



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 1”

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 1

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO	1
3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS LUMINÁRIAS A INSTALAR	3
4. ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS	5
4.1. TÚNEIS VIA RÁPIDA MACHICO – CANIÇAL	6
4.1.1. TÚNEIS DO PIQUINHO	6
4.1.2. TÚNEIS DA FAZENDA	7
4.1.3. TÚNEIS DUPLO DO CANIÇAL	10
4.1.4. TÚNEIS DOS PORTAIS	12
4.1.5. TÚNEIS DA PALMEIRA	13
4.2. TÚNEL DO JARDIM DO MAR – PAÚL DO MAR (VE7)	15
5. TRABALHOS A EXECUTAR	17



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 1

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 Rápida Machico-Caniçal (Piquinho, Fazenda, Duplo do Caniçal, Portais e Palmeira) e do Túnel do Jardim do Mar – Paúl do Mar. Os túneis localizam-se nos concelhos de Machico e da Calheta.

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 Rápida Machico – Caniçal foram admitidos os seguintes parâmetros para o dimensionamento do nível de iluminação a considerar:

- | | |
|--|-----------------------|
| – Velocidade de circulação | 90 km/h |
| – Luminância (Lth0) | 120 cd/m ² |
| – Coeficiente K (Lth/L20) | 0,05 |
| – Uniformidade global | > 0,4 |
| – Uniformidade longitudinal | > 0,6 |
| – Fator de manutenção | 0,8 |
| – Fator de reflexão das paredes | 0,05 |
| – Distância de paragem (dependente da inclinação dos túneis, da velocidade e sentido de circulação): | |
| • Túnel do Piquinho Norte: Distância de paragem = 130 m (i=1,2% a descer); | |
| • Túnel do Piquinho Sul: Distância de paragem = 125 m (i=1,2% a subir); | |
| • Túnel da Fazenda Norte: Distância de paragem = 115 m (i=5% a subir); | |



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 1

- Túnel da Fazenda Sul: Distância de paragem = 150 m (i=5% a descer);
- Túnel da Fazenda Ramo E: Distância de paragem = 150 m (i=5% a subir);
- Túnel do Caniçal Norte: Distância de paragem = 140 m (i=3,5% a descer);
- Túnel do Caniçal Sul: Distância de paragem = 115 m (i=3,5% a subir);
- Túnel dos Portais Norte: Distância de paragem = 115 m (i=5% a subir);
- Túnel dos Portais Sul: Distância de paragem = 150 m (i=5% a descer);
- Túnel da Palmeira Norte: Distância de paragem = 70 m (i=3% a subir);
- Túnel da Palmeira Sul: Distância de paragem = 140 m (i=3% a descer).

Em cada túnel previram-se 3 zonas de iluminação, denominadas por zona limiar, zona de transição e zona interior.

As zonas de limiar e de transição caracterizam-se por apresentar níveis de luminância decrescentes, de modo a proporcionar aos condutores, condições de adaptação à passagem das altas luminâncias, para níveis de iluminação mais baixos no interior dos túneis, mantendo a perceção exata e rápida dos sinais de tráfego, outros veículos ou obstáculos que se apresentem.

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

Aquando do projeto de execução do túnel do Jardim do Mar – Paúl do Mar 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)
– Declive	1 % (entrada Jardim do Mar) 15 % (entrada Paúl do Mar).
– Densidade de tráfego	fraco
– Velocidade de circulação	60km/h
– Luminância (Lth0)	120 cd/m2
– Coeficiente K (Lth/L20)	0,04



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 1

– Comprimento das zonas:

• Zona de entrada Jardim do Mar	55 m
• Zona de transição Jardim do Mar	110 m
• Zona de entrada Paúl do Mar	45 m
• Zona de transição Paúl do Mar	110 m

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

Previram-se 3 zonas de iluminação, denominadas por zona limiar, zona de transição e zona interior.

As zonas de limiar e de transição caracterizam-se por apresentar níveis de luminância decrescentes, de modo a proporcionar aos condutores, condições de adaptação à passagem das altas luminâncias, para níveis de iluminação mais baixos no interior dos túneis, mantendo a perceção exata e rápida dos sinais de tráfego, outros veículos ou obstáculos que se apresentem. Todos os níveis a obter em cada zona devem cumprir com os resultados obtidos através da Curva CIE.

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;
- 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;



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 1

- 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:

- 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%;



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 1

- 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.

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

4. ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS



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 1

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 VIA RÁPIDA MACHICO – CANIÇAL

4.1.1. TÚNEIS DO PIQUINHO

4.1.1.1. TÚNEL DO PIQUINHO NORTE (OESTE)

O túnel do Piquinho Norte tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Piquinho Norte (Oeste)	463	400W VSAP	400	69
		250W VSAP	250	4

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel do Piquinho Norte (Oeste)	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	18
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	19
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	29
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	7

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,50, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 116,65 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 34,90 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,53, a uniformidade longitudinal é de 0,88 e a luminância média é de 12,97 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 1

4.1.1.2. TÚNEL DO PIQUINHO SUL (ESTE)

O túnel do Piquinho Sul tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Piquinho Sul (Este)	448	400W VSAP	400	66
		250W VSAP	250	4

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel do Piquinho Sul (Este)	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	16
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	35
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	12
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	3
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	4

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,50, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 116,41 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 36,60 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,54, a uniformidade longitudinal é de 0,87 e a luminância média é de 13,37 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel do Piquinho encontra-se em Anexo.

4.1.2. TÚNEIS DA FAZENDA

4.1.2.1. TÚNEL DA FAZENDA NORTE

O túnel da Fazenda Norte tem a seguinte caracterização:



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 1

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Fazenda Norte	175	400W VSAP	400	61
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel da Fazenda Norte	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	22
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	28
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	10
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	4
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	2

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,50, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 120,42 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,50, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 35,41 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,54, a uniformidade longitudinal é de 0,86 e a luminância média é de 14,5 cd/m².

4.1.2.2. TÚNEL DA FAZENDA SUL

O túnel da Fazenda Sul tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Fazenda Sul	185	400W VSAP	400	78

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
-------	-------------	--------------	----------------------------	---------------------------------	-------------



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 1

Túnel da Fazenda Sul	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	22
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	15
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	35
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	6

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,50, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 120,34 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,53, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 32,23 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,54, a uniformidade longitudinal é de 0,83 e a luminância média é de 15,69 cd/m².

4.1.2.3. TÚNEL DA FAZENDA RAMO DE SAÍDA (RAMO E)

O túnel da Fazenda Ramo de Saída tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Fazenda Ramo de Saída	208	400W VSAP	400	38
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel da Fazenda Ramo de Saída	GL2 Compact 4 64 LEDs 500mA NW740 740 Plano(a), Vidro extra claro, Liso 5102 Simétrico, ou equivalente	100	13444	134	6
	TFLEX COMBI 5300 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35413	145	16
	TFLEX COMBI 5300 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23156	130	13
	TFLEX COMBI 5300 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17707	142	8



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 1

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,68, a uniformidade longitudinal é de 0,98 e a luminância média é de 117,85 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,68, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 33,59 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,73 a uniformidade longitudinal é de 0,95 e a luminância média é de 23,13 cd/m².

Na zona de transição 3 o coeficiente de uniformidade global é de 0,77 a uniformidade longitudinal é de 0,82 e a luminância média é de 12,79 cd/m².

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

4.1.3. TÚNEIS DUPLO DO CANIÇAL

4.1.3.1. TÚNEL DUPLO DO CANIÇAL NORTE

O túnel Duplo do Caniçal Norte tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel Duplo do Caniçal Norte	2095	400W VSAP	400	71
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel Duplo do Caniçal Norte	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	30
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	15
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	24
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	3
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	4



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 1

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,49, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 120,30 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 35,53 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,89 e a luminância média é de 19,65 cd/m².

4.1.3.2. TÚNEL DUPLO DO CANIÇAL SUL

O túnel Duplo do Caniçal Sul tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel Duplo do Caniçal Sul	2134	400W VSAP	400	61
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel Duplo do Caniçal Sul	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	33
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	17
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	8
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	8

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,49, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 120,78 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 34,51 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,85 e a luminância média é de 16,10 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 1

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

4.1.4. TÚNEIS DOS PORTAIS

4.1.4.1. TÚNEIS DOS PORTAIS NORTE

O túnel dos Portais Norte a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel dos Portais Norte	694	400W VSAP	400	61
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel dos Portais Norte	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	29
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	15
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	15
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	2
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	5

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,48, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 120,40 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 35,39 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,92 e a luminância média é de 21,85 cd/m².

4.1.4.2. TÚNEL DOS PORTAIS SUL

O túnel dos Portais Sul tem a seguinte caracterização:



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 1

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel dos Portais Sul	681	400W VSAP	400	78
		250W VSAP	250	4

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel dos Portais Sul	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	29
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	25
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	21
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	3
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	4

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,48, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 121,02 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 35,96 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,89 e a luminância média é de 16,18 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel dos Portais encontra-se em anexo.

4.1.5. TÚNEIS DA PALMEIRA

4.1.5.1. TÚNEL DA PALMEIRA NORTE

O túnel da Palmeira Norte tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Palmeira Norte	875	400W VSAP	400	39



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 1

		250W VSAP	250	5
--	--	-----------	-----	---

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel da Palmeira Norte	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	18
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 600mA NW740 EF, ou equivalente	298	41689	140	18
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	178	23495	132	8

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,47, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 118,73 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52, a uniformidade longitudinal é de 0,88 e a luminância média é de 35,57 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,52 a uniformidade longitudinal é de 0,84 e a luminância média é de 15,84 cd/m².

4.1.5.2. TÚNEL DA PALMEIRA SUL

O túnel da Palmeira Sul tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel da Palmeira Sul	866	400W VSAP	400	71
		250W VSAP	250	5

A iluminação atual de VSAP será substituída pelos seguintes equipamentos:

Túnel	Equipamento	Potência (W)	Fluxo luminoso mínimo (lm)	Eficácia luminosa mínima (lm/W)	Quant. (un)
Túnel da Palmeira Sul	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 700mA NW740 EF, ou equivalente	357,2	46989	132	33
	TFLEX COMBI 5301 SYM 160 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	245	35930	147	37
	TFLEX COMBI 5301 SYM 80 LH351C 500mA NW740 EF, ou equivalente	125	17965	144	6



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 1

Na zona de limiar o coeficiente de uniformidade global é de 0,49, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 118,02 cd/m².

Na zona de transição 1 o coeficiente de uniformidade global é de 0,51, a uniformidade longitudinal é de 0,94 e a luminância média é de 36,36 cd/m².

Na zona de transição 2 o coeficiente de uniformidade global é de 0,53, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 19,01 cd/m².

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

4.2. TÚNEL DO JARDIM DO MAR – PAÚL DO MAR (VE7)

O Túnel do Jardim do Mar – Paúl do Mar tem a seguinte caracterização:

Túnel	Comprimento (m)	Entrada	Equipamento	Potência (W)	Quant. (un)
Túnel do Jardim do Mar-Paúl do Mar	2510	Jardim do Mar	400W VSAP	400	24
			250W VSAP	250	17
		Paúl do Mar	400W VSAP	400	20
			250W VSAP	250	17

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 Jardim do Mar-Paúl do Mar	Jardim do Mar	TFLEX COMBI 5302 SYM 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50015	123	11
		TFLEX COMBI 5302 SYM 160 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	356	45366	127	10
		TFLEX COMBI 5302 SYM 120 LH351C 700mA NW 740, ou equivalente	260	34024	131	3
		TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	204	25007	123	4
		TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 500mA NW 740, ou equivalente	124	17344	140	6
		TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12772	150	7
	Paúl do Mar	TFLEX COMBI 5302 SYM 160 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	408	50015	123	17



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 1

	TFLEX COMBI 5302 SYM 120 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	304	37511	123	2
	TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 800mA NW 740, ou equivalente	204	25007	123	4
	TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 600mA NW 740, ou equivalente	151	20128	133	4
	TFLEX COMBI 5302 SYM 80 LH351C 350mA NW 740, ou equivalente	85	12772	150	10

Na zona de limiar Jardim do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,59, a uniformidade longitudinal é de 0,99 e a luminância média é de 122,46 cd/m².

Na zona de transição 1 Jardim do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,59, a uniformidade longitudinal é de 0,92 e a luminância média é de 44,48 cd/m².

Na zona de transição 2 Jardim do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,62, a uniformidade longitudinal é de 0,88 e a luminância média é de 18,80 cd/m².

Na zona de transição 3 Jardim do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,58, a uniformidade longitudinal é de 0,91 e a luminância média é de 10,17 cd/m².

Na zona de limiar Paúl do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,60, a uniformidade longitudinal é de 1 e a luminância média é de 117,98 cd/m².

Na zona de transição 1 Paúl do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,59, a uniformidade longitudinal é de 0,93 e a luminância média é de 44,13 cd/m².

Na zona de transição 2 Paúl do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,60, a uniformidade longitudinal é de 0,87 e a luminância média é de 16,88 cd/m².

Na zona de transição 3 Paúl do Mar o coeficiente de uniformidade global é de 0,57, a uniformidade longitudinal é de 0,90 e a luminância média é de 10,31 cd/m².

O estudo luminotécnico para o túnel do Jardim do Mar – Paúl do Mar encontra-se em anexo.



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 1

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 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.

