

ANEXO I – Valores Retirados do Local

1.1 Planta 2D das Iluminâncias médias (lux) na iluminação Atual

Nota: Os Valores retirados foram medidos com um luxímetro que mede a iluminância em lux num certo ponto. A verde encontram-se sinalizadas as luminárias atualmente em funcionamento

Castelejo: Apenas uma luminária em funcionamento, défice de iluminação.

Na Luminária do Castelejo os valores foram retirados segundo a inclinação da Luminária e a direção do seu feixe luminoso. Nos pontos mais próximos da luminária o plano de trabalho encontra-se praticamente junto do solo, os pontos retirados junto das superfícies do Castelejo encontram-se num plano de trabalho a cerca de 1,10 m de altura.

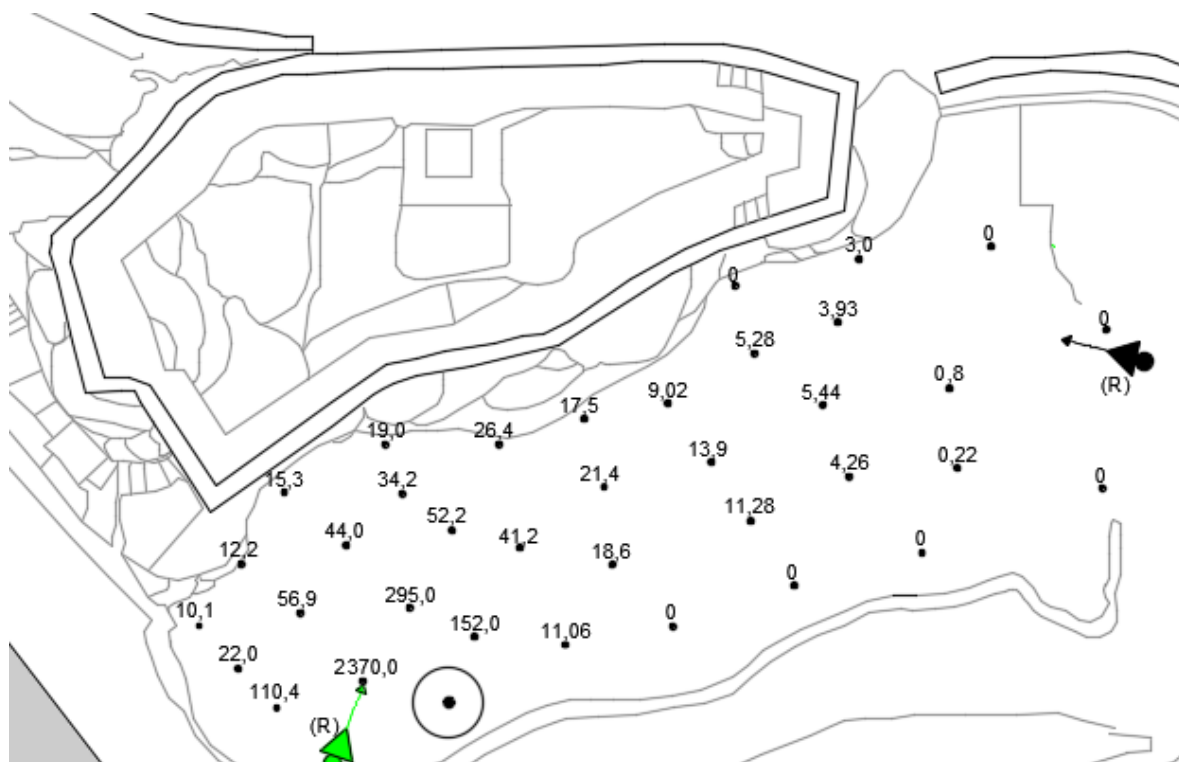


Figura I.1. Valores Retirados de iluminância em lux no espaço do Castelejo

Caminhos de Circulação:

Nas Luminárias que se encontram nos caminhos de circulação, os valores medidos dizem respeito a um plano de trabalho perto do solo.

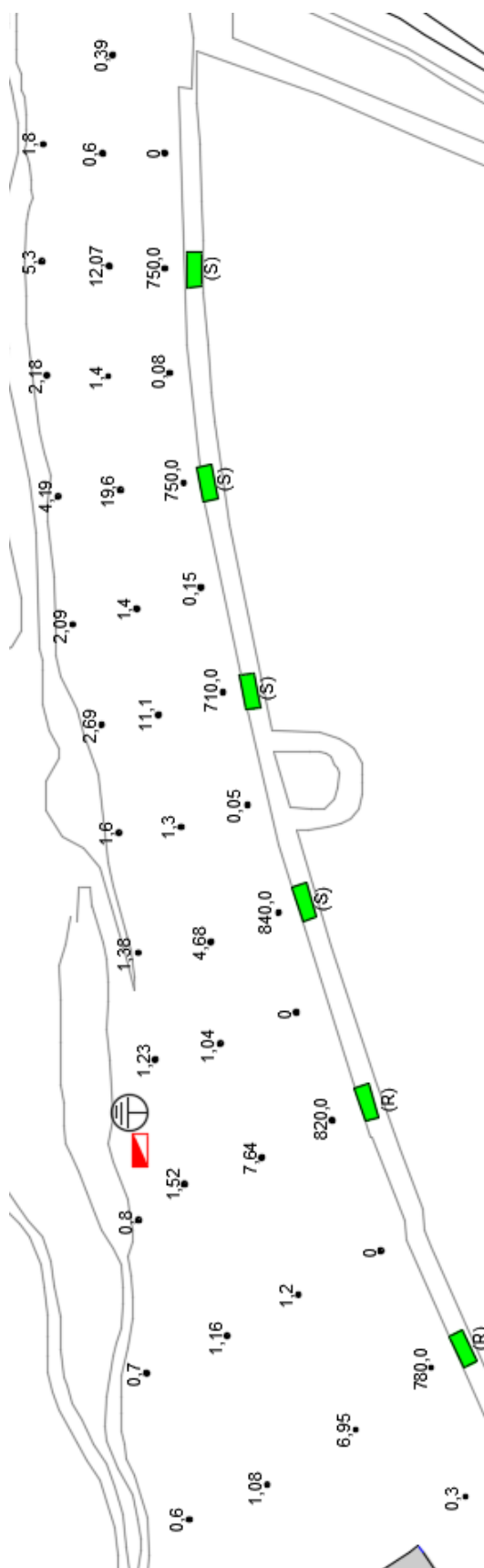


Figura I.2. Valores Retirados da iluminância em lux no espaço de entrada do Castelo

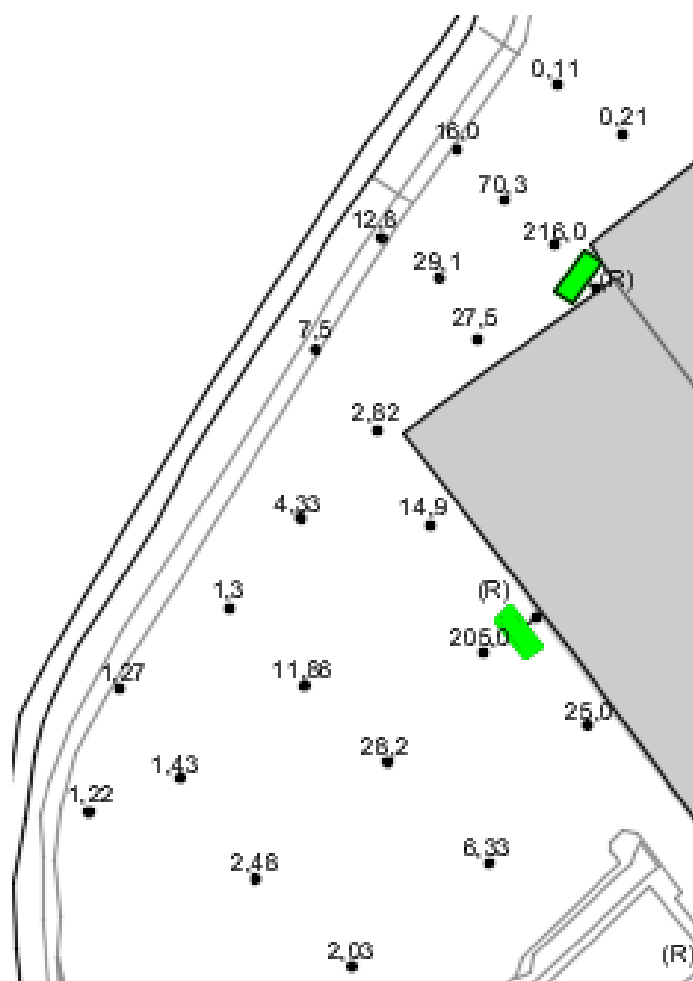


Figura I.3 Valores Retirados da iluminância em lux no espaço do Contorno da Igreja

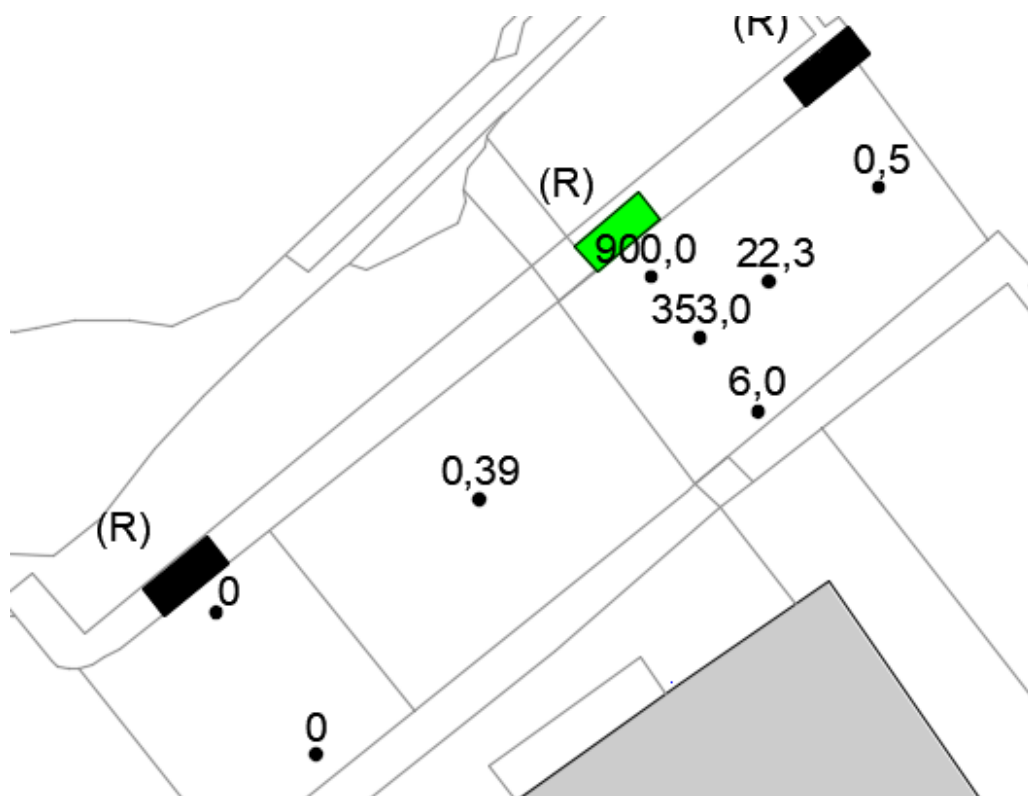


Figura I.4 Valores Retirados da iluminância em lux no espaço das escadas da Casa Paroquial

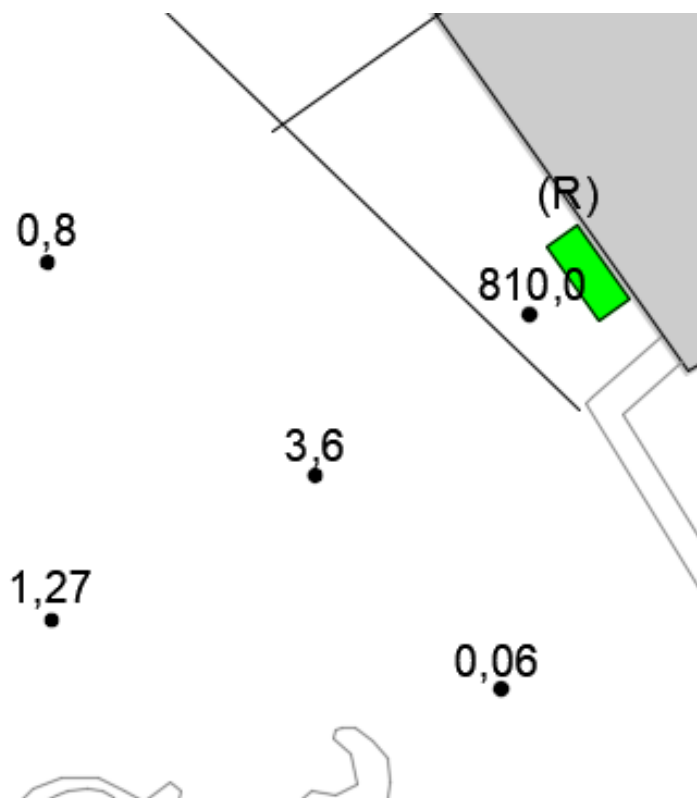


Figura I.5 Valores Retirados da iluminância em lux no espaço da Casa Paroquial

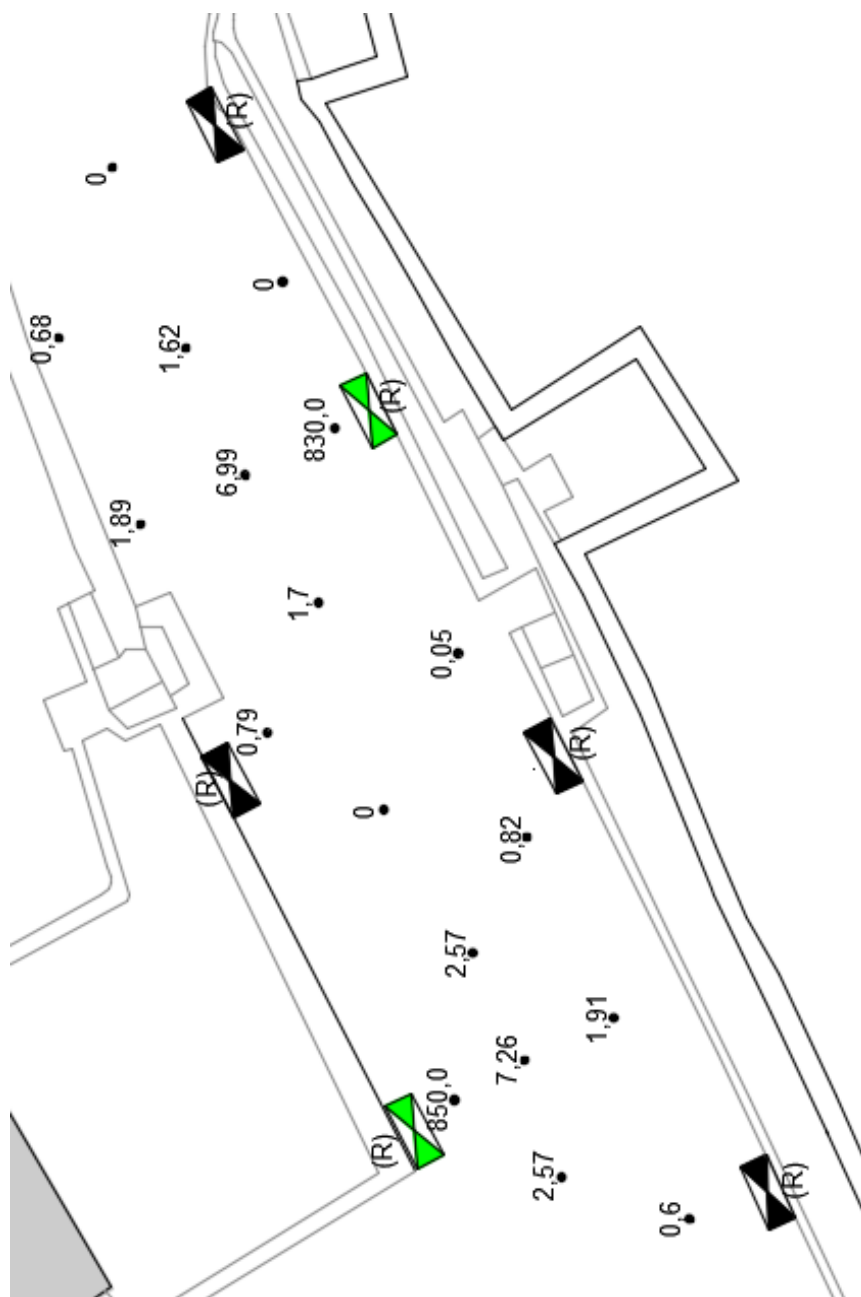


Figura I.6 Valores Retirados da iluminação em lux no espaço da rampa de acesso ao Castelo

ANEXO II – Dimensionamento da Instalação Elétrica

2.1 Cenário 1 e 2 – Novo Sistema de Iluminação LED

Ramal da Igreja Paroquial:

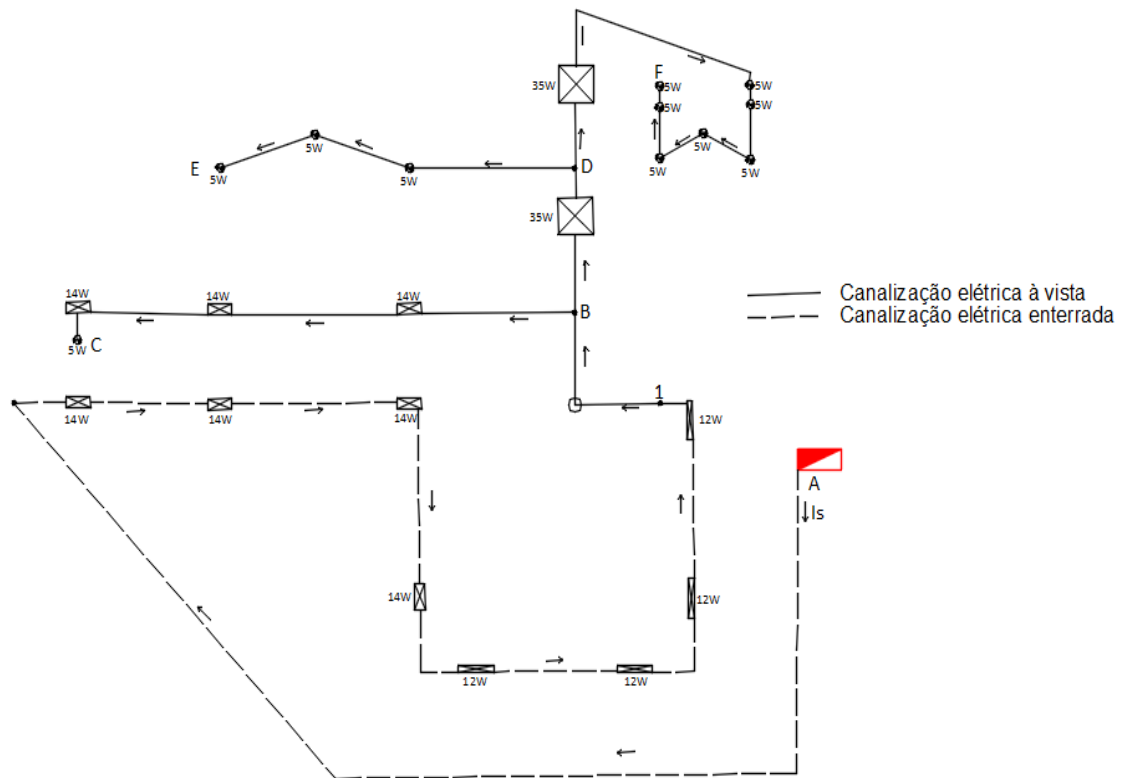


Figura II.1 Esquema do ramal da igreja, cenário 1 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

Ramal Igreja Paroquial	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
	A-1	32	Ise	1.9372	D	2.5	0.22857	0.27314	0.5291
			I1	0.80676					
	1-B	4	Isv	0.80676	B	1.5	0.04762	0.0569	0.0459
	B-C	18	I2	0.22705	B	1.5	0.21429	0.25607	0.0581
	B-D	25	I3	0.57971	B	1.5	0.29762	0.35565	0.2062
			I4	0.41063					
	D-E	20	I5	0.07246	B	1.5	0.2381	0.28452	0.0206
	D-F	45	I6	0.33816	B	1.5	0.53571	0.64018	0.2165
			I7	0.16908					
		144							1.0765

Figura II.2 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Igreja cenário 1

Neste ramal temos canalização enterrada e canalização à vista, necessário cumprir critério de aquecimento e critério das quedas de tensão para os dois casos.

Critério de Aquecimento:

Is enterrado = 1,94 A;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

Is vista = 0,81 A;

Método de referência B => Condutores Isolados em condutas circulares montadas à vista, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

As seguintes tabelas deste anexo foram retiradas das RTIEBT, Quadro 52-C30 e Quadro 52-C1 respetivamente (RTIEBT, 2006).

Tabela II.1 Correntes admissíveis, em amperes, para o método de referência D

Canalizações enterradas

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores carregados e natureza do isolamento			
	3 PVC	2 PVC	3 XLPE	2 XLPE
<i>Condutores de cobre</i>				
1,5	26	32	31	37
2,5	34	42	41	48
4	44	54	53	63
6	56	67	66	80
10	74	90	87	104
16	96	116	113	136
25	123	148	144	173
35	147	178	174	208
50	174	211	206	247
70	216	261	254	304
95	256	308	301	360
120	290	351	343	410
150	328	397	387	463
185	367	445	434	518
240	424	514	501	598
300	480	581	565	677

Tabela II.2 Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A,B e C

Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- dois condutores carregados
- cobre ou alumínio
- temperatura da alma condutora: 70°C
- temperatura ambiente: 30°C

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Método de referência		
	A	B	C(*)
<i>Condutores de cobre</i>			
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27
4	26	32	36
6	34	41	46
10	46	57	63
16	61	76	85
25	80	101	112
35	99	125	138
50	119	151	168
70	151	192	213
95	182	232	258
120	210	269	299
150	240	-	344
185	273	-	392
240	320	-	461
300	367	-	530

De forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

Iz enterrado = 32 A => necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT (RTIEBT, 2006).

- T (solo) = 25° C;
- FC (25°C) = 0,95;
- I_{zc} enterrado = 30,4 A com S = 1,5 mm²;
- Iz vista = 17,5 A com S = 1,5 mm².

Ambas as secções cumprem o critério do aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

ΔU máx. admissível = 3 % de 230 V = 6,9 V

A tabela seguinte foi retirada das RTIEBT, Quadro 52O (RTIEBT, 2006).

Tabela II.3 Quedas de Tensão máximas admissíveis

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas directamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3 %	5 %
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT ⁽¹⁾	6 %	8 %
<i>(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os factores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.</i>		

A Figura II.2 dá-nos os valores da queda de tensão por cada troço do circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1,43 V logo a condição $\Delta U < \Delta U_{\text{máx}}$ é cumprida. Assim o cabo 2x1,5+T cumpre o critério. Para o primeiro troço foi seleccionada uma secção de 2,5 mm² de forma ao circuito estar preparado para eventuais aumentos de potência.

Cálculo da resistência:

$$R_{\text{ref}} = \rho * \frac{l}{S} \quad (\text{II.1})$$

$$R_c = R_{\text{ref}} * [1 + \alpha * (\varnothing - \varnothing_{\text{ref}})] \quad (\text{II.2})$$

R_{ref} - Resistência do cabo para a temperatura de referência de 20°C;

ρ - Resistividade do cobre ($\rho_{\text{cobre}} = \frac{1}{56}$);

l - Comprimento do cabo;

S - secção do cabo escolhida;

R_c - Resistência do cabo para a temperatura do isolamento, neste caso PVC = 70° C e $\alpha_{\text{cobre}} = 0,0039$.

Cálculo da ΔU :

$$\Delta U = \sum(R * I_s) + \sum(X * I_r) \quad (\text{II.3})$$

A parte reativa é desprezável uma vez que se trata de LED'S com um FP = 0,95 e $\sin(\cos^{-1}(0,95)) = 0,31$.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indirectos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação para a iluminação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir duas condições:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (\text{II.4})$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_z \quad (\text{II.5})$$

I_b - Corrente de serviço do circuito em amperes;

I_z - Corrente admissível na canalização em amperes;

I_n - Corrente estipulada do dispositivo de proteção em amperes;

I_2 - Corrente convencional de funcionamento em amperes.

$I_b = 1,94 \text{ A}$ e $I_z = 17,5 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$1,94 \leq 10 \leq 17,5$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A , logo a segunda condição também é verificada:

$$14 \leq 1,45 * 17,5$$

$$14 \leq 25,38$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A .

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s .

Necessário cumprir as condições:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I_{cc}} \quad (\text{II.6})$$

$$I_{cc} \leq P_{dc} \quad (\text{II.7})$$

t - Tempo, em segundos;

S - Secção dos condutores, em milímetros quadrados;

I_{cc} - Corrente de curto-circuito efetiva em amperes, verificada no ponto mais afastado do circuito considerado;

k - Constante, cujo valor para isolamento PVC de condutores de cobre isolados é 115 ;

P_{dc} - Poder de corte do dispositivo cujos valores normalizados são $1,5$; 3 ; 4 ; 5 ; 6 e 10 kA .

$$I_{cc} = \frac{V}{R} \quad (\text{II.8})$$

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (\text{II.9})$$

$$I_{cc} = \frac{230}{1,5} = 153,33 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{153,33}} = 1,06 \text{ s}.$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças, é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram selecionados diferenciais de 30 mA (RTIEBT, 2006).

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às seguintes condições:

$$I_b \leq I_n \quad (\text{II.10})$$

$$R_A * I_A \leq U_l \quad (\text{II.11})$$

$I_b = 1,94 \text{ A} \Rightarrow I_n$ mínimo de 16 A, primeira condição cumprida.

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25 \text{ V}$

$$(833 + 1,5) * 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 06.

Ramal do Anfiteatro:

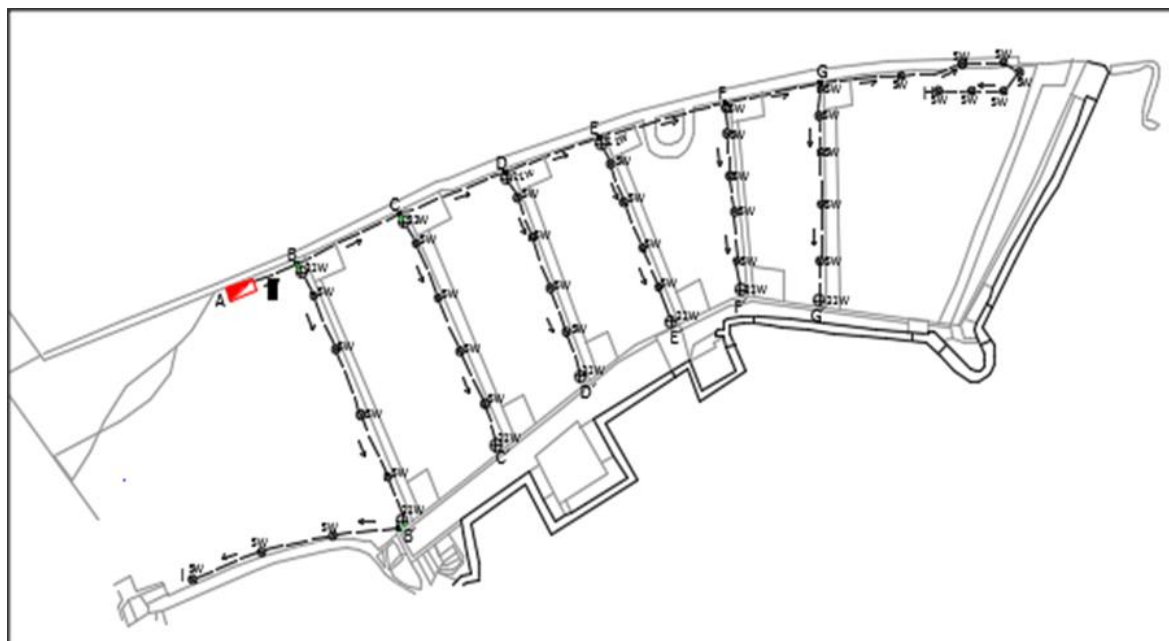


Figura II.3 Esquema do ramal do Anfiteatro, cenário 1 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

Ramal do Anfiteatro	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
	A-B	6	Is	1.88406	D	2.5	0.04286	0.05121	0.0965
	B-C	8	I1	1.51208	D	2.5	0.05714	0.06829	0.1033
	C-D	7	I2	1.21256	D	2.5	0.05	0.05975	0.0725
	D-E	5.5	I3	0.91304	D	2.5	0.03929	0.04695	0.0429
	E-F	10	I4	0.61353	D	2.5	0.07143	0.08536	0.0524
	F-G	5.5	I5	0.3913	D	2.5	0.03929	0.04695	0.0184
	G-H	20.5	I6	0.16908	D	1.5	0.24405	0.29164	0.0493
	B-B'	15	I	0.37198	D	1.5	0.17857	0.21339	0.0794
	C-C'	14	I	0.29952	D	1.5	0.16667	0.19917	0.0597
	D-D'	12	I	0.29952	D	1.5	0.14286	0.17071	0.0511
	E-E'	11	I	0.29952	D	1.5	0.13095	0.15649	0.0469
	F-F'	11	I'	0.22222	D	1.5	0.13095	0.15649	0.0348
	G-G'	14	I'	0.22222	D	1.5	0.16667	0.19917	0.0443
	B'-I	14	I7	0.07246	D	1.5	0.16667	0.19917	0.0144
153.5									0.7656

Figura II.4 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Anfiteatro cenário 1

Critério de Aquecimento:

$I_s = 1,88 \text{ A}$;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

Nos troços principais (A-B; B-C; C-D; D-E; E-F; F-G) optou-se por utilizar uma secção maior que a mínima necessária de modo a termos maior segurança no circuito e também de forma ao sistema estar preparado para um eventual aumento de potência no ramal.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A}$ => necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{ C}$;
- $FC(25^\circ \text{ C}) = 0,95$;
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A}$;
- $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$ (Tabela 52-O das RTIEBT).

A Figura II.4 dá-nos os valores da queda de tensão por cada troço do circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1,02 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indiretos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir as duas condições II.4 e II.5.

$I_b = 1,88 \text{ A}$ e $I_z = 30,4 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$1,88 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{0,65} = 353,85 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{353,85}} = 0,7 \text{ s}.$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram selecionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 1,88 \text{ A} \Rightarrow I_n$ mínimo de 16 A, primeira condição cumprida.

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25 \text{ V}$

$$(833 + 0,65) * 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

- O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 06.

Ramal do Castelejo:

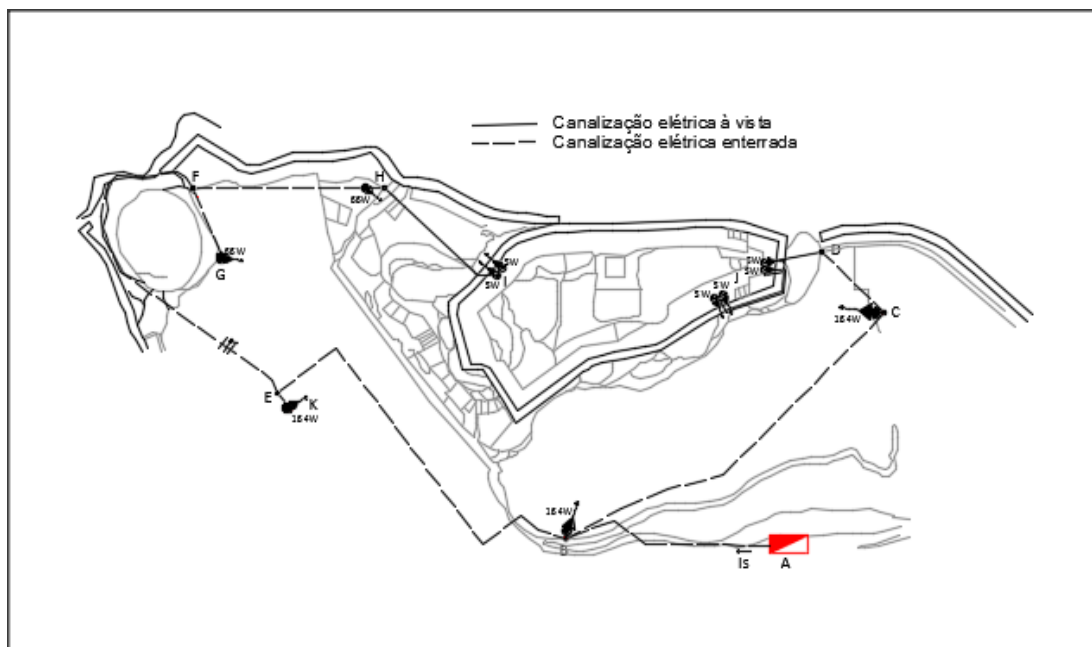


Figura II.5 Esquema do ramal do Castelejo, cenário 1 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

Ramal do Castelejo	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
	A-B	12	Is	3.15942	D	1.5	0.142857	0.17071	0.5394
	B-C	22	I2	0.88889	D	1.5	0.261905	0.31298	0.2782
	B-E	25	I1	1.47826	D	1.5	0.297619	0.35565	0.5258
	E-K	10	I	0.79227	D	1.5	0.119048	0.14226	0.1127
	E-F	24	I4	0.68599	D	1.5	0.285714	0.34143	0.2342
	F-G	5	I'	0.31884	D	1.5	0.059524	0.07113	0.0227
	F-H	13.2	I5	0.36715	D	1.5	0.157143	0.18779	0.0689
	H-I	22	I6	0.04831	B	1.5	0.261905	0.31298	0.0151
	C-D	13	I3	0.09662	D	1.5	0.154762	0.18494	0.0179
	D-J	22	I3	0.09662	B	1.5	0.261905	0.31298	0.0302
	168.2								1.8451

Figura II.6 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Castelejo cenário 1

Crítério de Aquecimento:

Is = 3,16 A;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

Os troços H-I e D-J têm canalização à vista, o tipo de instalação tem de ser discutida com o arquiteto responsável de forma à passagem do cabo e canalização para o interior do Castelejo passar despercebida e não degradar a estética e beleza do Castelo.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, resultam os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A} \Rightarrow$ necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{ C}$;
- $FC(25^\circ \text{ C}) = 0,95$;
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A}$;
- $S = 1.5 \text{ mm}^2$.

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

A Figura II.6 dá-nos os valores da queda de tensão por cada circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1.85 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente. Nos troços já existentes é possível a utilização do cabo existente uma vez que tem secção maior que a calculada e que também cumpre os critérios de dimensionamento.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indiretos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir as duas condições, II.4 e II.5.

$I_b = 3,16 \text{ A}$ e $I_z = 30,4 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$3,16 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição também é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{1,365} = 168,5 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{168,5}} = 1,01 \text{ s.}$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram selecionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 3,16 \text{ A} \Rightarrow$ In mínimo de 16 A, primeira condição cumprida;

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25 \text{ V}$

$$(833 + 1,365) \cdot 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

- O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 06.

Ramal dos Caminhos de Circulação:

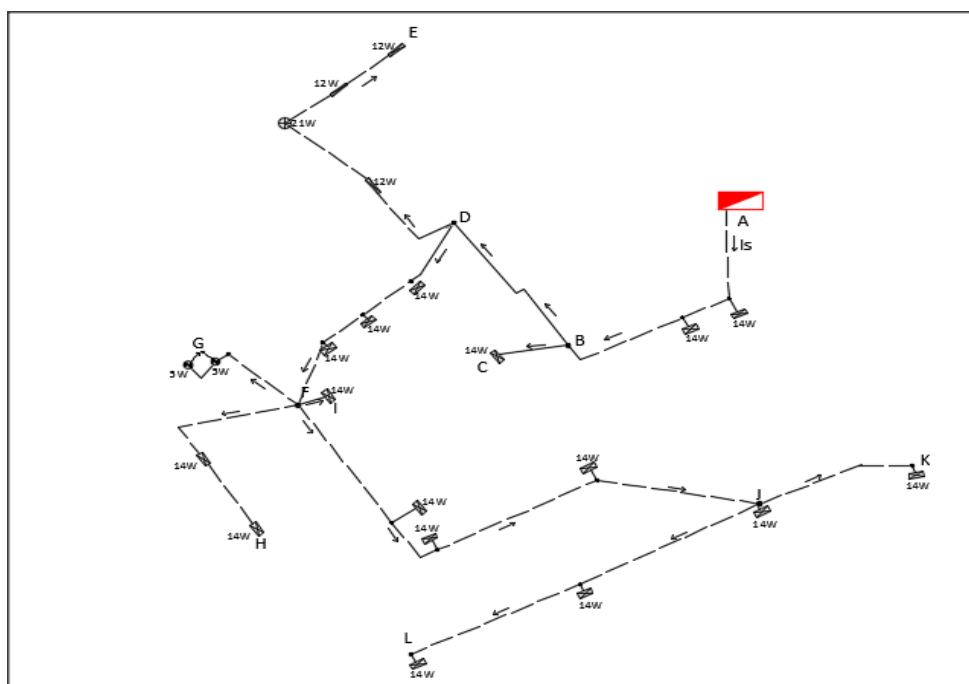


Figura II.7 Esquema do ramal dos caminhos de circulação, cenário 1 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
			Is	Is1					
Ramal dos Caminhos de circulação	A-B	32	Is	1.4058	D	1.5	0.380952	0.45524	0.64
			Is1	1.27053		1.5			
	B-C	4	I	0.06763	D	1.5	0.047619	0.0569	0.0038
	B-D	18	I1	1.2029	D	1.5	0.214286	0.25607	0.308
	D-E	28	I3	0.27536	D	1.5	0.333333	0.39833	0.1097
	D-F	25	I2	0.92754	D	1.5	0.297619	0.35565	0.3299
			I4	0.72464		1.5			
	F-G	20	I5	0.04831	D	1.5	0.238095	0.28452	0.0137
	F-H	15	I5	0.13527	D	1.5	0.178571	0.21339	0.0289
	F-I	2	I	0.06763	D	1.5	0.02381	0.02845	0.0019
	F-J	45	I7	0.47343	D	1.5	0.535714	0.64018	0.3031
			I8	0.27053		1.5			
	J-L	9	I9	0.13527	D	1.5	0.107143	0.12804	0.0173
215									1.7891

Figura II.8 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Caminhos de Circulação cenário 1

Critério de Aquecimento:

$I_s = 1,41 \text{ A}$;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

No troço F-G a canalização é enterrada até á porta da traição e passa a canalização à vista que sobe pela muralha (opção a discutir com o arquiteto) e no troço F-H temos apenas canalização enterrada.

No troço D-E temos canalização enterrada no contorno da igreja paroquial. Nos restantes troços é possível utilizar o cabo já existente, caso se encontre em boas condições de funcionamento, de secção maior a $1,5 \text{ mm}^2$.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A} \Rightarrow$ necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{ C};$
- $FC(25^\circ \text{ C}) = 0,95;$
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A};$
- $S = 1,5 \text{ mm}^2.$

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

A Figura II.8 dá-nos os valores da queda de tensão por cada circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1,79 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indirectos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir as duas condições, II.4 e II.5.

$I_b = 1,41 \text{ A}$ e $I_z = 30,4 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$1,41 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{1,95} = 117,95 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{117,95}} = 1,21 \text{ s.}$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram seleccionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 1,41 \text{ A} \Rightarrow I_n$ mínimo de 16 A, primeira condição cumprida.

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_I = 25 \text{ V}$

$$(833 + 1,95) \cdot 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

- O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 06.

2.2 Cenário 3 e 4 – Iluminação LED com os pontos de luz existentes

Ramal do Castelejo:

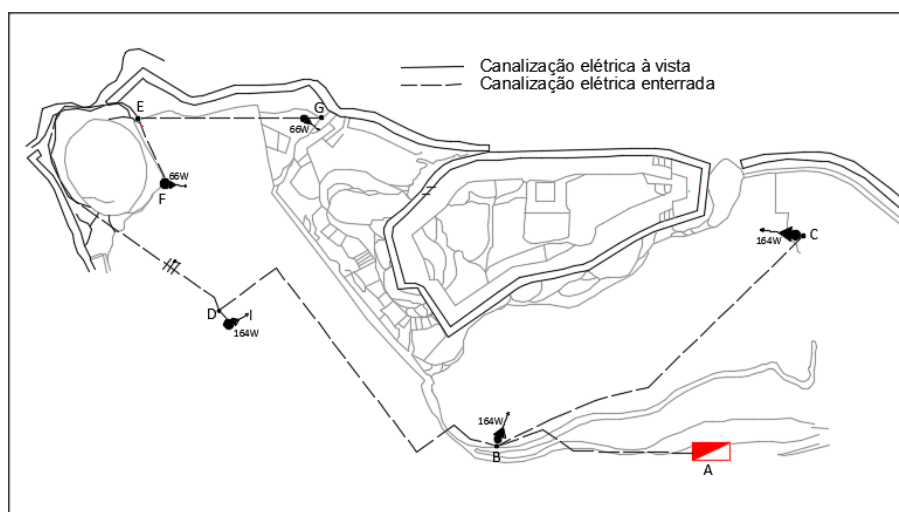


Figura II.9 Esquema do ramal do Castelejo, cenário 3 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)	Método de referência	Secção (mm²)	R.ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
Ramal Castelejo	A-B	12	Is 3.014493	D	1.5	0.14286	0.17071	0.5146
	B-C	22	I1 0.792271	D	1.5	0.2619	0.31298	0.248
	B-D	25	I2 1.429952	D	1.5	0.29762	0.35565	0.5086
	D-I	10	I 0.792271	D	1.5	0.11905	0.14226	0.1127
	D-E	24	I3 0.637681	D	1.5	0.28571	0.34143	0.2177
	E-F	5	I' 0.318841	D	1.5	0.05952	0.07113	0.0227
	E-G	13.2	I' 0.318841	D	1.5	0.15714	0.18779	0.0599
		111.2						1.6841

Figura II.10 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Castelejo cenário 3

Critério de Aquecimento:

$I_s = 3,02 \text{ A}$;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, condutores de cobre com isolamento PVC.

O troço E-G é o único novo, definido como enterrado porém em obra poderá decidir-se ter canalização à vista devido ao terreno rochoso aqui presente.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A}$ => necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{ C}$;
- $FC(25^\circ \text{ C}) = 0,95$;
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A}$;
- $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

A Figura II.10 dá-nos os valores da queda de tensão por cada circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1,68 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente. Neste ramal optou-se por utilizar a canalização e cabo existentes uma vez que também cumprem os critérios de dimensionamento e representam uma poupança considerável em material elétrico.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indiretos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas – Disjuntores:

Necessário cumprir duas condições, II.4 e II.5.

$I_b = 3,02$ A e $I_z = 30,4$ A logo para um disjuntor de $I_n = 10$ A (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$3,02 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{1,053} = 218,42 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{218,42}} = 0,88 \text{ s.}$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram selecionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 3,02$ A => I_n mínimo de 16 A, primeira condição cumprida.

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25$ V

$$(833 + 1,053) * 0,03 \leq 25$$

25 ≤ 25 , Condição cumprida

O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 09.

Ramal do Anfiteatro:

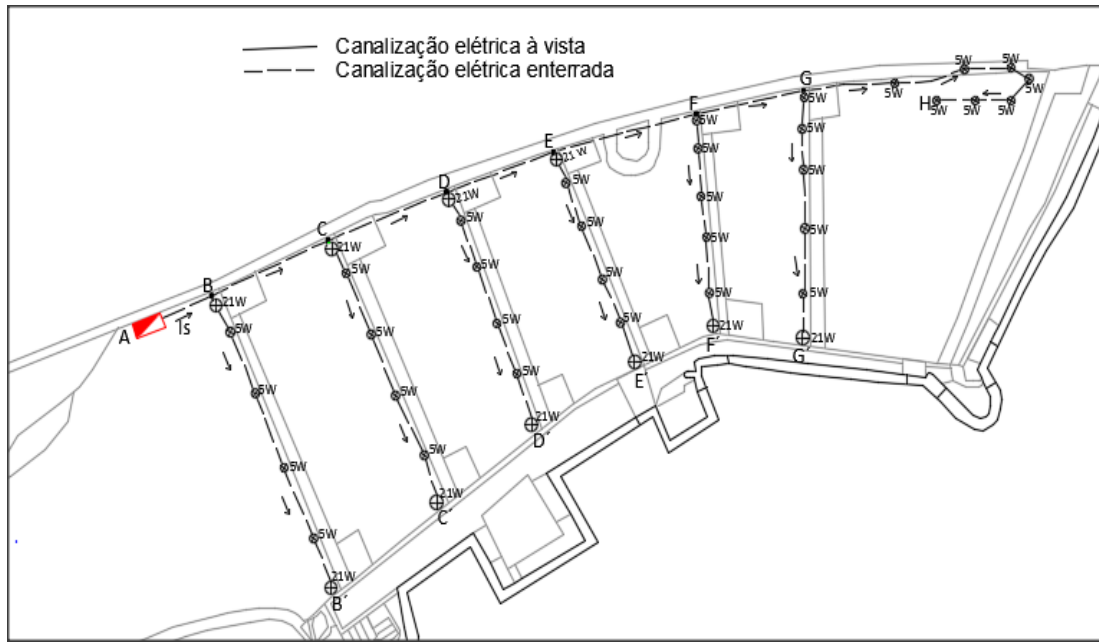


Figura II.11 Esquema do ramal do Anfiteatro, cenário 3 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

Ramal do Anfiteatro	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
	A-B	6	Is	1.811594	D	2.5	0.04286	0.05121	0.0928
	B-C	8	I1	1.512077	D	2.5	0.05714	0.06829	0.1033
	C-D	7	I2	1.21256	D	2.5	0.05	0.05975	0.0725
	D-E	5.5	I3	0.913043	D	2.5	0.03929	0.04695	0.0429
	E-F	10	I4	0.613527	D	2.5	0.07143	0.08536	0.0524
	F-G	5.5	I5	0.391304	D	2.5	0.03929	0.04695	0.0184
	G-H	20.5	I6	0.169082	D	1.5	0.24405	0.29164	0.0493
	B-B'	15	I	0.299517	D	1.5	0.17857	0.21339	0.0639
	C-C'	14	I	0.299517	D	1.5	0.16667	0.19917	0.0597
	D-D'	12	I	0.299517	D	1.5	0.14286	0.17071	0.0511
	E-E'	11	I	0.299517	D	1.5	0.13095	0.15649	0.0469
	F-F'	11	I'	0.222222	D	1.5	0.13095	0.15649	0.0348
	G-G'	14	I'	0.222222	D	1.5	0.16667	0.19917	0.0443
		139.5							
									0.732

Figura II.12 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Anfiteatro cenário 3

Critério de Aquecimento:

Is = 1,81 A;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

Nos troços principais (A-B; B-C; C-D; D-E; E-F; F-G) optou-se por utilizar uma secção maior que a mínima necessária de modo a termos maior segurança no circuito e também de forma ao sistema estar preparado para um eventual aumento de potência no ramal.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A} \Rightarrow$ necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{ C}$
- $FC(25^\circ \text{C}) = 0,95$
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A};$
- $S = 1,5 \text{ mm}^2.$

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

A Tabela II.12 dá-nos os valores da queda de tensão por cada circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 0,73 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indiretos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir duas condições, II.4 e II.5.

$I_b = 1,81 \text{ A}$ e $I_z = 30,4 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$1,81 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{0,65} = 353,85 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{353,85}} = 0,7 \text{ s.}$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram selecionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 1.81 \text{ A} \Rightarrow$ In mínimo de 16 A, primeira condição cumprida.

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25 \text{ V}$

$$(833 + 0,65) \cdot 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

- O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 09.

Ramal dos Caminhos de Circulação:

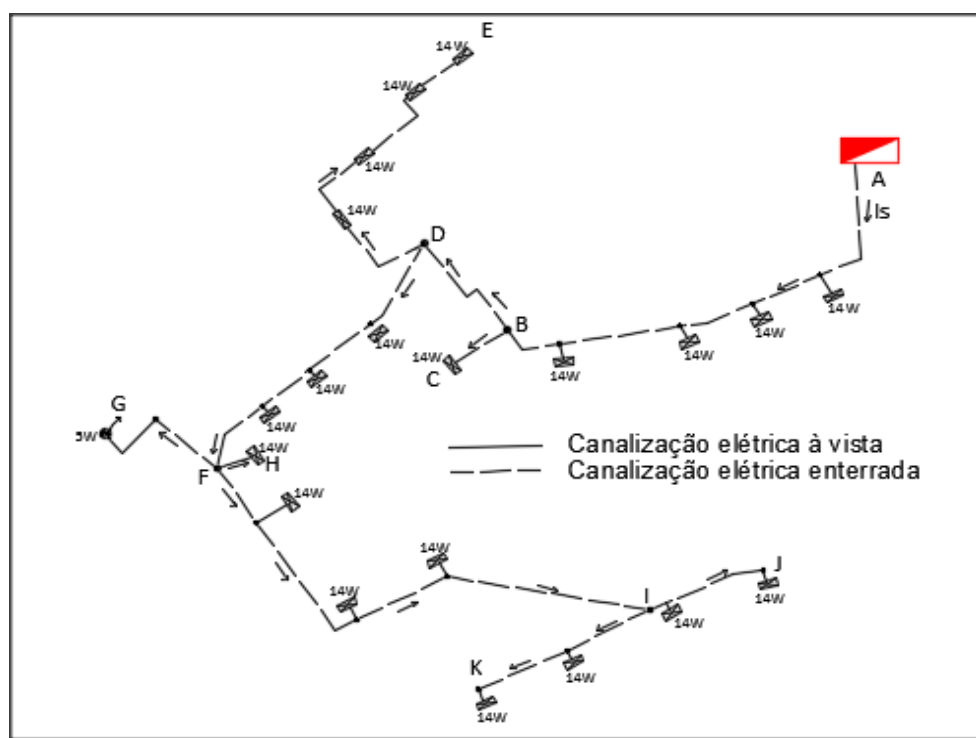


Figura II.13 Esquema do ramal dos Caminhos de Circulação, cenário 3 com potências e correntes das luminárias

Cálculo da corrente de serviço do ramal:

	Troço	Comprimento (m)	Cálculo Corrente (A)		Método de referência	Secção (mm²)	R ref. (Ω)	Rc (Ω)	ΔU (V)
Ramal dos Caminhos de Circulação	A-B	32	Is	1.376812	D	1.5	0.38095	0.45524	0.6268
			Is1	1.10628					
	B-C	4	I	0.067633	D	1.5	0.04762	0.0569	0.0038
	B-D	18	I1	1.038647	D	1.5	0.21429	0.25607	0.266
	D-E	28	I3	0.270531	D	1.5	0.33333	0.39833	0.1078
	D-F	25	I2	0.768116	D	1.5	0.29762	0.35565	0.2732
			I4	0.565217					
	F-G	20	I5	0.024155	D e B	1.5	0.2381	0.28452	0.0069
	F-H	2	I	0.067633	D	1.5	0.02381	0.02845	0.0019
	F-I	45	I6	0.47343	D	1.5	0.53571	0.64018	0.3031
			I7	0.270531					
	I-J	9	I8	0.135266	D	1.5	0.10714	0.12804	0.0173
	I-K	17	I9	0.135266	D	1.5	0.20238	0.24185	0.0327
		200							1.6394

Figura II.14 Cálculo das correntes de cada troço e das quedas de tensão, Caminhos de Circulação cenário 3

Critério de Aquecimento:

$I_s = 1,38 \text{ A}$;

Método de referência D => Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares enterradas, 2 condutores de cobre com isolamento PVC.

No troço F-G temos canalização enterrada até á porta da traição e canalização à vista que sobe pela muralha (opção a discutir com o arquiteto). No troço D-E temos canalização enterrada em vez de à vista na parede na igreja paroquial. Nos restantes troços é possível utilizar o cabo já existente de secção maior que $1,5 \text{ mm}^2$.

Através das tabelas das RTIEBT para o método D e de forma a cumprir a condição $I_{zc} \geq I_s$, surgem os seguintes valores:

$I_z = 32 \text{ A} \Rightarrow$ necessário fator de correção da temperatura do solo, Quadro 52-D2 das RTIEBT

- $T(\text{solo}) = 25^\circ \text{C}$;
- $FC(25^\circ \text{C}) = 0,95$;
- $I_{zc} \text{ enterrado} = 30,4 \text{ A}$;
- $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

A secção cumpre o critério de aquecimento.

Critério da Queda de Tensão:

$\Delta U \text{ máx. admissível} = 3 \% \text{ de } 230 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$

A Figura II.14 dá-nos os valores da queda de tensão por cada circuito, a queda de tensão máx. neste ramal é de 1,64 V. O restante cálculo é feito da mesma forma que no ramal da Igreja Paroquial.

Deste modo a condição $\Delta U < \Delta U \text{ máx}$ é cumprida, assim o cabo 2x1,5+T cumpre os critérios da queda de tensão e de aquecimento, simultaneamente.

Proteções do Circuito:

Trata-se de um sistema com esquema de Terras TT pelo que necessita de proteção diferencial para a proteção de contactos indirectos, optou-se por proteger o circuito com disjuntores contra sobrecargas e curto-circuitos em vez de fusíveis.

Na escolha do disjuntor é necessário cumprir algumas regras de seleção, no entanto como se trata de um sistema LED com correntes de serviço baixíssimas, o disjuntor será o mínimo imposto pela legislação, disjuntor de 10 A.

Proteção contra sobrecargas - Disjuntores:

Necessário cumprir duas condições, II.4 e II.5.

$I_b = 1,38 \text{ A}$ e $I_z = 30,4 \text{ A}$ logo para um disjuntor de $I_n = 10 \text{ A}$ (mínimo da legislação) a primeira condição é cumprida:

$$1,38 \leq 10 \leq 30,4$$

A corrente convencional (I_2) do disjuntor de 10 A é de 14 A, logo a segunda condição é verificada:

$$14 \leq 1,45 \cdot 30,4$$

$$14 \leq 44,08$$

O calibre ou intensidade nominal do disjuntor a utilizar é de 10 A.

Proteção contra curtos-circuitos - Disjuntores:

Obrigatório garantir o funcionamento automático num tempo não superior a 5 s.

Necessário cumprir as condições II.6 e II.7.

$$I_{cc} = \frac{230}{1,95} = 117,95 \text{ A}; \quad t = \sqrt{\frac{115 \cdot 1,5}{117,95}} = 1,21 \text{ s.}$$

Como t é inferior a 5 s está verificada a regra do tempo de corte.

De modo a verificar a segunda condição o poder de corte do disjuntor tem de ser de 1,5 kA.

Proteção contra contactos Indiretos - Diferenciais:

Estando o circuito sujeito a um ambiente severo (molhado e exposto) e sendo um local de atendimento ao público com crianças é necessária a utilização de diferenciais de alta sensibilidade, foram seleccionados diferenciais de 30 mA.

No esquema TT, a proteção de pessoas contra contactos indiretos é assegurada se as características dos dispositivos de proteção obedecerem simultaneamente às condições II.10 e II.11.

$I_b = 1,38 \text{ A} \Rightarrow$ In mínimo de 16 A, primeira condição cumprida;

Dado ser um local com condições severas considera-se $U_l = 25 \text{ V}$

$$(833 + 1,95) \cdot 0,03 \leq 25$$

$$25 \leq 25, \text{ Condição cumprida}$$

- O esquema da instalação dos dispositivos de proteção encontra-se no Anexo IV – Planta N° 09.

ANEXO III – Análise Energética e Económica dos Cenários Propostos

3.1 Cenário 1: Novo sistema de iluminação com LED - SCHRÉDER

3.1.1 Análise energética e económica

Análise Energética:

De seguida são apresentadas os valores discriminados de funcionamento, potências e quantidade de luminárias de acordo com os horários de Verão e Inverno.

Tabela III.1 Funcionamento em horário de Inverno do cenário 1

Horário de Inverno (17h30 às 6h30)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Igreja	SCHRÉDER SculpDot	2	35	0.07	13
	SCHRÉDER SculLine 2	4	12	0.048	13
	SCHRÉDER Trasso 1	7	14	0.098	13
	SCHRÉDER Enyo	11	5	0.055	13
Castelejo	SCHRÉDER Enyo	6	5	0.03	13
	SCHRÉDER SculpFlood 60	2	66	0.132	13
	SCHRÉDER SculpFlood 150	3	164	0.492	13
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	21	0.21	13
	SCHRÉDER Ponto LED	36	5	0.18	13
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	20	14	0.28	13
	SCHRÉDER Terra Midi LED	1	21	0.021	13
	SCHRÉDER SculpLine2	3	12	0.036	13
	Schréder Enyo	2	5	0.01	13
				1.662	

Tabela III.2 Funcionamento em horário de Verão do cenário 1

Horário de Verão (21h às 6h)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Igreja	SCHRÉDER SculpDot	2	35	0.07	9
	SCHRÉDER SculLine 2	4	12	0.048	9
	SCHRÉDER Trasso 1	7	14	0.098	9
	SCHRÉDER Enyo	11	5	0.055	9
Castelejo	SCHRÉDER Enyo	6	5	0.03	9
	SCHRÉDER SculpFlood 60	2	66	0.132	9
	SCHRÉDER SculpFlood 150	3	164	0.492	9
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	21	0.21	9
	SCHRÉDER Ponto LED	36	5	0.18	9
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	20	14	0.28	9
	SCHRÉDER Terra Midi LED	1	21	0.021	9
	SCHRÉDER SculpLine2	3	12	0.036	9
	Schréder Enyo	2	5	0.01	9
				1.662	

Equações utilizadas:

$$P_{total} = \frac{Potência[W]}{1.000} * N^{\circ} \text{ luminárias } [kW] \quad (III.1)$$

$$P_{instalada} = \sum P_{total \text{ de cada Lum. }} [kW] \quad (III.2)$$

Tabela III.3 Valores de custos com a utilização do serviço, (EDP,2017)

Tarifa simples >6.9 kVA	0.1659 €/kWh	
	Mensal [€]	Anual [€]
Taxa Audiovisual 2017	2.85	34.2
Preço fixo Potência Contratada (Pcont.= 13.8 kVA)	18.11 €	217.32 €

Tabela III.4 Consumo Mensal e Anual com o cenário 1 da marca Schröder, por tipo de luminária

Ramal	Tipo Luminária	Consumo Mensal TOTAL [kWh]												Consumo por lum. [kWh]	Custo por lum. [€]
		Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Igreja	SCHRÖDER SculpDot	28.21	26.39	28.21	18.9	19.53	18.9	19.53	19.53	18.9	19.53	27.3	28.21	273.14	45.313926
	SCHRÖDER SculLine 2	19.344	18.096	19.344	12.96	13.392	12.96	13.392	13.392	12.96	13.392	18.72	19.344	187.296	31.0724064
	SCHRÖDER Trasso 1	39.494	36.946	39.494	26.46	27.342	26.46	27.342	27.342	26.46	27.342	38.22	39.494	382.396	63.4394964
	SCHRÖDER Enyo	22.165	20.735	22.165	14.85	15.345	14.85	15.345	15.345	14.85	15.345	21.45	22.165	214.61	35.603799
Castelejo	SCHRÖDER Enyo	12.09	11.31	12.09	8.1	8.37	8.1	8.37	8.37	8.1	8.37	11.7	12.09	117.06	19.420254
	SCHRÖDER SculpFlood 60	53.196	49.764	53.196	35.64	36.828	35.64	36.828	36.828	35.64	36.828	51.48	53.196	515.064	85.4491176
	SCHRÖDER SculpFlood 150	198.276	185.484	198.276	132.84	137.268	132.84	137.27	137.27	132.84	137.27	191.88	198.276	1919.784	318.4921656
Anfiteatro	SCHRÖDER Terra Midi LED	24.57							28.35				84.63	137.55	22.819545
	SCHRÖDER Ponto LED	21.06							24.3				72.54	117.9	19.55961
Cam. Pedonais	SCHRÖDER TRASSO 1	112.84	105.56	112.84	75.6	78.12	75.6	78.12	78.12	75.6	78.12	109.2	112.84	1092.56	181.255704
	SCHRÖDER Terra Midi LED	8.463	7.917	8.463	5.67	5.859	5.67	5.859	5.859	5.67	5.859	8.19	8.463	81.942	13.5941778
	SCHRÖDER SculpLine2	14.508	13.572	14.508	9.72	10.044	9.72	10.044	10.044	9.72	10.044	14.04	14.508	140.472	23.3043048
	SCHRÖDER Enyo	4.03	3.77	4.03	2.7	2.79	2.7	2.79	2.79	2.7	2.79	3.9	4.03	39.02	6.473418
Consumo Mensal de energia [kW]		558.246	479.544	512.616	343.44	354.888	343.44	354.89	407.54	343.44	354.89	496.08	669.786		
Imposto Especial de Consumo [€]		0.55825	0.47954	0.512616	0.34344	0.35489	0.34344	0.3549	0.4075	0.3434	0.3549	0.4961	0.66979	5.218794	

Equações utilizadas:

$$\text{Consumo mensal por tipo de luminárias} = n^{\circ} \text{dias} * P \text{ consumida (kW)} * n^{\circ} \text{horas} \quad (\text{III.3})$$

$$\text{Custo da Energia Consumida} = \sum \text{Consumo mensal por tipo de luminária} * \text{Preço kWh} \quad (\text{III.4})$$

$$\text{Imposto Especial de Consumo Mensal} = 0,001 * \sum \text{consumo de cada lum. no mês} \quad (\text{III.5})$$

Tabela III.5 Tabela de Comparação do cenário 1 e a iluminação atual

	Potência Instalada [W]	Consumo Anual [kWh/ano]	Emissões de CO ₂ [tonCO ₂ /ano]	Custos Anuais [€/ano]
Iluminação Atual	4.671	8.767,7	4,12	2.103,4
Iluminação Cenário 1	1.662	5.219,0	2,45	1.374,9

Para o primeiro cenário e apenas utilizando luminárias da marca Schröder, resulta numa redução anual de consumo de 3.548,7 kWh/ano e uma redução de custos anual de 728,49 €/ano.

$$\text{Custo anual} = (\text{Energia Ativa consumida} + \text{Preço fixo de Potência contratada} + \text{Imposto de Consumo}) * 1,23 + \text{Taxa Audiovisual} * 1,06 \quad (\text{III.6})$$

$$\text{Consumo Anual} = \sum \text{Consumo Mensal por luminária} \quad (\text{III.7})$$

$$\text{Emissões CO}_2 = \text{Consumo Anual} * 0,00047 \quad (\text{III.8})$$

Análise Económica:

A seguinte tabela traduz o orçamento fornecido pela marca SCHRÉDER das luminárias utilizadas.

Tabela III.6 Orçamento das Luminárias cenário 1 (SCHRÉDER, 2017)

Ramal	Tipo Luminária	Nº Unidades	Preço unitário +IVA [€]	Total [€]
Igreja	SCHRÉDER SculpDot	2	495	990
	SCHRÉDER SculLine 2	4	895	3580
	SCHRÉDER Trasso 1	7	265	1855
	SCHRÉDER Enyo	11	165	1815
Castelejo	SCHRÉDER Enyo	6	165	990
	SCHRÉDER SculpFlood 60 (RGB)	1	825	825
	SCHRÉDER SculpFlood 60	1	750	750
	SCHRÉDER SculpFlood 150 (RGB)	1	1500	1500
	SCHRÉDER SculpFlood 150	2	1350	2700
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	695	6950
	SCHRÉDER Ponto LED	36	120	4320
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	20	450	9000
	SCHRÉDER Terra Midi LED	1	695	695
	SCHRÉDER SculpLine2	3	895	2685
	Schröder Enyo	2	165	330
				38985

A seguinte tabela traduz o orçamento de material elétrico necessário, fornecido por FAUSTO NEVES CARILHO, LDA

Tabela III.7 Orçamento do material elétrico necessário Cenário 1

Equipamentos	Quantidade	Unidade	Preço Unidade (€)	Desconto	Total [€]	IVA	Total+IVA (€)
Disjuntor 1P 4,5 kA - C- 10 A	4	UN	2.28	40%	5.472	23%	6.73056
Inetrruptor diferencial 2P 30 mA - AC - 16 A	4	UN	24.75	40%	59.4	23%	73.062
Caixa estanque 100 mm x 100 mm x 35 mm	14	UN	2.4	40%	20.16	23%	24.7968
Tubo 2WW 25 mm	200	m	0.5	40%	60	23%	73.8
Tubo JAGRIS 25 mm c/GUIA	400	m	0.274	45%	60.28	23%	74.1444
Cabo XV 2x2,5+T PT	359	m	0.99	45%	195.4755	23%	240.434865
Cabo XV 2x1.5+T PT	74	m	1.364	45%	55.5148	23%	68.283204
					456.3023		561.251829

O valor do investimento inicial no cenário um é de 39.546 €.

Para o cálculo dos indicadores económicos foi necessária a utilização das seguintes fórmulas de cálculo:

$$VAL = -C0 + \sum_{j=1}^n \frac{cf}{(1+d)^j} \quad (\text{III.9})$$

Cj – *cash-flow* no período j;

C0 – Investimento no ano zero;

d – taxa de atualização do capital para o mesmo período (considerada 2%, pessimista);

n – Vida útil do investimento, 15 anos.

$$TIR = -C0 + \sum_{j=1}^n \frac{cf}{(1+d)^j} \quad (\text{III.10})$$

d- taxa que aplicada na expressão anula o VAL

O payback, ou tempo de retorno do investimento, representa o período (em anos) em que o projeto foi capaz de recuperar o investimento inicial do mesmo projeto.

Tabela III.8 Indicadores económicos cenário 1

Ano	Custo de eletricidade (€/kWh)	Redução anual consumo (kWh/ano)	Redução anual custo (€/ano)	Custos Manutenção (€/ano)	Cash-flow (€)	Saldo Acumulado (€)
0	-	-	-	-	-39,546.00	-39,546.00
1	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-38,817.51
2	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-38,089.02
3	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-37,360.53
4	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-36,632.04
5	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-35,903.55
6	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-35,175.06
7	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-34,446.57
8	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-33,718.08
9	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-32,989.59
10	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-32,261.10
11	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-31,532.61
12	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-30,804.12
13	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-30,075.63
14	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-29,347.14
15	0.1659	3548.93	728.49	0	728.49	-28,618.65

VAL	-30,185.44
TIR	-12.98%
PayBack	54.60
Taxa de atualização	2%

3.2 Cenário 2: Novo sistema de iluminação com LED – diferentes fabricantes

3.2.1 Análise energética e económica

Análise Energética:

De seguida são apresentadas os valores discriminados de funcionamento, potências e quantidade de luminárias de acordo com os horários de Verão e Inverno.

Tabela III.9. Funcionamento em horário de Inverno do cenário 2

Horário de Inverno (17h30 às 6h30)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Igreja	EfectoLed Epistar 30 W	2	30	0.06	13
	Tromilux Série 3065 21 W	4	21	0.084	13
	Tromilux Série 3064 12 W	7	12	0.084	13
	EfectoLed Foco Superfície 7 W	11	7	0.077	13
Castelejo	EfectoLed Foco Superfície 7 W	6	7	0.042	13
	SCHRÉDER SculpFlood 60	1	66	0.066	13
	EfectoLed Slim Pro 60 W	1	60	0.06	13
	EfectoLed SMW 150 W	2	150	0.3	13
Anfiteatro	SCHRÉDER SculpFlood 150	1	164	0.164	13
	Tromilux Série 3022 22 W	10	22	0.22	13
	Tromilux Série 3014 5 W	36	5	0.18	13
	Tromilux Série 3064 12 W	20	12	0.24	13
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3022 22 W	1	22	0.022	13
	Tromilux Série 3065 21 W	3	21	0.063	13
	EfectoLed Foco Superfície 7 W	2	7	0.014	13
				1.676	

Tabela III.10. Funcionamento em horário de Verão do cenário 2

Horário de Verão (21h às 6h)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Igreja	EfectoLed Epistar 30 W	2	30	0.06	9
	Tromilux Série 3065 21 W	4	21	0.084	9
	Tromilux Série 3064 12 W	7	12	0.084	9
	EfectoLed Foco Superfície 7 W	11	7	0.077	9
Castelejo	EfectoLed Foco Superfície 7 W	6	7	0.042	9
	SCHRÉDER SculpFlood 60	1	66	0.066	9
	EfectoLed Slim Pro 60 W	1	60	0.06	9
	EfectoLed SMW 150 W	2	150	0.3	9
Anfiteatro	SCHRÉDER SculpFlood 150	1	164	0.164	9
	Tromilux Série 3022 22 W	10	22	0.22	9
	Tromilux Série 3014 5 W	36	5	0.18	9
	Tromilux Série 3064 12 W	20	12	0.24	9
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3022 22 W	1	22	0.022	9
	Tromilux Série 3065 21 W	3	21	0.063	9
	EfectoLed Foco Superfície 7 W	2	7	0.014	9
				1.676	

Tabela III.11. Valores de custos com a utilização do serviço, (EDP,2017)

Tarifa simples >6.9 kVA	0.1659 €/kWh	
	Mensal [€]	Anual [€]
Taxa Audiovisual 2017	2.85	34.2
Preço fixo Potência Contratada (Pcont.= 13.8 kVA)	18.11 €	217.32 €

Tabela III.12. Consumo Mensal e Anual com o cenário 2 de vários fabricantes, por tipo de luminária

Ramal	Tipo Luminária	Consumo Mensal TOTAL [kWh]												Consumo por lum.	Custo por lum.
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	[kWh]	[€]
Igreja	Projektor Led Epistar 30 W	24.18	22.62	24.18	16.2	16.74	16.2	16.74	16.74	16.2	16.74	23.4	24.18	234.12	38.840508
	Série 3065 21 W	33.852	31.668	33.852	22.68	23.44	22.68	23.44	23.436	22.68	23.436	32.76	33.852	327.768	54.3767112
	Série 3064 12 W	33.852	31.668	33.852	22.68	23.44	22.68	23.44	23.436	22.68	23.436	32.76	33.852	327.768	54.3767112
	EfectoLed Foco Superficie 7 W	31.031	29.029	31.031	20.79	21.48	20.79	21.48	21.483	20.79	21.483	30.03	31.031	300.454	49.8453186
Castelejo	EfectoLed Foco Superficie 7 W	16.926	15.834	16.926	11.34	11.72	11.34	11.72	11.718	11.34	11.718	16.38	16.926	163.884	27.1883556
	SCHRÉDER SculpFlood 60	26.598	24.882	26.598	17.82	18.41	17.82	18.41	18.414	17.82	18.414	25.74	26.598	257.532	42.7245588
	EfectoLed Slim Pro 60 W	24.18	22.62	24.18	16.2	16.74	16.2	16.74	16.74	16.2	16.74	23.4	24.18	234.12	38.840508
	EfectoLed SMD 150 W	120.9	113.1	120.9	81	83.7	81	83.7	83.7	81	83.7	117	120.9	1170.6	194.20254
Anfiteatro	SCHRÉDER SculpFlood 150	66.092	61.828	66.092	44.28	45.76	44.28	45.76	45.756	44.28	45.756	63.96	66.092	639.928	106.1640552
	Tromilux Série 3022 22 W	25.74							29.7				88.66	144.1	23.90619
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3014 5 W	21.06							24.3				72.54	117.9	19.55961
	Tromilux Série 3064 12 W	96.72	90.48	96.72	64.8	66.96	64.8	66.96	66.96	64.8	66.96	93.6	96.72	936.48	155.362032
	Tromilux Série 3022 22 W	8.866	8.294	8.866	5.94	6.138	5.94	6.138	6.138	5.94	6.138	8.58	8.866	85.844	14.2415196
	Tromilux Série 3065 21 W	25.389	23.751	25.389	17.01	17.58	17.01	17.58	17.577	17.01	17.577	24.57	25.389	245.826	40.7825334
	EfectoLed Foco Superficie 7 W	5.642	5.278	5.642	3.78	3.906	3.78	3.906	3.906	3.78	3.906	5.46	5.642	54.628	9.0627852
														5240.952	869.4739368
Consumo Mensal de energia [kW]		561.03	481.05	514.23	344.52	356	344.52	356	410	344.52	356	497.64	675.428		
Imposto Especial de Consumo [€]		0.561	0.4811	0.5142	0.3445	0.356	0.3445	0.356	0.41	0.3445	0.356	0.49764	0.67543	5.241	

Tabela III.13. Tabela de Comparação do cenário 2 e a iluminação atual

	Potência Instalada [W]	Consumo Anual [kWh/ano]	Emissões de CO ₂ [tonCO ₂ /ano]	Custos Anuais [€/ano]
Iluminação Atual	4.671	8.767,7	4,12	2.103,4
Iluminação Cenário 2	1.676	5.241,0	2,46	1.379,4

Para o segundo cenário e utilizando luminárias de diversas marcas resulta numa redução anual de consumo de 3.526,7 kWh/ano e uma redução de custos anual de 724 €/ano.

Análise Económica:

A seguinte tabela traduz o orçamento fornecido pelas diversas marcas das luminárias utilizadas. As luminárias selecionadas dizem respeito às células com a cor verde.

Tabela III.14. Orçamento das Luminárias do cenário 2

Schröder			Primelux (Ponto de venda em Coimbra)		
Modelo	cor	Preço+IVA [€]	Modelo	Cor	Preço+IVA [€]
SculpDot 35 W	RGB -laranja	495	Projektor OSLO 30 W	RGB	79.089
SculpLine2 1000 mm	BQ	895	Projektor ATRIUM 18 W	BQ	77.49
Trasso1 14 W	BQ	450			
Enyo 5W Sup.	BQ	165			
SculFlood 66 W	BQ	750	Projektor OSLO 50 W	BQ	61.377
	RGB - Azul	825			
SculpFlood 166 W	BQ	1350			
	RGB - Azul	1500			
Terra Midi 21 W	BQ	695	Projektor solo SOLUM 18 W	BQ	211.56
Ponto 5 W	BQ	120	Projektor solo SOLUM 6 W	BQ	92.619

Tromilux (Dedicado a encastrável)		EfectoLed (Loja espanhola virtual)			
Modelo	Preço+IVA [€]	Modelo	cor	Preço+IVA [€]	Quantidade
		Projektor Led Epistar 30 W	RGB	32.95	2
Série 3065 21 W	279.097455				7
Série 3064 12 W	98.858175				27
		Led de Superficie Preto 7 W	RGB	22.95	19
		Projektor Led Slim Pro 60 W	BQ	79.95	1
		Projektor Led Elegance 50 W	RGB	69.95	1
		Projektor Led SMD 150 W	BQ	124.95	2
					1
Série 3022 22 W	183.0855				11
Série 3014 5 W	40.606605	Foco Led encastrar no chão 6 W	BQ	39.95	36

A seguinte tabela traduz o orçamento de material elétrico necessário, fornecido por FAUSTO NEVES CARILHO, LDA

Tabela III.15. Orçamento do material elétrico necessário cenário 2

Equipamentos	Quantidade	Unidade	Preço Unidade (€)	Desconto	Total [€]	IVA	Total+IVA (€)
Disjuntor 1P 4,5 kA - C- 10 A	4	UN	2.28	40%	5.472	23%	6.73056
Inetrruptor diferencial 2P 30 mA - AC - 16 A	4	UN	24.75	40%	59.4	23%	73.062
Caixa estanque 100 mm x 100 mm x 35 mm	14	UN	2.4	40%	20.16	23%	24.7968
Tubo 2WW 25 mm	200	m	0.5	40%	60	23%	73.8
Tubo JAGRIS 25 mm c/GUIA	400	m	0.274	45%	60.28	23%	74.1444
Cabo XV 2x2,5+T PT	359	m	0.99	45%	195.4755	23%	240.434865
Cabo XV 2x1.5+T PT	74	m	1.364	45%	55.5148	23%	68.283204
					456.3023		561.251829

O valor do investimento inicial neste caso é de 11.839,63€.

Tabela III.16. Indicadores económicos cenário 2

Ano	Custo de eletricidade (€/kWh)	Redução anual consumo (kWh/ano)	Redução anual custo (€/ano)	Custos Manutenção (€/ano)	Cash-flow (€)	Saldo Acumulado (€)
0	-	-	-	-	-11.839.63	-11,839.63
1	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-11,115.69
2	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-10,391.75
3	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-9,667.81
4	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-8,943.87
5	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-8,219.93
6	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-7,495.99
7	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-6,772.05
8	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-6,048.11
9	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-5,324.17
10	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-4,600.23
11	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-3,876.29
12	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-3,152.35
13	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-2,428.41
14	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-1,704.47
15	0.1659	3526.8	723.94	0	723.94	-980.53

VAL	-2,537.53
TIR	-1.06%
PayBack	16.35
Taxa de atualização	2%

3.3 Cenário 3: Iluminação LED com os pontos de luz existentes - SCHRÉDER

3.3.1 Análise energética e económica

Análise Energética:

De seguida são apresentadas os valores discriminados de funcionamento, potências e quantidade de luminárias de acordo com os horários de Verão e Inverno.

Tabela III.17. Funcionamento em horário de Inverno do cenário 3

Horário de Inverno (17h30 às 6h30)		Nº Luminárias	Potência [W]	Potência total [kW]	Horas p/dia [h]
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	2	66	0.132	13
	SCHRÉDER SculpFlood 150	3	164	0.492	13
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	21	0.21	13
	SCHRÉDER Ponto LED	33	5	0.165	13
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	24	14	0.336	13
	Schröder Enyo	1	5	0.005	13
				1.34	

Tabela III.18. Funcionamento em horário de Verão do cenário 3

Horário de Verão (21h às 6h)		Nº Luminárias	Potência [W]	Potência total [kW]	Horas p/dia [h]
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	2	66	0.132	9
	SCHRÉDER SculpFlood 150	3	164	0.492	9
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	21	0.21	9
	SCHRÉDER Ponto LED	33	5	0.165	9
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	24	14	0.336	9
	Schröder Enyo	1	5	0.005	9
				1.34	

Tabela III.19. Valores de custos com a utilização do serviço, (EDP,2017)

Tarifa simples >6.9 kVA	0.1659 €/kWh
	Mensal [€] Anual [€]
Taxa Audiovisual 2017	2.85 34.2
Preço fixo Potência Contratada (Pcont.= 13.8 kVA)	18.11 € 217.32 €

Tabela III.20. Consumo Mensal e Anual do cenário 3 com a marca Schröder, por tipo de luminária

Ramal	Tipo Luminária	Consumo Mensal TOTAL [kWh]											Consumo por lum.	Custo por lum.
		Jan	Fev	Mar	Abr	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	[kWh]	[€]
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	53.196	49.764	53.196	35.64	35.64	36.828	36.828	35.64	36.828	51.48	53.196	515.064	85.4491176
	SCHRÉDER SculpFlood 150	198.28	185.48	198.28	132.84	132.84	137.27	137.268	132.84	137.268	191.88	198.276	1919.784	318.4921656
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	24.57						28.35				84.63	137.55	22.819545
	SCHRÉDER Ponto LED	19.305						22.275				66.495	108.075	17.9296425
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	135.41	126.67	135.41	90.72	90.72	93.744	93.744	90.72	93.744	131.04	135.408	1311.072	217.5068448
	SCHRÉDER Enyo	2.015	1.885	2.015	1.35	1.35	1.395	1.395	1.35	1.395	1.95	2.015	19.51	3.236709
													4011.055	665.4340245
Consumo Mensal de Energia [kW]		432.77	363.81	388.9	260.55	260.55	269.24	319.86	260.55	269.235	376.35	540.02		
Imposto Especial de Consumo [€]		0.4328	0.3638	0.3889	0.2606	0.2606	0.2692	0.31986	0.26055	0.26924	0.3764	0.54002	4.011	

Tabela III.21. Tabela de Comparação do Cenário 3 e a iluminação atual (EDP,2017)

	Potência Instalada [W]	Consumo Anual [kWh/ano]	Emissões de CO ₂ [tonCO ₂ /ano]	Custos Anuais [€/ano]
Iluminação Atual	4.671	8.767,7	4,12	2.103,4
Iluminação Cenário 3	1.340	4.011,0	1,88	1.126,9

Para o terceiro cenário e apenas utilizando luminárias da marca Schröder, resulta numa redução anual de consumo de 4.756,7 kWh/ano e uma redução de custos anual de 976,43 €/ano.

Análise Económica:

A seguinte tabela traduz o orçamento fornecido pela marca SCHRÉDER das luminárias utilizadas.

Tabela III.22. Orçamento das Luminárias do cenário 3 (SCHRÉDER, 2017)

Ramal	Tipo Luminária	Nº Unidades	Preço unitário +IVA [€]	Total [€]
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	2	750	1500
	SCHRÉDER SculpFlood 150	3	1350	4050
Anfiteatro	SCHRÉDER Terra Midi LED	10	695	6950
	SCHRÉDER Ponto LED	33	120	3960
Cam. Pedonais	SCHRÉDER TRASSO 1	24	450	10800
	Schröder Enyo	1	165	165
				27425

A seguinte tabela traduz o orçamento de material elétrico necessário, fornecido por FAUSTO NEVES CARILHO, LDA

Tabela III.23. Orçamento do material elétrico necessário cenário 3

Equipamentos	Quantidade	Unidade	Preço Unidade	Desconto	Total [€]	IVA	Total+IVA [€]
Interruptor diferencial 2P AC 30 mA 16 A	3	UN	24.75	40%	44.55	23%	54.7965
Disjuntor 1P 4,5 kA - C - 10 A	3	UN	2.28	40%	4.104	23%	5.04792
Caixa estanque 100 mm x 100 mm x 35 mm	8	UN	2.4	40%	11.52	23%	14.1696
Tubo 2WW 25 mm	50	m	0.5	40%	15	23%	18.45
Tubo JAGRIS 25 mm c/GUIA	200	m	0.274	45%	30.14	23%	37.0722
Cabo XV 2x2,5+T PT	42	m	0.99	45%	22.869	23%	28.12887
Cabo XV 2x1.5+T PT	151	m	1.364	45%	113.2802	23%	139.334646
					241.4632		296.999736

O valor do investimento inicial do cenário um apenas com luminárias Schröder é de 27.722€.

Tabela III.24. Indicadores económicos cenário 3

Ano	Custo de eletricidade (€/kWh)	Redução anual consumo (kWh/ano)	Redução anual custo (€/ano)	Custos Manutenção (€/ano)	Cash-flow (€)	Saldo Acumulado (€)
0	-	-	-	-	-27,722.00	-27,722.00
1	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-26,745.57
2	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-25,799.14
3	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-24,822.71
4	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-23,846.28
5	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-22,869.85
6	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-21,893.42
7	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-20,916.99
8	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-19,940.56
9	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-18,964.13
10	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-17,987.70
11	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-17,011.27
12	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-16,034.84
13	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-15,058.41
14	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-14,081.98
15	0.1659	4756.67	976.43	0	976.43	-13,105.55

VAL	-15,204.43
TIR	-7.10%
PayBack	28.42
Taxa de atualização	2%

3.4 Cenário 4: Iluminação LED com os pontos de luz existentes – Diferentes fabricantes

3.4.1 Análise energética e económica

Análise Energética:

De seguida são apresentadas os valores discriminados de funcionamento, potências e quantidade de luminárias de acordo com os horários de Verão e Inverno.

Tabela III.25. Funcionamento em horário de Inverno do cenário 4

Horário de Inverno (17h30 às 6h30)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	1	66	0.066	13
	EfectoLed Slim Pro 60 W	1	60	0.06	13
	EfectoLed SMW 150 W	2	150	0.3	13
	SCHRÉDER SculpFlood 150	1	164	0.164	13
Anfiteatro	Tromilux Série 3022 22 W	10	22	0.22	13
	Tromilux Série 3014 5 W	33	5	0.165	13
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3064 12 W	24	12	0.288	13
	EfectoLed Foco Superficie 7 W	1	7	0.007	13
				1.27	

Tabela III.26. Funcionamento em horário de Verão do cenário 4

Horário de Verão (21h às 6h)		Nº Luminárias	Potência (W)	Potência total (kW)	Horas p/dia (h)
Ramal	Tipo Luminária	TOTAL			
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	1	66	0.066	9
	EfectoLed Slim Pro 60 W	1	60	0.06	9
	EfectoLed SMW 150 W	2	150	0.3	9
	SCHRÉDER SculpFlood 150	1	164	0.164	9
Anfiteatro	Tromilux Série 3022 22 W	10	22	0.22	9
	Tromilux Série 3014 5 W	33	5	0.165	9
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3064 12 W	24	12	0.288	9
	EfectoLed Foco Superficie 7 W	1	7	0.007	9
				1.27	

Tabela III.27. Valores de custos com a utilização do serviço, (EDP,2017)

Tarifa simples >6.9 kVA	0.1659	€/kWh
	Mensal [€]	Anual [€]
Taxa Audiovisual 2017	2.85	34.2
Preço fixo Potência Contratada (Pcont.= 13.8 kVA)	18.11 €	217.32 €

Tabela III.28. Consumo Mensal e Anual com o cenário 4 de vários fabricantes, por tipo de luminária

Ramal	Tipo Luminária	Consumo Mensal TOTAL [kWh]												Consumo por lum. [kWh]	Custo por lum. [€]
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Castelejo	SCHRÉDER SculpFlood 60	26.6	24.88	26.598	17.82	18.414	17.82	18.41	18.414	17.82	18.414	25.74	26.6	257.532	42.7245588
	EfectoLed Slim Pro 60 W	24.18	22.62	24.18	16.2	16.74	16.2	16.74	16.74	16.2	16.74	23.4	24.18	234.12	38.840508
	EfectoLed SMW 150 W	120.9	113.1	120.9	81	83.7	81	83.7	83.7	81	83.7	117	120.9	1170.6	194.20254
	SCHRÉDER SculpFlood 150	66.09	61.83	66.092	44.28	45.756	44.28	45.76	45.756	44.28	45.756	63.96	66.09	639.928	106.1640552
Anfiteatro	Tromilux Série 3022 22 W	25.74							29.7				88.66	144.1	23.90619
	Tromilux Série 3014 5 W	19.31							22.275				66.5	108.075	17.9296425
Cam. Pedonais	Tromilux Série 3064 12 W	116.1	108.6	116.06	77.76	80.352	77.76	80.35	80.352	77.76	80.352	112.3	116.1	1123.776	186.4344384
	EfectoLed Foco Superficie 7 W	2.821	2.639	2.821	1.89	1.953	1.89	1.953	1.953	1.89	1.953	2.73	2.821	27.314	4.5313926
														3705.445	614.7333255
		Consumo Mensal de energia [kW]	401.7	333.6	356.66	238.95	246.92	238.95	246.9	298.89	239	246.915	345.2	511.8	
		Imposto Especial de Consumo [€]	0.402	0.334	0.3567	0.239	0.2469	0.239	0.247	0.2989	0.239	0.24692	0.345	0.512	3.705

Tabela III.29. Tabela de Comparação do Cenário 4 e a iluminação atual

	Potência Instalada [W]	Consumo Anual [kWh/ano]	Emissões de CO ₂ [tonCO ₂ /ano]	Custos Anuais [€/ano]
Iluminação Atual	4.671	8.767,7	4,12	2.103,4
Iluminação Cenário 4	1.270	3.705,0	1,74	1.064,2

Para o cenário quatro e utilizando luminárias de diversas marcas resulta numa redução anual de consumo de 5.062,28 kWh/ano e uma redução de custos anual de 1.039 €/ano.

Análise Económica:

A seguinte tabela traduz o orçamento fornecido pelas diversas marcas das luminárias utilizadas. As luminárias selecionadas dizem respeito às células com a cor verde.

Tabela III.30. Orçamento das Luminárias do Cenário 4

Schröder			Primelux (Ponto de venda em Coimbra)		
Modelo	cor	Preço+IVA [€]	Modelo	Cor	Preço+IVA [€]
Trasso1 14 W	BQ	450			
Enyo 5 W Sup.	BQ	165			
SculFlood 66 W	BQ	750	Projector OSLO 50 W	BQ	61.377
	Cor estática	750			
SculpFlood 166 W	BQ	1350			
	Cor estática	1350			
Terra Midi 21 W	BQ	695	Projector solo SOLUM 18 W	BQ	211.56
Ponto 5 W	BQ	120	Projector solo SOLUM 6 W	BQ	92.619

Tromilux (Dedicado a encastrável)			EfectoLed (Loja espanhola virtual)			Quantidade
Modelo	Cor	Preço+IVA [€]	Modelo	cor	Preço+IVA [€]	
Série 3064 12 W	BQ	98.858175				24
			Led de Superficie Preto 7 W	RGB	22.95	1
			Projector Led Slim Pro 60 W	BQ	79.95	1
			Projector Led Elegance 50 W	RGB	69.95	1
			Projector Led SMD 150 W	BQ	124.95	2
						1
Série 3022 22 W	BQ	183.0855				10
Série 3014 5 W	BQ	40.606605	Foco Led encastrar no chão 6 W	BQ	39.95	33

A seguinte tabela traduz o orçamento de material elétrico necessário, fornecido por FAUSTO NEVES CARILHO, LDA

Tabela III.31. Orçamento do material elétrico necessário cenário 4

Equipamentos	Quantidade	Unidade	Preço Unidade	Desconto	Total [€]	IVA	Total+IVA [€]
Interruptor diferencial 2P AC 30 mA 16 A	3	UN	24.75	40%	44.55	23%	54.7965
Disjuntor 1P 4,5 kA - C - 10 A	3	UN	2.28	40%	4.104	23%	5.04792
Caixa estanque 100 mm x 100 mm x 35 mm	8	UN	2.4	40%	11.52	23%	14.1696
Tubo 2WW 25 mm	50	m	0.5	40%	15	23%	18.45
Tubo JAGRIS 25 mm c/GUIA	200	m	0.274	45%	30.14	23%	37.0722
Cabo XV 2x2,5+T PT	42	m	0.99	45%	22.869	23%	28.12887
Cabo XV 2x1.5+T PT	151	m	1.364	45%	113.2802	23%	139.334646
					241.4632		296.999736

O valor do Investimento inicial neste caso é de 8.580,47 €.

Tabela III.32. Indicadores económicos cenário 4

Ano	Custo de eletricidade (€/kWh)	Redução anual consumo (kWh/ano)	Redução anual custo (€/ano)	Custos Manutenção (€/ano)	Cash-flow (€)	Saldo Acumulado (€)
0	-	-	-	-	-8,580.47	-8,580.47
1	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-7,541.47
2	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-6,502.47
3	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-5,463.47
4	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-4,424.47
5	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-3,385.47
6	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-2,346.47
7	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-1,307.47
8	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	-268.47
9	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	770.53
10	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	1,809.53
11	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	2,848.53
12	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	3,887.53
13	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	4,926.53
14	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	5,965.53
15	0.1659	5062.28	1039	0	1,039.00	7,004.53

VAL	4,769.91
TIR	8.59%
PB	8.26
Taxa de atualização	2%