



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO E EXPLORAÇÃO

CONCURSO PÚBLICO

“MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2”

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO	1
3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS LUMINÁRIAS A INSTALAR	3
4. ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS	6
4.1. TÚNEIS DA VIA EXPRESSO CANIÇO – CAMACHA (VE5)	6
4.1.1. TÚNEL DO CABEÇO DA CANCELA	6
4.1.2. TÚNEL DAS EIRAS	8
4.1.3. TÚNEL DO POMAR	10
4.1.4. TÚNEL DA NOGUEIRA	12
4.2. TÚNEL DO CURRAL DAS FREIRAS (VE6)	14
5. TRABALHOS A EXECUTAR	16



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste projeto é dar continuidade ao aumento da eficiência energética pela via da implementação da solução da tecnologia LED. A iluminação interior dos túneis já se encontra com a tecnologia LED, nesta fase pretende-se substituir a iluminação de reforço dos túneis da Via Expresso Caniço/Camacha (Cabeço da Cancela, Eiras, Pomar e Nogueira) e do túnel do Curral das Freiras. Os túneis localizam-se nos concelhos de Santa Cruz e de Câmara de Lobos.

A solução aplicada neste estudo cumpre com uma iluminação de elevada qualidade e o cumprimento dos requisitos extremamente exigentes da norma CIE88:2004 do Guia para a Iluminação dos Túneis Rodoviários e EN 13201:2004 «Road Lighting”.

2. ENQUADRAMENTO

A iluminação proposta para os túneis visa garantir uma visibilidade adequada, de modo a permitir uma circulação rodoviária segura e confortável.

Aquando do projeto de execução dos túneis da Via Expresso Caniço - Camacha foram admitidos os seguintes parâmetros para o dimensionamento do nível de iluminação a considerar:

- | | |
|------------------------------|---|
| – Sentido de circulação | 2 (bidirecional) |
| – Faixa de rodagem | 7,5 m (2×3,75 m) (Túnel do Cabeço da Cancela)
10,75 m (2×3,5 + 3,75) (Túneis das Eiras, Pomar e Nogueira) |
| – Declive | 0% (Túnel do Cabeço da Cancela – entrada Sul)
1,9 % (Túnel do Cabeço da Cancela – entrada Norte)

15% (entradas Túneis das Eiras, Pomar e Nogueira). |
| – Densidade de tráfego | fraco |
| – Velocidade de circulação | 60km/h |
| – Comprimento das zonas: | |
| • Túnel do Cabeço da Cancela | Zonas de entrada 55 m |



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

	Zona de transição Sul	93 m
	Zona de transição Norte	134 m
• Túnel das Eiras	Zona de entrada Sul	50 m
	Zona de transição Sul	93 m
	Zona de entrada Norte	70 m
	Zona de transição Norte	134 m
• Túnel do Pomar	Zona de entrada Sul	50 m
	Zona de transição Sul	93 m
	Zona de entrada Norte	70 m
	Zona de transição Norte	134 m
• Túnel da Nogueira	Zona de entrada Sul	50 m
	Zona de transição Sul	93 m
	Zona de entrada Norte	70 m
	Zona de transição Norte	134 m

Foi considerada a luminância L20 de 4000cd/m² para as entradas Sul e de 5000 cd/m² para as entradas Norte.

A luminância Lth nas zonas de entrada é função da luminância L20 e da distância de paragem que, por sua vez, depende da velocidade de circulação.

Assim, a luminância Lth mantida deverá ser de 200 cd/m² nas entradas Sul e de 300 cd/m² nas entradas Norte.

O presente estudo enquadra-se na iluminação de entrada do túnel.

Para o túnel do Curral das Freiras foram admitidos os seguintes parâmetros para o dimensionamento do nível de iluminação a considerar:

- Sentido de circulação 2 (bidirecional)
- Faixa de rodagem 7,5 m (2×3,5 m)



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

– Densidade de tráfego	fraco
– Velocidade de circulação	60km/h
– Coeficiente K (Lth/L20)	0,05
– Comprimento das zonas:	
• Zona de entrada Sul	55 m
• Zona de entrada Oeste	55 m

Foi considerada a luminância L20 de 2731,9 cd/m² para a entrada Sul e de 2823,80 cd/m² para a entrada Oeste Norte.

A luminância Lth nas zonas de entrada é função da luminância L20 e da distância de paragem que, por sua vez, depende da velocidade de circulação.

Assim, a luminância Lth mantida deverá ser de 136,60 cd/m² na entrada Sul e de 141,19 cd/m² na entrada Oeste.

O presente estudo enquadra-se na iluminação de entrada do túnel.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS LUMINÁRIAS A INSTALAR

As luminárias a instalar serão as seguintes:

Do tipo TFLEX ou equivalente, com as seguintes características:

- Unidade ótica e compartimento de acessórios de corpo e armadura integralmente constituídos por liga de alumínio injetado a alta pressão EN AC 47100 de acordo com a norma EN 1706, que permite uma elevada dissipação térmica, não sendo admitidas peças plásticas em contacto com o exterior;
- Acabamento com utilização do processo de pintura eletrostática, com tinta de poliéster em RAL a definir, garante uma longa duração sem corrosão nos ambientes mais severos;
- O difusor da unidade ótica é em vidro liso plano e temperado, extra claro;
- Índice de resistência ao impacto mecânico da unidade ótica e compartimento de acessórios: IK09 segundo IEC EN 62262;



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

- A unidade ótica e compartimento de acessórios devem permitir a montagem na estrutura do túnel através de suportes de fixação colocados nas laterais evitando im qualquer estagnação de água na parte posterior da unidade;
- Índice de proteção unidade ótica e compartimento de acessórios: IP69 segundo EN 60598, garantido a estanquicidade integral da luminária, permitindo limpeza por jato de água quente;
- Controlo por protocolo de rede DALI.

Características fotométricas:

- Garantia de um nível mínimo de manutenção de fluxo do LED L80B10 às 100.000 horas de acordo com o normativo LM80/TM21 para um $T_s=85^{\circ}\text{C}$;
- Sem poluição luminosa, ULOR 0%;
- Temperatura de Cor: $4000\pm 300^{\circ}\text{K}$;
- Índice de restituição cromática $\text{IRC}\geq 70$.

Características elétricas/eletrónicas:

- Proteção contra sobretensões de 10kV, externo ao driver;
- Cle I ou II de segurança elétrica;
- Fator de potência superior a 0,90.

Do tipo GL2 Compact ou equivalente, com as seguintes características:

- Corpo integralmente constituído por liga de alumínio extrudido, protegido por oxidação eletrolítica (cle 15), que permite uma elevada dissipação térmica e proteção anticorrosiva adequada;
- O difusor é em vidro liso plano e temperado, extra claro, com 5mm de espessura;
- Índice de resistência ao impacto mecânico: IK08 segundo IEC EN 62262;
- Índice de proteção global (bloco ótico, compartimento de acessórios e de ligação à rede): IP66 segundo EN 60598, garantido a estanquicidade integral da luminária;
- Controlo por protocolo de rede DALI.

Características fotométricas:



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

- Garantia de um nível mínimo de manutenção de fluxo do LED L90B10 às 100.000 horas de acordo com o normativo LM80/TM21 para um $T_s=85^{\circ}\text{C}$;
- Sem poluição luminosa, ULOR 0%;
- Temperatura de Cor: $4000\pm 300^{\circ}\text{K}$;
- Índice de restituição cromática $\text{IRC}>70$.

Características elétricas/eletrónicas:

- Proteção contra sobretensões de 10kV e externa ao driver;
- Cle I de segurança elétrica (em opção cle II);
- Fator de potência superior ou igual a 0,9;
- Corrente máxima de funcionamento de 700mA.

As luminárias a instalar deverão possuir ainda os seguintes requisitos:

Declaração de Conformidade CE;

Declaração de conformidade ENEC completo;

Ficha técnica do fabricante da luminária;

Ficha técnica do fabricante dos LED's;

Relatório de fotometria emitido por laboratório acreditado de acordo com os requisitos da norma ISO 17025 para medições fotométricas de acordo com a norma EN 13032-4, devendo no mínimo indicar:

- Temperatura de cor correlacionada (CCT) [$^{\circ}\text{K}$];
- Temperatura ambiente de medição [$^{\circ}\text{C}$];
- Número de LEDs;
- Potência nominal da luminária [W];
- Fluxo luminoso da luminária à potência nominal [lm];
- Eficácia luminosa da luminária [lm/W];
- Fator de potência;
- Referência do driver;
- Referência do LED;
- Tipo de difusor;
- Diagrama Polar.



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Declaração de Garantia do Fabricante das luminárias para um período mínimo de 10 anos.

4. ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS

Os estudos efetuados neste projeto estão conforme a normativa europeia aplicável, a norma CIE88:2004 do Guia para a Iluminação dos Túneis Rodoviários e EN 13201:2004 «Road Lighting”.

Os estudos foram efetuados com a restrição da interdistância das luminárias que já estão instaladas de modo a que este projeto tenha os menores custos possíveis.

4.1. TÚNEIS DA VIA EXPRESSO CANIÇO – CAMACHA (VE5)

4.1.1. TÚNEL DO CABEÇO DA CANCELA

O Túnel do Cabeço da Cancela tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Cabeço da Cancela	479	Sul	400W VSAP	400	46
			250W VSAP	250	8
			150 W VSAP	150	12
		Norte	400W VSAP	400	74
			250W VSAP	250	8
			150 W VSAP	150	14

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel do Cabeço da Cancela	Sul	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50418	124	19
		TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	22
		TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	186	26226	141	9
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	151	20291	134	2
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12875	151	14
	Norte	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 700mA NW740, ou equivalente	356	45731	128	54



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	40581	134	6
	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	8
	TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	224	30436	136	6
	TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	186	26226	141	4
	TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	128	17484	137	4
	TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12875	151	5
	GL2 Compact 3 48 LEDs 500mA NW740 740 Plano(a), Vidro extra claro, Liso 5103, ou equivalente	74	9965	135	9

Na zona de limiar Sul 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,66, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 209,97 cd/m².

Na zona de limiar Sul 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,68, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 147,47 cd/m².

Na zona de transição 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,67, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 64,55 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,66 a uniformidade longitudinal é de 0,9 e a luminância média é de 27,11 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,68 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 19,35 cd/m².

Na zona de limiar Norte 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,64, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 313,97 cd/m².

Na zona de limiar Norte 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,67, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 216,02 cd/m².



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Na zona de transição 1 Norte o coeficiente de uniformidade global é de 0,66, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 92,32 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,64 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 38,77 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,63 a uniformidade longitudinal é de 0,92 e a luminância média é de 24,81 cd/m².

Na zona de transição 4 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,61 a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 14,68 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel do Cabeço da Cancela encontra-se em anexo.

4.1.2. TÚNEL DAS EIRAS

O Túnel das Eiras tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel das Eiras	391	Sul	400W VSAP	400	56
			250 W VSAP	250	12
		Norte	400W VSAP	400	88
			250 W VSAP	250	10
			150 W VSAP	150	14

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel das Eiras	Sul	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50418	124	39
		TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	7
		TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	186	26226	141	17
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	128	17484	137	5



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Norte	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 700mA NW740, ou equivalente	356	45731	128	60
	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	40581	134	18
	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	6
	TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	186	26226	141	8
	TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	151	20291	134	2
	TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12875	151	8
	GL2 Compact 3 48 LEDs 500mA NW740 740 Plano(a), Vidro extra claro, Liso 5103, ou equivalente	74	9965	135	10

Na zona de limiar Sul 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,41, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 213,83 cd/m².

Na zona de limiar Sul 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,49, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 147,33 cd/m².

Na zona de transição 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,49, a uniformidade longitudinal é de 0,92 e a luminância média é de 67,58 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,45 a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 28,46 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,48 a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 17,42 cd/m².

Na zona de limiar Norte 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,75, a uniformidade longitudinal é de 0,98 e a luminância média é de 306,15 cd/m².

Na zona de limiar Norte 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,76, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 206,16 cd/m².



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Na zona de transição 1 Norte o coeficiente de uniformidade global é de 0,75, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 68,35 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,73 a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 33,88 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,74 a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 20,63 cd/m².

Na zona de transição 4 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,86 a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 15,21 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel das Eiras encontra-se em anexo.

4.1.3. TÚNEL DO POMAR

O Túnel do Pomar tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Pomar	903	Sul	400W VSAP	400	56
			250W VSAP	250	12
		Norte	400W VSAP	400	88
			250W VSAP	250	10
			150W VSAP	150	14

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel do Pomar	Sul	TFLEX COMBI 5305 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	49666	122	25
		TFLEX COMBI 5305 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	39976	132	21
		TFLEX COMBI 5305 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34446	139	4
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	260	33786	130	3
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	224	29982	134	3



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

	Norte	TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	146	21383	146	7
		TFLEX COMBI 5305 80 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	151	19988	132	5
		TFLEX COMBI 5305 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	39976	132	53
		TFLEX COMBI 5305 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34446	139	14
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	260	33786	130	9
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	224	29982	134	6
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	146	21383	146	6
		TFLEX COMBI 5305 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	128	17223	135	4
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12875	151	6
		GL2 Compact 3 32 LEDs 500mA NW740 740 Plano(a), Vidro extra claro, Liso 5103, ou equivalente	50,2	6619	132	14

Na zona de limiar Sul 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,46, a uniformidade longitudinal é de 0,98 e a luminância média é de 213,93 cd/m².

Na zona de limiar Sul 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,54, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 103,31 cd/m².

Na zona de transição 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,52, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 43,01 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,50 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 23,81 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 13,93 cd/m².

Na zona de transição 4 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,55 a uniformidade longitudinal é de 0,75 e a luminância média é de 7,71 cd/m².



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Na zona de limiar Norte 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,80, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 311,60 cd/m².

Na zona de limiar Norte 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,82, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 152,66 cd/m².

Na zona de transição 1 Norte o coeficiente de uniformidade global é de 0,79, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 43,46 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,77 a uniformidade longitudinal é de 0,92 e a luminância média é de 21,71 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,72 a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 13,39 cd/m².

Na zona de transição 4 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,72 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 9,43 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel do Pomar encontra-se em anexo.

4.1.4. TÚNEL DA NOGUEIRA

O Túnel da Nogueira tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Nogueira	735	Sul	400W VSAP	400	56
			250W VSAP	250	12
		Norte	400W VSAP	400	88
			250W VSAP	250	10
			150W VSAP	150	14

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel da Nogueira	Sul	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50418	124	24



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

		TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	40581	134	18
		TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	11
		TFLEX COMBI 5305 120 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	146	21383	146	10
		TFLEX COMBI 5305 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	128	17223	135	5
	Norte	TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 600mA NW740, ou equivalente	302	40581	134	36
		TFLEX COMBI 5303 160 LH351C 500mA NW740, ou equivalente	248	34968	141	24
		TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	146	21707	149	22
		TFLEX COMBI 5303 120 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	224	30436	136	6
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	151	20291	134	4
		TFLEX COMBI 5303 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	128	17484	137	6
		TFLEX BASE 5303 40 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	64	8665	135	9
		TFLEX BASE 5303 40 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	42,5	6371	150	5

Na zona de limiar Sul 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,44, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 201,45 cd/m².

Na zona de limiar Sul 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,48, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 102,34 cd/m².

Na zona de transição 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,48, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 39,12 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,98 e a luminância média é de 21,89 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,50 a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 13,29 cd/m².



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Na zona de limiar Norte 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,84, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 301,42 cd/m².

Na zona de limiar Norte 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,83, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 155,54 cd/m².

Na zona de transição 1 Norte o coeficiente de uniformidade global é de 0,82, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 55,18 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,82 a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 24,47 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,79 a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 13,68 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel da Nogueira encontra-se em anexo.

4.2. TÚNEL DO CURRAL DAS FREIRAS (VE6)

O Túnel do Curral das Freiras tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Curral das Freiras	2510	Sul	400W VSAP	400	27
			250W VSAP	250	32
		Oeste	400W VSAP	400	27
			250W VSAP	250	33

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel do Curral das Freiras	Sul	TFLEX COMBI 5302 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50015	123	15
		TFLEX COMBI 5302 160 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	356	45366	127	5
		TFLEX COMBI 5302 120 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	260	34024	131	7



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

		TFLEX COMBI 5302 80 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	204	25007	123	5
		TFLEX COMBI 5302 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	124	17344	140	9
		TFLEX BASE 5302 40 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	64	8617	135	12
		TFLEX BASE 5302 40 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	42,5	6336	149	6
	Oeste	TFLEX COMBI 5302 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50015	123	25
		TFLEX COMBI 5302 160 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	356	45366	127	4
		TFLEX COMBI 5302 80 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	204	25007	123	6
		TFLEX COMBI 5302 80 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	99	14355	145	8
		TFLEX BASE 5302 40 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	89	11291	127	4
		TFLEX BASE 5302 40 LH351C 400mA NW 740, ou equivalente	49,5	7122	144	8
		TFLEX BASE 5302 40 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	42,5	6336	149	5

Na zona de limiar 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,61, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 136,76 cd/m².

Na zona de limiar 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,67, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 69,75 cd/m².

Na zona de transição 1 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,67, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 24,13 cd/m².

Na zona de transição 2 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,65, a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 14,58 cd/m².

Na zona de transição 3 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,61, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 11,71 cd/m².



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2

Na zona de transição 4 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,64, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 7,17 cd/m².

Na zona de transição 5 Sul o coeficiente de uniformidade global é de 0,63, a uniformidade longitudinal é de 0,97 e a luminância média é de 5,88 cd/m².

Na zona de limiar 1 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,61, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 143,96 cd/m².

Na zona de limiar 2 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,67, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 69,91 cd/m².

Na zona de transição 1 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,63, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 30,31 cd/m².

Na zona de transição 2 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,65 a uniformidade longitudinal é de 0,98 e a luminância média é de 18,23 cd/m².

Na zona de transição 3 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,65 a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 12,17 cd/m².

Na zona de transição 4 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,67 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 8,49 cd/m².

Na zona de transição 5 Oeste o coeficiente de uniformidade global é de 0,63 a uniformidade longitudinal é de 0,96 e a luminância média é de 5,89 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel do Curral das Freiras encontra-se em anexo.

5. TRABALHOS A EXECUTAR

Os trabalhos de substituição da iluminação nos túneis incluem fornecimento, transporte, montagem e ligação das armaduras completamente equipadas e respetivos acessórios de acordo com as indicações dos fabricantes, normas e regulamentos em vigor e todos os trabalhos e equipamentos



REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA
GOVERNO REGIONAL
SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS
Direção Regional de Estradas

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS TÚNEIS DA REDE VIÁRIA REGIONAL – FASE 3 – LOTE 2
necessários para a sua correta ligação e funcionamento, bem como todos os ensaios necessários.
Incluem também montagem e desmontagem de estaleiro, implementação e desenvolvimento de
todos os procedimentos necessários conforme caderno de encargos e todos os trabalhos necessários
à remoção das armaduras existentes e respetiva entrega em destino final adequado.

