AdEPORTO
AGÊNCIA DE ENERGIA DO PORTO

Plano Diretor de Iluminação Pública

PDIP – Município de Braga

BRAGA
Cidade autêntica

JUNHO | 2024

MENSAGEM

A Iluminação Pública tem sido desde sempre um fator diferenciador e de extrema importância nas cidades, pois exerce uma influência direta sobre a segurança, acessibilidade, atividade económica e sustentabilidade ambiental da nossa comunidade.

Uma iluminação adequada não só promove a inclusão, facilitando a mobilidade de todos os cidadãos, mas também torna os espaços públicos mais seguros e propícios para encontros sociais, eventos culturais e atividades económicas, contribuindo assim para uma vida urbana mais dinâmica.

O Município tem assumido uma preocupação constante com a melhoria das condições de iluminação pública em Braga, quer pela preocupação com a manutenção, quer com a preocupação com a sustentabilidade e inovação tecnológica dos seus pontos de luz.

O plano Diretor de Iluminação Pública de Braga reflete o nosso compromisso inequívoco com o presente e o futuro da Concelho de Braga. Este documento vem trazer a organização, gestão e direção técnica para o estabelecimento de novos pontos de luz, bem como reforçar uma orientação para a sustentabilidade, eficiência e redução da poluição luminosa. Servirá de suporte orientador de novos projetos ou intervenções na iluminação pública permitindo a harmonia de opções estratégicas tornando o ambiente noturno (e diurno) mais agradável e acolhedor. Este processo será dinâmico prevendo-se a sua atualização periodicamente, de forma a acompanhar a evolução tecnológica dos equipamentos, caminhando sempre no sentido da redução de consumos não descurando a vertente tecnológica e estética.

Criar um ambiente urbano mais seguro, acolhedor e inclusivo para todos os cidadãos garantindo que cada rua, praça e bairro seja iluminado de forma eficiente e sustentável, é o motivo pela qual continuamos a trabalhar, com o propósito de assegurar que Braga permaneça fiel às suas tradições, enquanto promove a sustentabilidade como um dos seus pilares fundamentais.

Altino Bessa

Vereador do Ambiente

Câmara Municipal Braga

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 5
1.1. ENQUADRAMENTO 5
1.2. IMPLEMENTAÇÃO 5
1.3. CRITÉRIOS 6
1.4. OBJETIVOS 6
2. CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO 8
2.1. COMPONENTE TERRITORIAL E HISTÓRICA 8
2.1.1. TERRITÓRIO 8
2.1.2. DEMOGRAFIA 9
2.1.3. HISTÓRIA E MEMÓRIA 10
2.2. COMPONENTE SOCIAL 12
3. COMPONENTE HUMANA, AMBIENTAL E NORMATIVA 15
3.1. COMPONENTE HUMANA E AMBIENTAL 15
3.1.1. POLUIÇÃO LUMINOSA 15
3.1.2. TEMPERATURA DE COR 19
3.1.3. ÍNDICE DE RESTITUIÇÃO DE COR 22
3.1.4. CORROSÃO ATMOSFÉRICA 23
3.1.5. EMISSÕES DE CO_2 E IMPACTE AMBIENTAL 25
3.2. COMPONENTE NORMATIVA 26
3.2.1. CLASSIFICAÇÃO DE VIAS 27
3.3. COMPONENTE TÉCNICA 33
3.3.1. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO 33
3.3.2. REGULAÇÃO DE FLUXO 38
3.3.3. TELEGESTÃO 39
4. ÁREA DE INTERVENÇÃO 43
4.1. DIFERENCIAÇÃO DAS HIERARQUIAS VIÁRIAS DE ACORDO COM PDM 43
4.1.1. VIAS ARTERIAIS 45
4.1.2. VIAS DISTRIBUIDORAS PRINCIPAIS 46
4.1.3. VIAS DISTRIBUIDORAS SECUNDÁRIAS 47
4.1.4. VIAS DISTRIBUIDORAS LOCAIS E VIAS DE ACESSO LOCAL 48
4.2. DIFERENCIAÇÃO DAS ÁREAS DE ACORDO COM PDM 48
4.2.1. SOLO URBANO – ESPAÇOS CENTRAIS 50
4.2.2. SOLO URBANO – ESPAÇOS RESIDENCIAIS 50
4.2.3. SOLO URBANO – ESPAÇOS DE ATIVIDADES ECONÓMICAS 51
4.2.4. SOLO URBANO – ESPAÇOS VERDES 51

4.2.5. SOLO URBANO – ESPAÇOS DE USO ESPECIAL 52
4.2.6. SOLO URBANO – ESPAÇOS URBANOS DE BAIXA DENSIDADE 52
4.2.7. SOLO RURAL 53
4.2.8. ÁREAS ESPECIAIS 53

5. PLANO DE AÇÃO 57
5.1. MAPEAMENTO DE CLASSES DE ILUMINAÇÃO 57
5.1.1. REGULAÇÃO DE FLUXO 58
5.2. MAPEAMENTO DE TEMPERATURAS DE COR 60
5.3. TIPIFICAÇÃO DAS LUMINÁRIAS 61
5.4. REDUÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA 63
5.5. INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE TELEGESTÃO 64
5.6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS LUMINÁRIAS 65
5.7. BOAS PRÁTICAS 67
5.7.1. DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE LUZ 67
5.7.2. PASSADEIRAS 68
5.7.3. ROTUNDAS 68
5.7.4. ARBORIZAÇÃO 70
5.7.5. CICLOVIAS 71
5.7.6. ÁREAS VERDES 72
5.7.7. PROJETOS DE ARQUITETO 73
5.7.8. TIPOS DE SUPORTE 73
5.7.9. INUNDAÇÕES 75
5.8. MANUTENÇÃO 75

6. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO 79
6.1. RUA DO CARMO E RUA DO CARVALHAL 79
6.1.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO 80
6.1.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA 80
6.1.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO 82
6.1.4. NOTAS FINAIS 82
6.2. RUA DOM PAIO MENDES 83
6.2.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO 83
6.2.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA 84
6.2.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO 85
6.2.4. NOTAS FINAIS 86
6.3. AV. DA LIBERDADE (PEDONAL) 87
6.3.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO 87
6.3.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA 88
6.3.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO 89
6.3.4. NOTAS FINAIS 89

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 91
7.1. DOCUMENTAÇÃO 91
8. GLOSSÁRIO 94
9. BIBLIOGRAFIA 96
ANEXO I – LEGENDA DO MAPA DE QUALIFICAÇÃO DO SOLO EM BRAGA 99
ANEXO II – LEGENDA DO MAPA DA HIERARQUIA VIÁRIA EM BRAGA 100
ANEXO III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 101
ANEXO IV - FOLHA DE REGISTO 108

1.
INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Um Plano Diretor de Iluminação Pública (PDIP) é um instrumento de gestão, moderno e eficaz, que facilita o desenvolvimento orgânico e sustentado da infraestrutura de Iluminação Pública (IP), contribuindo para a melhor racionalização dos custos de investimento e manutenção e para a minimização quer dos impactos ambientais quer do consumo energético. Deve ser concebido de uma forma dinâmica, sendo capaz de acompanhar o ordenamento do território e o seu crescimento e mudança, proporcionando a viabilidade de se realizar intervenções na rede ao longo dos anos.

O PDIP deve enquadrar a utilização da luz como instrumento de orientação e de mobilidade, individualizando percursos e ambiências específicas, nomeadamente através da hierarquização dos níveis de iluminação e uso de temperaturas de cor diferenciadas.

Nesse sentido, o PDIP tem como objetivo fornecer diretrizes para as intervenções na IP do Município de Braga, tanto na modernização como na ampliação, cumprindo com as necessidades básicas de iluminar de maneira eficaz, com baixo consumo energético e enquadrando as principais diretrizes fornecidas pelos documentos normativos existentes a nível europeu.

Este documento servirá de suporte a qualquer processo de intervenção na iluminação pública do Município de Braga. Consequentemente, pretende-se que os agentes de intervenção na infraestrutura de IP, como por exemplo, gabinetes de projetos, empreiteiros, gabinetes de arquitetura, entre outros, independentemente do respetivo âmbito, respeitem obrigatoriamente todas as disposições previstas neste PDIP.

1.2. IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do PDIP deverá articular e complementar as diretrizes do Plano Diretor Municipal de Braga [1] (PDM), respondendo numa perspetiva luminotécnica às solicitações sociais, ambientais, económicas, culturais e arquitetónicas municipais.

Entre os principais aspetos analisados nesta abordagem destacam-se os seguintes:

- Mapeamento das principais áreas do território, identificando os seus usos, ocupações predominantes e características individuais;
- Mobilidade urbana noturna, reconhecendo os principais traçados utilizados para o deslocamento nos seus diversos modos: pedonal, motorizado ou outros modos de mobilidade ativa;
- Recognição de zonas sensíveis que necessitam de maiores cuidados nos níveis de iluminação, aumentando o sentimento de segurança;
- Locais históricos e turísticos, evidenciando as atrações que compõem a memória do Município e potencializando o seu carácter económico;
- Proteção do ambiente, definindo boas práticas a seguir no planeamento da iluminação, que contribuam para a preservação de espécies e habitats, e minimização do impacto na fauna e na flora;
- Delimitação de áreas que carecem de maior cuidado a nível de proteção contra corrosão atmosférica.

1 PDM Revisto em Agosto de 2021

1.3. CRITÉRIOS

As soluções luminotécnicas do PDIP são muito mais abrangentes que a simples função de iluminar as vias para a circulação em segurança de peões, ciclistas e automobilistas. Os critérios para as soluções luminotécnicas serão definidos a partir da interpretação do espaço, classificação das áreas e da hierarquização das vias no Município, relevando-se:

- Níveis de luminância/iluminância e de uniformidade para cada via de acordo com as suas características;
- Temperatura de cor e índice de restituição de cor em função da atividade ou área a ser iluminada, sendo distintas para vias, parques ou praças;
- Poluição luminosa, fornecendo preceitos para um maior controlo luminoso nos novos equipamentos a instalar;
- Efeitos nas atividades humanas, adequando a iluminação à atividade existente em cada área para estimular dinâmicas económicas, turísticas ou recreativas.
- Corrosão atmosférica, sugerindo medidas para redução dos seus efeitos nefastos nos equipamentos de iluminação.

1.4. OBJETIVOS

A IP constitui uma infraestrutura primária das cidades, mas desenvolve-se com frequência de uma forma desordenada e heterogénea, respondendo a meras solicitações pontuais e condicionada por normas e métricas com o único propósito de proporcionar níveis mínimos de iluminação.

Visando colmatar a ausência de uma estratégia delineada tendo em conta a globalidade do território, na sua diversidade e articulação, o PDIP apresenta como principais objetivos:

- Contribuir para uma maior valorização e coesão territorial, na perspetiva de uma interpretação do espaço como um todo;
- Promover uma visão integrada e coerente da infraestrutura de IP em todo o território, sem prejuízo da identidade da cidade;
- Definir diretrizes e parâmetros para futuros projetos de intervenção na rede de IP, tanto de modernização como de ampliação;
- Tipificar as áreas e as vias, procurando valorizar a identidade própria de cada uma encontrando linhas de coerência na diversidade de soluções técnicas existentes;
- Reduzir de forma sustentada a fatura energética, resultante do acompanhamento das tecnologias de iluminação mais eficientes;
- Otimizar a gestão da rede, numa perspetiva de redução da iluminação a partir da introdução de níveis de iluminação;
- Melhorar a qualidade de vida dos residentes e visitantes, revitalizando a atividade urbana durante o período noturno.

2.
CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

2.1. COMPONENTE TERRITORIAL E HISTÓRICA

2.1.1. TERRITÓRIO

O Município de Braga localiza-se no norte de Portugal, no distrito de Braga, e apresenta uma área geográfica de cerca de 183,40 km^2 e uma população de 196.434 habitantes. Este Município divide-se em 37 freguesias, conforme ilustrado na *Erro! A origem da referência não foi encontrada.*.

Figura 1 *- Delimitação Geográfica do Município de Braga [1]*

A cidade de Braga corresponde à cidade administrativa e principal núcleo urbano da sub-região da CIM do Cávado, sendo esta a maior e mais populosa cidade do distrito de Braga. Este Município é limitado a norte pelo Município de Amares, a leste pela Póvoa de Lanhoso, a sudeste por Guimarães, a sul por Vila Nova de Famalicão, a oeste por Barcelos e a noroeste por Vila Verde.

Cidade jovem, cosmopolita e multicultural, Braga exibe com confiança um amplo leque de cenários de sucesso e prosperidade, estendendo os seus braços tutelares e empreendedores a áreas vitais que incluem a cultura, o comércio, a indústria e os serviços.

Na área da energia, o Município de Braga tem desenvolvido iniciativas para combater a pobreza energética no Concelho, através da melhoria das condições energéticas das habitações que estão sob a sua alçada [2][3]. Adicionalmente, o Município tem promovido múltiplos projetos cujo principal objetivo é a melhoria da eficiência da utilização da energia no seu território, reduzindo a fatura de energia e a

emissão de gases de efeito de estufa para a atmosfera, sendo de destacar as recentes substituições das tecnologias de iluminação convencionais para tecnologia LED, mais eficiente.

2.1.1.1. PATRIMÓNIO HISTÓRICO E CULTURAL

Com mais de 2000 anos de história, Braga é a mais antiga cidade portuguesa, e uma das cidades cristãs mais antigas do mundo.

Consequentemente, o Município de Braga dispõe de um profundo património histórico e cultural, onde se observa uma mistura de estilos visíveis na arquitetura, que incluem:

- O **Estilo Românico** - distinguido na **Sé de Braga,** considerada um dos mais importantes templos do românico em Portugal, onde se encontram os túmulos de Henrique de Borgonha, conde de Portucale, e da sua esposa, Teresa de Leão, pais de D. Afonso Henriques [4];
- O **Estilo Barroco** – observado no **Santuário do Bom Jesus do Monte,** classificado como Monumento Nacional e declarado Património Mundial da Humanidade pela UNESCO. O Escadório do Pórtico, o Escadório dos 5 Sentidos ou o jardim junto ao Largo do Pelica, denotam a forte influência barroca observada neste local [5].

  O barroco é também observável na **Igreja de Santa Cruz**, assumindo particular notabilidade a qualidade e riqueza da sua ornamentação [6].
- O **Estilo Neoclássico** – observado na **Basílica do Bom Jesus,** que integra o **Santuário do Bom Jesus do Monte.** Esta basílica iniciou as suas obras em 1784, tendo ficado concluída em 1811. Constitui-se como um dos primeiros edifícios em estilo neoclássico em Portugal [5].

2.1.2. DEMOGRAFIA

O número de habitantes no Município de Braga cresceu de forma consistente entre 1930 e 2023, ano em que se verificou um pico populacional de 196.434 residentes [7], como é observável na ***Figura 2.*** A freguesia mais populosa do Município de Braga é a freguesia de Braga (São Vítor), com cerca de 33 mil Habitantes.

A população municipal é constituída por 47,96% membros do sexo masculino e por 52,04% de membros do sexo feminino [8].

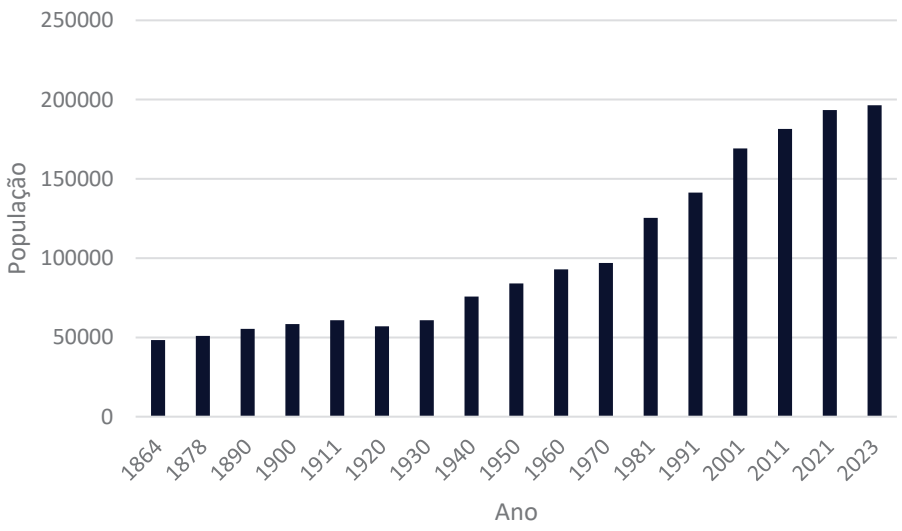


Figura 2 *– Demografia da População Residente no Município de Braga entre 1864 e 2023 [7]*

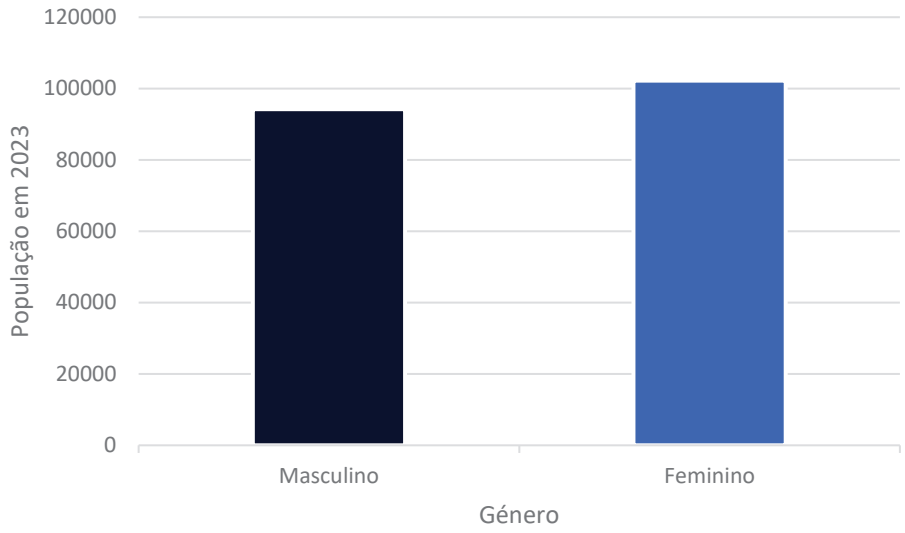


Figura 3 *– Demografia da População Residente no Município de Braga em 2023, por género [8]*

A Iluminação Pública dispõe de um papel determinante e fundamental à qualidade de vida nos centros urbanos, proporcionando todas as condições necessárias para que a vida da cidade, quer para os munícipes como para os turistas, possa continuar mesmo depois do anoitecer.

2.1.3. HISTÓRIA E MEMÓRIA

A primeira instância de iluminação pública de que há registo consistiu na importação de seis candeeiros de arco voltaico de Paris pela família real, que foram instalados na esplanada da Cidadela de Cascais, em setembro de 1878, na comemoração do aniversário do Príncipe D. Carlos. Estas lâmpadas eram do tipo Jablochkoff, e eram iguais às que nessa época iluminavam a praça do Teatro da Ópera, em Paris. Um ano depois, em 1879, as lâmpadas Jablochkoff foram utilizadas na iluminação do Chiado, em Lisboa, alimentando o interesse da população por esta inovação tecnológica, no entanto, estas lâmpadas tiveram uma aplicação muito curta, devido aos elevados custos associados à sua manutenção. Só em outubro de 1887 se conseguiu finalmente ultrapassar os obstáculos à instalação de uma rede de iluminação pública, com a assinatura de um contrato entre a Câmara Municipal de Lisboa e a empresa belga S.A. *d'Eclairage du centre*, válido durante 30 anos, que tinha como objetivo o fornecimento de gás à cidade. Ainda nesse mesmo ano, esta empresa instalou em Belém uma fábrica de gás, expandiu a rede de canalizações e colocou milhares de candeeiros na cidade, dando início a uma verdadeira expansão no campo da iluminação pública e preparando o território para a imposição da eletricidade [9]–[11].

A realidade da iluminação pública no resto do país era muito diferente, sendo esta uma tecnologia completamente desconhecida para a maior parte da população portuguesa. Em 1892 era publicado no Diário do Governo o primeiro regulamento para a concessão de licenças de estabelecimento de linhas elétricas, impulsionando assim o surgimento dos primeiros projetos para a iluminação total de uma cidade. Nas décadas seguintes a eletricidade foi-se estendendo pelo país, quer por iniciativa empresarial, quer por iniciativa das cidades e vilas, até que eventualmente Portugal fica completamente iluminado através da distribuição de eletricidade. No ano de 1965 é finalmente apagado o último candeeiro a gás, o que marca o fim da iluminação deste tipo em Portugal. Após o 25 de Abril de 1974, o país termina finalmente o seu processo de eletrificação.

Figura 4 *– Luminárias na Praça da República, Município de Braga [12]*

A constituição da EDP - Eletricidade de Portugal, em junho de 1976, marcou o início de uma nova era na gestão e desenvolvimento da IP, enquadrada nas regras dos respetivos contratos de concessão. Como empresa estatal, ficou encarregue da eletrificação de todo o país, da modernização e extensão da rede de distribuição elétrica, do planeamento e construção do parque electroprodutor nacional, e do estabelecimento de um tarifário único para todos os clientes. Por volta da década de 1980, a rede de distribuição da EDP cobria 97% do território de Portugal continental e assegurava 80% do fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, o que demostra a sua importância para a expansão e gestão da rede de iluminação pública [9] – [11].

Figura 5 *– Luminárias na Avenida dos Combatentes, Braga [13]*

Atualmente a existência de um sistema de iluminação pública é tido como garantido. Sendo este um símbolo de desenvolvimento e urbanização é importante que este seja corretamente planeado, dimensionado e gerido.

2.2. COMPONENTE SOCIAL

A iluminação pública desempenha um papel social fundamental para a vida das comunidades. Para além de aumentar a segurança percecionada, contribui para um maior sentido de conforto e bem-estar e promove e reforça o dinamismo noturno dos espaços públicos. De entre estes distinguem-se as áreas de preservação histórica, convivência, locomoção e reunião, onde existe interesse em que a interação entre pessoas continue durante o período noturno.

A imagem da cidade é o resultado de um processo de causa e efeito entre o observador e os elementos observados, tendo a iluminação pública o papel fulcral de proporcionar condições favoráveis à vida noturna. Na ***Figura 6*** são apresentados registos fotográficos das festas da famosa Noite Branca de Braga, que atrai inúmeros visitantes todos os anos.

Figura 6 – *Eventos Sociais no Município de Braga* [14] [15]

A crescente procura da vida noturna nos centros urbanos do Município de Braga, em termos de locais com dinâmicas recreativas e turísticas, zonas de lazer e de eventos, obriga a que a IP presente nessas áreas seja capaz de oferecer uma resposta diferenciada, quer seja pela proposta de medidas que incentivem e estimulem a procura, quer seja pelo dimensionamento da iluminação tendo em conta o potencial ajuntamento de multidões. O papel de iluminar de forma a apenas transmitir segurança, que até então a IP tinha, foi abandonado para ser abraçado um papel mais relevante que corresponde à transformação das ruas, trazendo cor e vida aos meios urbanos.

A valorização das ruas e/ou zonas é conseguida através do planeamento e projeção da iluminação, devendo esta ter em consideração os principais marcos históricos e arquitetónicos do Município. Atendendo às características específicas que os locais mencionados abaixo apresentam, podendo surgir outros, é de salientar a importância de estes virem a ser alvo de projetos de iluminação pública próprios e personalizados, com especificações distintas que destaquem as suas caraterísticas:

- **Centro da Cidade de Braga;**
- **Envolvente do Estádio 1º de Maio e do Parque da Ponte;**
- **Praça da República e Jardim da Avenida Central;**
- **Áreas públicas com significativa carga habitacional;**
- **Centros Urbanos das freguesias do Concelho;**
- **Espaços Públicos associados à restauração, equipamentos culturais, desportivos e escolares no período de inverno;**
- **Ciclovias e vias pedonais estratégicas.**

Figura 7 *– Câmara Municipal de Braga [16]*

3.
COMPONENTE HUMANA, AMBIENTAL E NORMATIVA

COMPONENTE HUMANA, AMBIENTAL E NORMATIVA

3.1. COMPONENTE HUMANA E AMBIENTAL

Os principais objetivos da Iluminação Pública são providenciar uma boa visibilidade na superfície das vias, de forma a detetar facilmente obstáculos existentes, e promover o bem-estar e a segurança dos cidadãos. Contudo, existem alguns fatores que comprometem o bom funcionamento dos equipamentos, colocando em causa a eficácia da iluminação e, consequentemente, o bem-estar e a segurança de residentes e visitantes, entre eles:

- **Poluição luminosa** (que resulta principalmente da utilização de níveis de iluminação demasiado elevados e de uma má orientação das luminárias);
- **Temperatura de cor** desajustada (frequentemente de valores superiores a 4.000 K);
- **Índice de restituição de cor** inadequado (baixo em situações em que deveria ser elevado);
- **Corrosão atmosférica** (degradação prematura dos equipamentos de iluminação).
- **Emissões de CO_2** elevadas (utilização de equipamentos desatualizados, que apresentem um consumo de energia desnecessário, e cujos resíduos sejam perigosos para o ambiente).

Tecnologicamente, os equipamentos de iluminação avançaram consideravelmente nos últimos anos. Contudo, os problemas acima mencionados existem e devem ser considerados. Nesse sentido, de forma a minimizar os efeitos negativos destes fatores, é importante que sejam tomadas medidas ao nível da qualidade e construção de todos os equipamentos destinados à iluminação do Município de Braga.

3.1.1. POLUIÇÃO LUMINOSA

A **palavra poluição** está associada à introdução de substâncias ou energia, de forma acidental ou intencional, no meio ambiente, com consequências negativas para os seres vivos. A **poluição luminosa** corresponde à "alteração dos níveis naturais de escuridão por um aumento da concentração de partículas luminosas (fotões) no ambiente noturno, resultante da atividade humana" [37].

Com a adoção massiva da tecnologia LED nos últimos anos, significativamente mais eficiente que as suas predecessoras, observou-se o surgimento de inúmeros projetos dimensionados de forma incorreta, originando problemas a nível ambiental, sob a forma de poluição luminosa.

A poluição luminosa é um problema que se acentuou nos últimos anos, fruto do desenvolvimento tecnológico da sociedade (com destaque nos países mais desenvolvidos), e é frequentemente causada pelo incorreto dimensionamento da Iluminação Pública. No domínio da IP distinguem-se três classes de poluição luminosa [17]:

- **Luz emitida para o céu** – ***sky glow*** – é definida como o brilho do céu à noite resultante da radiação emitida diretamente para cima (ULOR) e da radiação refletidas pelas superfícies;
- **Luz intrusiva** – iluminação de locais indevidos, sendo esta definida como a luz emitida por uma instalação para fora dos limites da área ou propriedade que pretendia iluminar;
- **Brilho encadeante** – ***glare*** – consiste num parâmetro mensurável de forma objetiva, que provoca desconforto, distração ou redução da capacidade de observar informação essencial, e que está diretamente relacionado com a segurança rodoviária.

A poluição luminosa tem um conjunto de impactos hoje reconhecidos que podem ser divididos nas seguintes categorias:

- **Aumento do brilho difuso do céu noturno** ("clarão" que impede a visibilidade das estrelas);

- **Impactos nos ecossistemas** (fauna e flora);
- **Impactos na saúde.**

De forma a minimizar os impactos referidos, impõe-se soluções específicas que procuram tornar tão reduzidos quanto possível estes impactos, tendo em conta restrições técnicas, económicas ou outras [18].

A luz emitida por um poste ou braço de iluminação deve iluminar estritamente a superfície para que foi dimensionado, uma vez que a reflexão no solo e edifícios é uma das principais fontes de poluição luminosa. A ***Figura 8*** ilustra os efeitos indesejáveis das classes de poluição luminosa referidas, fruto de um mau projeto ou da incorreta orientação de uma luminária.

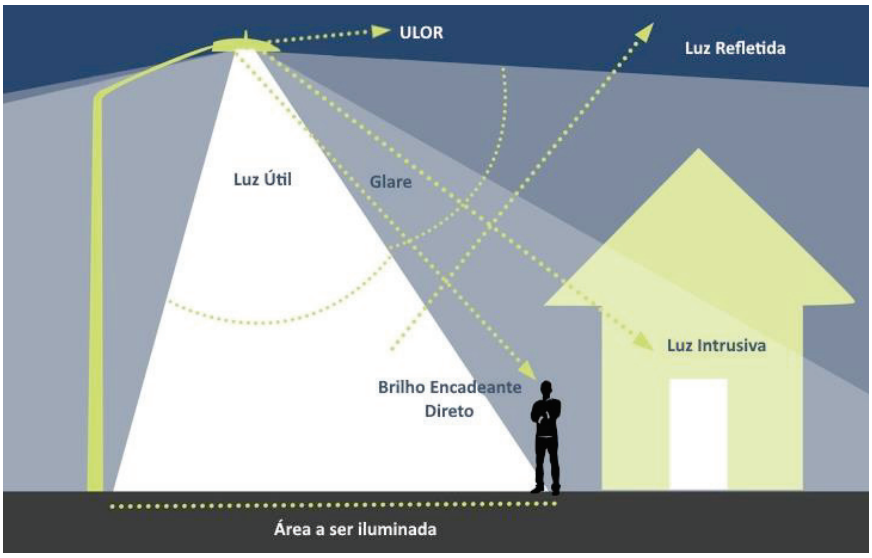


Figura 8 – *Diferentes Componentes da Poluição Luminosa*

A poluição luminosa não se deve exclusivamente à má orientação da iluminação. Mesmo que uma luminária tenha um ULOR de 0%, se o seu fluxo for elevado, a contaminação luminosa faz-se de outras formas, nomeadamente através de [17]:

- **Reflexão da luz** nas superfícies em que esta incide (solo, edifícios, viaturas, outros), que resulta na sua propagação para cima, aumentando significativamente os níveis de luz na abóbada celeste (brilho difuso do céu);
- **Dispersão do cone de luz** na zona abaixo da luminária, cuja influência não é desprezável;
- **Encandeamento** provocado por um forte contraste entre a fonte luminosa e as imediações;
- **Luz intrusiva** com efeitos diretos em zonas desprotegidas que se situem num plano inferior ao das fontes de luz.

Consequentemente, o método mais eficaz de redução da poluição luminosa passa por garantir que a luz artificial à noite no exterior seja em **menor quantidade possível, ilumine estritamente o que se pretende iluminar** e **ilumine pelo tempo estritamente necessário[2].**

A luz emitida não tem limitações, e a sua propagação excessiva, ou mal orientada, facilmente ultrapassa os limites da cidade, alcançando regiões a dezenas ou até mesmo centenas de quilómetros, agravando a poluição luminosa nessas regiões. Consequentemente, será uma responsabilidade social de cada Município contribuir com a mínima quantidade de luz possível para os Municípios vizinhos. A iluminação de ruas em muitas cidades europeias ou norte-americanas não passa, muitas vezes, dos 10-20 lux enquanto em Portugal é habitual verificarem-se valores duas, três ou mais vezes superiores a esses, consequentemente aumentando a relevância desta temática no nosso país [19].

Para além dos impactos ao nível do aumento do brilho difuso do céu noturno, a poluição luminosa tem também impactos nos ecossistemas (fauna e flora) e na saúde, a que o PDIP deve dar resposta. Para tal, impõe-se soluções específicas que, à luz do conhecimento científico atual e dos recursos disponíveis, os

[2] Contributo do Professor Raúl Cerveira Lima

conseguem minimizar ou até eliminar completamente. Consequentemente, é recomendada a avaliação prévia de cada situação específica, a monitorização contínua posteriormente à instalação do equipamento e a reavaliação periódica da iluminação face a impactos conhecidos ou prospetivos. Estas devem não só contemplar o consumo de energia e a segurança pública, como também a moderação da luz, contribuindo para que sejam cumpridas as metas impostas a nível europeu relativas às alterações climáticas.

Deve assim ser garantido um equilíbrio entre o bem-estar e os impactos e mantido o consumo energético no mínimo permitido pelas restrições técnicas e económicas existentes. A utilização da tecnologia LED apenas será mais vantajosa se o consumo energético for efetivamente menor e se a sua utilização não resultar num agravamento dos impactos da poluição luminosa. Os elevados níveis de poluição luminosa no Município de Braga são observáveis na ***Figura 9***.

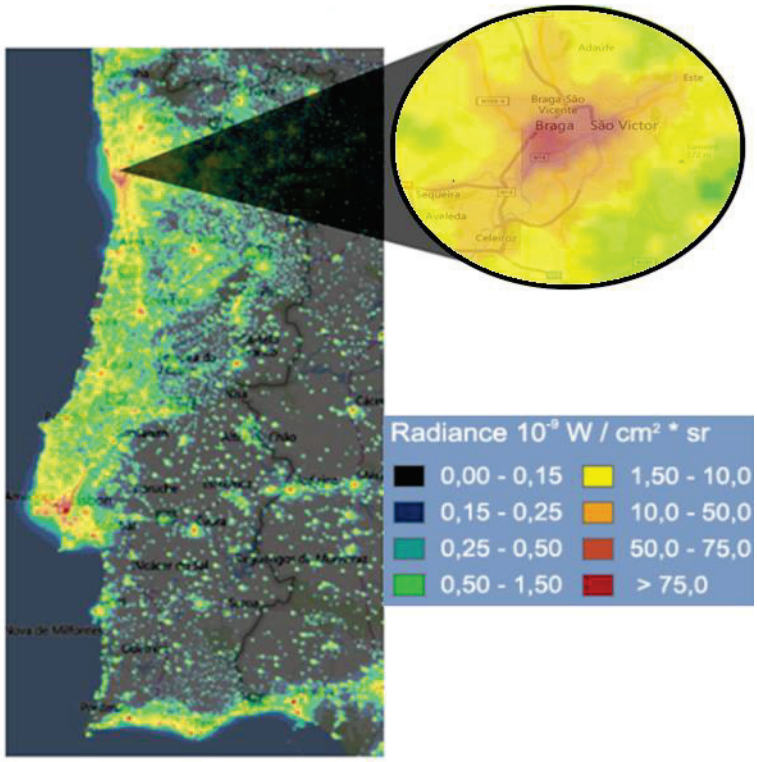


Figura 9 *– Índices de Poluição Luminosa em Portugal e no Município de Braga*[3] *[20]*

O olho humano é extremamente sensível a condições de baixa luminosidade e adapta-se sem dificuldade a condições de pouca luz, permitindo uma boa visão, no entanto, com o aumento da utilização de tecnologias de iluminação mais eficientes nos últimos anos, foi negligenciada a iluminação correta e moderada, sendo utilizados valores muito mais elevados do que os recomendáveis. Este excesso de iluminação não possibilita ao olho a passagem da condição fotópica (visão diurna) para a condição escotópica (visão noturna) ou mesmo mesópica (visão intermédia, como no crepúsculo) [17], representadas na ***Figura 10***.

3 Light Pollution Map – Referente ao ano de 2022

Figura 10 *– Diferentes Tipos de Visão [21]*

A preocupação com os impactos a nível ambiental e humano resultantes da poluição luminosa agravou-se recentemente, resultante de estudos realizados na área, que demonstram que a utilização de luminárias com uma temperatura de cor elevada, habitualmente superior a 3000 K, é nefasta para a saúde humana, ecossistemas e ambiente. Porém, quanto maior for a temperatura de cor da luminária, maior será a sua eficiência energética, sendo o equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de altas temperaturas de cor um dos maiores desafios desta área.

Os LEDs brancos têm uma maior projeção de luz, o que contribui para a poluição luminosa, e projetam uma luz que simula o dia, afetando assim animais como as aves migratórias, que se orientam com recurso à luz do dia. Para além das aves, também os insetos são afetados negativamente por este tipo de luminárias, tornando-se presas fáceis para os seus habituais predadores, por não distinguirem o período diurno do noturno.

Adicionalmente, este tipo de luz branca afeta o ciclo circadiano do ser humano, que consiste no relógio biológico que controla o sono e outras funções do organismo, e pode resultar em perturbação no sono. Quando comparado com outras luzes, a luz LED branca tem na sua composição um comprimento de onda azul muito pronunciado que afeta a produção de melatonina, a hormona do sono que é desencadeada à medida que escurece o dia. Por sua vez, a falta de sono propicia o aumento do risco de depressão, obesidade, diabetes e potencia o cancro de origem hormonal [22].

Figura 11*– Problemas associados à Poluição Luminosa*

Perante as questões levantadas no que diz respeito aos impactos da poluição luminosa, um dos grandes objetivos do PDIP é acautelar que não sejam utilizados valores elevados de iluminação. Este documento prevê ainda um sistema adaptável e flexível, no que se refere à regulação de fluxo, para que esta seja facilmente realizável sem que haja necessidade de modificar integralmente todo o sistema de iluminação.

De uma forma geral, o presente documento pretende que a iluminação se efetue onde e quando estritamente necessária, com um nível de luz mínima que garanta a boa visibilidade e a sensação de conforto, sendo também pertinente a definição de regras específicas que não permitam que a iluminação arquitetural ou a iluminação de privados (comércio, indústria, particulares e outros) comprometa a iluminação do plano geral.

Situações particulares como o Natal, ou festas populares, onde os níveis de luz aumentam drasticamente, devem ser resolvidas com recurso à regulação de fluxo das luminárias, de forma que a simbiose da iluminação pública com a luz festiva não ultrapasse os valores normais do resto do ano. Deste modo, não só a própria iluminação festiva é realçada, como também são minimizados os impactos negativos da sobre iluminação.

Os níveis de iluminação atualmente praticados são excessivos, e a sua diminuição é perfeitamente viável, e até recomendada, sem que seja afetada a sensação de conforto e segurança atualmente estabelecida. O motivo por que se tem frequentemente a sensação de que uma zona está pouco iluminada é a presença de zonas adjacentes sobre iluminadas. Quando sujeita a uma luz intensa, a pupila do olho humano contrai-se, pelo que o indivíduo que passe de uma rua sobre iluminada para uma rua com iluminação adequada terá a sensação momentânea desta última estar pouco iluminada. A solução passa por uma redução global da quantidade de luz, aliada a um aumento da uniformidade entre ruas, eliminando assim o contraste entre ruas com diferentes níveis de iluminação e mantendo a sensação de boa visibilidade.

3.1.2. TEMPERATURA DE COR

A cor não é algo intrínseco aos objetos, uma vez que estes não possuem cor isoladamente. A observação das cores como as conhecemos é possível devido ao nosso sistema neuronal ótico, que responde ao estímulo visual provocado pela reflexão da radiação nos objetos e meio ambiente, atribuindo uma cor a um determinado comprimento de onda na região do visível (380-760 nm).

A temperatura de cor, medida em Kelvin (K), relaciona-se com a tonalidade de cor emitida por uma fonte de luz. Quanto mais elevada for a sua temperatura mais fria ou azulada será a luz emitida. Por outro lado, quanto menor for a temperatura da fonte, maior será a impressão de luz quente ou avermelhada. O conceito de luz quente ou fria relaciona-se com a tonalidade de cor que uma fonte de luz apresenta ao ambiente, sendo esta uma caraterística da luz visível, determinada pela comparação da sua saturação cromática com a de um corpo negro radiante ideal. Surge assim uma das questões que mais tem suscitado preocupação na comunidade científica, que consiste na qualidade da luz, relativa à percentagem de cor azul no espetro da iluminação LED branca. Esta componente é a principal responsável pelo agravamento da poluição luminosa, impactando os ecossistemas e a observação do céu noturno, e pela potencial influência do ritmo circadiano do ser humano, impactos já mencionados na secção anterior.

Devido à sua pertinência, é apresentada na ***Figura 12*** uma comparação dos espectros do LED branco (*White LED*), vapor de sódio de alta pressão (*High Pressure Sodium*), fluorescente branca (*White Florescent*), incandescente de 2700 K (*2700K Tungsten*) e LED âmbar (*Amber LED*) [23].

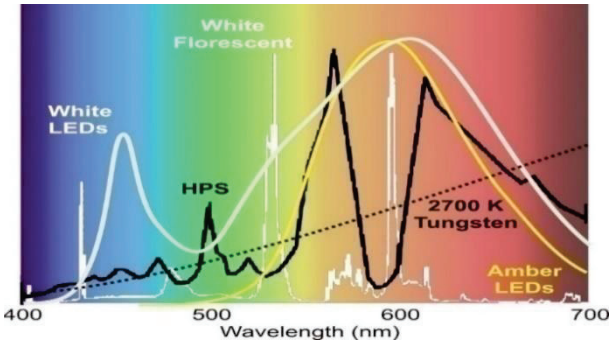


Figura 12 *– Espectros do LED Branco e Âmbar, Vapor de Sódio de Alta Pressão, Fluorescente Branca e Incandescente [23]*

Nas imagens seguintes, ***Figura 13****,* é possível compreender a evolução da temperatura de cor na IP na Cidade de Porto entre 2012 e 2017, imagem à esquerda e à direita, respetivamente.

Figura 13 *– Evolução da Temperatura do Cor na Iluminação Pública*

Assim, face aos impactos já conhecidos, tem-se verificado uma tendência global em optar-se por temperaturas de cor mais baixas. Esta mudança de paradigma deve-se às recomendações científicas atuais (incluindo, mas não se limitando, a *International Dark-Sky Association* e o *Green Public Procurement Criteria for Road Lighting and Traffic Signals* da União Europeia) em não se utilizar Temperaturas de Cor Correlacionadas (CCT) de valor superior a 3.000 K, e à insatisfação demonstrada pela comunidade relativamente à iluminação pública mais branca e "fria", em oposição à iluminação tradicional mais avermelhada e "quente". Assim, o valor da temperatura de cor instalado num local deve ser o menor possível, dentro das restrições técnicas ou económicas do momento.

Com estas questões em vista, o Plano Diretor de Iluminação Pública do Município de Braga procura incentivar a redução das temperaturas de cor dos equipamentos de iluminação pública e, simultaneamente, melhorar a eficiência da rede IP, garantindo o conforto e segurança dos cidadãos.

Adicionalmente, o presente PDIP procura evitar situações como a observada na ***Figura 14*****,** em que na mesma via se verifica a coexistência de temperaturas de cores muito distintas, o que tem consequências negativas para a uniformização luminosa da via.

Figura 14 *– Exemplo de Contraste de Temperaturas de Cor no Município de Braga*[4]

Pelas razões apresentadas até este ponto, a iluminação que seria de maior benefício para o ambiente seria a que utilizasse o menor valor de temperatura de cor, dentro das restrições técnicas ou económicas a que a rede IP está sujeita. Utilizando a tecnologia LED como exemplo, essa escolha passaria pela utilização de LED âmbar ou pc-âmbar, sendo esta uma variante tecnológica cuja temperatura de cor varia entre 2.200 K e 3.000 K, garantindo uma tonalidade avermelhada e "quente". Importa salientar que a temperatura de cor, por si só, não permite avaliar a percentagem de azul presente no espetro da luz, podendo duas fontes LED de valores semelhantes conter percentagens azuis no espetro muito distintas. Apenas o conhecimento do espectro de cada fonte permite quantificar estas percentagens, o que nem sempre se torna fácil pois nem todos os fabricantes o fornecem. No entanto, é habitual que uma CCT baixa corresponda a uma menor quantidade de azul no espetro, como ilustrado na ***Figura 15***, pelo que esta deverá ser a opção a considerar [24].

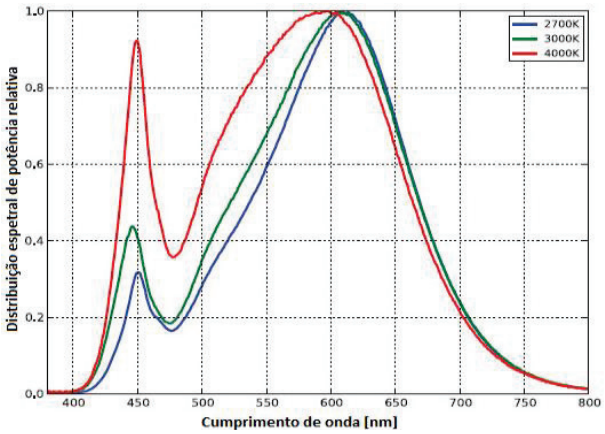


Figura 15 *– Espectro do LED para as Temperatura de Cor 2.700 K, 3.000 K e 4.000 K[24]*

4 Imagens captadas por uma equipa da CIM do Cávado

3.1.3. ÍNDICE DE RESTITUIÇÃO DE COR

O índice de restituição de cor (IRC) é uma expressão que representa, sob o aspeto de reprodução cromático, o grau de fidelidade com que as fontes de luz revelam a cor ou cores dos objetos iluminados, relativamente à aparência dessas cores quando iluminadas por uma fonte de luz ideal ou pela luz solar. Assim, o IRC indica a capacidade que uma fonte luminosa possui de restituir fielmente as cores de um objeto ou de uma superfície iluminada. Este índice varia entre 0 (nenhuma fidelidade) e 100 (máxima fidelidade), dependendo, principalmente, da composição espetral da luz emitida, e não da sua temperatura de cor. Assim sendo, quanto maior o IRC melhor o equilíbrio entre as cores e quanto maior a diferença na aparência de cor do objeto iluminado em relação ao padrão menor será o seu IRC [17].

A capacidade de restituição de cores de fontes de luz é quantificada em laboratório através de oito cores padrão especificadas. Relativamente à iluminação LED, é também relevante a restituição específica para a luz vermelha. Este valor denominado de R9 não está normalmente incluído no IRC clássico, embora o índice estendido inclua 14 cores padrão. Para iluminação LED, o IRC padrão e o valor R9 devem ser considerados em combinação.

Fontes de luz com a mesma temperatura de cor podem ser bastante diferentes em termos de representação das cores, quer das áreas quer dos objetos iluminados. As fontes de luz que fornecem um espectro completo de comprimentos de onda reproduzem qualquer tipo de cores dos objetos iluminados de uma maneira muito natural. As fontes de luz que emitem apenas cores selecionadas suportam apenas a reprodução dessas cores específicas. Na ***Figura 16*** são exemplificados diferentes valores de IRC para um mesmo objeto.

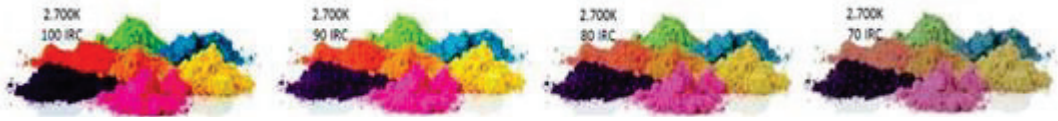


Figura 16 - *Diferentes Índices de Restituição Cromática para um mesmo objeto a 2.700 K[25]*

Na ***Tabela 1*** são apresentados os níveis típicos de restituição de cor para as diferentes tecnologias utilizadas na IP:

Tabela 1 - Índice de Restituição de Cor para as Diferentes Tecnologias de Iluminação Pública [26]

Tecnologia	IRC
Sódio de Baixa Pressão	Monocromático
Sódio de Alta Pressão	20
Mercúrio de Alta Pressão	40 a 60
Iodetos Metálicos	70 a 95
LED	Superior a 70

3.1.4. CORROSÃO ATMOSFÉRICA

A corrosão consiste na deterioração de um material ou das suas propriedades devida à reação com o meio envolvente. Ocorre entre este meio e o material (metálico, cerâmico ou polimérico) uma reação irreversível, que resulta na deterioração do material ou na dissolução de um componente do meio. Entre os vários tipos de corrosão é sem dúvida a atmosférica a que tem mais impactos na economia de um país, uma vez que esta corresponde a mais de 50% dos custos da corrosão em geral [27].

A corrosão dos materiais impacta de forma negativa o meio ambiente, a economia e a segurança das pessoas e bens. Todavia, estes impactos não se encontram devidamente quantificados sectorialmente, tornando-se evidente a necessidade de se tomar medidas que tenham como objetivo reduzir, e se possível estancar tais prejuízos. O grau de risco e taxa de ocorrência dependem essencialmente dos seguintes parâmetros:

- **Humidade relativa** do local onde a estrutura se encontra instalada (interior ou exterior);
- **Risco de condensação**, que depende da humidade relativa, temperatura do material e velocidade com que o ar se desloca;
- **Concentração de poluentes corrosivos** (gases, sólidos ou líquidos como dióxido de enxofre, ácidos, alcalinos ou sais).

Devido às particularidades do projeto IP, torna-se imperativo que um Município se acautele contra a corrosão atmosférica, devido ao seu efeito sobre os apoios e as próprias luminárias. A corrosão pode comprometer a estanquicidade da luminária, originando falhas e/ou avarias. O desgaste prematuro das luminárias, devido à corrosão, implica investimentos elevados por parte do Município, nomeadamente, na manutenção destas luminárias, pinturas dos postes, substituição de peças danificadas ou na substituição integral da luminária.

Tendo em consideração a localização geográfica do Município de Braga, longe da costa e do ambiente salino corrosivo, este não é um ponto crítico a considerar, devendo apenas ser prevista proteção anticorrosiva para locais com forte presença de indústrias, que sejam identificadas pelo Município de Braga.

Devido à incidência da corrosão atmosférica, que incita um desgaste prematuro nos equipamentos e agrava os custos de manutenção, foi classificada a corrosividade das atmosferas em vários pontos do território nacional, como apresentado no mapa da ***Figura 17***. O projeto que permitiu esta caraterização é denominado de Mapa Nacional de Corrosão Atmosférica e foi desenvolvido e coordenado pelo Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI) entre 1989 e 1995. A classificação da corrosividade da atmosfera foi realizada em termos de duração da exposição à humidade e aos contaminantes atmosféricos, segundo as normas ISO 9223 e 9226.

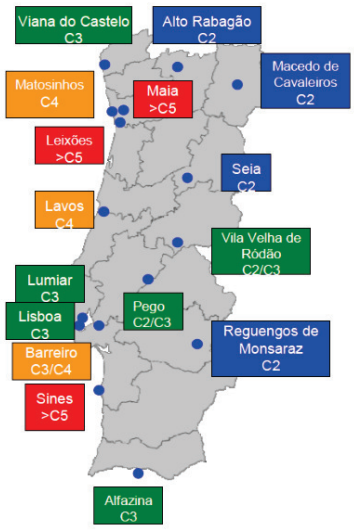


Figura 17 *- Classificação da Corrosividade Atmosférica no Território Nacional[28]*

A ***Tabela 2*** descreve, de forma genérica, as diversas categorias de corrosividade atmosférica para o exterior:

Tabela 2 - Caraterização das Categorias de Corrosividade Atmosférica Exterior [29]

Categorias de Corrosividade	Exposição Atmosférica Exterior
C1 - Muito baixa	Zonas secas e frias, ambientes com poluição baixa (SO2 < 5 μ g/m3)
C2 - Baixa	Zonas temperadas, ambientes com poluição baixa (SO2 < 5 μ g/m3)
C3 - Média	Zonas temperadas, ambientes com poluição média (5 μ g/m3 ≤ SO2 < 30 μ g/m3) ou com alguma influência de cloretos
C4 - Alta	Zonas temperadas, ambientes com poluição alta (30 μ g/m3 ≤ SO 2< 90 μ g/m3) ou com alta influência de cloretos
C5 - Muito alta	Zonas temperadas e subtropical, ambientes com níveis muito altos de poluição (90 μ g/m3 ≤ SO2 < 250 μ g/m3) e/ou com muito alta influência de cloretos
CX - Extrema	Zonas subtropical e tropica, ambientes com níveis extremos de poluição (SO2 ≥ 250 μ g/m3) e/ou com extrema influência de cloretos

Atendendo à descrição das diversas categorias de corrosividade atmosférica, o Município de Braga enquadra-se na categoria de corrosividade atmosférica **C2**, o que se justifica por este estar localizado numa zona temperada, com ambiente de poluição baixa, a uma distância significativa da costa e das consequências resultantes da corrosão por exposição a ambientes salinos.

Sempre que for pretendida proteção anticorrosiva numa luminária, esta deve ser testada segundo as condições de ensaio de acordo com a norma ISO 9227.

A norma ISO 4628 atesta a qualidade da proteção anticorrosiva, relativamente ao nevoeiro salino, através das condições e ensaios de envelhecimento acelerado, segundo a norma ISO 9227, que avaliam a degradação das propriedades do revestimento superficial.

3.1.5. EMISSÕES DE CO_2 E IMPACTE AMBIENTAL

Com o constante crescimento da procura de energia no mundo, resultante de fatores como a explosão demográfica, o crescimento económico, a digitalização, e o aumento da mobilidade, é cada vez mais importante atuarmos no sentido de reduzir o consumo energético no nosso território.

Esta redução de consumo, para além dos benefícios resultantes ao nível da diminuição dos custos de exploração, é também extremamente relevante no que se refere à diminuição das emissões de gases de efeito de estufa (CO_{2eq}) para a atmosfera.

Uma vez que a **rede de iluminação pública** corresponde a uma das infraestruturas municipais mais significativas no que se refere ao consumo de energia, **chegando a representar cerca de 50% de todo o consumo energético das instalações municipais**, este tema toma especial relevância no presente documento. Assim, as emissões de CO_2 quantificadas na rede IP resultam da produção de energia elétrica adicional desperdiçada por uma ineficiente utilização da iluminação no território, cuja principal causa é a utilização de equipamentos de iluminação desatualizados.

Consequentemente, a solução para a diminuição das emissões de CO_{2eq} na infraestrutura de Iluminação Pública passa obrigatoriamente pela modernização da rede, ou seja, pela troca das luminárias convencionais por luminárias mais eficientes LED. Esta substituição LED, que deverá ter em atenção todas as preocupações enumeradas ao longo do presente documento, representa habitualmente uma **diminuição mínima expectável de 60% do consumo de energia elétrica**, o que se reflete diretamente nas emissões de CO_{2eq} para a atmosfera, contribuindo ativamente para a proteção do ambiente, e para o cumprimento das metas estabelecidas para a redução das emissões.

A substituição da iluminação por equipamentos LED resulta assim num aumento significativo da eficiência energética associada a esta infraestrutura, sendo este um investimento que é recuperado pelas Autarquias num período muito curto, tornando estas soluções extremamente viáveis do ponto de vista económico.

Outro fator importante a ter em consideração, corresponde ao facto de as lâmpadas convencionais serem altamente tóxicas, uma vez que possuem metais pesados, pelo que a sua reciclagem e manuseamento implicam especial cuidado, devido ao risco que estes materiais representam para o meio ambiente e para o ser humano. Por outro lado, as luminárias de tecnologia LED são consideradas tecnologia limpa, podendo até serem tratadas como “lixo comum”, ou até reaproveitados (cerca de 90% dos componentes que constituem as luminárias LED podem ser reutilizados).

3.2. COMPONENTE NORMATIVA

De forma a uniformizar e harmonizar a temática da IP em território europeu, foi publicada a norma **EN 13201** que introduz e tipifica as classes de iluminação com o objetivo de regulamentar os requisitos luminotécnicos. No mesmo seguimento, a norma CIE 115:2010 estabelece recomendações utilizando um método simplificado, reduzindo o número de parâmetros necessários e clarificando alguns conceitos [17].

A nível nacional não existem documentos legais ou normativos com a definição dos parâmetros de iluminação indicados nas vias. Contudo, em setembro de 2012, foi publicado o **Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública** (DREEIP), revisto numa 2.ª edição em 2018 por iniciativa da Secretaria de Estado da Energia [30] [32].

Posto isto, um projeto deve incluir os estudos luminotécnicos, bem como as fichas técnicas da totalidade dos equipamentos preconizados. As luminárias a instalar devem cumprir com as seguintes normas na sua redação mais atual:

Segurança:

- EN 60598-1 Luminárias - Requisitos gerais e ensaios;
- EN 60598-2-3 Luminárias - Requisitos particulares. Luminárias para iluminação pública;
- EN 60529 - Graus de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra matérias estranhas, IP;
- EN 62262 - Graus de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos, IK;
- EN 62471 - Segurança fotobiológica de lâmpadas e aparelhos que utilizam lâmpadas.

Compatibilidade eletromagnética:

- EN 61000-3-2 - Compatibilidade eletromagnética (CEM). Limites para as emissões de correntes harmónicas;
- EN 61000-3-3 - Compatibilidade eletromagnética (CEM). Limitação das variações de tensão;
- EN 55015 - Limites e métodos de medida das características relativas à perturbação radioelétrica dos equipamentos de iluminação e similares;
- EN 61547 - Equipamentos para iluminação de uso geral. Requisitos de imunidade CEM.

Componentes das luminárias:

- EN 62031 - Módulos LED para iluminação geral. Requisitos de segurança;
- EN 61347-1 - Dispositivos de controlo da lâmpada. Requisitos gerais e de segurança;
- EN 61347-2-13 - Dispositivos de controlo da lâmpada. Requisitos particulares para dispositivos de controlo eletrónicos alimentados com corrente continua ou corrente alternada para módulos LED.

Performance:

- EN 62717 - Módulos leds para iluminação geral. Requisitos de performance;
- EN 62384 - Dispositivo de controlo eletrónico alimentados com corrente continua ou corrente alternada para módulos LED. Requisitos de performance;
- EN 62722-1 - Performance da luminária. Requisitos gerais;
- EN 62722-2-1 - Performance da luminária. Requisitos particulares para luminárias LED;
- EN 13032-1 +A1 e EN 13032-4 - Ensaio fotométrico, matriz de intensidades luminosas e índice de reprodução cromática.

3.2.1. CLASSIFICAÇÃO DE VIAS

Segundo a norma **EN 13201** a classe de iluminação é determinada por um conjunto de requisitos fotométricos que visam as necessidades visuais dos utilizadores, sendo estipulados três tipos de classificação:

- **Classe M** – destinada a vias com tráfego motorizado;
- **Classe C** – destinada a áreas de conflito, onde os veículos motorizados intersetam ou confluem com outros utilizadores como peões e ciclistas;
- **Classe P** – destinada a vias ocupadas maioritariamente por peões e ciclistas.

A ***Tabela 3***, que se segue, apresenta uma comparação genérica dos níveis de iluminação entre as diferentes classes: M, C e P [30]. Em toda a iluminação pública funcional, de acordo com o **DREEIP**, documento baseado na norma EN 13201, os níveis médios calculados não deverão ultrapassar os 120% nem ser inferiores a 95% dos níveis de referência correspondentes à respetiva classe, exceto quando se tratar de uma requalificação em que as características da rede não o permitam.

Em situações de impossibilidade de cumprimento destes preceitos, o projeto deverá incluir a respetiva justificação e os índices de desempenho deverão ser maximizados [30].

Tabela 3 – Comparação Genérica dos Níveis Mínimos de Acordo com as Classes M, C e P [30]

Classe M	Luminância (cd/m2)	Classe C	Iluminância (lux)	Classe P	Iluminância (lux)
-	-	**C0**	50	-	-
M1	2	**C1**	30	-	-
M2	1,5	**C2**	20	-	-
M3	1	**C3**	15	**P1**	15
M4	0,75	**C4**	10	**P2**	10
M5	0,5	**C5**	7,5	**P3**	7,5
M6	0,3	-	-	**P4**	5
-	-	-	-	**P5**	3
-	-	-	-	**P6**	2

Para a definição do nível de cada classe de iluminação existem vários parâmetros a considerar, caracterizados na ***Tabela 4*** abaixo, com diferentes opções:

- Descritivo das opções para a **velocidade**;
- Descritivo das opções para o **volume de tráfego**;
- Descritivo das opções para a **densidade de cruzamentos**;
- Descritivo das opções para **iluminação ambiente**.

Não havendo argumento definido para a seleção dos parâmetros nem limitação para os valores máximos a utilizar, compete ao projetista realizar uma avaliação baseada no bom senso de forma a garantir as melhores condições de iluminação para as vias, minimizando, simultaneamente, a poluição luminosa.

Tabela 4 – Parâmetros para Definição da Classe da Via [30]

Velocidade (km/h)		
Muito alta	v ≥ 100	
Alta	70 < v < 100	
Moderada	40 < v ≤ 70	
Baixa	v ≤ 40	
Muito baixa	Apenas pedestres	
Volume de Tráfego		
	Autoestrada, múltiplas vias	Duas Vias
Alto	> 65% da capacidade máxima	> 45% da capacidade máxima
Moderado	35% a 65% da capacidade máxima	15% a 45% da capacidade máxima
Baixo	< 35% da capacidade máxima	< 15% da capacidade máxima
Densidade de Interseções		
	Interceções/km	Distância entre pontes, km
Alto	> 3	< 3
Moderado	≤ 3	≥ 3
Iluminação Ambiente		
Alta	Zonas com grande quantidade de iluminação decorativa, montras e outros sistemas de iluminação de exteriores	
Moderada	Zonas com contribuição de iluminação de sinaléticas e residencial	
Baixa	Zonas onde a IP seja a única fonte de iluminação	

Dentro da seleção da classe de iluminação pode ainda ser definido o tipo de iluminação em função das características diferenciadas que a via pode apresentar ao longo do período noturno:

- **Iluminação Normal** - a classe selecionada é indicada como apropriada durante todas as horas de funcionamento da IP. Desta forma a iluminação caracteriza-se pelos critérios que apresentam maiores necessidades para respetiva via, como por exemplo as horas de pico de tráfego automóvel;
- **Iluminação Adaptativa** (regulação do fluxo luminoso) - a classe selecionada de uma via poderá variar sempre que os critérios da mesma se alterem ao longo das horas de funcionamento da IP. Desta forma a iluminação é adaptada segundo as alterações e necessidades verificadas na via, seja pelo volume de tráfego, estação do ano, fins-de-semana, entre outros.

3.2.1.1. Classificação de Vias Classe M

A classe de iluminação **M** destina-se a vias com tráfego motorizado, como:

- Vias de circulação periféricas aos tecidos urbanos;
- Vias de acesso;
- Estradas secundárias;
- Estradas municipais;
- Vias dentro do perímetro urbano de tráfego misto, onde interagem peões e veículos não motorizados, mas com predominância de veículos motorizados.

A ***Tabela 5*** apresenta as opções possíveis, de acordo com os parâmetros e respetivas ponderações, para a classe de via M. A seleção pode ser obtida tendo em consideração uma iluminação normal (dimensiona-se para o pior caso e mantem-se durante todo o período de funcionamento), ou uma iluminação adaptativa (regula-se o fluxo luminoso ao longo do período de funcionamento).

Para a determinação da classe da via utiliza-se a fórmula:

$$\mathrm{M} = 6 - \text{Soma dos Valores Ponderados}$$

A seleção dos valores de ponderação produzirá classes entre 1 e 6, de acordo com as seguintes regras:

- Se a soma dos valores de ponderados for inferior a 0, será adotado o valor 0;
- Se o resultado M for inferior ou igual a 0, deverá ser adotada a classe de iluminação M1.

Os níveis de referência a cumprir para as classes M, nomeadamente a luminância média (L_{med}), uniformidade global (U_o), uniformidade longitudinal (U_L), encandeamento perturbador (**TI**) e iluminação envolvente (R_{EI}) apresentam-se na

Tabela 6.

Tabela 5 *- Parâmetros para Classificação de Vias da Classe M* [30]

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção			
			On-0:00	0:00-2:00	2:00-6:00	6:00 - Off
Velocidade	Muito Alta	2				
	Alta	1				
	Moderada	-1				
	Baixa	-2				
Volume de Tráfego	Alto	1				
	Moderado	0				
	Baixo	-1				
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2				
	Misto	1				
	Apenas Motorizado	0				
Separação de Vias	Não	1				
	Sim	0				
Veículos Estacionados	Sim	1				
	Não	0				
Iluminação Ambiente	Alta	1				
	Moderada	0				
	Baixa	-1				
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2				
	Difíceis	1				
	Fáceis	0				
		Soma dos valores ponderados				
		Classe da Via				

Tabela 6 - Requisitos Fotométricos para a Classe M [30]

Classe Iluminação	Seca			Molhada	TI	R_{EI}
	L_{med}	U_o	U_L	U_{oW}		
M1	2	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M3	1	0,4	0,6	0,15	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	0,15	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	0,15	15	0,3

A cada classe estão associados diversos índices que definem a sua subclasse, devendo a classificação ser dada para o pior cenário. Assim, caso se opte pela iluminação adaptativa, todos os parâmetros referentes à classificação mais alta (pior cenário) se devem manter (**U_o, U_1, TI e R_{EI}**) à exceção da luminância média que pode ser diminuída ao longo da noite (L_{med}).

3.2.1.2. CLASSIFICAÇÃO DE VIAS CLASSE C

A classe de iluminação **C** corresponde a áreas de conflito, ou seja, locais onde vias de circulação automóvel intersetam espaços frequentados por pedestres, ciclistas ou outros utilizadores, como cruzamentos, rotundas e locais com elevada taxa de acidentes. Estas áreas devem ter uma classificação com um nível superior relativamente à via de maior classe que converge para essa mesma zona - Exemplo: se a via adjacente possuir uma classificação M3 a área de conflito deverá ser equivalente a M2.

A ***Tabela 7*** indica as opções possíveis, atendendo aos parâmetros e à respetiva ponderação, para as classes C, considerando igualmente um perfil ilustrativo relativamente à iluminação adaptativa. Para determinação da classe da via utiliza-se a fórmula:

$$\mathrm{C} = 6 - \text{Soma dos Valores Ponderados}$$

A seleção dos valores de ponderação produzirá classes entre 0 e 5, de acordo com as seguintes regras:

- Se a soma dos valores de ponderados for inferior ou igual a 0, será adotado o valor 1;
- Se o resultado C for inferior a 0, deverá ser adotada a classe de iluminação C0.

Tabela 7 - Parâmetros para Classificação de Vias da Classe C [30]

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção			
			On-0:00	0:00-2:00	2:00-6:00	6:00 - Off
Velocidade	Muito Alta	3				
	Alta	2				
	Moderada	0				
	Baixa	-1				
Volume de Tráfego	Alto	1				
	Moderado	0				
	Baixo	-1				
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2				
	Misto	1				
	Apenas Motorizado	0				
Separação de Vias	Não	1				
	Sim	0				
Veículos Estacionados	Sim	1				
	Não	0				
Iluminação Ambiente	Alta	1				
	Moderada	0				
	Baixa	-1				
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2				
	Difíceis	1				
	Fáceis	0				
		Soma dos valores ponderados				
		Classe da Via				

Apesar da definição das zonas de conflito poder ser determinada tanto pelo critério da luminância como pelo da iluminância, podem existir zonas onde a complexidade e diversidade das ruas não permite um

cálculo fiável das luminâncias, sendo necessário utilizar o critério da iluminância, comparando as classes obtidas pelos critérios de luminância e iluminância. Assim, quando a iluminância é usada como critério para a iluminação da área de conflito os níveis de referência a cumprir para as classes C são os que se apresentam na ***Tabela 8***:

Tabela 8 - Requisitos Fotométricos para a Classe C [30]

Classe Iluminação	Iluminância média E (lux)	Uniformidade Global Uo
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

3.2.1.3. CLASSIFICAÇÃO DE VIAS CLASSE P

As classes de iluminação **P** correspondem a vias predominantemente pedonais, com possibilidade de existirem veículos não motorizados, bem como a vias onde a velocidade de circulação de veículos motorizados é inferior ou igual a 40 km/h.

A ***Tabela 9*** indica as opções possíveis, atendendo aos parâmetros e a respetiva ponderação, para as classes P, exibindo um perfil horário ilustrativo para a questão da iluminação adaptativa.

Para determinação da classe da via utiliza-se a fórmula:

$$\mathrm{P} = 6 - \text{Soma dos Valores Ponderados}$$

A seleção dos valores de ponderação produzirá classes entre 1 e 6, de acordo com as seguintes regras:

- Se a soma dos valores de ponderados for inferior a 0, será adotado o valor 0;
- Se o resultado P for igual a 0, deverá ser adotada a classe de iluminação P1.

Os níveis de referência a cumprir para as classes P apresentam-se na ***Tabela 10***.

Tabela 9 - Parâmetros para Classificação de Vias da Classe P [30]

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção		
			On-0:00	0:00-6:00	6:00 - Off
Velocidade	Baixa	1			
	Muito Baixa (andar a pé)	0			
Intensidade de Uso	Intensa	1			
	Normal	0			
	Calma	-1			
Composição de Tráfego	Pedestres, ciclistas e tráfego motorizado	2			
	Pedestres e tráfego motorizado	1			
	Pedestres e ciclistas	1			
	Apenas Pedestres	0			
	Apenas Ciclistas	0			
Veículos Estacionados	Sim	1			
	Não	0			
Iluminação Ambiente	Alta	1			
	Moderada	0			
	Baixa	-1			
Reconhecimento Facial	Necessário	Requerimentos Adicionais			
	Não Necessário	Sem requerimentos adicionais			
		Soma dos valores ponderados			
		Classe da Via			

Tabela 10 - Requisitos Fotométricos para a Classe P [30]

Classe Iluminação	Iluminância Horizontal		Requisitos adicionais caso o reconhecimento facial	
	Média E (lux)	Mínima Emin (lux)	Evertical, min (lux)	Esemi-cilíndrico, min (lux)
P1	15	3	5	3
P2	10	2	3	2
P3	7,5	1,5	2,5	1,5
P4	5	1	1,5	1
P5	3	0,6	1	0,6
P6	2	0,4	0,6	0,4

Para zonas onde o reconhecimento facial é essencial no desenvolvimento dos critérios de iluminação, tendo em conta particularidades como a perceção de segurança pessoal ou melhoramento da aparência local, podem ser adotados mais requisitos de forma a melhorar este aspeto em particular.

3.3. COMPONENTE TÉCNICA

3.3.1. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO

Da análise geral efetuada à infraestrutura de IP, atualmente em serviço, e da respetiva verificação no terreno das condições gerais de conservação dos Pontos de Iluminação Pública (PIPs), verifica-se a existência de um défice de manutenção preventiva e corretiva das instalações, e alguma obsolescência e precaridade de tipologias específicas do equipamento de iluminação, o que dificulta a gestão correta da infraestrutura da iluminação.

Devido ao referido, revela-se fulcral a existência de um documento que inclua uma listagem de todo o equipamento de iluminação e das suas respetivas caraterísticas, possibilitando uma caraterização do ativo existente no território municipal.

3.3.1.1. CADASTRO

O cadastro revela-se uma ferramenta absolutamente essencial para uma gestão otimizada e proativa da infraestrutura de IP e consequentemente, um suporte na definição de estratégias de atuação, devendo por isso ser mantido constantemente atualizado.

Como ponto de partida para o cadastro da rede de IP foi utilizada uma fonte de informação facultada pela E-Redes, entidade concessionária da rede de IP, responsável pelo projeto de instalação de luminárias LED em todo o território de Braga, posteriormente validado de acordo com as imagens de satélite em cada local. Adicionalmente, foram incluídos no cadastro elementos fornecidos pela Câmara Municipal de Braga, referentes a intervenções mais recentes na infraestrutura de Iluminação Pública. Através de uma análise cuidada da mesma, foi possível aprimorar a informação com dados de localização geográfica e características técnicas dos equipamentos, permitindo a caraterização da componente técnica municipal da rede de iluminação pública do Município.

Para capacitar toda a extensão da infraestrutura de IP ao longo do território municipal existem cerca de **874** Postos de Transformação (PTs) que providenciam a iluminação do Município através de, aproximadamente, **36 469** luminárias. A caracterização das luminárias instaladas quanto à tecnologia e dispersão pela área municipal apresenta a configuração da ***Figura 18***. O controlo da iluminação pública em todo o território municipal é assegurado por relógios astronómicos colocados em cada um dos PTs.

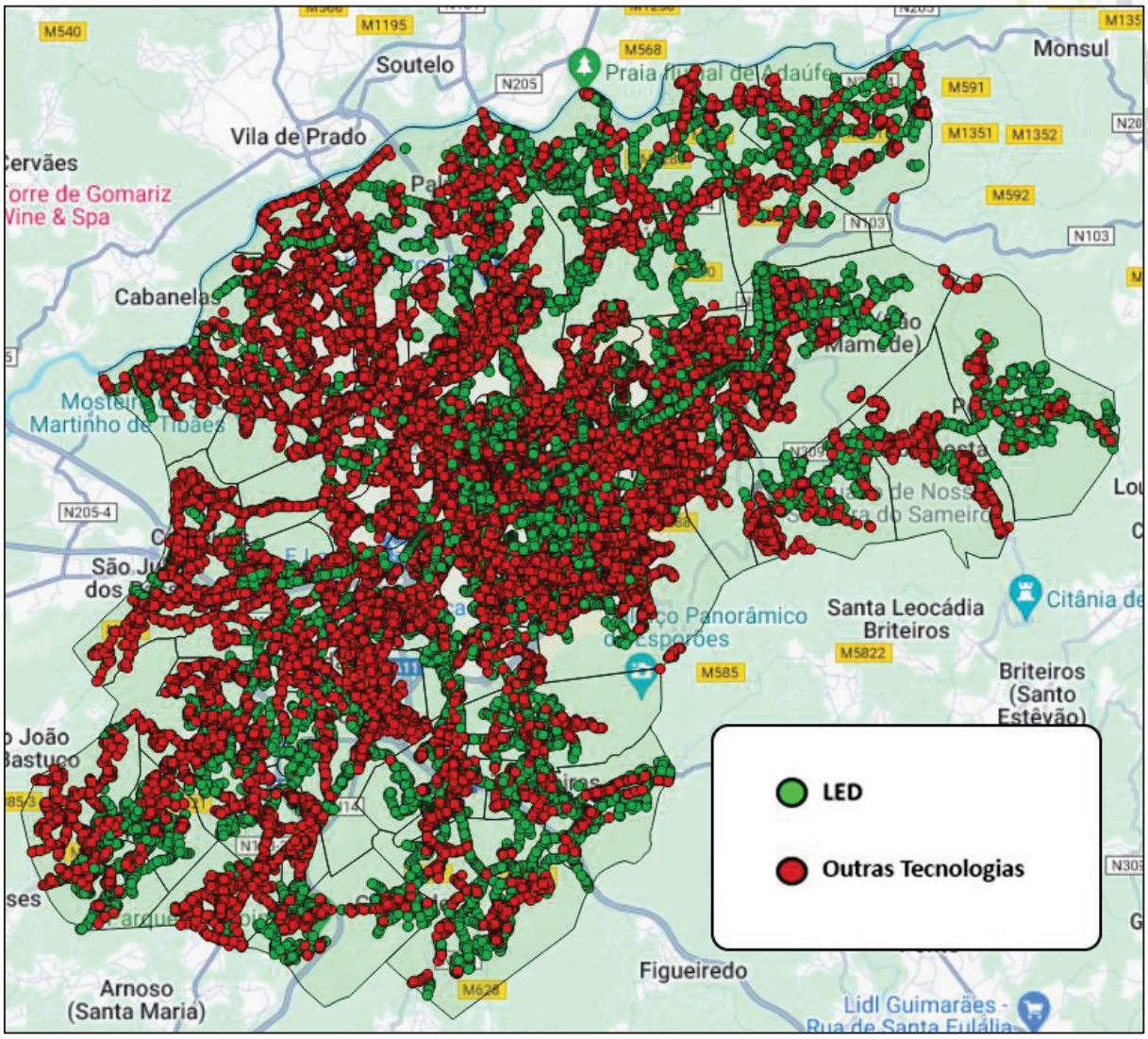


Figura 18 *- Distribuição Geográfica das Luminárias Instaladas por Tecnologia*

O cadastro de IP apresenta-se como uma ferramenta de gestão integrada dos sistemas de IP, permitindo que as entidades gestoras estejam munidas de toda a informação pertinente do seu sistema de iluminação pública. Para que tal seja possível é necessário definir a caracterização mínima que o cadastro do Município de Braga deve apresentar:

Identificação do Local:

- Freguesia e Rua;
- Georreferenciação;

Identificação da Luminária:

- Tipologia (viária, jardim, decorativa, especial);
- Tipo de suporte;
- Altura de montagem;
- Fabricante e modelo;
- Tecnologia;
- Potência instalada;
- Eficiência;
- Temperatura de cor;
- Índice de Restituição Cromática;

Identificação dos equipamentos auxiliares:

- Balastro Ferromagnéticos;
- Balastros Eletrónicos;
- Balastros multinível;
- Tipo de driver;
- *Socket* de telegestão (quando instalado);
- Controlador de telegestão;
- Outro sensor (quando instalado);

Perfis de funcionamento:

- Identificar luminárias com perfil regulado;
- Identificar o tipo de perfil;
- Com ou sem telegestão;
- Posto de Transformação alimentador;

Manutenção:

- Data de instalação;
- A cargo da Concessionária;

Outro.

Como já referido o cadastro da IP é um documento dinâmico em constante atualização, pelo que deverá ser atualizado sempre que existir uma intervenção na rede.

Todos os dados apresentados nos próximos capítulos foram obtidos a partir da versão mais atualizada disponível do Cadastro de Iluminação Pública do Município de Braga, em Março de 2024, **tendo sido consideradas 4200 horas anuais de funcionamento da IP para os cálculos das estimativas de consumos.**

3.3.1.2. DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS

No que diz respeito à distribuição das luminárias pelas trinta e sete freguesias que constituem o Município de Braga, verifica-se a repartição apresentada na ***Tabela 11***.

Tabela 11 – Distribuição das Luminárias por Freguesias

Freguesia	Qtd. Luminárias	%	Consumo Anual (kWh)	%
Adaúfe	1 311	3,59%	361 909,80	2,43%
Braga (São Vicente)	1 367	3,75%	676 544,40	4,54%
Braga (São Vítor)	2 720	7,46%	1 351 925,40	9,07%
Espinho	687	1,88%	191 751,00	1,29%
Esporões	608	1,67%	173 766,60	1,17%
Figueiredo	287	0,79%	71 652,00	0,48%
Gualtar	976	2,68%	534 151,80	3,58%
Lamas	218	0,60%	67 116,00	0,45%
Mire de Tibães	558	1,53%	205 875,60	1,38%
Padim da Graça	445	1,22%	149 091,60	1,00%
Palmeira	1 519	4,17%	517 738,20	3,47%
Pedralva	461	1,26%	98 725,20	0,66%
Priscos	532	1,46%	181 805,40	1,22%
Ruilhe	397	1,09%	108 792,60	0,73%
Sequeira	716	1,96%	249 921,00	1,68%
Sobreposta	402	1,10%	142 837,80	0,96%
Tadim	379	1,04%	144 547,20	0,97%
Tebosa	429	1,18%	166 055,40	1,11%
UF de Arentim e Cunha	789	2,16%	224 112,00	1,50%
UF de Braga (Maximinos, Sé e Cividade)	1 665	4,57%	902 403,60	6,05%
UF de Braga (S. José de S. Lázaro e S. João do Souto)	2 331	6,39%	1 070 659,80	7,18%
UF de Cabreiros e Passos (São Julião)	750	2,06%	280 400,40	1,88%
UF de Celeirós, Aveleda e Vimieiro	1 829	5,02%	665 195,16	4,46%
UF de Crespos e Pousada	675	1,85%	165 753,00	1,11%
UF de Escudeiros e Penso (Santo Estêvão e São Vicente)	656	1,80%	160 070,40	1,07%
UF de Este (São Pedro e São Mamede)	1 402	3,84%	547 230,60	3,67%
UF de Ferreiros e Gondizalves	1 346	3,69%	655 086,60	4,39%
UF de Guisande e Oliveira (São Pedro)	370	1,01%	88 510,80	0,59%
UF de Lomar e Arcos	1 063	2,91%	456 766,80	3,06%
UF de Merelim (São Paio), Panoias e Parada de Tibães	1 228	3,37%	493 731,00	3,31%
UF de Merelim (São Pedro) e Frossos	1 000	2,74%	477 796,20	3,21%
UF de Morreira e Trandeiras	567	1,55%	130 443,60	0,88%
UF de Nogueira, Fraião e Lamaçães	2 419	6,63%	1 222 972,80	8,20%
UF de Nogueiró e Tenões	1 177	3,23%	619 966,20	4,16%
UF de Real, Dume e Semelhe	2 202	6,04%	1 050 588,00	7,05%
UF de Santa Lucrécia de Algeriz e Navarra	429	1,18%	107 688,00	0,72%
UF de Vilaça e Fradelos	559	1,53%	192 301,20	1,29%
Total	36 469	100%	14 905 883	100%

Por análise da mesma verificou-se que a freguesia de **Braga (São Vítor)** e a **União de Freguesias de Nogueira, Fraião e Lamaçães** são as que apresentam uma quantidade mais significativa de luminárias, com **7,46%** e **6,63%** do total, respetivamente. A freguesia da **Lamas** corresponde à freguesia com menos quantidade de luminárias, com cerca de **0,60%** da representatividade total (apenas **218** luminárias).

Com base nas potências instaladas identificadas no Cadastro, e **considerando-se uma perda de 20% nas luminárias convencionais não LED**, foi possível calcular o consumo anual expectável da IP em cada freguesia. Assim, por análise da **Tabela 11,** observa-se que a freguesia de Braga (São Vítor) está no topo dos consumos de energia com **9,07%** do total de toda a energia consumida na IP do Município. Esta distribuição das potências relaciona-se com a distribuição de luminárias obtidas por freguesia, em que se observa uma maior quantidade de luminárias em **Braga (São Vítor)**, com maior consumo, e uma menor quantidade em **Lamas** (**0,45%** do consumo).

3.3.1.3. TECNOLOGIAS

Em relação à tecnologia das lâmpadas instaladas, verificou-se que as lâmpadas **LED** cobrem cerca de **42%** das necessidades de iluminação do Município, enquanto as **lâmpadas de Vapor de Sódio** correspondem a cerca de **56%** de todos os equipamentos de iluminação instalados no território. Com menor representatividade aparecem as **lâmpadas Fluorescentes, de Indução e de Mercúrio,** que em conjunto representam **1%** do parque de iluminação pública. Esta distribuição é apresentada na ***Tabela 12***.

Tabela 12 - Distribuição das Luminárias por Tecnologia Pós-Requalificação

Tecnologia da luminária	Qtd. Luminárias	%
LED	15 442	42,34%
Vapor de Sódio	20 363	55,84%
Fluorescente	32	0,09%
Indução	55	0,15%
Mercúrio	226	0,62%
Outras Tecnologias	351	0,96%
Total	**36 469**	**100 %**

Os equipamentos de iluminação pública instalados no Município dividem-se em 3 grupos:

- **Colunas de IP** – consistem nos postes de iluminação tradicionais, **em rede subterrânea**;
- **Braços de IP –** consistem na iluminação realizada através de braços sem recurso a postes para apoio, **em rede aérea;**
- **Iluminação Especial –** corresponde a toda a iluminação que não se integra nos dois grupos anteriores, sendo exemplo disso luminárias instaladas no centro histórico em telhados ou em suportes próprios.

No total, são identificadas cerca de **17 790 luminárias instaladas em colunas**, ligadas através de uma **rede subterrânea,** e cerca de **18 384 luminárias instaladas em braços**, ligadas através de uma **rede aérea**. Adicionalmente, identificam-se **295 luminárias como Iluminação Especial.** Esses valores são apresentados na ***Tabela 13***.

Tabela 13 - Distribuição dos Tipos de Suporte[5]

Rede	Qtd. Luminárias	%
Subterrânea	17 790	48,8 %
Aérea	18 384	50,4 %
Especial	295	0,8
Total	**36 469**	**100 %**

3.3.2. REGULAÇÃO DE FLUXO

É habitual que o controlo dos sistemas de IP se efetue com recurso a aparelhos de controlo que apenas permitem ligar e desligar os circuitos, como é o exemplo dos sensores crepusculares e relógios astronómicos. Porém, a evolução das tecnologias da área da iluminação e o surgimento do LED tornou possível e rentável a gestão do nível luminoso dos sistemas IP através de equipamentos mais sofisticados. São exemplo disso as tecnologias de regulação de fluxo que, através de balastros/drivers multinível instalados na própria luminária, permitem controlar o processo de arranque/estabilização e promover uma maior eficiência energética. Para tal, esses equipamentos ajustam o nível de iluminação em função de períodos de menor tráfego ou atividade, processo esse que pode ser efetuado através da regulação por tensão, por corrente ou por variação de frequência. Desta forma, a implementação desta tecnologia permite:

- **Usar** a energia de forma mais racional;
- **Ajustar** o nível de iluminação aos normativos, em função do volume do tráfego;
- **Reduzir** a poluição luminosa;
- **Obter** uma grande versatilidade dos perfis, devido à possibilidade de (re)programação dos *drivers* em diversos níveis de funcionamento (Exemplo na ***Figura 19***);

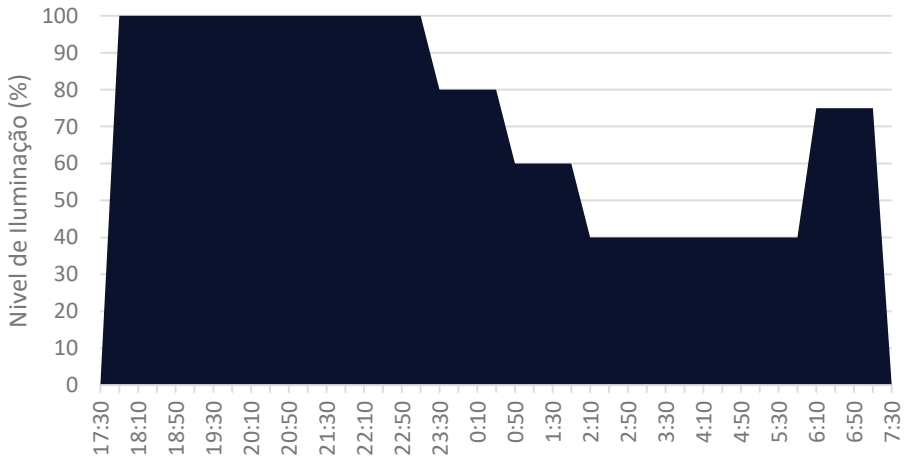


Figura 19 *– Perfil de Iluminação Adaptativa Ilustrativo*

É essencial garantir que a aplicação destes sistemas, que podem estar ou não associados a um sistema de telegestão, possibilitem a iluminação adaptativa de forma a não conduzir a uma redução que resulte num nível de iluminação inferior aos níveis mínimos da classe mais baixa atribuída à via. A utilização de regulação de fluxo deve, então, ajustar os níveis de iluminação aos normativos, em função do volume de

5 Informação presente no cadastro mais atualizado disponível

tráfego. Adicionalmente, a alteração do nível de iluminação deve ser impercetível ao utilizador, pelo que as transições entre as várias condições de operação devem ser lentas.

Relativamente ao controlo dos balastros/drivers, com possibilidade de regulação de fluxo, existem genericamente três métodos:

- **Estático**, em que é utilizada uma programação fixa pré-definida;
- **Analógico**, em que se utilizar um sinal analógico de tensão contínua entre 1 e 10 V como sinal de entrada de controlo. O fluxo luminoso da lâmpada será proporcional ao valor dessa tensão de regulação;
- **Digital**, em que a regulação é feita através de um sinal digital produzido pelo sistema de controlo. Este método abre novas opções desde a transmissão isenta de erros até ao endereçamento individual de componentes. Atualmente, o protocolo de transmissão de dados mais utilizado é o *Digital Addressable Lighting Interface* (DALI).

Importa referir que os métodos analógico e digital são os mais adequados para integração em sistemas de telegestão e que os LEDs são especialmente adequados para estratégias baseadas na regulação, uma vez que podem diminuir suavemente o fluxo luminoso.

A rede IP nacional tem na sua maioria um funcionamento contínuo durante o período noturno, desde o seu ligar até ao seu desligar, pelo que a integração deste tipo de tecnologias resulta em poupanças económicas e energéticas muito significativas, aliada à redução considerável das emissões de CO2.

3.3.3. TELEGESTÃO

A telegestão apresenta-se como a solução tecnológica de gestão do futuro, ao permitir a monitorização e controlo fácil e rápido de uma rede IP. Esta tecnologia consiste num conjunto de hardware e software acoplado às luminárias que as permite monitorizar remotamente, ligar, desligar, regular o fluxo luminoso, programar, georreferenciar, mensurar vários parâmetros (tensão, corrente, fator de potência, consumos, temperatura, outros), gerir, entre outras funções. Têm ainda a capacidade de incorporar sensorização, como sensores de movimento, ruído, presença, velocidade, qualidade do ar, entre outros. O seu funcionamento encontra-se ilustrado na ***Figura 20***.

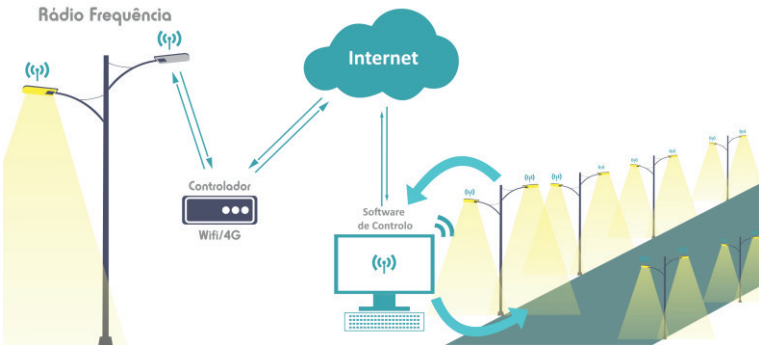


Figura 20 *– Exemplo do Funcionamento da Telegestão [31]*

Com a progressiva migração dos sistemas de IP para tecnologia LED, a utilização da telegestão é cada vez mais atrativa, garantindo um maior nível de eficiência e sustentabilidade. Na realidade, o uso de LEDs é fulcral para maximizar o potencial destes sistemas.

Pelo exposto, os sistemas de telegestão permitem alavancar a utilização racional de energia, melhorando o balanço entre a segurança e o conforto. A implementação destes sistemas possibilita dar um salto qualitativo na área da IP, pois permitem:

Reduzir os custos de exploração:

- Elimina a pesquisa diurna e noturna de avarias;
- Permite planear trabalhos de manutenção;
- Reduz o tempo das intervenções;
- Gera automaticamente relatórios de avarias;
- Proporciona informação para programar manutenção preventiva.

Usar a energia de forma mais racional e eficiente:

- Supervisiona e regista os parâmetros elétricos da instalação;
- Monitoriza em tempo real e remotamente os consumos de energia;
- Centraliza o comando de toda a instalação;
- Programa níveis de iluminação em zonas distintas em função da utilização ou necessidades especiais, individualmente ou por grupos de luminárias;
- Quantifica o número de horas de funcionamento da luminária;
- Georreferencia e caracteriza a luminária.

Melhorar a qualidade de serviço:

- Diminui o número de pontos de luz inoperativos;
- Reduz o tempo de resposta às reclamações;
- Melhora a qualidade de iluminação;
- Envia alertas automáticos;
- Aumenta a perceção de segurança.

Minimizar a poluição luminosa:

- Diminui a quantidade de luz em períodos de menor atividade;
- Compensa a quantidade de luz total em ambientes festivos (exemplo época natalícia), mantendo o nível de iluminação semelhante aos dias normais;
- Viabiliza o desligamento quando possível ou necessário;
- Ajuste para valores que se adequem a eventuais impactos nos ecossistemas e saúde que venham a ser conhecidos com a investigação corrente e futura;
- Readaptação a novos valores decorrentes de futuras revisões de normas.

Num sistema interativo de controlo central, o computador principal recebe informação de todos os sensores e envia comandos para a rede inteligente de IP, através de uma plataforma online. Usualmente existe dois tipos de arquitetura para um sistema de telegestão, sendo que as principais características destes são:

Gestão de grupo (*Figura 21*):

- O controlador de segmento comunica com os controladores de luminária associados, segundo protocolos *Power Line Communication* (PLC) ou radiofrequência;
- A comunicação de controlo da operação é efetuada diretamente, via *Global System for Mobile* (GSM) ou *General Packet Radio Services* (GPRS), entre o sistema de gestão central e o controlador de segmento;
- A dimensão da fração de IP está limitada a um número de luminárias, dependendo da tecnologia.

***Figura 21** – Ilustração da Gestão de Grupo*

Gestão por ponto de luz (*Figura 22*):

- Cada luminária comporta-se de forma independente, graças à sua própria unidade de controlo;
- A comunicação de controlo da operação é efetuada diretamente, via GSM ou GPRS, entre o sistema de gestão central e o controlador de luminária, o que implica que cada luminária também esteja equipada com essa tecnologia;
- Não existe limite na dimensão da rede.

Figura 22 – *Ilustração da Gestão por Ponto de Luz*

Atualmente a arquitetura mais eficaz é a gestão por ponto de luz, sendo que os sistemas de telegestão continuam a sua evolução natural. Portanto será sempre necessário garantir que todos os equipamentos que constituem o sistema de telegestão sejam interoperáveis, intermutáveis e integráveis em plataformas de gestão standard. Importa ainda referir que a maximização do potencial dos sistemas de telegestão é alcançada com o uso da tecnologia LED.

4.
ÁREA DE INTERVENÇÃO

ÁREA DE INTERVENÇÃO

4.1. DIFERENCIAÇÃO DAS HIERARQUIAS VIÁRIAS DE ACORDO COM PDM

A rede viária do Município é ordenada e hierarquizada de acordo com uma estratégia territorial de mobilidade. Segundo o PDM, a rede rodoviária do território municipal de Braga compreende os seguintes níveis hierárquicos, a que correspondem funções e níveis de serviço diferenciados, nomeadamente:

- **Vias Arteriais** – Correspondem a vias estruturantes ao nível suprarregional que se destinam a trânsito de circulação rápida e vocacionadas para deslocações de longo curso. Estas vias garantem conexões viárias estruturantes entre centros de influência suprarregional assegurando ligações do concelho com o exterior. Apresentam elevados níveis de serviço para a circulação motorizada caracterizados por adequados níveis de fluidez, rapidez e segurança dos fluxos motorizados em circulação. Correspondem designadamente às seguintes vias:
  - **A3 (IP1)**;
  - **A11 (IP9)**.
- **Vias Distribuidoras Principais** – As vias distribuidoras principais são destinadas ao tráfego de âmbito regional e intermunicipal, especialmente em viagens de médio curso, estabelecendo articulação entre as vias coletoras e as vias distribuidoras locais. Garantem a distribuição dos fluxos regionais, permitindo as ligações aos concelhos da Região. Correspondem designadamente às seguintes vias:
  - **EN 14**;
  - **EN 103** (Limite do concelho de Barcelos – nó de Ferreiros – Ligação à EN 14);
  - **Nó do Fojo** (Limite do Concelho de Póvoa de Lanhoso);
  - **EN 101** (Limite concelho de Guimarães – Avenida da Liberdade);
  - **Entroncamento com a variante do Cávado** (limite do Concelho de Amares);
  - **EN 201** (Início variante Real – limite do concelho);
  - **Variante do Fojo** (Nó Peões – rotunda das Forças Armadas).
- **Vias Distribuidoras Secundárias** – As vias distribuidoras secundárias são vias de importância complementar às de nível superior, que asseguram as ligações entre áreas urbanas de maior dinâmica e as distribuidoras principais existentes entre estas. Asseguram a distribuição próxima, bem como o encaminhamento dos fluxos de tráfego para as vias de nível superior. Coexistem as funções circulação e acesso. Correspondem designadamente às seguintes vias:
  - **Variante da Encosta**;
  - **Via do Alto da Vela**;
  - **EN 103** (rotunda dos Peões – Nó do Fojo);
  - **EN 103-3** (rotunda dos Peões entroncamento com a EN 309 em Tenões).
- **Vias Distribuidoras Locais** – As vias distribuidoras locais são destinadas a viagens curtas ligadas às jornadas diárias, estabelecendo articulação entre as vias distribuidoras principais e as vias de acesso local. Têm como função dominante distribuir fluxos internos aos polos urbanos;
- **Vias de Acesso Local** – As vias de acesso local são destinadas a trânsito de circulação lenta e vocacionadas para a acessibilidade às propriedades marginais;

Atendendo à hierarquia da rede viária referida, é determinada de forma genérica a classe de iluminação para cada tipo de via [26]. O mapa das hierarquias viárias é apresentado na ***Figura 23***, e a legenda do

mesmo pode ser consultada com maior detalhe no **Anexo II – Legenda do Mapa de Hierarquias Viárias do Município de Braga.**

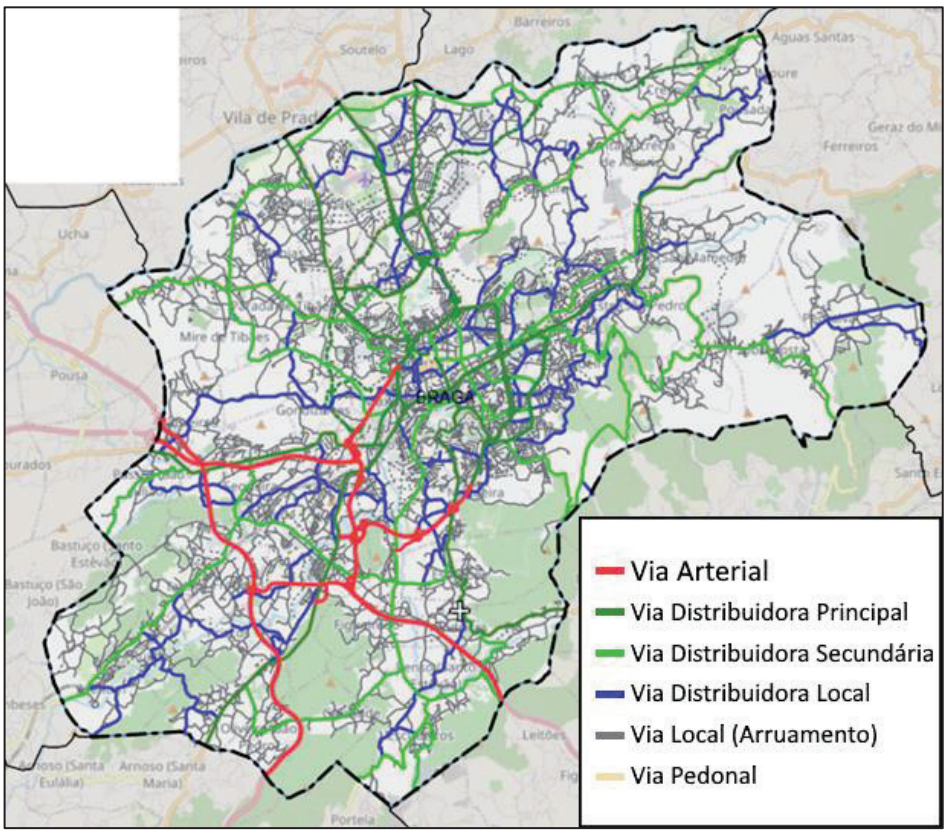


***Figura 23** – Carta de Hierarquia da Rede Rodoviária, Planta de Ordenamento*[6]

6 De acordo com o PDM Revisto em Agosto de 2021

4.1.1. VIAS ARTERIAIS

Esta malha de hierarquia superior desempenha funções de grande articulação nas deslocações de âmbito regional e nacional, importante na captação dos fluxos de atravessamento concelho e na distribuição dos fluxos intraconcelho e intrametropolitanos de grande curso.

As vias pertencentes a esta hierarquia são caracterizadas, na sua generalidade, da seguinte forma:

- **Velocidade:** muito elevada;
- **Volume de tráfego automóvel:** alto (principalmente em horas de ponta);
- **Composição de tráfego:** exclusivamente motorizado;
- **Separação de vias:** por norma existe;
- **Densidade de interseções:** moderada, composta por entradas e saídas relativas a vias da rede distribuidora principal;
- **Veículos estacionados:** inexistentes;
- **Iluminação ambiente:** moderada;
- **Tarefas de navegação:** considerada difícil.

Tabela 14 **-** Classificação Genérica das Vias Arteriais

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	2
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	1
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	0
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	0
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	0
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2	0
	Difíceis	1	
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	4
		Classe da Via	**M2**

Atendendo às considerações tomadas, para esta tipologia, foi determinada uma classe de via **M2**.

4.1.2. VIAS DISTRIBUIDORAS PRINCIPAIS

Esta rede integra as vias nacionais e municipais que estabelecem cobertura das zonas do Município de mais forte ocupação, das que fazem ligação aos nós da Rede das Vias Arteriais, das que estabelecem ligações secundárias aos concelhos vizinhos e, ainda, as que fazem a circundação das principais zonas do concelho. As vias pertencentes a esta hierarquia são caracterizadas, na sua generalidade, da seguinte forma:

- **Velocidade:** moderada;
- **Volume de tráfego automóvel:** Alto (principalmente em horas de ponta);
- **Composição de tráfego:** mista em períodos de Verão, maioritariamente motorizado em períodos de Inverno;
- **Separação de vias:** por norma não existe;
- **Densidade de interseções:** elevada densidade de interseções;
- **Veículos estacionados:** existência de veículos estacionados;
- **Iluminação ambiente:** tradicionalmente moderada, à exceção de algumas vias com zonas comerciais próximas;
- **Tarefas de navegação:** considerada fácil.

Tabela 15 **-** Classificação Genérica da Rede Viária Distribuidora Principal

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	-1
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	1
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	1
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	1
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2	0
	Difíceis	1	
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	4
		Classe da Via	**M2**

Atendendo à caraterização efetuada, para esta tipologia de via, foi calculada uma classificação de M2. Contudo, é aconselhável a verificação final de todas as opções tomadas, atendendo às caraterísticas da via pelas divergências que possam surgir na avaliação dos critérios individuais.

4.1.3. VIAS DISTRIBUIDORAS SECUNDÁRIAS

Esta rede integra as principais vias de ligação entre as vias primárias e as vias distribuidoras locais, permitindo uma fácil navegação entre as mesmas. As vias pertencentes a esta hierarquia são caracterizadas, na sua generalidade, da seguinte forma:

- **Velocidade:** moderada;
- **Volume de tráfego automóvel:** Alto (principalmente em horas de ponta);
- **Composição de tráfego:** misto;
- **Separação de vias:** por norma não existe;
- **Densidade de interseções:** alta;
- **Veículos estacionados:** existência de veículos estacionados;
- **Iluminação ambiente:** moderada;
- **Tarefas de navegação:** considerada fácil.

Tabela 16 - Classificação Genérica da Rede Viária Distribuidora Secundária

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	-1
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	0
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	1
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	1
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2	0
	Difíceis	1	
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	3
		Classe da Via	**M3**

Atendendo à caraterização efetuada, para esta tipologia de via, foi calculada uma classificação de M3. Contudo, é aconselhável a verificação final de todas as opções tomadas, atendendo às caraterísticas da via pelas divergências que possam surgir na avaliação dos critérios individuais.

4.1.4. VIAS DISTRIBUIDORAS LOCAIS E VIAS DE ACESSO LOCAL

As vias distribuidoras locais e a vias de acesso local têm como objetivo permitir a acessibilidade a áreas específicas do Município, sem pôr em causa a qualidade ambiental, a capacidade de carga e o respeito pelas vivências locais. Estabelecem a ligação aos prédios rurais ou urbanos no território municipal, conduzindo o tráfego de acesso local.

Devido a ser uma hierarquia viária tão abrangente, não é possível definir uma classe de iluminação genérica, pelo que é recomendado que cada via seja analisada e classificada individualmente.

4.2. DIFERENCIAÇÃO DAS ÁREAS DE ACORDO COM PDM

O perímetro urbano do Município de Braga compreende a totalidade do território municipal e, como tal, a área abrangida pelo PDM. A classificação do solo assenta na distinção entre solo urbano e solo rural, de acordo com o seguinte:

- **Solo Urbano** – destina-se à infraestruturação e edificação para acolhimento das funções residenciais, industriais, ou de serviços, e para espaços verdes e equipamentos de caráter urbano.
- **Solo Rural** – destina-se ao aproveitamento agrícola, pecuário, florestal ou de recursos geológicos, espaços naturais de proteção ou de lazer, ou a outros tipos de ocupação que não lhe confiram o estatuto de solo urbano;

A qualificação do solo processa-se através da sua integração em categorias e subcategorias de solo urbano e de solo rural, que estabelecem o seu aproveitamento em função da utilização dominante e das regras de ocupação, uso e transformação do solo, estipuladas para cada categoria.

Estas categorias encontram-se mapeadas na Carta de Qualificação do Solo do Município de Braga, apresentada na ***Figura 24,*** e são as seguintes:

<u>Solo Urbano</u>

- **Espaços Centrais**;
- **Espaços Habitacionais Residenciais**;
- **Espaços de Atividades Económicas;**
- **Espaços Verdes;**
- **Espaços de Uso Especial;**
- **Espaços Urbanos de Baixa Densidade.**

<u>Solo Rural</u>

- **Espaços Agrícolas**;
- **Espaços Florestais**;
- **Espaços de Usos Múltiplos Agrícola e Florestal;**
- **Espaços afetos à exploração de Recursos Geológicos;**
- **Espaços Naturais;**
- **Aglomerados Rurais;**
- **Áreas de Edificação Dispersa;**
- **Espaços Culturais;**

- **Espaços de Ocupação Turística;**
- **Espaços destinados a Equipamentos.**

A legenda do mapa pode ser consultada com maior detalhe no **Anexo I – Legenda do Mapa de Qualificação do Solo do Município de Braga.**

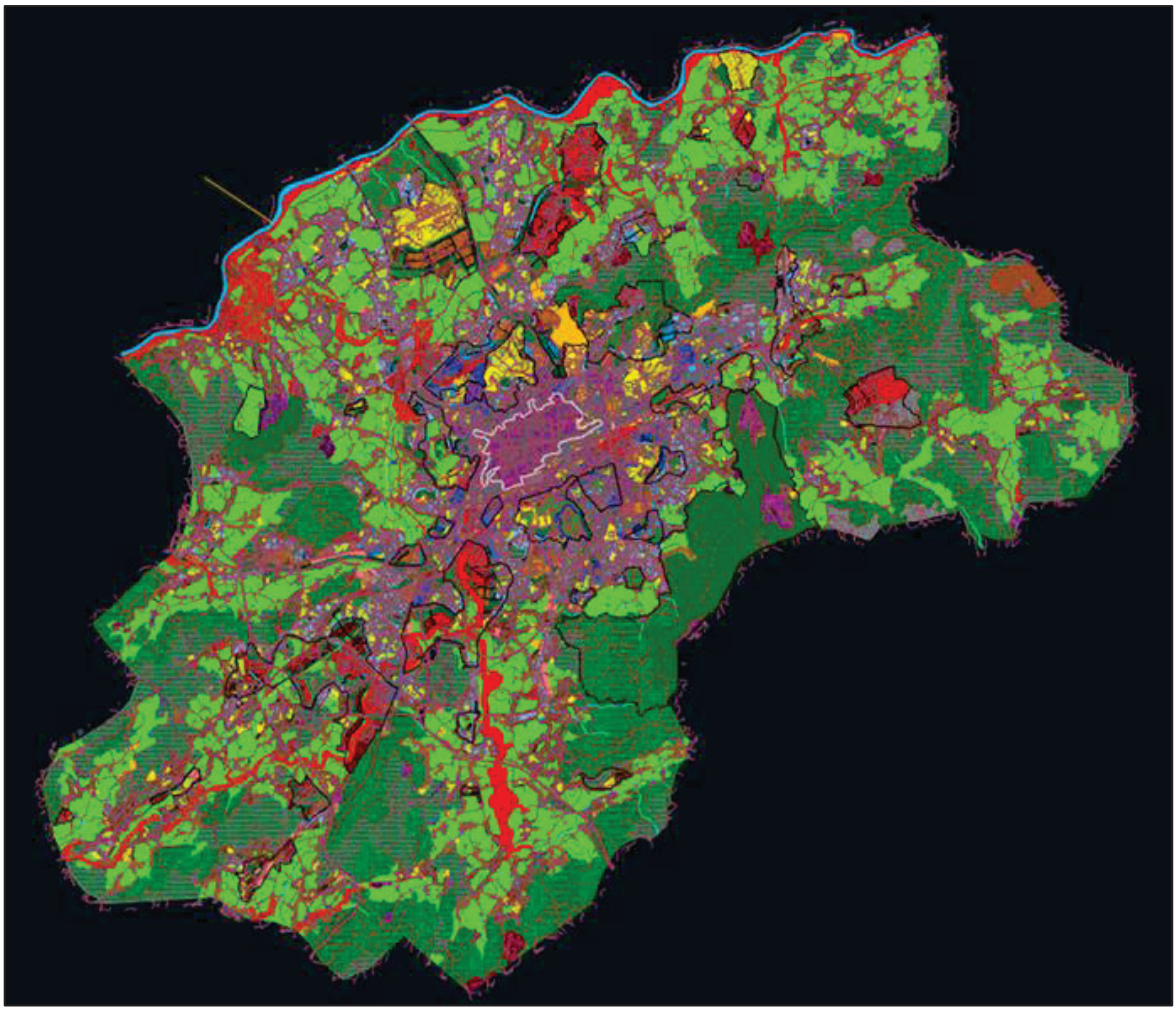


***Figura 24** – Carta de Qualificação do Solo, Planta de Ordenamento*[7]

7 De acordo com o PDM Revisto em Agosto de 2021

4.2.1. SOLO URBANO – ESPAÇOS CENTRAIS

As áreas classificadas como **espaços centrais** correspondem às áreas que apresentam um elevado grau de influência em todo o concelho com um forte cariz polarizador e direcional no mesmo. Nestes espaços prevêem-se ações que visem a qualificação do espaço público e do edificado em geral, e que garantam a diversidade funcional promovendo medidas de incentivo ao estabelecimento das atividades económicas, dos equipamentos e das áreas residenciais.

O tráfego automóvel e a presença de pessoas são elevados pelas suas caraterísticas mistas e de acesso a vias de maior intensidade. A existência de serviços comerciais noturnos como restaurantes e bares contribui para o aumento do tráfego.

Alguns exemplos destas áreas são os grandes núcleos urbanísticos, com destaque para o centro da Cidade de Braga. A iluminação deve então procurar:

- **Garantir** uma boa uniformidade da iluminação com as malhas viárias de ligação existentes;
- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K, permitindo destacar as zonas com maior peso de atividades comerciais;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Permitir** que a luminária viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, tendo o cuidado de evitar luz intrusiva;
- **Evidenciar** as passadeiras, introduzindo iluminação focalizada, tendo o cuidado de não sobre iluminar;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo;
- **Adaptar** o projeto de IP a possíveis restruturações futuras.

4.2.2. SOLO URBANO – ESPAÇOS RESIDENCIAIS

As áreas classificadas como **espaços residenciais** traduzem o modelo de ocupação urbana de baixa densidade e compacidade. Correspondem a zonas em que o tipo de edifícios dominante é o de habitação familiar. São áreas pouco densas onde os espaços comerciais são normalmente escassos ou inexistentes, o tráfego automóvel noturno é normalmente reduzido e realizado a baixa velocidade, sendo que a presença de pessoas é igualmente reduzida. As vias têm dimensões reduzidas, normalmente com uma ou duas faixas.

É então importante que a iluminação nestas áreas procure:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Possibilitar** que a iluminação viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, tendo o cuidado de evitar a luz intrusiva;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo.

4.2.3. SOLO URBANO – ESPAÇOS DE ATIVIDADES ECONÓMICAS

As áreas classificadas como **espaços de atividades económicas** destinam-se preferencialmente à implantação de edificações com funções industriais, de armazenagem, de logística, comerciais, de serviços, ou de investigação científica e tecnológica, visando a competitividade territorial do Concelho de Braga nas diversas escalas.

Tendo em conta o referido, é importante garantir que a iluminação nestas áreas procure:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Privilegiar** a funcionalidade das luminárias a instalar, em detrimento dos requisitos estéticos, assegurando um bom rendimento luminoso das luminárias;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo;
- **Focalizar** a iluminação da via, utilizando uma distribuição fotométrica e adequada.

4.2.4. SOLO URBANO – ESPAÇOS VERDES

As áreas classificadas como **espaços verdes** integram as áreas verdes de utilização pública existentes, fundamentais à valorização e qualificação ambiental e paisagística do solo urbano. São frequentemente áreas de utilização pública, como parques, praças e jardins com caráter estruturante do verde urbano.

Estes espaços caraterizam-se, em geral, pela função que pretendem cumprir de equilíbrio do sistema urbano fortemente motivada pela presença significativa de arborização ou do coberto vegetal.

São áreas normalmente dotadas de trilhos de utilização de peões e/ou ciclistas, pelo que estas devem procurar:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K, preferencialmente inferior quando forem superadas as restrições técnicas e económicas;
- **Garantir** um índice de restituição de cor adequado;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos no mínimo com cutoff;
- **Utilizar** luminárias mais robustas, capazes de aguentar impactos mais “fortes” (antivandalismo);
- **Ajustar** o perfil de funcionamento aos perfis das vias circundantes.

Relativamente ao surgimento de novos projetos de iluminação pública é necessário acautelar que o projetista efetue uma consulta prévia ao Município, de forma a avaliar a conveniência de incluir os seguintes parâmetros:

- Indicador de reconhecimento facial;
- Possibilidade de desligar a iluminação a partir de uma determinada hora ou de reduzir para valores inferiores.

4.2.5. SOLO URBANO – ESPAÇOS DE USO ESPECIAL

As áreas classificadas como **espaços de uso especial** correspondem a espaços cujo uso dominante corresponde a um equipamento. São equipamentos de natureza pública ou privada que compreendem as instalações e locais destinados a atividades de formação, ensino e investigação, saúde e higiene, segurança pública, cultura, lazer, educação física, desporto e abastecimento público ou dizem respeito às instalações coletivas, visando prestar um serviço extensivo à população interessada na sua área de influência e localizadas em pontos estratégicos do território

É então importante que a iluminação nestas áreas procure:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Possibilitar** que a iluminação viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, tendo o cuidado de evitar a luz intrusiva;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo.

4.2.6. SOLO URBANO – ESPAÇOS URBANOS DE BAIXA DENSIDADE

As áreas classificadas como **espaços urbanos de baixa densidade** correspondem a áreas existentes ou previstas predominantemente residenciais de baixa densidade. A tipologia dominante é a habitação familiar (geminada ou isolada) admitindo-se outras em situações de colmatação ou continuidade urbana, desde que enquadradas urbanisticamente com a envolvente imediata.

É então importante que a iluminação nestas áreas procure:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Possibilitar** que a iluminação viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, tendo o cuidado de evitar a luz intrusiva;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo.

4.2.7. SOLO RURAL

Os espaços incluídos na classificação de **solo rural** incluem:

- **Espaços agrícolas** – áreas do solo rural do concelho cuja utilização dominante é a exploração e produção de atividade agrícola e pecuária;
- **Espaços florestais** – áreas do solo rural do concelho com utilização florestal ou cujo solo tem uma elevada aptidão florestal;
- **Espaços de Uso Múltiplo Agrícola e Florestal** – áreas do solo rural que correspondem essencialmente a áreas onde a ocupação dominante não é claramente agrícola nem florestal, mas onde os usos agrícolas e florestais são funcionalmente complementares, podendo coexistir temporalmente.
- **Espaços afetos à exploração de Recursos Geológicos** – áreas do solo rural do concelho coincidentes com Áreas de exploração consolidada, onde ocorre uma atividade produtiva de aproveitamento de recursos geológicos, podendo incluir áreas concessionadas, áreas licenciadas e outras áreas adjacentes de apoio à exploração.
- **Espaços Naturais** – correspondem a áreas rurais do concelho que não apresentem caraterísticas agrícolas nem florestais, mas que se encontram em estado natural por ainda não terem sido alvo de ação humana estando devidamente identificados na Planta de Ordenamento.
- **Aglomerados Rurais** – correspondem a áreas residenciais complementadas por equipamentos ou atividades económicas compatíveis com o solo rural e para as quais se prevê a beneficiação da qualidade de vida da população, do ambiente, da paisagem e das edificações.
- **Áreas de Edificação Dispersa** – correspondem a áreas existentes de tecidos edificados difusos. São espaços caraterizados por uma fraca atividade agrícola, embora desempenhem um papel crucial para a adequada manutenção desta atividade nas parcelas contíguas.
- **Espaços Culturais** – correspondem a áreas que conjugam a vertente patrimonial com um peculiar enquadramento paisagístico. Estes espaços integram áreas de valor patrimonial, arquitetónico, arqueológico ou natural, localizadas no solo rural que se pretende proteger e preservar.
- **Espaços de Ocupação Turística** – correspondem a áreas nas quais se verifica a existência de ocupação turística e que pelas suas caraterísticas endógenas, tipo de ocupação humana e arquitetónica ou sinergias verificadas no local, apresentam um potencial a desenvolver.
- **Espaços destinados a Equipamentos** – áreas do solo rural destinadas a equipamentos e outras estruturas ou ocupações compatíveis com o estatuto de solo rural.

Os cuidados com a iluminação pública são semelhantes nos espaços referidos, devendo esta procurar:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo.

4.2.8. ÁREAS ESPECIAIS

Para além das áreas identificadas no PDM, identificou-se a necessidade de se caraterizar outras áreas com caraterísticas específicas, cuja existência deverá ser tida em consideração mediante o desenvolvimento de projetos de iluminação nestes locais.

Assim, independentemente do facto das áreas referidas de seguida não estarem identificadas no PDM, é altamente recomendado que estes locais sigam as recomendações listadas abaixo, de forma a garantir uma iluminação de qualidade nestes espaços.

4.2.8.1. Áreas Históricas

As **áreas históricas** correspondem aos tecidos consolidados mais antigos do Município e às reminiscências dos núcleos rurais primitivos que ainda conservam a estrutura e os elementos morfológicos iniciais com significativa representatividade urbanística e arquitetónica. Este tipo de área não se encontra identificado no PDM, no entanto, estes são locais que carecem de cuidados especiais no que se refere ao tema da iluminação pública.

Estas áreas são caracterizadas por um tráfego automóvel baixo, eventualmente nulo em determinados locais, e por uma forte presença de pessoas, devido a moradores e ao aumento da procura e oferta turística no Município. Estes locais são ainda caracterizados pelos bares e restaurantes existentes. Como zona de maior romantismo e charme, atendendo ao seu aspeto histórico, a iluminação deve procurar:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K;
- **Respeitar** o estilo dos candeeiros de iluminação existentes, devendo ser mantidos ou substituídos por semelhantes no caso de se encontrarem em mau estado de conservação;
- **Melhorar** a eficiência energética do mobiliário de iluminação tradicional através do retrofit, quando possível, e optar por um fluxo luminoso o mais baixo possível para reduzir a poluição luminosa;
- **Evitar** sempre que possível a propagação lateral ou superior de luz, quer através de retrofit como de ajuste adequado;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização;
- **Optar** por equipamentos com full cutoff, sendo também admitidos equipamentos com cutoff para respeitar o estilo existente;
- **Preservar** a cor original nos candeeiros, colunas, braço e consolas.

4.2.8.2. Áreas com Interesse Urbanístico e Arquitetónico

As **áreas de interesse urbanístico e arquitetónico**, usualmente consideradas como de interesse turístico, são zonas com importância significativa para a história do Município onde reside um interesse natural na sua procura. Estas áreas não se encontram definidas no PDM, mas pelas suas características peculiares deverão ser consideradas em termos de iluminação.

São zonas tipicamente com tráfego automóvel noturno pouco denso, no entanto a procura por pedestres terá uma maior demanda. A iluminação destas áreas deve procurar:

- **Adotar** uma temperatura de cor inferior a 3.000 K em locais com edificações e monumentos históricos e, no máximo, de 3.000 K em locais com edificações modernas;
- **Adequar** a temperatura de cor em consonância com o tipo de iluminação cénica, sempre que esta existir;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Utilizar** um design de luminária adequado ao local, isto é, com caraterísticas que se adaptem ao contexto, histórico ou moderno, em que serão instaladas;
- **Melhorar** a eficiência energética do mobiliário de iluminação tradicional através do *retrofit*, quando possível, e optar por um fluxo luminoso o mais baixo possível para reduzir a poluição luminosa;
- **Evitar** a propagação lateral ou superior de luz, quer através de retrofit como de ajuste adequado;
- **Optar** por equipamentos com *full cutoff*, sendo também admitidos equipamentos com *cutoff* para respeitar o estilo existente;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento à informação existente sobre a procura destas áreas.

4.2.8.3. Áreas de Utilização Noturna Especial

As **áreas de utilização noturna especial** são locais procurados pelas pessoas por motivos de socialização ou outros, com o enfoque para a permanência durante as horas noturnas. Estas áreas, à semelhança das áreas de interesse urbanístico e arquitetónico, definidas acima, não se encontram definidas em PDM, no entanto, pelas suas características especiais deverão ser consideradas em termos de iluminação.

Nestes locais existem maioritariamente estabelecimentos como restaurantes, cafés, bares e estabelecimentos de diversão noturna. Pela elevada concentração de pessoas são locais onde pode existir necessidades especiais, devendo a iluminação procurar:

- **Harmonizar e uniformizar** a iluminação em todo o perímetro;
- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Garantir** um índice de restituição de cor adequado ao local;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos com *full cutoff.*
- **Permitir** que a luminária viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, evitando a luz intrusiva (janelas ou propriedades);
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, possibilitando a regulação de fluxo posteriormente ao horário de encerramento dos estabelecimentos de diversão;
- **Dotar** estas zonas com sistemas de telegestão ativos por motivos de elevada afluência de pessoas.

4.2.8.4. Áreas Ecologicamente Sensíveis

As **áreas ecologicamente sensíveis** correspondem a locais fora dos centros urbanos que carecem de uma sensibilidade especial no dimensionamento da Iluminação Pública. São locais onde se observa uma densidade de fauna muito significativa, maioritariamente composta por espécies notívagas, devendo ser adotados cuidados especiais que tenham como objetivo não só garantir o conforto e a segurança dos transeuntes, como também minimizar o impacto da Iluminação Pública na fauna local, na sua vivência e no seu potencial de reprodução.

Tendo em consideração as necessidades destas áreas, define-se que as mesmas devem procurar:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K, preferencialmente inferior quando forem superadas as restrições técnicas e económicas;
- **Garantir** um índice de restituição de cor adequado;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias, de acordo com o definido no **Anexo III – Especificações Técnicas**;
- **Optar** por equipamentos no mínimo com cutoff;
- **Utilizar** luminárias mais robustas, capazes de aguentar impactos mais “fortes” (antivandalismo);
- **Ajustar** o perfil de funcionamento aos perfis das vias circundantes.

Relativamente ao surgimento de novos projetos de iluminação pública é necessário acautelar que o projetista efetue uma consulta prévia ao Município, de forma a avaliar a conveniência de incluir os seguintes parâmetros:

- Indicador de reconhecimento facial;
- Instalação de sensores de movimento para controlo da iluminação;
- Possibilidade de desligar a iluminação a partir de uma determinada hora ou de reduzir para valores inferiores.

5.
PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO

O principal objetivo deste Plano Diretor de Iluminação Pública é fornecer diretrizes para as intervenções na rede de IP, tanto na modernização como na ampliação. **Conscientes de que poderão existir constrangimentos intrínsecos à infraestrutura existente, nomeadamente interdistâncias e alturas dos PIPs**, poderá não ser possível cumprir na integra a estratégia definida neste plano de ações. Contudo, dever-se-á cumprir a totalidade das indicações apresentadas e, em caso de não cumprimento, justificar convenientemente os incumprimentos.

5.1. MAPEAMENTO DE CLASSES DE ILUMINAÇÃO

No quadro das recomendações estabelecidas pela série de normas EN 13201, relativa às classes de iluminação, a classificação da totalidade das vias contidas no perímetro municipal deverá ser feita com o intuito de harmonizar e uniformizar os requisitos luminotécnicos. A classificação integrada evita a criação de contrastes entre vias sobre iluminadas e outras bem iluminadas que, normalmente, provocam a sensação destas últimas estarem mal iluminadas e, consequentemente, uma escalada dos níveis de iluminação em todo o Município.

Assim, no Município de Braga estaremos maioritariamente perante as seguintes classes de iluminação: **M2 a M6** para as vias motorizadas e mistas; e **P2 a P5** para as vias pedonais. A cooperação entre a área de estudo da região, conhecimento da organização da rede viárias, e a área normativa permite determinar a classe de iluminação de cada via existente no Município:

- Organização e hierarquia da rede viária do Município de Braga, segundo a classificação presente na versão mais atual do PDM (à data):
  - Vias Arteriais: **Classe M2**
  - Vias Distribuidoras Principais: **Classe M2**
  - Vias Distribuidoras Secundárias: **Classe M3**
  - Vias Distribuidoras Locais e Vias de Acesso Local: **Classificação Individual**, de acordo com requisitos fotométricos
- Requisitos fotométricos, de acordo com a Norma EN 13201, geometria, tipo de utilização e ambiente da estrada:
  - Velocidade projetada ou limite de velocidade;
  - Volume de tráfego;
  - Composição do tráfego;
  - Separação das vias;
  - Densidade de interseções;
  - Veículos estacionados;
  - Iluminação ambiente;
  - Tarefas de navegação;
  - Reconhecimento facial (classe de iluminação P).

Alguns parâmetros, em particular o volume de trânsito, a composição do trânsito e a luminosidade ambiente, podem mudar durante o período noturno ou com a estação do ano, alterando assim a classe da via e possibilitando a iluminação adaptativa.

No Município de Braga espera-se uma maior concentração de classificações de via **M2 e M3** nos principais centros urbanos, com destaque para a Cidade de Braga, o que se deve à elevada presença de pessoas,

interseções e estacionamentos, e à elevada iluminação ambiente verificada em alguns locais. Por outro lado, é de esperar que nas **zonas menos urbanizadas** do Município a classificação viária seja predominantemente **M4 e M5**.

A classificação viária atribuída do ponto de vista integrado e global das vias, possibilita a desejável harmonização e uniformização dos requisitos luminotécnicos em todo o território, atendendo à hierarquia viária.

A classificação viária está dependente das características da via. Nesse sentido, a classificação viária será afetada caso as caraterísticas da via se alterem.

5.1.1. REGULAÇÃO DE FLUXO

A classificação de uma via depende de parâmetros que variam ao longo da noite e das diferentes estações de ano, como o volume de trânsito, a sua composição e a luminosidade ambiente. Devido a isso, é recomendado um controlo ativo e consequente adaptação dos níveis de iluminação ao longo de todo o período de funcionamento destes equipamentos, com recurso a regulação de fluxo, o que permitirá obter poupanças energéticas significativas. Com base no tipo de gestão existem alguns sistemas de controlo de iluminação, tais como sistema autónomo, centralizado e dinâmico [17].

Para o Município de Braga pretende-se um controlo autónomo da iluminação que, numa fase inicial, inclua os locais que mais usufruam do mesmo:

- Os drivers presentes nas luminárias devem vir pré-programados de fábrica com períodos fixos de funcionamento, cujo perfil de regulação deve ser definido pelo Município de Braga **(perfil dinâmico, ilustrado na *Figura 25,* ou perfis fixos, ilustrados na *Figura 26* e na *Figura 27***) podendo este ser adaptado às diversas áreas do Município, tendo em consideração o local de instalação das luminárias a regular. Alertando para o facto de quando se opta pela aplicação destes sistemas, iluminação adaptativa, é importante garantir que os níveis de iluminação, durante todo o período de funcionamento, não sejam inferiores aos níveis mínimos da classe mais baixa atribuída à via.

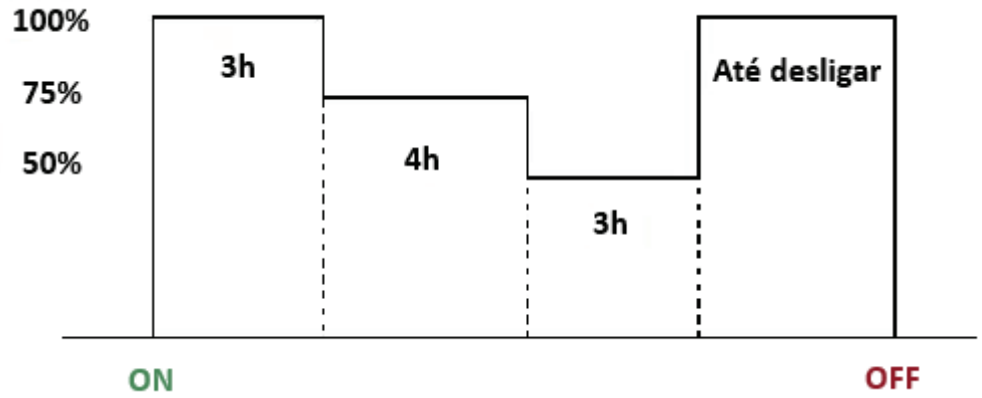


***Figura 25** – Proposta de Perfil Flexível – Horário de Inverno e de Verão*

***Figura 26** – Proposta de Perfil Fixo – Horário de Inverno*

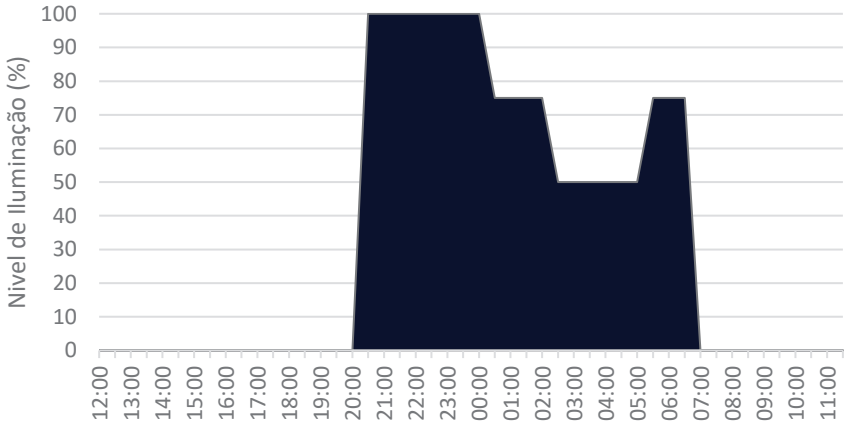


***Figura 27** – Proposta de Perfil Fixo – Horário de Verão*

Caso seja intenção futura do Município de Braga optar pela implantação e ativação de um sistema de telegestão, as luminárias que venham a ser adquiridas deverão dispor de **NEMA Socket (7 Pinos) ou Ficha Zhaga**, capacitando a telegestão da IP. Os drivers presentes nessas luminárias (de tecnologia LED) deverão:

- Ter a capacidade de serem (re)programados para o mínimo de 5 níveis de funcionamento;
- Serem compatíveis com o controlador **NEMA ou Zhaga.**

5.2. MAPEAMENTO DE TEMPERATURAS DE COR

A definição de temperaturas de cor, com a tecnologia LED, assume particular relevância na iluminação do Município de Braga e na criação de ambientes específicos, contribuindo para a valorização do ambiente urbano. Decorrente da desejável coerência territorial segue-se o mapa, ilustrado na ***Figura 28***, onde surgem identificados os intervalos de temperaturas de cor que, genericamente, distinguem a iluminação nas zonas históricas da iluminação nos arruamentos. Através da observação da figura referida, constatamos uma elevada quantidade de luminárias atualmente a 4.000 K no Município de Braga, que correspondem na sua grande maioria a instalações prévias de luminárias LED.

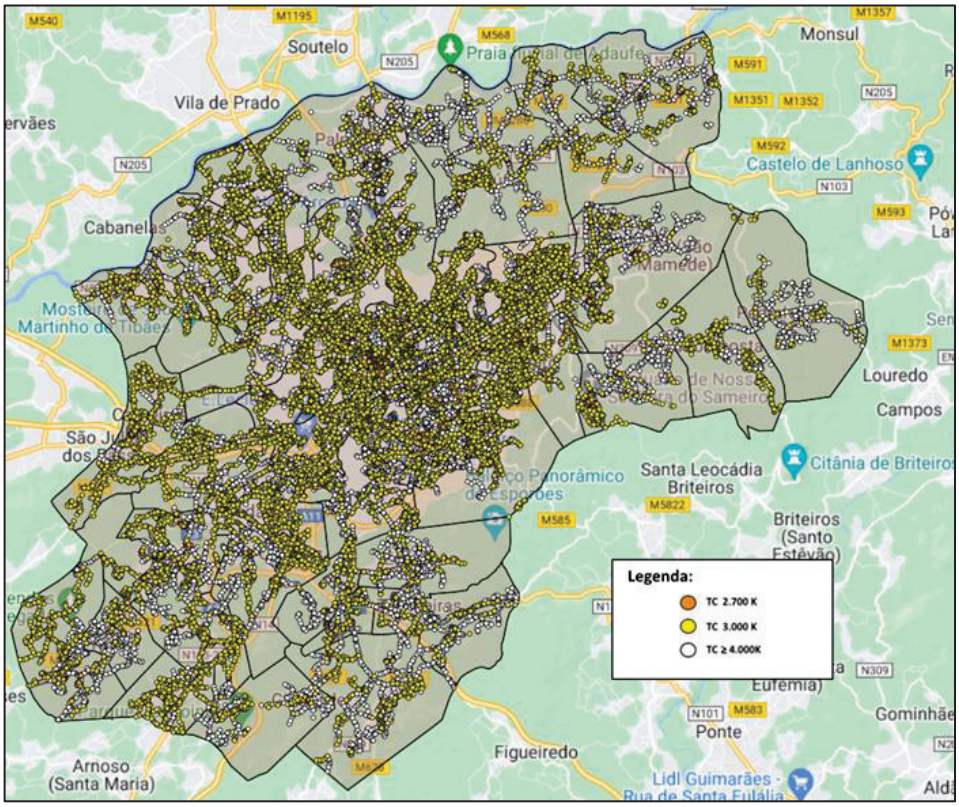


Figura 28 *– Mapeamento da Temperatura de Cor no Município de Braga*

Apesar da escala de fontes de luz destinada à iluminação em geral variar, normalmente, entre os 2.000 K e os 10.000 K., a aquisição de equipamentos de iluminação com temperaturas de cor superiores a 3.000 K deverá ficar interdita, estando comprovados diversos impactos negativos, principalmente, nos ecossistemas (locais ou não, dado o alcance da luz), no aumento do brilho do céu noturno e nas suspeitas crescentes de efeitos nefastos na saúde humana.

Nesse sentido, são sugeridos os seguintes intervalos de cor para a iluminação no Município de Braga, com base nas áreas identificadas no PDM:

- **Temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K –** para as áreas verdes dentro do seio urbano que procuram preservar a fauna e a flora e em simultâneo estimular atividades ao ar livre e lúdicas, e para as áreas classificas como espaços agrícolas, espaços florestais e espaços naturais, inseridos nas áreas rurais do Município;
- **Temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K –** para o território em geral, que inclui as restantes áreas do solo urbano, com o objetivo de se obter uma uniformização contínua em todo o espaço público. Inclui também as áreas rurais especiais, nomeadamente os espaços afetos a atividades industriais e os espaços destinados a equipamentos e infraestruturas.
- **Temperatura de cor igual ou superior a 4.000 K –** nos locais em que se verifique a existência de luminárias com esta temperatura de cor, e não exista intenção imediata de se alterar os

equipamentos já instalados. **Todos os novos projetos de intervenção na IP a realizar no território devem evitar temperaturas de cor superiores a 3.000 K.**

Nas novas intervenções, a temperatura de cor deverá pertencer a um intervalo de valores, de magnitude igual a 200 K, relativamente ao valor base de temperatura atrás definido para as diferentes áreas. A título de exemplo, a temperatura de cor numa área integrada no solo urbano deverá ter uma temperatura de cor de 3000 K ± 200 K.

5.3. TIPIFICAÇÃO DAS LUMINÁRIAS

A iluminação artificial é um elemento essencial da paisagem citadina, que tem um impacto determinante na qualidade de vida no espaço público, não só no período noturno como também no período diurno. A presença física e design do mobiliário de iluminação instalado deve complementar a identidade urbana de um local e promover uma análise do contexto formal e histórico do território, articulando estes fatores com as propostas urbanísticas que o Município visa manter, nomeadamente designs específicos como a forma das luminárias: quadrangular, retangular ou circular.

De forma a homogeneizar a traça dos equipamentos existentes e, dessa forma, promover a imagem do Município e facilitar a gestão, em termos técnicos e económicos, são tipificados os aparelhos de iluminação a instalar de acordo com a zona a requalificar:

- **Luminárias Viárias Tradicionais** – Estas luminárias correspondem às luminárias de uso comum, habitualmente utilizadas na iluminação viária, não existindo um local "específico" para a sua implantação. As luminárias desta tipologia são geralmente as luminárias de maior representatividade nos Municípios, e devem apresentar a forma de um polígono retangular;
- **Luminárias Viárias Redondas** – Estas luminárias correspondem às luminárias de formato circular de uso comum, habitualmente utilizadas na iluminação viária, não existindo um local "específico" para a sua implantação. As luminárias desta tipologia devem apresentar um corpo com forma circular;

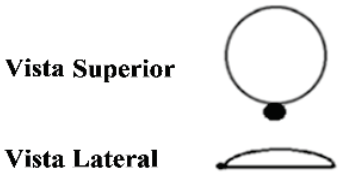


***Figura 29** - Arquétipo Luminária Viária Redonda*

- **Luminárias Viárias Quadradas** – Estas luminárias correspondem às luminárias de formato quadrado de uso comum, habitualmente utilizadas na iluminação viária e pedonal, não existindo um local "específico" para a sua implantação. As luminárias desta tipologia devem apresentar a forma de um polígono retangular na sua vista superior, bem como um corpo plano, largura máxima de 40 cm e um comprimento máximo de 60 cm;

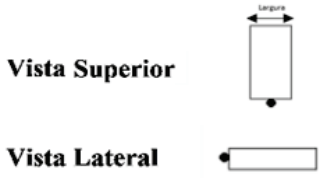


***Figura 30** - Arquétipo Luminária Viária Quadrada*

- **Luminárias de Jardim** – Estas luminárias estão instaladas nas áreas verdes, de acordo com o PDM do Município, e em locais de escala pedonal. Contudo, é importante salientar que nesta tipologia podem surgir casos excecionais, já que a iluminação de jardins e/ou áreas verdes é um elemento de grande importância, devendo esta dialogar com o espaço. Nesse sentido, todas as luminárias a instalar em jardins no Município de Braga, que não cumpram com os arquétipos apresentados na ***Figura 31*** terão de solicitar uma de autorização prévia para instalação das mesmas nos jardins do respetivo Concelho. Os arquétipos que se seguem (***Figura 31***) representam os arquétipos tipo para as luminárias cuja instalação é permitida por parte do Município.

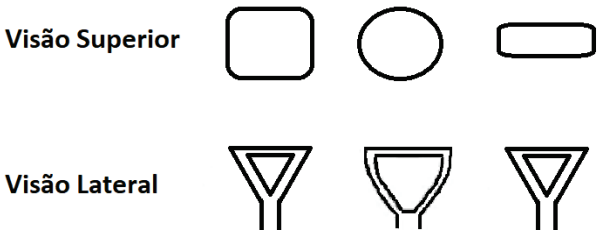


Figura 31 *- Arquétipo Luminária de Jardim*

- **Lanternas Históricas** – Estas luminárias correspondem às luminárias destinadas a locais de interesse histórico e/ou cultural nos Municípios, habitualmente utilizadas na iluminação pedonal;

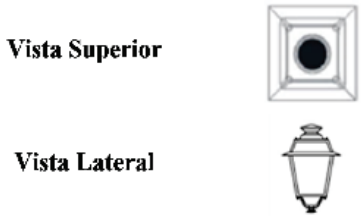
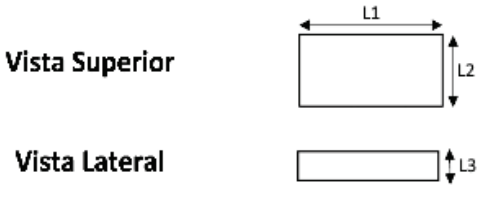


Figura 32 *- Arquétipo Lanterna Histórica*

- **Projetores** – Os projetores são utilizados nas mais diferentes situações, que incluem iluminação viária, iluminação arquitetural, iluminação decorativa, entre outras. Contudo, neste documento destacam-se os utilizados a iluminação viária, cujo arquétipo deve seguir o proposto na ***Figura 33.***



L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)
560	550	160

Figura 33 *- Arquétipo Projetor*

Poderão surgir tipologias diferentes das apresentadas anteriormente, associadas a projetos para locais específicos, luminárias de autor, entre outros, de forma a reforçar a singularidade e especificidade de um determinado espaço público. Todas as luminárias que se encontrem em alguma destas situações deverão ser consideradas luminárias decorativas, e deverão ter a aprovação prévia por parte do Município de Braga antes de serem instaladas.

5.4. REDUÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA

Conforme referido acima, a poluição luminosa é provocada pelos excessos e utilização perniciosa da iluminação, devendo ser controlada e minimizada na medida do possível. Embora seja a iluminação pública a maior causadora de poluição esta tem outras causas, tais como elementos urbanos que incluem painéis publicitários, reclames luminosos, montras, entre outros, que, à semelhança da IP, devem ser sujeitos a restrições que obriguem à utilização cuidada de luz.

O Município pretende que aquando da substituição e/ou instalação de luminárias em novos projetos, sejam seguidas medidas de controlo da poluição luminosa, devendo estas luminárias serem dotadas de *full cutoff* (ULOR 0%). No seguimento do referido, é definido um conjunto de medidas adicionais com vista à efetiva limitação e redução da poluição luminosa proveniente da IP, sem que estas afetem os níveis de iluminação correspondentes à classificação atribuída a cada via de acordo com os normativos:

- Limitar superiormente a temperatura de cor da iluminação a **3.000 K** em todos os novos projetos;
- Optar por **tecnologias com menor quantidade de azul no espectro**, dentro da mesma temperatura de cor;
- **Evitar a propagação lateral ou superior da luz** no mobiliário de iluminação tradicional recorrendo ao retrofit apropriado;
- Utilizar o conceito da **iluminação adaptativa**;
- **Controlar a quantidade de luz total**, através da regulação de fluxo luminoso, sempre que exista um acréscimo dos níveis de iluminação (exemplo época natalícia);
- Estabelecer uma **relação simbiótica entre a iluminação pública e a iluminação arquitetural**;
- Reduzir a emissão de fluxo luminoso para o hemisfério superior através de luminárias com sistemas *full cutoff* e excecionalmente com *cutoff* (***Figura 34***);
- Usar luminárias com fotometrias eficazes, dirigindo a luz somente para as áreas que devem ser iluminadas e minimizando o encadeamento e a luz intrusiva (***Figura 35***).

Figura 34 *- Tipos de Controlo Rácio de Saída do Fluxo Luminoso Ascendente (ULOR)* [17]

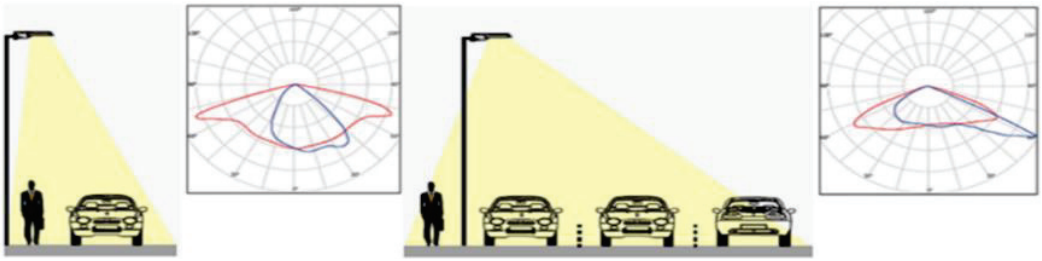


Figura 35 *- Fotometrias Eficazes*

5.5. INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE TELEGESTÃO

As tecnologias referentes aos sistemas de controlo da rede IP têm vindo a sofrer fortes desenvolvimentos. Atualmente, destaca-se a telegestão como a ferramenta mais avançada ao nível do controlo e supervisão, permitindo a gestão individual de cada luminária.

Tendo em consideração que a classificação de uma via depende de parâmetros que variam ao longo da noite e das estações do ano (e.g. volume de trânsito, composição de trânsito, luminosidade ambiente) é recomendado um controlo ativo e consequente adaptação dos níveis de iluminação durante todo o período do funcionamento da IP, que pode ser alcançado através da regulação de fluxo, controlada através de telegestão. O sistema de telegestão deve ser acompanhado de uma plataforma de gestão, acessível através de qualquer dispositivo com ligação à internet, sendo a definição de parâmetros e acessos indicada pelo Município.

Dentro dos sistemas de telegestão a arquitetura que se recomenda, por ser mais eficaz, é a **gestão por ponto de luz**. Para um correto funcionamento do sistema é fundamental existir um cadastro completo da rede de iluminação e garantir o cumprimento das especificações técnicas seguintes:

- Gestão ponto a ponto: *on-off* e *dimming*;
- Possibilidade de comunicação com drivers: DALI ou 1-10 V;
- Parametrização de perfis: por noite, por época e dias festivos;
- Georreferenciação dos pontos de iluminação;
- Informação do estado da rede: número de luminárias ligadas, desligadas e reguladas;
- Emissão automática de alertas sobre anomalias;
- Reportes: diários, semanais, mensais ou anuais;
- Controlo e comunicação de parâmetros elétricos por ponto de luz, tais como: tensão, intensidade de corrente, potência, fator de potência;
- Possibilidade de integrar e interagir com outros dispositivos, como sensores de temperatura, nível de ruído, qualidade do ar, tráfego, câmaras, entre outros.

Sendo a telegestão a porta de entrada para o conceito *Smart City* recomenda-se, para o Município de Braga, que:

- **Todas as luminárias a ser instaladas disponham de NEMA Socket 7 pinos ou ficha Zhaga**, de forma a permitir, futuramente, acoplar o respetivo controlador, com a função de comandar o driver da fonte de luz e todos os sensores existentes na luminária.
- **Nas zonas sensíveis, as luminárias a instalar disponham do controlador NEMA ou controlador Zhaga**, capacitando numa primeira fase a telegestão da IP e numa segunda fase servir de suporte a uma rede de big data.

Numa primeira fase devem ser identificados os locais mais sensíveis, devido à elevada presença de pessoas, eventos sociais entre outros.

5.6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS LUMINÁRIAS

Este documento pretende melhorar a qualidade de iluminação a par da diminuição dos consumos energéticos, devendo por isso acompanhar a evolução tecnológica dos aparelhos de iluminação, bem como o conhecimento científico relativamente aos impactos da luz. Nesse sentido, de forma a manter sempre atualizadas as melhores práticas associadas às especificações das luminárias, o **Anexo III – Especificações Técnicas**, será revisto sempre que os preceitos abaixo expostos se considerem desajustados. Assim sendo, sem prejuízo das suas atualizações futuras, definem-se as especificações técnicas transversais exigidas para as luminárias a instalar num projeto novo ou de remodelação:

Documentação mínima a apresentar:

- Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede;
- Certificação ENEC - European Norm Electromechanical Certification;
- Declaração de conformidade CE;
- Ficha Técnica da Luminária;
- Ficha Técnica do Driver;
- Relatório de fotometria emitido por laboratório acreditado, de acordo com a norma EN 13032, devendo este indicar os seguintes parâmetros:
    - Temperatura de cor (CCT) [ºK];
    - Temperatura de ambiente de medição [ºc];
    - Potência nominal da luminária [W];
    - Fluxo luminoso da luminária à potência nominal [lm];
    - Eficácia luminosa da luminária [lm/W]
    - ULOR da luminária [%];
    - Índice de restituição de cor da luminária [IRC];
    - Corrente de alimentação nos LED [mA];
    - Fator de potência (FP);
    - Referência a Driver ensaiado;
    - Referência a LEDs ensaiados;
    - Curvas Fotométricas.

Características Mecânicas:

- Corpo integralmente constituído por liga de alumínio injetado de elevada resistência à corrosão;
- Índice de estanquicidade, IP, mínimo de 66;
- Índice de proteção mecânica, IK mínimo de 08;
- Pintura RAL a definir.

Características Elétricas:

- Proteção contra sobretensões, SPD, mínima de **10 kV**;
- Fator de potência, cos φ, superior ou igual a **0,9**;
- Corrente de Alimentação nos LED igual ou inferior a **700 mA**;
- Classe **I ou II** de Isolamento;
- Driver DALI-2 programável, compatível com controlador **NEMA** ou driver com certificação **Zhaga D4i** compatível com **controlador Zhaga**;
- Equipada com **NEMA** Socket ou Ficha **Zhaga,** e respetiva tampa protetora;
- Driver com possibilidade de programação para o mínimo de **5** níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado.

Características Fotométricas:

- Temperatura de cor igual ou inferior a **3.000 K ± 200 K**;
- Índice de restituição de cor, IRC, superior ou igual a **80**;
- Vida útil superior ou igual a **L80B10@100.000** horas/25°C.

Garantia:

- Prazo de garantia do fabricante mínimo de **10 anos**, devendo cobrir todos os componentes e a pintura;

Cadastro:

- As luminárias devem estar equipadas com uma etiqueta digital no seu interior (preferencialmente no compartimento dos acessórios para evitar o seu desgaste prematuro). Devem ainda ser entregues etiquetas adicionais (mínimo 2), de forma a colocar no lado interno da porta da coluna, no caso desta existir, para que se possa digitalizar sem necessidade de aceder à luminária. Esta etiqueta digital deverá poder ser registada através de uma aplicação para telemóvel ou tablet, permitindo:
  - Acesso à informação detalhada do produto, nomeadamente: marca, modelo, cor, fluxo do sistema, temperatura de cor, ótica/lente, número de LEDs, potência nominal, nº de série e IRC;
  - Aquando da instalação, após digitalizar a etiqueta, o registo deverá guardar as coordenadas GPS (longitude e latitude), data de digitalização e informação detalhada do produto.
  - A informação deve ser acessível ao Município, com a possibilidade de exportação para um documento editável (tipo excel).

As especificações técnicas referidas são exigidas para todos os tipos de luminária. Para além destas, definem-se especificações técnicas particulares a cada tipologia de iluminação, apresentadas no **Anexo III – Especificações Técnicas**.

Todas as luminárias que não se enquadrem nas principais tipologias descritas no referido anexo **serão consideradas luminárias decorativas,** devendo a sua aprovação ser avaliada caso a caso pelo respetivo Município, sendo sugerido que sejam respeitadas as especificações técnicas mínimas acima apresentadas.

5.7. BOAS PRÁTICAS

A Iluminação da via pública é de primordial interesse estando a segurança dos condutores e peões na linha da frente das principais preocupações. Os aspetos da qualidade da iluminação são diversos, destacando-se a quantidade e a distribuição do número de pontos de luz, o brilho, a direção e a sua dinâmica. Com o objetivo de tornar a Iluminação Pública mais eficiente e segura, são apresentadas algumas recomendações a ter em consideração no momento da elaboração de um novo projeto ou de remodelação. Dentro destas, destaca-se o **profundo conhecimento do local de implementação**, de forma a **contornar eventuais condicionantes presentes na via**, tais como bocas de incêndio/hidrante, estacionamentos, portões, acessos privados, mobiliário urbano, entre outras.

5.7.1. DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE LUZ

No que se refere à elaboração de novos projetos, ou projetos de requalificação de vias, que tenham a necessidade de reformular a rede de postes de iluminação pública, a distribuição dos mesmos deve seguir as regras que se seguem:

- **Unilateral**: Aconselhável na situação em que a largura da via (l) ≤ altura da luminária (h);
- **Quincôncio/Alternada**: Aconselhável na situação, l ≥ (1 a 1,5) h;
- **Bilateral**: Aconselhável na situação, l ≥ 1,5 h;
- **Bilateral com faixa central**: Aconselhável na situação, l ≥ 1,5 h;
- **Axial**: Colunas situadas na faixa central. Sugere-se nas situações em que l ≥ 2,5 h;
- **Curvas**: Em curvas, e, se a largura da estrada é menor que 1,5 h, as luminárias serão instaladas na parte exterior da curva, colocando uma luminária no prolongamento dos eixos de circulação;
- **Rotunda com Diâmetro ≥ 18 m**: Aconselha-se a disposição das colunas nas margens da rotunda quando existe arvoredo, arbustos ou canteiros de flores;
- **Rotunda com Diâmetro < 18 m**: Aconselha-se a disposição de uma coluna no meio da rotunda com braços triplos ou quádruplos quando não existe arvoredo;
- **Cruzamento/entroncamentos**: nos cruzamentos/entroncamentos e pequenos cul-de-sac há necessidade de reforço de iluminação pública pelo que tal situação deve ser atendida na elaboração do projeto.

5.7.2. PASSADEIRAS

As passadeiras são zonas cujo objetivo é o de permitir o atravessamento das vias por parte dos peões. São zonas com maior risco de colisão entre veículos e pedestres, pelo que devem ser corretamente sinalizadas e iluminadas. A iluminação das passadeiras no Município de Braga deve ser tratada e analisada caso a caso.

A necessidade de se evidenciar os locais de travessia de via com uma sinalização e/ou iluminação adequada é algo que é do conhecimento do Município, no entanto, quer seja por restrições económicas, técnicas ou outras, existem ainda muitos destes locais onde tal não se verifica. Estas zonas são as que apresentam um maior risco, devendo ser garantida a segurança dos peões nestas passagens durante o período noturno, o que pode ser alcançado com recurso a uma iluminação dedicada que privilegie o contraste positivo (peão iluminado contra um fundo escuro) [32].

Assim sendo, para que sejam respeitadas as boas práticas de projeto é necessário:

- Dotar a passadeira com um nível de iluminação que seja visível a uma distância que induza o condutor do veículo automóvel a uma condução mais defensiva;
- Optar por **luminárias com óticas assimétricas**, posicionadas de forma que a orientação seja à direita ou à esquerda, conforme os sentidos do transito, observável na ***Figura 36***, de forma a não provocar o encandeamento dos automobilistas;
- Instalar postes de iluminação cujas alturas estejam compreendidas entre os **5 e os 6 metros**, proporcionando a obtenção de um nível de iluminação vertical média, no eixo da passadeira, a uma altura de 1 metro superior a 40 lux.

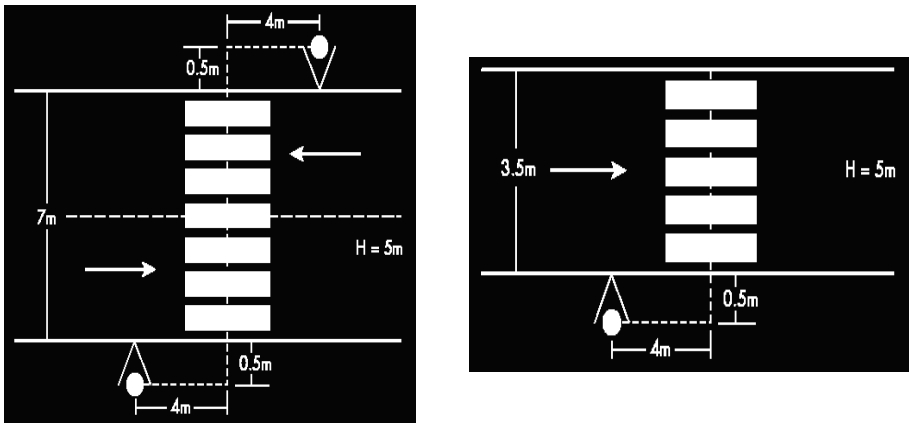


Figura 36 *– Disposição dos Postes de Iluminação Dedicados às Passadeiras[32]*

5.7.3. ROTUNDAS

As rotundas são áreas onde diversos fluxos de veículos se intersetam e onde é frequente a coexistência entre veículos motorizados e outros utilizadores da via pública, como peões e ciclistas, sendo por isso uma zona crítica. É consensualmente aceite que os índices de sinistralidade relacionados com o número de acidentes por invasão da ilha central ou perda do controlo do veículo no anel sofrem um aumento no período noturno. Prever a implantação de iluminação pública em todo o tipo de rotundas, particularmente em rotundas sujeitas a intensos fluxos de circulação, toma assim um papel preponderante na diminuição da sinistralidade noturna, pelo que deve ser sempre considerada obrigatória.

Como tal, os níveis de iluminação utilizados nestes locais devem ser cuidadosamente estudados, sendo estas áreas, na sua maioria, classificadas como zonas de conflito. Esta classificação é também válida para vários cruzamentos, entroncamentos e outros tipos de interseções, pelo que os cuidados aqui referidos

também se lhes aplicam. Deverá considerar-se como referência o nível de iluminação correspondente à via com classe mais alta ligada a estes locais, devendo a iluminação da rotunda ser dotada de um nível de iluminação igual ou no limite um nível superior (dependendo das necessidades e caraterísticas do local), salvaguardando a visibilidade e segurança dos seus utilizadores. A iluminação nestes locais deverá ter em consideração [26]:

- **Posição dos passeios e lancis**;
- **Marcas e sinalizações da estrada**;
- **Movimentação dos veículos na vizinhança da área**;
- **Presença de pedestres, ciclistas e eventuais obstáculos**.

Nesse sentido, aquando do início da elaboração de um projeto de iluminação destinado a zonas de conflito, como são exemplo as rotundas apresentadas nas imagens presentes na ***Figura 37***, é essencial ter em consideração as seguintes recomendações:

- Garantir que a totalidade dos ramos afluentes são providos de uma **iluminação correta e uniforme**;
- Verificar se os espaços adjacentes ou próximos da interseção não causam distúrbios ou distrações momentâneas na capacidade de visão do condutor;
- Dimensionar a iluminação de modo a melhorar a visibilidade não só dos condutores, mas também dos restantes utilizadores da via;
- **Aumentar o contraste de luminâncias** utilizando preferencialmente elementos com cores claras e refletoras;
- Os postes de iluminação pública não devem criar obstáculos físicos que agravem possíveis embates na sequência de eventuais perdas de controlo;

No caso particular do Município de Braga, distinguem-se algumas rotundas de ligação importantes e com elevado trânsito automóvel, como a rotunda da Estação I. Esta encontra-se representada na ***Figura 37***.

Figura 37 *– Rotundas da Estação I, Braga*[8]

[8] Fonte: Google Earth

5.7.4. ARBORIZAÇÃO

A arborização apresenta um papel fundamental no ambiente urbano. Esta melhora o efeito estético das cidades, proporciona sombra aos veículos e aos pedestres, protege e direciona o vento, entre outras funções, pelo que não deve ser negligenciada. Contudo, é frequente a existência de vias urbanas edificadas, eletrificadas e arborizadas sem um correto planeamento, o que inevitavelmente resulta em conflitos entre a iluminação pública e a arborização urbana, como exemplificado na ***Figura 38***.

Assim, nas vias em que se prevê a coexistência da iluminação pública e de arborização intensa, o projeto de IP deve adotar medidas de compatibilização. Algumas das possíveis soluções para uma convivência adequada entre a arborização e o sistema de iluminação são:

- Optar por uma disposição dos pontos de **iluminação unilateral oposta à colocação das árvores ou bilateral alternada entre ponto de iluminação e árvore**, minimizando os impactos na uniformidade da iluminação.
- Assegurar uma **distância mínima de 3 metros** entre o poste de iluminação e o tronco da árvore (dependendo da sua espécie e da sua copa expectável). Caso isso seja impossível, por condicionantes do espaço ou da via, deve ser avaliada caso a caso a melhor forma de se minimizar o seu impacto na iluminação;
- Planear a colocação dos postes de iluminação de forma a que estes **sejam instalados o mais próximo possível do centro geométrico entre as árvores existentes no local** (tendo em atenção as condicionantes do espaço e/ou da via, devendo ser feita uma avaliação caso a caso);
- Utilizar **braços que permitam um melhor posicionamento da luminária** de forma a evitar que a mesma seja envolvida pela folhagem das árvores ***Figura 39***;
- Usar **iluminação de segundo nível mais baixa** como complemento à iluminação dos passeios onde a arborização interfere com o sentimento de segurança dos pedestres ***Figura 39***.

Figura 38 *– Interferência da Arborização na Iluminação Pública, Rua Padre Armando Lira, Braga*

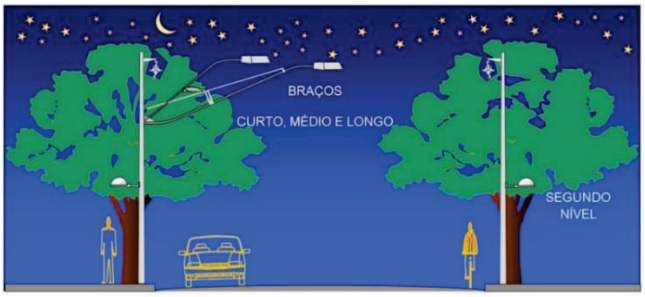


Figura 39 *– Soluções para Interferências da Arborização com a Iluminação Pública [33]*

5.7.5. CICLOVIAS

Em diversas cidades do mundo, incluindo cidades portuguesas, têm sido adotadas medidas para incentivar e promover as deslocações de mobilidade ativa, contribuindo, assim, para uma maior sustentabilidade do sistema de transportes. Considerando a crescente importância das bicicletas (e trotinetes elétricas) como meio de deslocação ativa na cidade, a iluminação das ciclovias deve ser dimensionada de modo que aumente os níveis de segurança dos seus utilizadores, com especial foco em locais em que existem cruzamentos com vias de trânsito de veículos motorizados. É nestas intersecções que os ciclistas estão expostos a maiores riscos de acidentes, pelo que é importante que a infraestrutura disponha de uma iluminação adequada, principalmente se apresentar uma elevada utilização noturna (***Figura 40***).

A falta de iluminação (ou uma iluminação deficiente) nestes percursos pode originar um sentimento de insegurança, por parte dos utilizadores. Por outro lado, uma iluminação correta e adequada permite minimizar o possível risco de assaltos, bem como o risco de conflitos ao longo da via e das intersecções. Adicionalmente, a iluminação permite que o ciclista siga de forma mais fácil o seu trajeto e veja mais claramente as condições do pavimento e os obstáculos com que se depara.

A iluminação pública da via revela-se fundamental, sendo importante adotar as seguintes medidas [34][35]:

- Colocar os postes de iluminação fora do espaço de manobra das bicicletas, dando margem de segurança aos utilizadores;
- Escolher postes de iluminação com dimensões apropriadas para o tráfego de bicicletas;
- Instalar os postes de iluminação com espaçamentos mínimos de **3,5 vezes** a altura de montagem da luminária;
- Manter a iluminância média horizontal entre os 5 e os 22 lux, devendo ser adotados valores superiores em zonas de conflito (interseções) ou zonas que apresentem problemas relacionados com a segurança.

Figura 40 *– Ciclovia na Av. D. João II, Braga*

Qualquer intervenção nestas áreas deve ter o parecer prévio da Autarquia.

5.7.6. ÁREAS VERDES

Para além de iluminar, os projetos de iluminação pública devem também contribuir para a valorização do espaço urbano. A iluminação de espaços verdes como jardins deve ser um elemento essencial no planeamento dos projetos de arquitetura paisagista, devendo esta dialogar com o projeto. Todas as áreas verdes, independentemente da sua dimensão, possuem características distintas, sendo a iluminação um complemento ao design destas áreas e um elemento que torna o espaço exterior esteticamente mais aprazível e atrativo, sendo isso fulcral para garantir a segurança do ambiente, bem como orientar a deslocação dos utilizadores do espaço (***Figura 41***).

Nos espaços verdes verificam-se frequentemente projetos específicos e personalizados, elaborados por arquitetos, tendo estes um papel fundamental para a valorização da arquitetura e da natureza. Existem vários tipos de iluminação de jardins/áreas verdes, podendo surgir, em casos excecionais, luminárias que não encaixem nos arquétipos apresentados no **Anexo III – Especificações Técnicas**, no entanto, estas têm de garantir todos os requisitos mínimos nele apresentado.

O conceito de jardim bem iluminado não está na quantidade de luz aplicada, mas na criatividade e qualidade do projeto. Assim sendo, os equipamentos escolhidos:

- **Não devem** ofuscar o observador;
- **Não devem** provocar encandeamento aos automobilistas;
- **Devem** respeitar o espaço e a sua organização.

Figura 41 *– Parque da Ponte, Braga [36]*

5.7.7. PROJETOS DE ARQUITETO

Os Municípios por vezes dispõem de elementos de iluminação pública com assinatura de arquiteto, como por exemplo as luminárias representadas na ***Figura 42***, instaladas no Município de Braga.

Figura 42 *– Luminárias com assinatura de Arquiteto, Município de Braga*

A substituição destes equipamentos, bem como de quaisquer outros que apresentam assinatura de arquiteto ou uma tipologia especial, poderá acontecer sempre que exista essa intenção por parte do Município, e permissão por parte do arquiteto, sempre que necessária

5.7.8. TIPOS DE SUPORTE

É importante haver uma otimização do espaçamento entre os apoios consoante a sua altura e a distribuição luminosa da luminária. A avaliação do local onde se irão colocar os apoios da IP é essencial, sendo necessário ter sempre em consideração todos os obstáculos existentes na via. De forma a dar resposta às condicionantes da via os suportes para as luminárias podem ser de três tipos [17]:

- **Postes ou Colunas** de iluminação;
- **Braços em Fachadas** de edifícios.

5.7.8.1. POSTES OU COLUNAS

Todos os suportes (Postes ou Colunas) adquiridos pelo Município de Braga deverão ser metálicos, exceto as colunas de ferro fundido que devem manter a traça. Estes devem apresentar as seguintes características: [17]:

- **Boa** resistência a esforços resultantes da ação do vento e a choques mecânicos;
- **Boa** resistência às intempéries e à corrosão;
- **Fácil** manutenção;
- **Fácil** acesso à aparelhagem de proteção;
- **Não devem** ultrapassar a altura dos edifícios, especialmente nas zonas residenciais;
- Se as colunas incluírem braço este deve ser reto, 0º de inclinação, projeção horizontal de braço Standard, com ponta de diâmetro 60 mm:
    - A fixação dos braços de aço tubulares de IP e em colunas de aço direitas ou com braço deverá ocorrer dos seguintes modos:

        - Braços de aço tubulares em parede: Sempre que existirem pontos de luz em fachada, estes devem ser mantidos nos seus locais. A fixação de consolas deve ser executada com bucha química, de forma a garantir a impermeabilização/ estanquicidade dos pontos de fixação.
    - Braços de aço tubulares em postes de betão ou de madeira:
        - **Braços de IP sem patilhas**: com os sem patilhas: Fixação através de 2 abraçadeiras com espigão roscado;
        - **Braços de IP com patilhas**: através de 3 abraçadeiras de fivela em aço inox.
- Se as colunas não incluírem braço deverão apresentar uma ponta de 100*60 mm;
- As colunas devem ter uma portinhola que alojará um quadro de coluna IP44 com posta fusível ou disjuntor de curva de disparo C;
- As colunas devem cumprir a norma EN 40-5;
- As colunas devem ser troncocónicas ou tronco-piramidal octogonal fabricadas em chapa de aço S235, com espessura mínima de 3 mm, galvanizado por imersão a quente, e pintura RAL a definir pelo Município do Porto, com uma espessura média de filme seco de 170 microns, devendo obedecer à norma ISO 12944-6, para a classe de corrosividade até à C5-I e durabilidade elevada (H);
- A fixação pode ser feita por enterramento ou em flange, sendo que quando é feita a instalação em flange devem ser tomadas as seguintes providências:
    - Na fixação ao maciço, os pernos devem ser protegidos com copo apropriado para o efeito e todo o sistema de aperto deve ficar abaixo do nível do piso e tapado de modo a evitar danos aos utilizadores da via;
    - Os pormenores construtivos dos maciços devem prever uma solução de projeto que nivele o sistema de fixação com o pavimento e não permita que, em caso algum, os pernos de fixação possam ficar acima da cota do pavimento.
- Nas zonas históricas deverão ser consideradas:
    - Colunas de ferro fundido, em RAL a definir pelo Município, aplicando-se igualmente este princípio às consolas;

A escolha da altura do ponto de luz é um aspeto de elevada relevância, estando a escolha das luminárias dependente desta característica do poste, já que quanto mais baixa a altura do poste maior a probabilidade de vandalismo das suas luminárias e consequentemente dos custos de manutenção, obrigando à seleção de uma solução mais robusta (IK superior). Nesse sentido todos os suportes adquiridos (postes ou colunas) pelo Município **deverão** apresentar alturas úteis de **4, 6, 8, 10 ou 12 metros**:

- **Colunas de 4 ou 6 metros**: maioritariamente instaladas em zonas pedonais, áreas verdes e caminhos estreitos;
- **Colunas 8 metros**: instaladas, na sua generalidade, em vias estreitas (≤ 2 vias);
- **Colunas de 10 ou 12 metros**: instaladas, normalmente, em vias largas (> 2 vias).

5.7.8.2. Braços de Fachada

Para as situações em que se verifica uma perturbação da circulação dos peões nos passeios, bem como carrinhos de bebe ou cadeira de rodas com a colocação de postes de iluminação nos passeios é recomendada, sempre que o local o permita, a instalação de braços ou colunas morais nas fachadas de edifícios. Quando se avança para a fixação de braços ou consolas murais nas fachadas de edifícios é necessário cumprir com alguns requisitos e ter em consideração algumas recomendações:

- Ausência de árvores de grande porte;
- Presença ao longo da via de edifícios suficientemente altos e de construção robusta;
- Os braços a instalar não devem ter inclinação;

5.7.9. INUNDAÇÕES

As inundações são fenómenos naturais ou tecnológicos como marmotos, costeiras, subterrâneas (nível freático), rotura de barragens e ou diques ou deficiências no sistema de drenagem de águas residuais e pluviais. No Município de Braga existem zonas mais propicias à ocorrência destes fenómenos, sendo necessário ter em consideração algumas medidas, de forma a reduzir o risco de potenciais consequências prejudiciais nas infraestruturas da iluminação pública. Nesse sentido, é preciso melhorar a resiliência e diminuir a vulnerabilidade dos elementos situados nas zonas de possível inundação.
Relativamente à estrutura da IP (colunas de Iluminação Pública) é necessário fazer a gestão adequada do risco de inundação nos diversos locais, recorrendo à combinação das diferentes abordagens:

- **Prevenção:** Políticas de gestão a localização das infraestruturas;
- **Proteção:** Escolha de soluções estruturais e não estruturais que diminuam o risco de danificação dos equipamentos;
- **Preparação:** Inclusão de sistemas de emergência e alertas em caso de inundação;
- **Recuperação:** Após a ocorrência de inundações restabelecer as ligações e fazer uma avaliação de melhorias futuras.

Assim, **recomenda-se** que em locais onde existe risco de inundação as colunas de IP devem:

- Apresentar um elevado grau de estanquicidade ao nível da portinhola;
- Portinholas elevadas;
- Incluir um circuito de iluminação de emergência.

5.8. MANUTENÇÃO

Uma gestão adequada da manutenção, nas vertentes preventiva e corretiva, ajustada às características e tipologia do equipamento instalado, nomeadamente no que respeita aos suportes IP, com particular destaque para os candeeiros e consolas do mobiliário de iluminação tradicional, apresenta um grau de elevada importância do ponto de vista da durabilidade dos investimentos, garantia da eficácia do sistema e salvaguarda da hospitalidade do Município. Contudo, é percetível que a manutenção dos sistemas de iluminação pública, por vezes, é demorada, já que é necessário, por parte da concessionária da rede de IP, a identificação dos problemas e, caso se justifique, o posterior alerta para a necessidade de substituição ou reparação de algum ponto de iluminação.

O histórico de todos os episódios torna-se uma ferramenta essencial na gestão e conservação da rede de iluminação pública, facilitando e uniformizando o processo de manutenção, identificação de problemas e propostas de intervenção. Assim, o registo cuidado por parte da concessionária de todas as operações, sejam estas resolvidas a curto ou a longo prazo, é fundamental. A ***Figura 43*** que se segue apresenta um exemplo de uma folha de registo da operação, também disponível no **Anexo IV – Folha de Registo**.

FOLHA DE REGISTO Nº 1	3/2024
Rua de São Martinho	Data:13/03/2024

Dados Gerais de Iluminação:

	Zona Intervenção
X	Estrada
	Rotunda
	Passeio
	Praça
	Ciclovia
	Parque Desportivo
	Jardim

	Tipo Suporte
X	Coluna
	Braço
	Candeeiro
	Haste
	Tensor
	Foco Rasante

	Potência
	70W
	100W
X	150W
	250W
	400W
	Sem informação

	Tecnologia
	Incandescente
	Fluorescente
	Indução
	Iodetos metálicos
X	Sódio
	LED
	Sem Informação

	Tipo de Equipamento
X	Viário
	Jardim
	Lanterna
	Projetores
	Especial
	Encastre em Parede
	Encastre em Pavimento

	Problema Identificado
	Brilho Excessivo
X	Iluminação Intrusiva
	Luz Dispersa para Cima
	Questões de Segurança
	Iluminação Insuficiente
	Falta de Uniformidade
	PIP Avariado
	PIP Obsoleto/ Mau estado

	Ação Corretiva
	Reduzir Nível Iluminação
	Aumentar Nível de Iluminação
X	Substituir Luminária
	Classificar Rua de Acordo com Norma
	Resolução Problema Elétrico

	Marca e Modelo
X	Schréder - Onyx 3

Notas: _____

Figura 43 *– Exemplo de Folha de Registo*

Relativamente à garantia fornecida pelo fornecedor dos equipamentos de iluminação esta não deverá ser inferior a 12 anos. Contudo, independentemente dessa garantia, é importante que exista manutenção e as luminárias sejam limpas e reapertadas com uma periocidade não superior a 5 anos. No que diz respeito aos equipamentos danificados ou avariados, estes deverão ser substituídos por outros equivalentes em termos de design, tecnologia e potência no mais curto tempo possível. Um outro fator a ter em conta, deverá ser a monitorização, regulação dos níveis de serviço, em particular, no que concerne aos parâmetros de iluminação garantidos, por forma a assegurar a prevalência da sua conformidade com as classes de iluminação atribuídas, propondo-se para o efeito adicionar esta tarefa de controlo da depreciação da iluminação nas rotinas de inspeção e limpeza (a ocorrer no mínimo a cada 5 anos).

Em termos de recomendações de carácter geral para a manutenção, salientam-se as seguintes:

- Substituição progressiva dos suportes de betão instalados, dos vários tipos, dado o seu elevado grau de obsolescência, principalmente, ao nível das condições de segurança das portinholas;
- Conservação/repintura dos suportes IP (candeeiros, colunas, braços e consolas), em particular, ao nível da iluminação tradicional;
- Melhoria da eficiência energética do mobiliário de iluminação tradicional efetuando o retrofit dos mesmos.

A Manutenção preventiva de iluminação deve ser feita, preferencialmente, na presença de um eletricista qualificado de acordo com a Checklist que se segue:

Tabela 17 - CheckList de Manutenção Preventiva na Infraestrutura da Iluminação Pública

Categoria	Item
Geral	___ Verificação Limpeza dos Equipamentos
	___ Remoção de elementos indesejados tais como: ninhos de pássaros, detritos dentro e em volta do poste e das proteções da base do poste, etc
	___ Verificação do estado dos parafusos - Apertar ou Trocar em caso de necessidade
	___ Verificação do estado dos dispositivos – Substituir ou Reparar em caso de necessidade
	___ Verificação do sistema de fixação das luminárias - Apertar em caso de necessidade
	___ Registo dos equipamentos inspecionados e Reparos executados
Estrutura	___ Verificação do estado de conservação da coluna de iluminação
Iluminação Geral	___ Verificação do consumo de energia (cada poste) e Comparação com o valor esperado (consumos diferentes do esperado podem indicar problemas ou instalação degradada)
	___ Verificação do estado das vedações das luminárias - Trocar em caso de necessário
	___ Verificação da posição da luminária - Ajustar para ângulo correto em caso de necessidade
	___ Verificação temperatura de cor das luminárias (por rua) - Assegurar = temperatura de cor
	___ Verificação do estado dos difusores das luminárias
	___ Verificação do estado dos componentes visíveis da luminária
Mecânica	___ Testar sistema de levantamento da luminária
	___ Limpar sistema de levantamento da luminária
	___ Lubrificar sistema de levantamento da luminária
	___ Verificar se há corrosão de cabos e dispositivos
	___ Trocar ou Reparar dispositivos mecânico em caso de necessidade
Elétrica	___ Verificação de todos os elementos do sistema elétrico
	___ Trocar ou Reparar dispositivos elétricos em caso de necessidade
	___ Verificar isolamento de cabos e conceções para corrosão ou quebras
Notas	

6.
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Tendo em consideração todas as recomendações e orientações listadas ao longo do presente documento, são apresentados de seguida alguns exemplos da sua aplicação em locais que apresentam relevância especial no Município de Braga.

Assim, **este capítulo tem como principal objetivo apresentar exemplos de como se deve proceder na caraterização de determinados locais em que exista intenção realizar uma intervenção na infraestrutura de Iluminação Pública**, e se pretenda que os novos equipamentos instalados estejam de acordo com as orientações apresentadas ao longo do Plano Diretor de Iluminação Pública.

É de realçar que os exemplos apresentados neste capítulo correspondem apenas a estudos base iniciais, que **deverão complementar todos os procedimentos de projeto implementados no Município de Braga para a realização de intervenções na rede.**

6.1. RUA DO CARMO E RUA DO CARVALHAL

O local que foi identificado na **União das Freguesias de Braga (São José de São Lázaro e São João do Souto)** para exemplificar a aplicação das orientações estabelecidas no PDIP corresponde à **Rua do Carmo e à Rua do Carvalhal**, situadas no centro da Cidade de Braga, **na envolvente da Igreja do Carmo**.

Neste local observa-se a existência de luminárias viárias tradicionais, que devem ser substituídas por luminárias LED de tipologia Viária (Tradicional ou Redonda), resultando num aumento significativo da eficiência energética neste local.

As luminárias referidas são apresentadas na ***Figura 44***, bem como o mapa da sua localização. É importante destacar que várias ruas na sua envolvente já se encontram a tecnologia de LED, nomeadamente:

- **Travessa do Carmo –** Luminárias LED de tipologia Viária Redonda;
- **Praça Conde de Agrolongo –** Luminárias LED de tipologia Viária Tradicional;

Figura 44 *- Área de Intervenção Exemplo – Rua do Carmo e Rua do Carvalhal*

6.1.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

Considerando que o local em análise se insere num **espaço central**, de acordo com as orientações do PDIP é recomendado que se sigam as seguintes recomendações, sempre que possível:

- **Garantir** uma boa uniformidade da iluminação com as malhas viárias de ligação existentes;
- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K, permitindo destacar as zonas com maior peso de atividades comerciais;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias;
- **Optar** por equipamentos com *full cutoff*;
- **Permitir** que a luminária viária ilumine os passeios na mesma proporcionalidade, tendo o cuidado de evitar luz intrusiva;
- **Evidenciar** as passadeiras, introduzindo iluminação focalizada, tendo o cuidado de não sobre iluminar;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização, com recurso a regulação de fluxo;
- **Adaptar** o projeto de IP a possíveis restruturações futuras.

6.1.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA

O passo seguinte passa por identificar os diferentes perfis de vias presentes na Área de Intervenção escolhida, de forma a definir a quantidade de luz que é necessária no local, de acordo com a norma EN 13201. Neste caso concreto, identificam-se dois perfis distintos, como se verifica na ***Figura 45***:

- **Perfil 1 –** Rua do Carmo
- **Perfil 2 –** Rua do Carvalhal

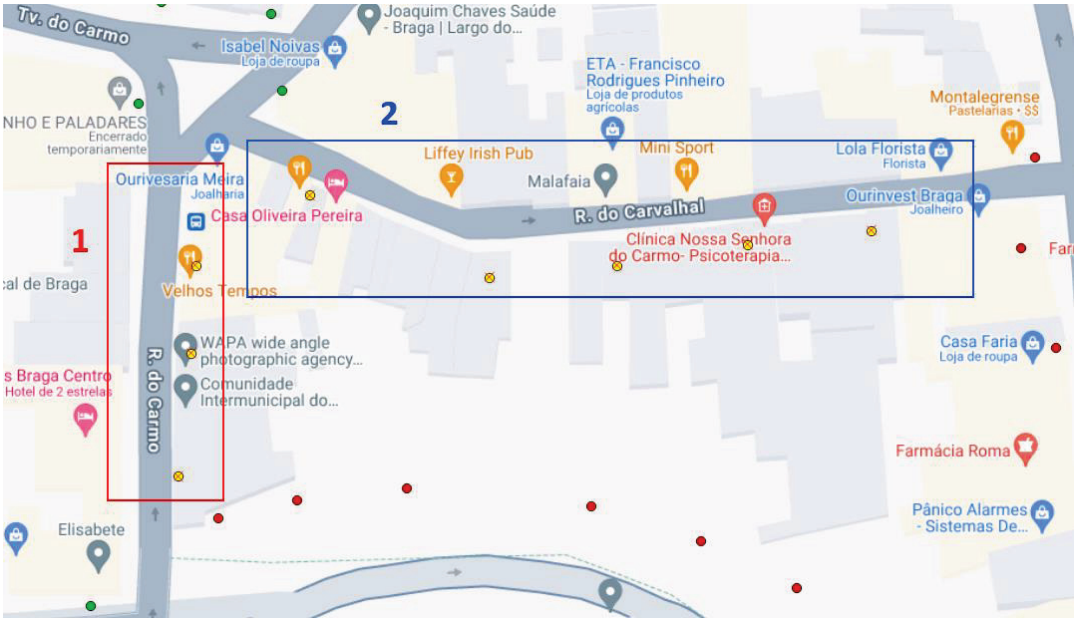


Figura 45 *– Identificação de Perfis – Rua do Carmo e Rua do Carvalhal*

Uma vez que estamos perante vias com tráfego automóvel, serão consideradas para este estudo **classes de Iluminação M**. Identificados os diferentes perfis observados na área de intervenção, o próximo passo será classificar as vias de acordo com a aplicação da norma EN 13201, tal como apresentado na **Tabela 18** e na **Tabela 19**.

***Tabela 18** - Classificação Viária – Perfil 1 (Rua do Carmo)*

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	-2
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	0
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	1
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	1
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2	0
	Difíceis	1	
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	2
		Classe da Via	**M4**

***Tabela 19** - Classificação Viária – Perfil 2 (Rua do Carvalhal)*

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	-2
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	0
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	1
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	1
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	

	Muito difíceis	2	
Tarefas de Navegação	Difíceis	1	0
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	2
		Classe da Via	**M4**

Independentemente da classificação obtida através da aplicação direta da norma EN 13201, **em todos os projetos deve ser tida em consideração a classificação viária das vias na sua envolvente, de modo a evitar a criação de grandes desequilíbrios no que se refere à uniformização luminosa.**

Em adição, devem ser evitadas classificações baixas em locais que sejam identificados como críticos. O bom senso deve sempre sobrepor-se à classificação viária obtida por aplicação da norma.

6.1.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO

O passo seguinte será a identificação de todas as luminárias que se pretendem intervencionar, nomeadamente a sua localização, tipologia em que se inserem, e potência nominal. De acordo com a versão mais atualizada disponível do Cadastro de Iluminação Pública do Município de Braga, na presente área de intervenção temos o seguinte:

- **Perfil 1 – 3 Luminárias**
  - Altura: 8 metros
  - Potência: 150 W
  - Tipologia: Iluminação Viária
- **Perfil 2 – 5 Luminárias**
  - Altura: 6 metros
  - Potência: 150 W
  - Tipologia: Iluminação Viária

As especificações técnicas que as luminárias a instalar neste local devem seguir são apresentadas no **Anexo III – Especificações Técnicas,** mais especificamente nas **Especificações técnicas Luminárias Viárias.**

6.1.4. NOTAS FINAIS

Considerando que se pretende avançar com a instalação de novas luminárias viárias, qualquer projeto neste local **deverá prever a aquisição de 8 luminárias de tipologia viária (tradicional ou redonda)**, devendo cumprir com as especificações técnicas definidas neste documento para a tipologia escolhida.

As 8 luminárias identificadas, associadas ao perfil 1 e 2, **deverão ter potências nominais e fotometrias que garantam o cumprimento de uma classe viária M4.**

Tendo em consideração a localização destas luminárias, **não serão necessários cuidados adicionais relativamente aos efeitos da corrosão atmosférica.**

6.2. RUA DOM PAIO MENDES

O local que foi identificado na **União das freguesias de Braga (Maximinos, Sé e Cividade)** para exemplificar a aplicação das orientações estabelecidas no PDIP corresponde à **Rua Dom Paio Mendes**, **situada em frente à Sé de Braga.**

Neste local observa-se a existência de lanternas históricas, que devem ser substituídas por luminárias LED de tipologia Lanterna Histórica, resultando num aumento significativo da eficiência energética neste local.

Caso seja intenção da Autarquia manter os equipamentos históricos atualmente instalados no local, é também possível realizar uma substituição da lâmpada convencional por uma nova lâmpada LED, através de retrofit.

As luminárias referidas são apresentadas na ***Figura 46***, bem como o mapa da sua localização.

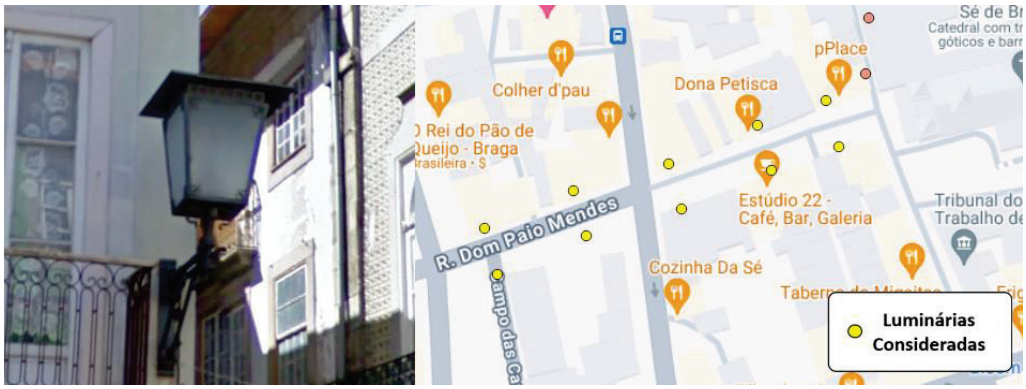


Figura 46 *- Área de Intervenção Exemplo – Rua Dom Paio Mendes*

6.2.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

Considerando que o local em análise se insere numa **área histórica**, de acordo com as orientações do PDIP é recomendado que se sigam as seguintes recomendações, sempre que possível:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 3.000 K;
- **Respeitar** o estilo dos candeeiros de iluminação existentes, devendo ser mantidos ou substituídos por semelhantes no caso de se encontrarem em mau estado de conservação;
- **Melhorar** a eficiência energética do mobiliário de iluminação tradicional através do *retrofit*, quando possível, e optar por um fluxo luminoso o mais baixo possível para reduzir a poluição luminosa;
- **Evitar** sempre que possível a propagação lateral ou superior de luz, quer através de *retrofit* como de ajuste adequado;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias;
- **Ajustar** o perfil de funcionamento ao tipo de utilização;
- **Optar** por equipamentos com *full cutoff*, sendo também admitidos equipamentos com *cutoff* para respeitar o estilo existente;
- **Preservar** a cor original nos candeeiros, colunas, braço e consolas.

6.2.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA

O passo seguinte passa por identificar os diferentes perfis de vias presentes na Área de Intervenção, de forma a definir a quantidade de luz que é necessária no local, de acordo com a norma EN 13201. Neste caso concreto identifica-se um perfil para toda a via considerada, como se verifica na ***Figura 47***:

- **Perfil 1 – Secção Viária - Rua Dom Paio Mendes**
- **Perfil 2 – Secção Pedonal - Rua Dom Paio Mendes**

Figura 47 *– Identificação de Perfis – Rua Dom Paio Mendes*

Uma vez que estamos perante uma via com uma secção de tráfego automóvel e outra secção de tráfego pedonal, serão consideradas para este estudo **classes de Iluminação M e P**. Identificados os diferentes perfis observados na área de intervenção, o próximo passo será classificar as vias de acordo com a aplicação da norma EN 13201, tal como apresentado na **Tabela 20**.

Tabela 20 *- Classificação Viária – Perfil 1 (Secção Viária – Rua Dom Paio Mendes)*

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Muito Alta	2	-2
	Alta	1	
	Moderada	-1	
	Baixa	-2	
Volume de Tráfego	Alto	1	0
	Moderado	0	
	Baixo	-1	
Composição de Tráfego	Misto, com grande percentagem de não motorizado	2	2
	Misto	1	
	Apenas Motorizado	0	
Separação de Vias	Não	1	0
	Sim	0	
Densidade de Interseções	Alta	1	1
	Moderada	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
Tarefas de Navegação	Muito difíceis	2	0
	Difíceis	1	
	Fáceis	0	
		Soma dos valores ponderados	2
		Classe da Via	**M4**

Tabela 21 - Classificação Pedonal – Perfil 2 (Secção Pedonal – Rua Dom Paio Mendes)

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Baixa	1	0
	Muito Baixa (andar a pé)	0	
Intensidade de Uso	Intensa	1	1
	Normal	0	
	Calma	-1	
Composição de Tráfego	Pedestres, ciclistas e tráfego motorizado	2	1
	Pedestres e ciclistas	1	
	Apenas Pedestres ou Ciclistas	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	1
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
		Soma dos valores ponderados	3
		Classe da Via	**P3**

Independentemente da classificação obtida através da aplicação direta da norma EN 13201, **em todos os projetos deve ser tida em consideração a classificação viária das vias na sua envolvente, de modo a evitar a criação de grandes desequilíbrios no que se refere à uniformização luminosa.**

Em adição, devem ser evitadas classificações baixas em locais que sejam identificados como críticos. O bom senso deve sempre sobrepor-se à classificação viária obtida por aplicação da norma.

6.2.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO

O passo seguinte será a identificação de todas as luminárias que se pretendem intervencionar, nomeadamente a sua localização, tipologia em que se inserem, e potência nominal. De acordo com a versão mais atualizada disponível do Cadastro de Iluminação Pública do Município de Braga, na presente área de intervenção temos o seguinte:

- **Perfil 1 – 4 Lanternas Históricas**
  - Altura: 6 metros
  - Potência: 150 W
  - Tipologia: Iluminação Viária
- **Perfil 2 – 6 Lanternas Históricas**
  - Altura: 6 metros
  - Potência: 150 W
  - Tipologia: Iluminação Pedonal

As especificações técnicas que as luminárias a instalar neste local devem seguir são apresentadas no **Anexo III – Especificações Técnicas,** mais especificamente nas **Especificações técnicas Lanternas Históricas.**

6.2.4. NOTAS FINAIS

Considerando que se pretende avançar com a instalação de novas luminárias viárias e pedonais, todas do mesmo modelo, qualquer projeto neste local **deverá prever a aquisição de 10 luminárias de tipologia Lanterna Histórica,** devendo cumprir com as especificações técnicas definidas neste documento para essa tipologia.

As luminárias referidas **deverão ter potências nominais e fotometrias que garantam o cumprimento de uma classe viária M4,** para as 4 luminárias que integram o perfil 1, e **o cumprimento de uma classe pedonal P3,** para as 6 luminárias que integram o perfil 2. Em adição, deve haver o cuidado em garantir uma boa uniformidade da iluminação no local, e de prevenir possíveis conflitos entre as luminárias e a arborização existente no local.

Tendo em consideração a localização destas luminárias, **não serão necessários cuidados adicionais relativamente aos efeitos da corrosão atmosférica.**

6.3. AV. DA LIBERDADE (PEDONAL)

O local que foi identificado na **União das freguesias de Braga (São José de São Lázaro e São João do Souto)** para exemplificar a aplicação das orientações estabelecidas no PDIP corresponde à **Avenida da Liberdade**, especificamente à secção de trânsito pedonal, situada no **centro da cidade de Braga.**

Neste local observa-se a existência de luminárias viárias redondas, em colunas de dois braços, que devem ser substituídas por luminárias LED de tipologia Viária Redonda ou tipologia de Jardim, resultando num aumento significativo da eficiência energética neste local.

As luminárias referidas são apresentadas na ***Figura 48***, bem como o mapa da sua localização.

Figura 48 *- Área de Intervenção Exemplo - Município de Braga*

6.3.1. IDENTIFICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE INTERVENÇÃO

Considerando que o local em análise se insere num **espaço verde**, de acordo com as orientações do PDIP é recomendado que se sigam as seguintes recomendações, sempre que possível:

- **Adotar** uma temperatura de cor igual ou inferior a 2.700 K, preferencialmente inferior quando forem superadas as restrições técnicas e económicas;
- **Garantir** um índice de restituição de cor adequado;
- **Assegurar** um bom rendimento luminoso das luminárias;
- **Optar** por equipamentos no mínimo com cutoff;
- **Utilizar** luminárias mais robustas, capazes de aguentar impactos mais "fortes" (antivandalismo);
- **Ajustar** o perfil de funcionamento aos perfis das vias circundantes.

6.3.2. CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA

O passo seguinte passa por identificar os diferentes perfis de vias presentes na Área de Intervenção, de forma a definir a quantidade de luz que é necessária no local, de acordo com a norma EN 13201. Neste caso concreto identifica-se um perfil para toda a via considerada, como se verifica na ***Figura 49***:

- **Perfil 1 – Av. da Liberdade**

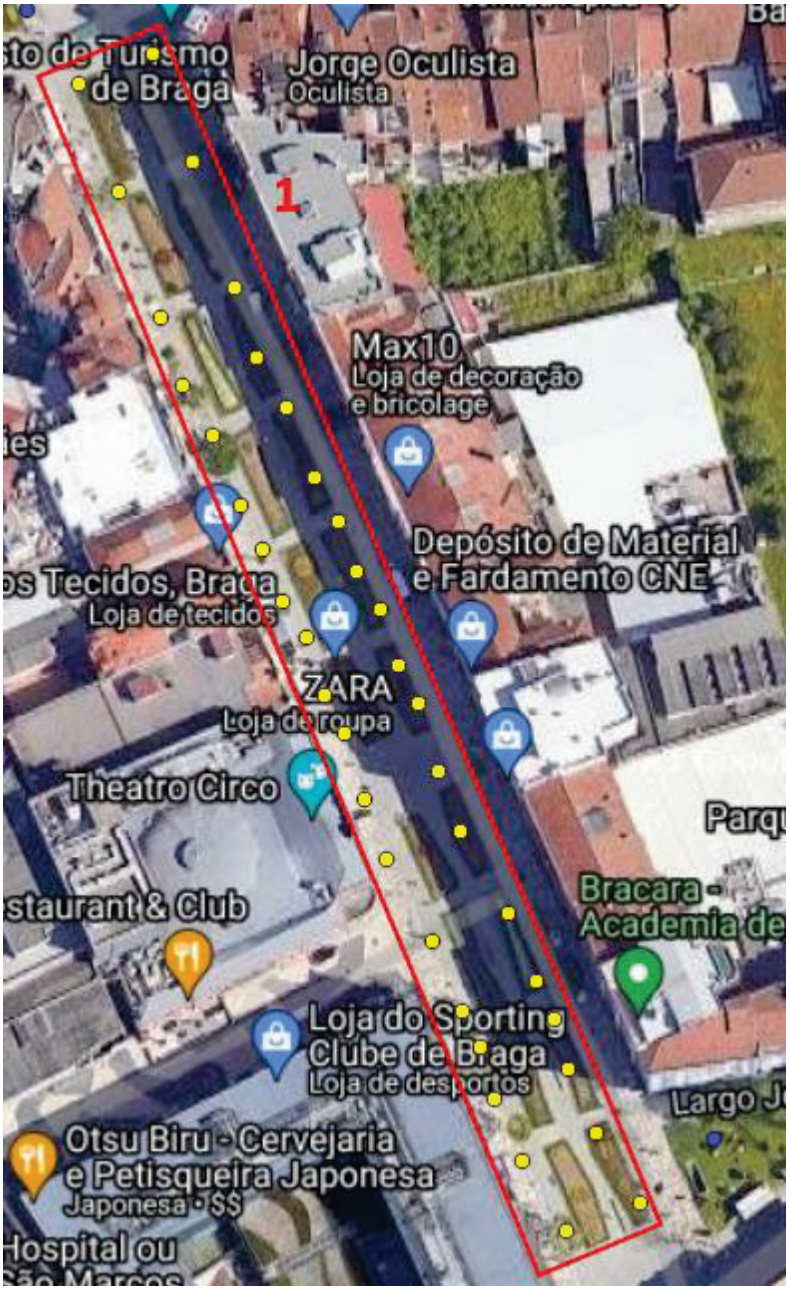


Figura 49 *– Identificação de Perfis – Av. da Liberdade*

Uma vez que estamos perante uma via com tráfego pedonal, serão consideradas para este estudo **classes de Iluminação P**. Identificados os diferentes perfis observados na área de intervenção, o próximo passo será classificar as vias de acordo com a aplicação da norma EN 13201, tal como apresentado na **Tabela 22**.

***Tabela 22** - Classificação Pedonal – Perfil 1 (Município de Braga)*

Parâmetro	Opções	Ponderação	Seleção
Velocidade	Baixa	1	1
	Muito Baixa (andar a pé)	0	
Intensidade de Uso	Intensa	1	1
	Normal	0	
	Calma	-1	
Composição de Tráfego	Pedestres, ciclistas e tráfego motorizado	2	1
	Pedestres e ciclistas	1	
	Apenas Pedestres ou Ciclistas	0	
Veículos Estacionados	Sim	1	0
	Não	0	
Iluminação Ambiente	Alta	1	1
	Moderada	0	
	Baixa	-1	
		Soma dos valores ponderados	4
		Classe da Via	**P2**

Independentemente da classificação obtida através da aplicação direta da norma EN 13201, **em todos os projetos deve ser tida em consideração a classificação viária das vias na sua envolvente, de modo a evitar a criação de grandes desequilíbrios no que se refere à uniformização luminosa.**

Em adição, devem ser evitadas classificações baixas em locais que sejam identificados como críticos. O bom senso deve sempre sobrepor-se à classificação viária obtida por aplicação da norma.

6.3.3. CARATERIZAÇÃO DO ATIVO

O passo seguinte será a identificação de todas as luminárias que se pretendem intervencionar, nomeadamente a sua localização, tipologia em que se inserem, e potência nominal. De acordo com a versão mais atualizada disponível do Cadastro de Iluminação Pública do Município de Braga, na presente área de intervenção temos o seguinte:

- **Perfil 1 – 76 Luminárias (total de 38 colunas de braço duplo)**
  - Altura: 4 metros
  - Potência: 100 W
  - Tipologia: Iluminação Viária Pedonal / Iluminação de Jardim

Em caso de estarmos perante luminárias especiais que podem ser substituídas por diferentes tipologias de equipamentos, cabe ao Município a decisão final relativamente ao que pretende instalar no local. As especificações técnicas que as luminárias a instalar neste local devem seguir são apresentadas no **Anexo III – Especificações Técnicas,** dependendo da tipologia que for escolhida.

6.3.4. NOTAS FINAIS

Considerando que se pretende avançar com a instalação de novas luminárias LED, qualquer projeto neste local **deverá prever a aquisição de 76 luminárias de tipologia viárias redondas** (de forma a manter a traça atual de equipamentos) ou prever a aquisição de **38 luminárias de jardim,** em que cada luminária será colocada no topo da coluna e irá substituir os dois braços atualmente instalados no local. Independentemente da tipologia escolhida, devem ser cumpridas as especificações técnicas definidas neste documento para a tipologia em questão. **Deve ser cumprida a classe pedonal P2.**

Tendo em consideração a localização destas luminárias, **não serão necessários cuidados adicionais relativamente aos efeitos da corrosão atmosférica.**

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Diretor de Iluminação Pública de Braga tem como principal objetivo estabelecer critérios e diretrizes para as intervenções na rede IP deste Município. Sendo este um documento de suporte a qualquer processo de intervenção na iluminação pública, é importante que todos os projetos que surjam neste âmbito tenham em consideração todas as normas, noções e recomendações apresentadas ao longo deste documento.

Na elaboração de novos Projetos para aprovação pelas entidades competentes, como na execução subsequente das instalações de Iluminação Pública, devem ser consideradas, **para além das orientações gerais, as normas técnicas correntes em eletricidade e definições constantes do PDIP**:

- Classificação Viária;
- Mapa de Temperaturas de Cor;
- Definição do Índice de Restituição Cromático;
- Fator de Manutenção da Instalação;
- Outras Especificações Técnicas dos Equipamentos.

Deverão, ainda, ser observados os seguintes documentos legais e normativos:

- Norma EN13201 (Classes de Iluminação);
- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (DR nº 90/84 de 26/12/1984);
- Especificações da E-Redes (Contrato Tipo de Concessão/Luminárias Homologadas).

7.1. DOCUMENTAÇÃO

Na fase de projeto deverá ser incluída a seguinte documentação, de forma a ser possível a aprovação do mesmo por parte das entidades competentes:

- **Identificação do Responsável da Obra e Termo de Responsabilidade**;
- **Identificação da Obra e a sua Localização**;
- **Memória Descritiva e Justificativa**:
    - Descrição sumária da Instalação, incluindo o conceito por detrás da solução:
        - Escolha das Luminárias,
        - Classificação Viária, níveis a obter de acordo com o documento de referência (norma EN 13201 descrita no DREEIP).
- **Peças Desenhadas com a marcação dos eventuais constrangimentos da via;**
- **Eficiência e Classificação Energética previsível para a rede viária, de acordo com o DREEIP;**
- **Especificações Técnicas:**
    - Descrição da técnica das canalizações e trabalhos necessários para a implementação da solução projetada:
        - Descrição das Canalizações da Rede;
        - Dimensionamento de Cabos;
        - Dimensionamento de Proteções;
        - Materiais e Equipamentos a Empregar.
- **Prazos de Garantia;**

- **Especificações Técnicas Especiais:**
  - Descrição da especificação dos trabalhos, materiais e equipamentos:
    - Objetivos da Empreitada;
    - Âmbito da Empreitada;
    - Fichas Técnicas de todos os Equipamentos;
    - Estudos Luminotécnicos;
    - Implementação dos cálculos luminotécnicos em ficheiro editável DWG.
  - Relativamente às luminárias a instalar estas devem apresentar a seguinte documentação:
    - Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede;
    - Declaração de conformidade CE;
    - Relatórios de fotometria emitidos por laboratório acreditado, segundo a norma EN 13032;
    - Entrega dos ficheiros oficiais das fotometrias das luminárias, em formato LDT, para utilização em software Dialux.
  - Relativamente às colunas a instalar estas devem apresentar a seguinte documentação:
    - Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede;
    - Catálogo do fabricante, em PDF, com a descrição total das características da(s) coluna(s), bem como a imagem ilustrativa do equipamento.
- **Mapa de Medição e Quantidades;**
- **Cálculo das emissões de CO2 anuais;**
- **Estimativa Orçamental:**
  - O orçamento deve incluir todos os custos dos equipamentos, bem como a instalação de acordo com o projeto.
- **Outros Cuidados:**
  - **Intervenções em Áreas Históricas:** pode surgir a necessidade de eventuais pareceres por parte de algumas entidades, estando na base o interesse de proteção do Património Municipal.

8.
GLOSSÁRIO

Glossário

Dimming - capacidade de controlar o nível de intensidade da luz, com impacto direto no consumo de energia.

Encandeamento Perturbador (TI) – é uma média que permite quantificar a perda de visibilidade causada pelo encandeamento das luminárias de iluminação pública.

Fluxo Luminoso - tem como unidade o lúmen (lm) e é a quantidade total de radiação emitida, visível para o olho humano, por uma determinada fonte de luz.

Iluminância - tem como unidade o lux (lx) e representa a quantidade total de luz que atinge uma determinada área iluminada.

Índice de Restituição de Cor (IRC) - é a capacidade da fonte de luz para reproduzir cores. Esta escala varia de 0 a 100, sendo 100 a nota máxima de qualidade na reprodução de cores.

Intensidade luminosa - tem como unidade o candela (cd) e representa a distribuição espacial da luz medida como fluxo luminoso dentro de um determinado ângulo sólido a partir da fonte de luz.

LED (*Light Emitting Diode*) - é um díodo composto pela sobreposição de várias camadas de material semicondutor que emite luz num ou em vários comprimentos de onda quando é polarizado corretamente.

Luminância - tem como unidade o candela por metro quadrado (cd/m^2) e representa o brilho de superfícies ou objetos iluminados tal como são percebidos pelo olho humano.

Luminância Média (L_{MED}) – Média aritmética de todos os pontos de luminância calculados sobre a superfície da via. A unidade é cd/m^2.

Luminária *Full Cutoff* - um máximo de 10% do lúmen total da lâmpada é emitido num ângulo de 80° e 0% no ângulo de 90° acima do plano horizontal da luminária.

Luminária *Cutoff* - um máximo de 10% do lúmen total da lâmpada é emitido num ângulo de 80° e 2,5% no ângulo de 90° acima do plano horizontal da luminária.

Luminária *Semi-Cutoff* - um máximo de 20% do lúmen total da lâmpada pode ser percebido num ângulo de 80° e 5% no ângulo de 90° acima do plano horizontal da luminária.

Luminária *Non-Cutoff* - emite luz em todas as direções.

Rendimento Luminoso - tem como unidade o lúmen por Watt (lm/W) e é a relação entre o fluxo luminoso emitido e a unidade de potência elétrica consumida para o produzir.

Retrofit - significa modernizar o sistema de iluminação, com a devida substituição dos equipamentos existentes por outros com tecnologias mais avançadas e eficientes.

Temperatura de cor (K) - tem como unidade o Kelvin (K) e é uma característica da luz visível, determinada pela comparação da sua saturação cromática com a de um corpo negro radiante ideal.

Grupo de Cor	Temperatura de Cor
Âmbar	1.800 K < CCT ≤ 2.200 K
Branco quente	2.200 K < CCT ≤ 3.000 K
Branco	3.000 K < CCT ≤ 4.000 K
Branco frio	CCT > 4.000 K

ULOR - de uma luminária é o rácio entre o fluxo luminoso emitido para cima, pela luminária, com a soma dos fluxos luminosos individuais dessas mesmas fontes de luz quando operadas fora da luminária.

Uniformidade Global (UO) – Relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância média, de uma instalação de iluminação e a unidade é %.

Uniformidade Longitudinal (UL) – Relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância média, de uma instalação de iluminação e a unidade é %.

Visão Escotópica - é a visão produzida pelo olho em condições de baixa luminosidade. Na generalidade corresponde à visão noturna.

Visão Fotópica - é a designação dada à sensibilidade do olho em condições de intensidade luminosa que permitam a distinção das cores. Na generalidade corresponde à visão diurna.

Visão Mesópica - é a designação dada à combinação da visão fotópica e escotópica, que ocorre em situações de luminosidade baixa, mas não tão baixa que elimine de todo a componente fotópica da visão. Na generalidade corresponde à visão no crepúsculo.

9.
BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

[1] "Braga – Wikipédia, a enciclopédia livre." https://pt.wikipedia.org/wiki/Braga (accessed Fev. 7, 2024).

[2] "Website Oficial - C.M. Braga - Seja bem-vindo a Braga", https://www.cm-braga.pt/pt/0101/conhecer/seja-bem-vindo-a-braga (accessed Fev. 7, 2024)

[3] "Website Oficial - C.M. Braga - História e Património", https://www.cm-braga.pt/pt/0101/conhecer/historia-e-patrimonio/apresentacao (accessed Fev. 7, 2024)

[4] "Sé de Braga - Wikipédia, a enciclopédia livre." https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9_de_Braga (accessed Fev. 7, 2024)

[5] "Santuário do Bom Jesus do Monte - Wikipédia, a enciclopédia livre." https://pt.wikipedia.org/wiki/Santu%C3%A1rio_do_Bom_Jesus_do_Monte (accessed Fev. 7, 2024)

[6] Irmandade de Santa Cruz, "Património Arquitetónico - Igreja de Santa Cruz", https://irmandadesantacruz.pt/patrimonio/arquitetonico/ (accessed Fev. 7, 2024)

[7] "Portal do INE." https://www.ine.pt/ (accessed Fev. 8, 2024).

[8] Pordata, "População residente: total e por sexo", https://www.pordata.pt/municipios/populacao+residente+total+e+por+sexo-357 (accessed Fev. 8, 2024).

[9] E. F. de A. e Sousa, "Subsídios para a História da Eletrificação Portuguesa," p. 24, [Online]. Available: https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/5285.pdf. (accessed Jun. 15, 2023)

[10] Correio da Manhã, "Iluminação pública começou há 200 anos." https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/iluminacao-publica-comecou-ha-200-anos (accessed Jun. 15, 2023).

[11] EDP, "Uma história de dois séculos: Portugal acende a primeira lâmpada." https://www.edp.com/pt-pt/historias/uma-historia-de-dois-seculos-portugal-acende-a-primeira-lampada (accessed Jun. 15, 2023).

[12] História de Braga, "Museu da Imagem e investigadora desafiam comunidade a partilhar fotografias antigas de Braga", https://bragatv.pt/museu-da-imagem-e-investigadora-desafiam-comunidade-a-partilhar-fotografias-antigas-de-braga/ (accessed Jun. 15, 2023). (accessed Fev. 8, 2024)

[13] Vallado dos Frades - Um século de Fotos, https://valadodosfradesfotos.blogspot.com/ (accessed Fev. 8, 2024).

[14] "Noite Branca de Braga" https://www.nit.pt/fora-de-casa/na-cidade/fernando-daniel-e-aurea-vao-atuar-na-noite-branca-de-braga (accessed Jun. 19, 2023).

[15] "Noite Branca", https://www.forumbraga.com/Localizacao/PorqueBraga/NoiteBranca (accessed Jun. 19, 2023)

[16] "Câmara de Braga classifica Fonte do Pelicano como bem de Interesse Municipal", https://www.cm-braga.pt/pt/0201/home/noticias/item/item-1-11787 (accessed Jun. 21, 2023)

[17] EDP Distribuição, "Manual de Iluminação Pública." 2016.

[18] "Poluição Luminosa." https://www.darksky.org/light-pollution/ (accessed Aug. 9, 2023).

[19] S. Bará and R. C. Lima, "View of Photons without borders: quantifying light pollution transfer between territories," p. 61, 2018, Accessed: Dez. 22, 2021. [Online]. Available: https://www.lightingjournal.org/index.php/path/article/view/87/95.

[20] "Light Pollution Map." https://www.lightpollutionmap.info (accessed Fev. 14, 2024).

[21] J. Akoury, "Photoshop technique - Day to Night," 2016. http://jihadakoury.com/2016/11/08/photoshop-technique-day-to-night/ (accessed Dez. 22, 2021).

[22] A. J. K. Phillips et al., "High sensitivity and interindividual variability in the response of the human circadian system to evening light," Proc. Natl. Acad. Sci.,

vol. 116, no. 24, p. 201901824, May 2019, doi: 10.1073/pnas.1901824116.
[23] RASC, “Guidelines for Outdoor Lighting,” 2018.
[24] I. Ashdown, “In the Blood: Lighting Design for Medical Diagnosis,” Accessed: Nov. 29, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/273763524_In_the_Blood_Lighting_Design_for_Medical_Diagnosis.
[25] “Iluminação.” https://www.emporiotambo.com.br/blog/dicas/iluminacao (accessed Jul. 3, 2023).
[26] Premium Light Pro, “Iluminação LED para exterior.”
[27] Z. Ahmad, “Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control,” 2006.
[28] E. V. Pereira, “Protecção de estruturas metálicas.” LNEC, p. 35, 2006.
[29] T. C. Diamantino, “Corrosividade Atmosférica,” 2016.
[30] Documento de Referência, "Documento de Referência DREEIP - Projeto de Iluminação Pública - 1", 2018
[31] Welight, “Solutions.” http://www.welightsolution.com/en/solutions/ (accessed Aug. 4, 2023).
[32] Documento de Referência, "Documento de Referência DREEIP - Projeto de Iluminação Pública - 2", 2018
[33] CEMIG, “Projetos de Iluminação Pública.”
[34] L. Marquês, “Implementação de uma rede de ciclovias no Concelho de Sesimbra,” 2016.
[35] P. Ramos, “Projecto de Ciclovias,” p. 139, 2008.
[36] We Braga, "Parque da Ponte", https://webraga.pt/visitar/parques/parque-da-ponte/ (accessed Fev. 14, 2024).
[37] Bará, S., & Falchi, F. (2023). Artificial light at night : a global disruptor of the night-time environment. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 378(20220352), 21–23.

10.
ANEXOS

ANEXO I – LEGENDA DO MAPA DE QUALIFICAÇÃO DO SOLO EM BRAGA

Figura 50 *– Legenda do Mapa de Qualificação do Solo do Município de Braga*[9]

[9] De acordo com o PDM Agosto de 2021

ANEXO II – LEGENDA DO MAPA DA HIERARQUIA VIÁRIA EM BRAGA

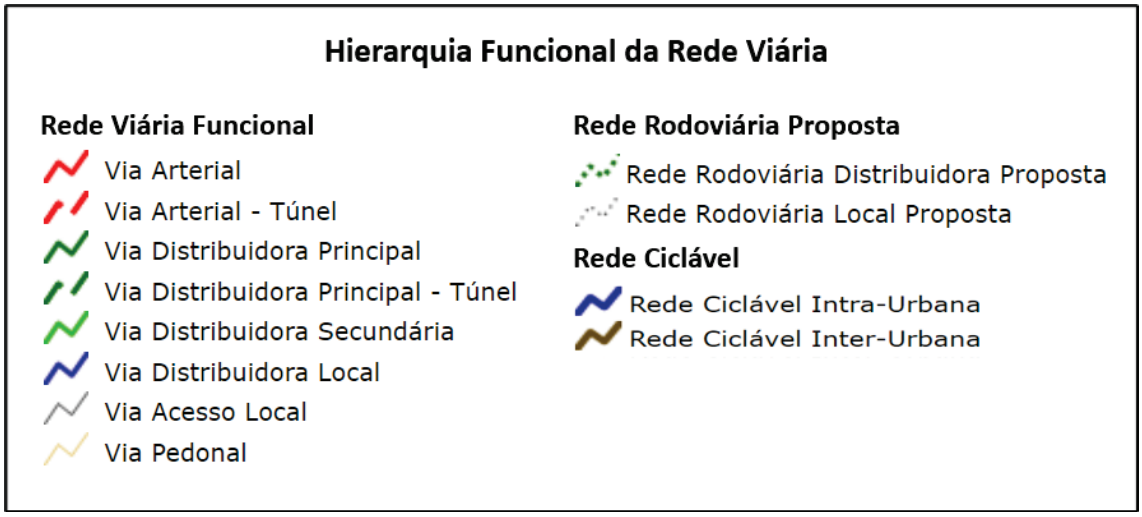


Figura 51 *– Legenda do Mapa de Hierarquias Viárias do Município de Braga*[10]

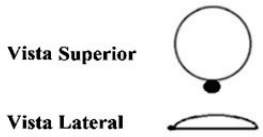
[10] De acordo com o PDM Agosto de 2021

ANEXO III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

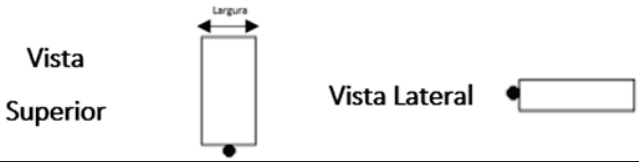
Especificações Técnicas - Luminárias Viárias:

Especificação	Valor
Corpo integralmente constituído por liga de alumínio injetado, liso sem alhetas, ranhuras ou orifícios	
Difusor em vidro liso e plano temperado, com 4 mm de espessura mínima	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 3.000 ± 200 K
ULOR	= 0 %
Eficácia da Luminária	≥ 115 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
L≥90B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Certificação ENEC - European Norm Electromechanical Certification	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Arquétipo Luminária Viária Retangular	

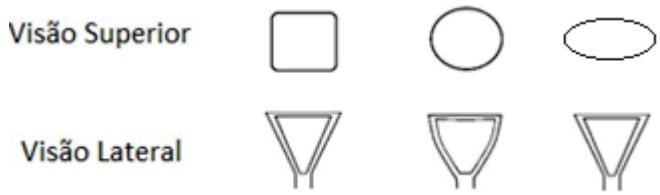
Especificações Técnicas - Luminárias Viárias Redondas:

Especificação	Valor
Corpo integralmente constituído por liga de alumínio injetado de formato circular	
Difusor em vidro liso e plano temperado, com 4 mm de espessura mínima	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 3.000 ± 200 K
ULOR	≤ 1 %
Eficácia da Luminária	≥ 105 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
L≥80B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Certificação ENEC - European Norm Electromechanical Certification	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Arquétipo Luminária Viária Redonda	

Especificações Técnicas - Luminárias Viárias Quadradas:

Especificação	Valor
Luminária deve apresentar formato retangular sem superfícies curvas e sem peças plásticas em contacto com o exterior	
Difusor em vidro liso e plano temperado, com 4 mm de espessura mínima	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 3.000 ± 200 K
ULOR	= 0 %
Eficácia da Luminária	≥ 100 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
L≥90B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Luminárias devem apresentar a forma de um polígono retangular na sua vista superior, bem como um corpo plano, largura máxima de 40 cm e um comprimento máximo de 60 cm: 	

Especificações Técnicas – Luminárias de Jardim:

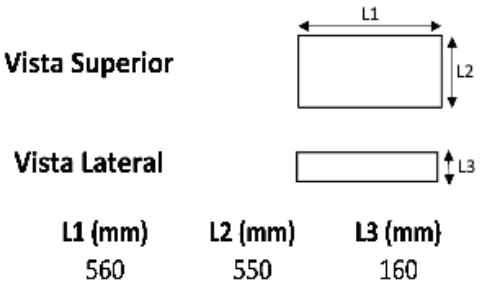
Especificação	Valor
Corpo integralmente constituído por liga de alumínio injetado	
Difusor do bloco ótico em vidro temperado e transparente	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0,90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 2.700 ± 200 K
ULOR	≤ 3 %
Eficácia da Luminária	≥ 90 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
Fotometria Simétrica	
Sem Difusores Laterais	
L≥80B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Certificação ENEC - European Norm Electromechanical Certification	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Arquétipo Luminária de Jardim 	

Especificações Técnicas - Lanternas Históricas:

Especificação	Valor
Lanterna de formato quadrangular constituída por chapéu e corpo em liga de alumínio injetado	
Difusor do bloco ótico em vidro temperado e transparente	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 2.700 ± 200 K
ULOR	≤ 3 %
Eficácia da Luminária	≥ 90 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
Sem Difusores Laterais	
L≥80B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Arquétipo Lanterna Histórica	
Vista Superior	
Vista Lateral	

Especificações Técnicas - Projetores:

Especificação	Valor
Projetor com corpo integralmente constituído por liga de alumínio injetado, não sendo admitidas peças plásticas em contacto com o exterior	
Difusor em vidro liso plano e temperado, com 4 mm de espessura	
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Temperatura de Cor	= 3.000 ± 200 K
Eficácia da Luminária	≥ 110 lm/W
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
L≥80B10 às 100.000 h de funcionamento, de acordo com o normativo LM80/TM21	
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Driver Dali-2 programável, compatível com controlador NEMA ou driver com certificação Zhaga D4i compatível com controlador Zhaga	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	
Documento de homologação emitido pelo concessionário da rede	
Declaração de conformidade CE	
Arquétipo de Projetor e Dimensões Máximas sem Fixação	



L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)
560	550	160

Especificações Técnicas – Luminárias Decorativas:

Especificação	Valor
Índice de Proteção Global	≥ IP 66
Índice de Resistência ao Impacto	≥ IK 08
Índice de Restituição Cromático	≥ 80
Fator de Potência	≥ 0.90
Classe de Isolamento	I
Proteção contra descargas atmosféricas externas ao driver	≥ 10 kV
Corrente de Alimentação	≤ 700 mA
Alimentação de Funcionamento	230 V ± 10%
Driver com possibilidade de programação para o mínimo de 5 níveis de funcionamento e capacidade de ser reprogramado	
Equipada para telegestão com controlador NEMA ou Zhaga, ou no mínimo com ficha adequada para futuramente receber o equipamento na parte superior da armadura	

ANEXO IV - FOLHA DE REGISTO

FOLHA DE REGISTO Nº	/2024

Rua/Local/Edifício Data:

Dados Gerais de Iluminação:

Imagem Zona de Intervenção

Zona Intervenção	
	Estrada
	Rotunda
	Passeio
	Praça
	Ciclovia
	Parque Desportivo
	Jardim

Tipo Suporte	
	Coluna
	Braço
	Candeeiro
	Haste
	Tensor
	Foco Rasante

Potência	
	70W
	100W
	150W
	250W
	400W
	Sem informação

Tecnologia	
	Incandescente
	Fluorescente
	Indução
	Iodetos metálicos
	Sódio
	LED
	Sem Informação

Tipo de Equipamento	
	Viário
	Jardim
	Lanterna
	Projetores
	Especial
	Encastre em Parede
	Encastre em Pavimento

Problema Identificado	
	Brilho Excessivo
	Iluminação Intrusiva
	Luz Dispersa para Cima
	Questões de Segurança
	Iluminação Insuficiente
	Falta de Uniformidade
	PIP Avariado
	PIP Obsoleto/ Mau estado

Ação Corretiva	
	Reduzir Nível Iluminação
	Aumentar Nível de Iluminação
	Substituir Luminária
	Classificar Rua de Acordo com Norma
	Resolução Problema Elétrico

Marca e Modelo	

Notas:_____
_____
_____

AdEPORTO
AGÊNCIA DE ENERGIA DO PORTO

geral@adeporto.eu | www.adeporto.eu
Rua Gonçalo Cristóvão, 347 Fr. B Est. 2
4000-270 Porto PORTUGAL
Tel: +351 222 012 893