



# Poluição luminosa: o desperdício inútil de recursos energéticos

Guilherme de Almeida

Fala-se muito em *poluição*, nos mais variados sentidos, da poluição química à poluição sonora, da poluição visual do ambiente à diminuição drástica da biodiversidade nos rios e lagos. A **poluição luminosa** apresenta inconvenientes de vária ordem, que atingem o cidadão comum nos aspectos mais dramáticos: o bolso, o descanso e a qualidade de vida.

## O que é a poluição luminosa?

A poluição luminosa (PL) é o efeito produzido pela luz exterior mal direccionada, que é dirigida para cima, ou para os lados, em vez de iluminar somente as áreas pretendidas. Esta forma de poluição resulta, na sua maioria esmagadora, de candeeiros e projectores que, por concepção inadequada ou instalação incorrecta, emitem luz muito para além do seu alvo ou zona de influência, sem qualquer efeito útil. Muitas vezes até emitem luz para as nuvens, como se pode ver na imagem de abertura deste artigo. A luz emitida para cima e para os lados reflecte-se e difunde-se nas poeiras e fumos em suspensão no ar, tornando o céu nocturno mais claro.

O presente artigo fundamenta-se em considerações de ordem energética e ambiental, que são os argumentos de maior peso junto da opinião pública. As referências ao impacto da poluição luminosa nas observações astronómicas e na espectacularidade do céu nocturno, obviamente muito relevantes, não constituíram por isso o fulcro deste artigo.

## Prejuízos que resultam da poluição luminosa

Há quem diga que a poluição luminosa é inevitável, um indicador de progresso e modernidade, mas isso não é verdade. A poluição luminosa é o resultado do mau planeamento dos sistemas de iluminação, não da necessidade de iluminação, em si (cuja utilidade não discutimos).

Veja-se que um sistema de iluminação (luminária) adequado, com efeitos mínimos na poluição luminosa, não deixa de iluminar bem o que queremos iluminar: direcciona a luz para o local pretendido, eliminando o desperdício de luz. Em vez disso, muitas das luminárias actuais, deixam a luz escapar em direcções inúteis. Pelo menos 40% da luz é assim desperdiçada e poderia ser reencaminhada para onde interessa. Seria melhor que os raios luminosos emitidos não ultrapassassem os 70° em relação à vertical baixada da lâmpada para o chão (20° abaixo da horizontal). Na realidade, a luz emitida a menos de 20° abaixo da horizontal vai atingir o solo muito longe da base do candeeiro e já não tem eficácia iluminante, mas encandeia e incomoda as pessoas. Mais adiante será a zona a iluminar pelo candeeiro seguinte, e assim sucessivamente.

Se cada candeeiro ou projector reflectir para baixo a luz que iria para cima (e para os lados), melhora-se a iluminação na área que interessa iluminar. Resumindo: ilumina-se mais, com a mesma lâmpada; ou poderemos iluminar o mesmo que antes, mas utilizando uma lâmpada de menor potência, que terá menor consumo. É possível fazer ainda melhor, utilizando simultaneamente um reflector mais eficaz e lâmpadas de maior eficiência energética, com economia ainda maior. Multiplicando esta economia por muitas centenas de

milhares de lâmpadas que, por todo o país lançam luz inglória para onde não deviam, o cidadão contribuinte será capaz de tirar as suas próprias conclusões. Pode adiantar-se que se trata de desperdícios da ordem de algumas centenas de milhões de euros por ano. Nada de insignificante, portanto. E sabe-se que cerca de 70% das despesas de energia de cada município são direccionadas para a iluminação pública.

As consequências desse colossal desperdício inútil são múltiplas. A energia consumida em excesso (evitável) tem outros custos indirectos: muita dessa energia provém de centrais térmicas, elas mesmas poluidoras do ambiente, que assim têm de funcionar mais intensamente, consumindo mais recursos e lançando mais dióxido de carbono na atmosfera, agravando o aquecimento global.



Fig. 1 - Este esquema mostra, de A para C, candeeiros sucessivamente menos poluidores e com menor desperdício energético. O modelo C é o melhor. **ÁREA 1:** Feixe luminoso ótimo; **ÁREA 2:** Feixe luminoso incómodo e sem iluminação relevante; **ÁREA 3 e ÁREA 4:** Feixes luminosos inadmissíveis. Os feixes luminosos nas áreas 2, 3 e 4 deveriam ser redireccionados, por reflexão (e refração), para dentro da área ótima 1.

Ao nível da iluminação pública, sabemos quem paga a conta da energia desperdiçada: são *obviamente os cidadãos*. Mas há outros prejuízos a contabilizar: alteramos e desequilibramos os ecossistemas nocturnos (prejuízos ambientais); somos incomodados pela luz mal direccionada e em excesso, que acaba por nos prejudicar nas ruas, estradas e até mesmo no interior das nossas casas (prejuízos sociais). Não são poucas as pessoas que, para conseguirem dormir, têm de fechar os estores porque o candeeiro da rua faz entrar luz pela janela, apesar dessa janela se encontrar *acima* desse candeeiro!



Fig. 2 - Diferentes sistemas de iluminação. O candeeiro 1 impede a projecção de luz para cima e tem pouca emissão para os lados. O modelo 2 é ainda melhor; o candeeiro 3 é bastante mau com emissão considerável para os lados e acima da horizontal; o modelo 4 é um exemplo gritante de ineficácia e prejuízo: ilumina para cima e para os lados mas não para baixo. E incomoda. Apesar disso, não é difícil encontrá-lo nas nossas ruas.

Há também a poluição luminosa decorrente de algumas iluminações exteriores privadas, onde é o próprio que paga o desperdício, mas não paga o incómodo que causa aos seus vizinhos. Nas estradas e nas auto-estradas, a emissão de luz quase na horizontal encandeia mais do que ilumina,

por permitir que o automobilista veja os globos das lâmpadas ao longe, olhando quase na horizontal. Como as lâmpadas *descobertas* são muito mais brilhantes do que o piso por elas iluminado, as pupilas dos olhos do condutor contraem-se e a faixa de rodagem fica menos visível. Encandeados pela visão directa dos globos das lâmpadas, os automobilistas terão maior dificuldade em distinguir eventuais pedões na estrada, ou animais em travessia. A segurança rodoviária diminui.

É pois necessário otimizar a iluminação pública, em termos energéticos, mantendo apesar disso bons níveis de iluminação no solo. A ponte Vasco da Gama (Lisboa –Montijo) é um bom exemplo deste cuidado e não parece haver reclamações de iluminação insuficiente nas faixas de rodagem desta ponte.

### Iluminar bem e iluminar mal

A boa iluminação deve evidenciar o objecto iluminado, *sem* deixar ver a lâmpada exposta quando se olha para ela na horizontal. E deve ter intensidade adequada, sem exageros aberrantes. No entanto, por imperativos de segurança nem sempre comprovados, ou por modernismos de gosto discutível, tem-se intensificado a iluminação nocturna e, o que é pior, essa iluminação é mal orientada: há sistemas de iluminação verdadeiramente desastrosos nas nossas ruas e estradas, como se pode ver nas imagens que ilustram este artigo (vão surgindo alguns bons exemplos, mas ainda são raros).

Por outro lado, a partir de determinada hora, os anúncios luminosos deveriam ser desligados, tal como a iluminação de monumentos. Para quê iluminar um aqueduto ou um castelo às 4 h da madrugada, com poderosos projectores apontados às nuvens? E quase sempre boa parte dessa luz nem sequer “acerta” no monumento, perdendo-se no céu.



Fig. 3 - Duas ruas diferentemente iluminadas. Na fotografia da esquerda, os candeeiros (dos tipos 3 e 4 da figura anterior) emitem bastante luz para os lados e para cima. Na imagem da direita, os candeeiros (do tipo 2 da foto anterior), são mais direccionados para baixo. O solo desta rua tem muito melhor iluminação.

## As alternativas

O que fazer para mudar o estado actual da iluminação? É preciso que os cidadãos protestem e que os municípios escolham equipamentos de iluminação adequados. E não é preciso procurar muito. Os fabricantes e fornecedores têm modelos já concebidos de raiz para minimizar a poluição luminosa, com boa eficácia iluminante (menores consumos). Basta escolher no catálogo. O problema é a vontade para escolher esses modelos de candeeiros e luminárias em vez dos maus modelos, e aí põe-se também a questão da educação do público. Afinal, somos o país que se orgulhou de ter a maior árvore de natal da Europa em plena Praça do Comércio, em Lisboa.



Fig. 4 - Exemplos típicos de maus sistemas de iluminação. Na foto da direita, o leão de pedra é iluminado marginalmente, por menos de 10% da luz do projector, apontado na vertical.

## Lâmpadas e custos energéticos

Uma lâmpada mais eficiente consegue produzir o mesmo nível de iluminação, consumindo menos. As lâmpadas com má restituição cromática só devem ser utilizadas em locais públicos onde a fácil distinção de cores pelos transeuntes não seja um factor primordial. Por outro lado, uma lâmpada muito eficiente e instalada num sistema reflector/refractor que oriente convenientemente o fluxo luminoso constitui a escolha ideal, duplamente económica.

Existem actualmente três tipos de lâmpadas utilizadas em iluminação pública:

- As lâmpadas de vapor de mercúrio (VM), de luz branca-arroxeadada, com custo inicial relativamente baixo e menor eficiência energética.
- As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (VSAP), de luz amarela-dourada, são uma boa

opção para a iluminação de estradas, grandes praças e cruzamentos, assim como em bairros residenciais.

- As lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão (VSBP), dão luz amarela-torrada e possuem uma eficiência energética muitíssimo elevada.

A tabela no final da página mostra resultados concretos, certamente interessantes para um autarca ou gestor público desejoso de libertar verbas para outras aplicações.

## Como avaliar a poluição luminosa num local

Existe um método simples para avaliar o nível de poluição luminosa num dado local. Já sabemos que a luz emitida para cima é reflectida e difundida nas partículas de poeira suspensas na atmosfera e nas partículas dos fumos, assim como nos poluentes industriais. Essa luz desperdiçada, já sem eficácia iluminante, tem um efeito bem visível: o céu nocturno passa a ser cinzento, ou pardo, em vez de ser muito escuro. Por isso, um bom indicador de baixa poluição luminosa num local é a escuridão do céu, o que se traduz na maior abundância de estrelas visíveis a olho nu. Quanto menos estrelas forem vistas, maior será a poluição luminosa. A referência [6] dá essa informação adicional.



Fig. 5 - Uma das consequências práticas do fluxo luminoso que escapa inutilmente para cima é a iluminação das nuvens, evidenciada nesta fotografia. Será necessário iluminar as nuvens?

### Particularidades dos diferentes tipos de lâmpadas utilizados em iluminação pública

| Tipo de lâmpada | Fluxo luminoso emitido por cada watt de potência absorvida | Potência absorvida por cada 1000 lúmens do fluxo luminoso emitido | Consumo comparado, para igual efeito iluminante (VM=1,000) | Vida útil | Restituição de cores |
|-----------------|--|---|--|-----------|----------------------|
| VM              | 54 lúmens  | 18,5 W  | 1,000  | Longa     | Boa                  |
| VSAP            | 125 lúmens   | 8,0 W   | 0,432  | Longa     | Satisfatória         |
| VSBP            | 183 lúmens   | 5,5 W   | 0,297  | Longa     | Má                   |

Simbologia utilizada:

**VM** = lâmpada de vapor de mercúrio; **VSAP** = lâmpada de vapor de sódio de alta pressão; **VSBP** = lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão

É também preciso sensibilizar a opinião pública para os efeitos prejudiciais da poluição luminosa no céu nocturno, valorizando neste um valor mitológico, histórico e cultural a preservar. A geração actual já quase não reconhece as estrelas e constelações; se nada se fizer, a próxima geração pode ficar muito aquém disso. O céu nocturno é certamente um *Património da Humanidade* e uma das maiores maravilhas que podemos contemplar. É nosso dever preservar esse espectáculo, para nós e para as gerações futuras.

*NOTA: Todas as fotografias e esquemas ilustrativos deste artigo foram produzidos pelo autor.*



**Guilherme de Almeida** foi professor de Física e Química (até 2010) em cinco escolas secundárias e no Colégio Militar. Ensinou alunos de todos os níveis (8.º ao 12.º ano), principalmente 12.º ano. É autor de sete livros, nomeadamente “Sistema Internacional de Unidades”, “Roteiro do Céu”, “Telescópios” e “Galileu Galilei”, além

de mais de 80 artigos. Interessa-se pela divulgação das observações astronómicas e da Física.

#### Informação adicional - Livros

1. Guilherme de Almeida e Pedro Ré, “Observar o Céu Profundo”, Plátano Editora, 2.ª Edição, Lisboa (2003). Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/index.php?q=C/BOOKSSHOW/18>
1. Guilherme de Almeida, “Roteiro do Céu”, Plátano Editora, 5.ª Edição, Lisboa (2010). Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/index.php?q=C/BOOKSSHOW/17>
2. Bob Mizon, “Light Pollution, Responses and Remedies”, Springer Verlag London Limited, London (2002). Referência em: <http://www.amazon.com/Light-Pollution-Responses-Practical-Astronomy/dp/1852334975>
3. Informação adicional — Links informativos de artigos e websites relacionados
4. Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN), <http://www.astrosurf.com/anpcn/>
5. Centro Português de Iluminação — Eficiência energética na iluminação pública: [http://www.cpiluminacao.pt/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=47&Itemid=101&lang=pt](http://www.cpiluminacao.pt/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=47&Itemid=101&lang=pt)
6. Guilherme de Almeida - Efeitos da poluição luminosa no espectáculo do céu nocturno: [http://www.cpiluminacao.pt/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=61&Itemid=101&lang=pt](http://www.cpiluminacao.pt/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=61&Itemid=101&lang=pt)
7. Instituto de Astrofísica de Canárias (IAC): <http://www.iac.es/servicios.php?op1=28&op2=69>
8. International Dark Sky Association (IDA): <http://www.darksky.org/>
9. Observatório Astronómico de Lisboa (OAL): [http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol3/n6/vol3n6\\_6.html](http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol3/n6/vol3n6_6.html)
10. Tese de Phil Harrington, na perspectiva da economia de energia: <http://www.philharrington.net/thesis.pdf>