargo	Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Custo por Cargo
Gestor de Contratos/Diretor Executivo	1	1	1	1	R\$ 22.252
Gerente de Operação	0	0	0	0	R\$ 9.125
Supervisor de Modernização	0	0	1	0	R\$ 10.168
Supervisor de Operação e Manutenção	1	1	1	0	R\$ 10.168
Auxiliar de Operação	1	2	2	1	R\$ 3.339
Assistente Financeiro/RH	1	1	1	1	R\$ 4.407
Almoxarife	0	1	1	1	R\$ 3.862
Auxiliar Almoxarife	0	0	1	0	R\$ 3.568

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

### 6.5.2. Instalações e Utilidades

Para o funcionamento da estrutura organizacional da Concessionária, são estimados custos associados à unidade operacional, como aluguel e despesas gerais e administrativas.

Nesta seção, também são indicados custos voltados à tecnologia da informação para manutenção e licenças dos softwares utilizados pela Concessionária. Para a Central de Atendimento (*Call Center*), foi considerada, como premissa para a modelagem, a subcontratação deste serviço pela Concessionária junto à empresa especializada.

Na tabela a seguir, são apresentados os custos mensais e unitários para estes itens:

Tabela 86 – Despesas Gerais e Administrativas (R\$)

Item	Valor Mensal Pré-Modernização	Valor Mensal Pós-Modernização
Despesas Administrativas (Energia, Água/Esgoto, Telefonia, Cópias, Internet, Serviços Bancários, Limpeza, Honorários advocatícios, serviços contábeis, Comunicação, Medicina do Trabalho)	R\$ 5.179	R\$ 3.600
Despesas com Aluguel	R\$ 3.326	R\$ 3.151
Central de Atendimento ( <i>Call Center</i> )	R\$ 0,13/ponto de IP	R\$ 0,13/ponto de IP
Licença e Manutenção do Sistema Central de Gestão de IP	R\$ 0,52/ponto de IP	R\$ 0,52/ponto de IP

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



## 6.6. Seguros e Garantias

A contratação de seguros e garantias deverá ser executada pela Concessionária como forma de garantir a plena operação e responsabilidades do contrato. Sendo assim, caberá à Concessionária contratar, minimamente:

Tabela 87 – Lista de Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Objetivo
Garantia de Execução do Contrato	Assegurar o desenvolvimento do projeto dentro do escopo, prazo e qualidade, previstos no Contrato
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços até o fim da Fase de Modernização
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços após a Fase de Modernização
Riscos Operacionais	Amparar os prejuízos por danos materiais causados ao parque de Iluminação Pública, decorrentes de acidentes súbitos e imprevistos
Riscos de Engenharia	Indenizar os prejuízos decorrentes de danos ao parque de Iluminação Pública, ocasionados por acidentes súbitos e imprevistos, durante o período de modernização, considerando os serviços de instalação, montagem e testes, exceto o funcionamento operacional

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Para a Modelagem Econômico-financeira, foram consideradas as seguintes premissas referenciais para estimativa dos custos relacionados aos seguros e garantias:

Tabela 88 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Garantia de Execução do Contrato	5% do Valor do contrato	0,60% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Valor do Contrato para o período de modernização	0,75% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Valor do Contrato para o período de operação pós-modernização	0,75% a.a.
Riscos Operacionais	Valor de Contrato proporcional a 1 ano.	0,30% a.a.
Riscos de Engenharia	CAPEX do período de modernização	0,30% a.a.

Fonte: Elaboração MODELO IP.

## 6.7. Verificador Independente

Para apoiar o Poder Concedente na fiscalização do Contrato da PPP, está prevista a contratação, pela Concessionária, de uma empresa especializada no serviço de Verificador



Independente – VI, conforme critérios de seleção e regulamentação descrita no anexo do Contrato de Concessão.

Entre as principais atribuições do VI, pode ser citado:

- Elaborar o relatório de desempenho, incluindo aferição, em campo, dos indicadores, conforme o Sistema de Mensuração de Desempenho descrito no anexo do Contrato;
- Calcular os pagamentos relacionados à Concessão, incluindo contraprestação mensal, índice de reajuste anual, bônus sobre a conta de energia, compartilhamento de receitas acessórias;
- Acompanhar e emitir Termos de Aceite quanto aos principais marcos da Concessão, incluindo Planos, implantação do CCO, Cadastro de IP, Marcos de Modernização, entre outros;
- Prover suporte ao Poder Concedente em eventuais pleitos de reequilíbrio econômico-financeiro;
- Capacitar o Poder Concedente com base em conteúdos programáticos relacionados ao tema de PPP/Concessões e o setor de Iluminação Pública;
- Atestar, periodicamente, o cumprimento, pela Concessionária, dos requisitos socioambientais da *International Finance Corporation - IFC*, especificamente as provisões dos Padrões de Desempenho sobre Sustentabilidade Socioambiental;
- Avaliar os Programas de Gestão Socioambiental implementados pela Concessionária;
- Entre outras atribuições previstas no Contrato de Concessão.

Considerando as premissas descritas acima para o escopo de atuação do Verificador Independente, foram estimados valores mensais para remuneração do VI para cada Fase da PPP:



Tabela 89 – Despesa Mensal com Verificador Independente

Fase	Valor Mensal
Setup <sup>8</sup>	R\$ 33.000
Modernização <sup>9</sup>	R\$ 31.500
Operação <sup>10</sup>	R\$ 30.000
Capacitação <sup>11</sup>	R\$ 2.083

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado

## 6.8. Resumo OPEX

Na tabela a seguir, é apresentada uma visão resumida, com as principais linhas de OPEX apresentadas neste relatório e seus valores estimados ao longo do prazo da PPP:

Tabela 90 – Valores de custos e despesas (OPEX)

Linha de Custos e Despesas	Valor de OPEX (R\$ mil)	%
Estrutura Operacional	R\$ 1.293 mil	4,42%
Materiais de Manutenção	R\$ 400 mil	1,37%
Sistema de Telegestão	R\$ 3.294 mil	11,25%
Estrutura Administrativa	R\$ 9.921 mil	33,89%
Socioambiental	R\$ 2.774 mil	9,48%
Poda de Árvores	R\$ 4.617 mil	15,77%
Seguros e Garantias	R\$ 1.511 mil	5,16%
Verificador Independente	R\$ 5.463 mil	18,66%
<b>Total</b>	<b>R\$ 29.273 mil</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

8 Na Fase de Setup não ocorre a medição conforme Sistema de Mensuração de Desempenho, mas o VI detalha os procedimentos e formas de medição a serem executados e realiza o alinhamento deste processo junto ao Poder Concedente e Concessionária.

9 Na Fase de Modernização é iniciado o processo de medição de desempenho, e adicionalmente também são emitidos alguns Termos de Aceite, como referente aos marcos da modernização.

10 A Fase de Operação estará mais focada no acompanhamento do desempenho da Concessionária, mas também incluindo termos de aceite quanto às atividades de expansão e apoio em pleitos de reequilíbrio econômico-financeiro.

11 Carga horária de 40 horas a cada 12 meses, com o primeiro treinamento sendo realizado ainda na fase de setup.



Tabela 91 – Valores de custos e despesas OPEX (em R\$ mil) – Anos 1 a 14

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Estrutura Operacional	251	78	58	60	61	76	88	91	93	96	89	80	84	89
Materiais de Manutenção	3	23	30	30	30	31	31	31	31	31	32	32	32	32
Sistema de Telegestão	38	215	241	243	245	248	250	252	255	257	259	262	264	266
Estrutura Administrativa	898	913	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	681	682
Socioambiental	291	289	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
Poda de Árvore	198	310	325	328	331	335	338	341	344	347	350	353	357	360
Seguros e Garantias	91	140	121	119	116	114	111	108	104	101	107	102	91	86
Verificador Independente	416	399	387	387	387	387	387	387	387	387	387	387	387	387
<b>Total (em R\$ mil)</b>	<b>2.187</b>	<b>2.367</b>	<b>2.015</b>	<b>2.021</b>	<b>2.027</b>	<b>2.046</b>	<b>2.061</b>	<b>2.068</b>	<b>2.074</b>	<b>2.080</b>	<b>2.085</b>	<b>2.078</b>	<b>2.078</b>	<b>2.085</b>

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.



## 7. CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE

Para a Modelagem Econômico-financeira, foram avaliados e considerados os custos sob responsabilidade da Prefeitura (Poder Concedente), durante o prazo da PPP, incluindo, além dos pagamentos previstos à Concessionária (Contraprestação Mensal e Aporte Público):

- Custo com Energia Elétrica para IP;
- A Taxa pelo serviço de arrecadação da COSIP paga à Distribuidora de Energia;
- Remuneração da Instituição Financeira Depositária.

Nos tópicos a seguir, serão descritas as premissas consideradas para cada um dos itens citados acima.

### 7.1. Custos com Energia Elétrica

Para o cálculo dos custos com energia elétrica, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$Custo_{EE} = [ Carga_{IP} \times Horas \times Dias ] \times Tarifa$$

Em que:

$Custo_{EE}$  (R\$) = Custo mensal da Prefeitura com conta de energia elétrica para IP;

$Carga_{IP}$  (kW) = Somatório da carga (potência), em kilowatts (kW), de todos os componentes da rede de IP, incluindo lâmpadas e perdas de equipamentos auxiliares, como reator e relé;

$Horas$  (h) = Horas de funcionamento diário do ponto de IP para fins de apuração do consumo de energia;

$Dias$  = Dias de funcionamento no mês, equivalente à quantidade de dias do mês;

$Tarifa$  (R\$ / kWh) = Tarifa de energia elétrica utilizada pela Distribuidora para fins de apuração da fatura, incluindo impostos e bandeiras tarifárias.

Para o parâmetro da Carga de Iluminação Pública, utiliza-se, como base, o cadastro de IP inicial do Município, o qual contempla o quantitativo de pontos de iluminação pública, respectivas potências e



equipamentos auxiliares. Sobre este cadastro, aplica-se a meta de efficientização, conforme item 2.4.3, de forma progressiva, de acordo com a evolução da Fase de Modernização.

Para o consumo de energia, multiplica-se a Carga pelo tempo de funcionamento da rede de IP em cada período, através dos dias do respectivo mês e as horas diárias de funcionamento, conforme as diretrizes apresentadas na Resolução Homologatória nº 2.590/2019 da ANEEL (13/08/2019), em que o tempo teórico é de 11 horas e 25 minutos, equivalente a 11,42 horas por dia.

Em relação ao parâmetro da tarifa de energia, conforme detalhado no relatório de Situação Técnico-Operacional, os custos relacionados são calculados a partir de tarifa de energia específica para a classe de Consumidor – Iluminação Pública:

- Tarifa b4a: R\$ 0,34678/ kWh (Sem impostos e bandeira verde)
- Fonte: RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 3.209, DE 20 DE JUNHO DE 2023
- Tarifa b4a: R\$ 0,42983/kWh (Com impostos)
- Impostos:
  - ICMS: 19%
  - PIS: 0,88%
  - COFINS: 4,07% (data referência: abril/24)

Adicionalmente à tarifa branca de energia elétrica (b4a) citada acima, o valor pago está sujeito à incidência de bandeiras tarifárias conforme regramentos definidos pela ANEEL. A bandeira tarifária pode ter alteração mensal, sendo os respectivos valores apresentados a seguir:

Tabela 92 – Adicional Bandeira Tarifária (sem impostos)

Bandeira Tarifária	Adicional (R\$/kWh)
Verde	0
Amarela	0,0299
Vermelha P1	0,065
Vermelha P2	0,098
Escassez Hídrica	0,142

Fonte: Site da Distribuidora de Energia no Município (data-base abr/2024).



Para fins de projeção na Modelagem Econômico-financeira, do efeito das bandeiras tarifárias no custo de energia, foi mapeado o histórico de incidência de bandeiras entre 2020 e 2022:

Tabela 93 – Histórico Bandeira Tarifária

Mês	2020	2021	2022
Janeiro	Amarela	Amarela	Escassez Hídrica
Fevereiro	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Março	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Abril	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Maio	Verde	Vermelha P1	Verde
Junho	Verde	Vermelha P2	Verde
Julho	Verde	Vermelha P2	Verde
Agosto	Verde	Vermelha P2	Verde
Setembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Outubro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Novembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Dezembro	Vermelha P2	Escassez Hídrica	Verde

Fonte: ANEEL.

A partir de todas as premissas previamente detalhadas nesta seção, é possível estimar o custo da conta de energia elétrica para IP, a ser paga pela Prefeitura durante o prazo da PPP. A tabela abaixo apresenta a projeção do consumo de energia elétrica (kWh) e os respectivos valores financeiros a serem pagos:

Tabela 94 – Custo Anual de Energia Elétrica com IP

Ano	Consumo de Energia Elétrica (MWh)	Custo Anual (R\$ mil)
1	9.960 MWh	R\$ 5.023 mil
2	5.362 MWh	R\$ 2.704 mil
3	4.903 MWh	R\$ 2.473 mil
4	4.961 MWh	R\$ 2.502 mil
5	4.993 MWh	R\$ 2.518 mil
6	5.038 MWh	R\$ 2.541 mil
7	5.083 MWh	R\$ 2.563 mil
8	5.141 MWh	R\$ 2.593 mil
9	5.172 MWh	R\$ 2.609 mil
10	5.217 MWh	R\$ 2.631 mil
11	5.262 MWh	R\$ 2.654 mil
12	5.322 MWh	R\$ 2.684 mil
13	5.352 MWh	R\$ 2.699 mil
14	5.397 MWh	R\$ 2.722 mil

Fonte: Elaboração MODELO IP.



## 7.2. Taxa de serviço arrecadação da CIP

Conforme apresentado no relatório de Situação Técnico-Operacional, de acordo com o CONTRATO PARA ARRECADAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO PARA CUSTEIO DO SERVIÇO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA – CIP ENTRE COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A. E O MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO. Cláusula Quinta: O serviço de arrecadação da CIP será desempenhado pela COPEL DIS **sem ônus** para o MUNICÍPIO.

## 7.3. Instituição Financeira Depositária

Para gestão das contas financeiras (Conta Vinculada, Conta Reserva e outras relacionadas à PPP), é necessária a contratação uma instituição financeira independente. O custo deste serviço será de responsabilidade da Prefeitura, e, considerando projetos similares, foi estimado o custo mensal de R\$ 10.000,00.