

Emanuel Eugénio de Sousa Gago da Câmara
Professor Associado, Coordenador da Disciplina de Condicionamento Ambiental
Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Engenharia Rural
Universidade Técnica de Lisboa, E-mail: eegagocâmara@isa.utl.pt

Iluminação Natural e Artificial para Fins Agrícolas

5ª Parte

6.6. Distribuição Espectral de Alguns Tipos de Lâmpadas

6.1. Lâmpadas incandescentes

As lâmpadas incandescentes são de fácil instalação e manutenção, uma vez que não necessitam de balastro ou de arrancador. No entanto, têm eficiência radiante muito baixa e também não são adequadas à intensificação da fotossíntese, dado que a elevada concentração da sua energia espectral na **zona do vermelho** – como se pode depreender da Figura 11 – causa o estiolamento das plantas.

A sua principal utilização em horticultura visa o **controlo do fotoperiodismo**, tanto através do prolongamento do período de luz natural, como no âmbito do cumprimento de um programa específico de irradiância com choques de luz durante a noite, cujos níveis de irradiância deverão estar compreendidos entre 200 mW/m² e 800 mW/m².

Uma outra utilização possível das lâmpadas incandescentes está associada à **iluminação decorativa** para fazer sobressair as plantas ornamentais ou os arranjos florais. Para o efeito, recorre-se a fontes de luz concentrada ou a lâmpadas instaladas em luminárias suspensas, por forma a assegurarem o prolongamento do período de luz natural, podendo também estar integradas no sistema de iluminação geral de um recinto.

O método de irradiação para fotoperiodismo através de choques de luz durante a noite deve realizar-se de uma forma cíclica, fazendo alternar períodos de luz – cuja duração deve perfazer 20 % a 30 % do tempo do ciclo – com períodos de obscuridade.

Desde que estes ciclos luz/obscuridade se repitam em cada 30 minutos, a planta reage como se estivesse exposta continuamente à luz, fenómeno que se designa na gíria científica por "*after effect*".

Na prática, é usual dividir a área de cultura da estufa num certo número de secções, geralmente de três a cinco,

as quais são irradiadas durante a noite em rotação. Considerando o exemplo representado na Figura 12, a estufa a que a mesma se refere foi subdividida em 3 secções, de tal forma que em cada ciclo de 30 minutos, cada uma delas é exposta a 10 minutos de irradiação, repetindo-se o procedimento em intervalos sucessivos de 30 minutos. Neste caso, pode-se constatar que o período de luz representa 33 % do tempo do ciclo.

6.6.2. Lâmpadas de descarga fluorescentes compactas

Uma das lâmpadas mais representativas deste grupo é a SL* ("Philips"). Pelas suas características, pode substituir com vantagem as lâmpadas incandescentes em algumas aplicações, nomeadamente na irradiação para fotoperiodismo e em luminárias suspensas para iluminação decorativa de plantas, uma vez que apresentam níveis de **eficiência radiante** duplos daquelas, ao mesmo tempo que a sua duração de vida útil pode ir das 1000 h às 5000 h. A Figura 13 representa a distribuição espectral da energia emitida por uma lâmpada SL*.

6.6.3. Lâmpadas de luz mista

A lâmpada de luz mista MLL ("Philips"), nomeadamente a correspondente à versão com reflector MLR é usualmente aplicada em iluminação decorativa de plantas. Uma vez que, por construção, estas lâmpadas combinam um filamento incandescente e um tubo de descarga de vapor de mercúrio a alta pressão, a componente azul do espectro da radiação emitida por este tipo de lâmpada é suficiente para evitar o estiolamento das plantas, o que já não acontece com as lâmpadas incandescentes normais.

A Figura 14 mostra a distribuição espectral da luz emitida pelas lâmpadas MLR.

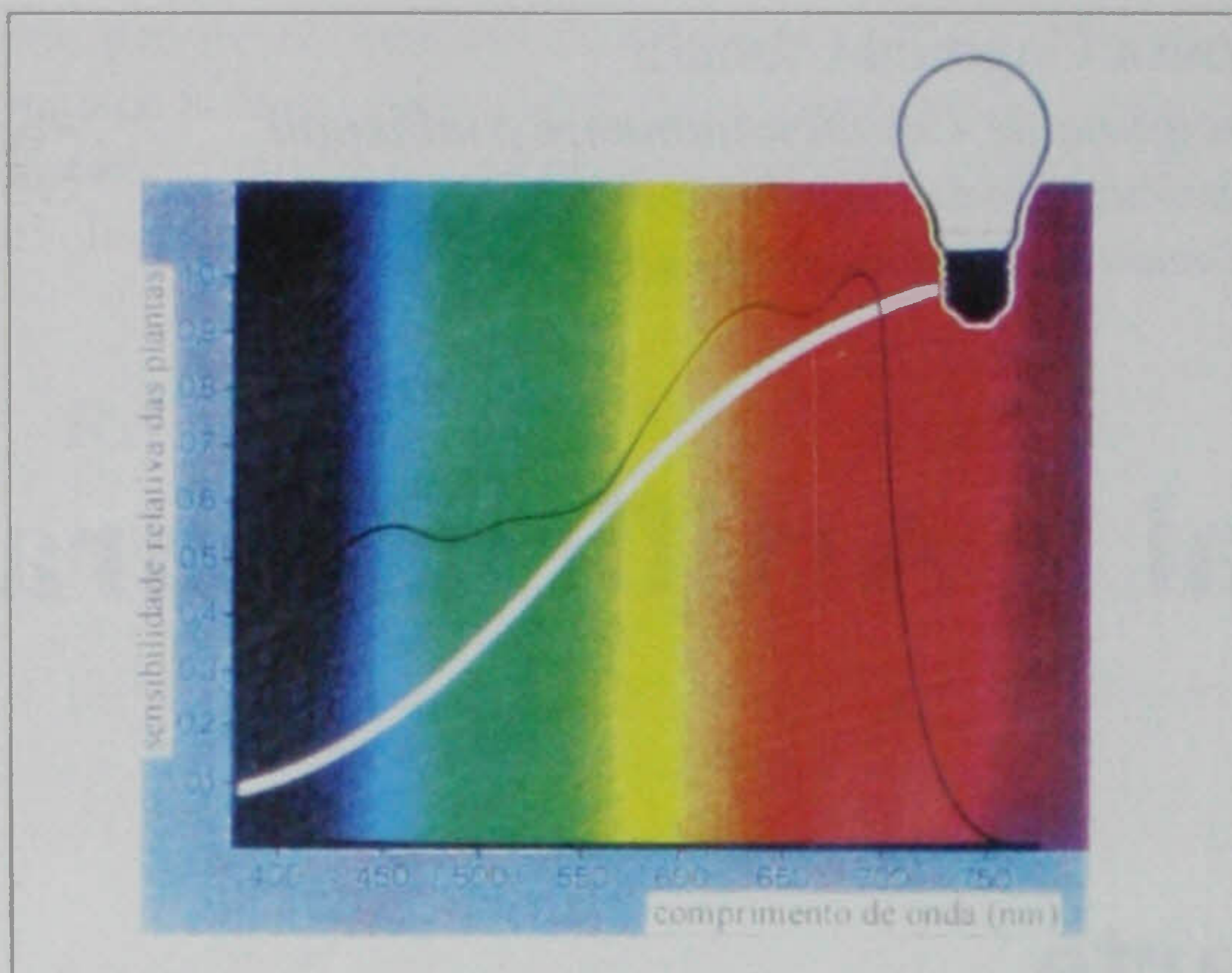


Fig. 11 - Curva da distribuição espectral da energia emitida por uma lâmpada incandescente em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV - The Netherlands".

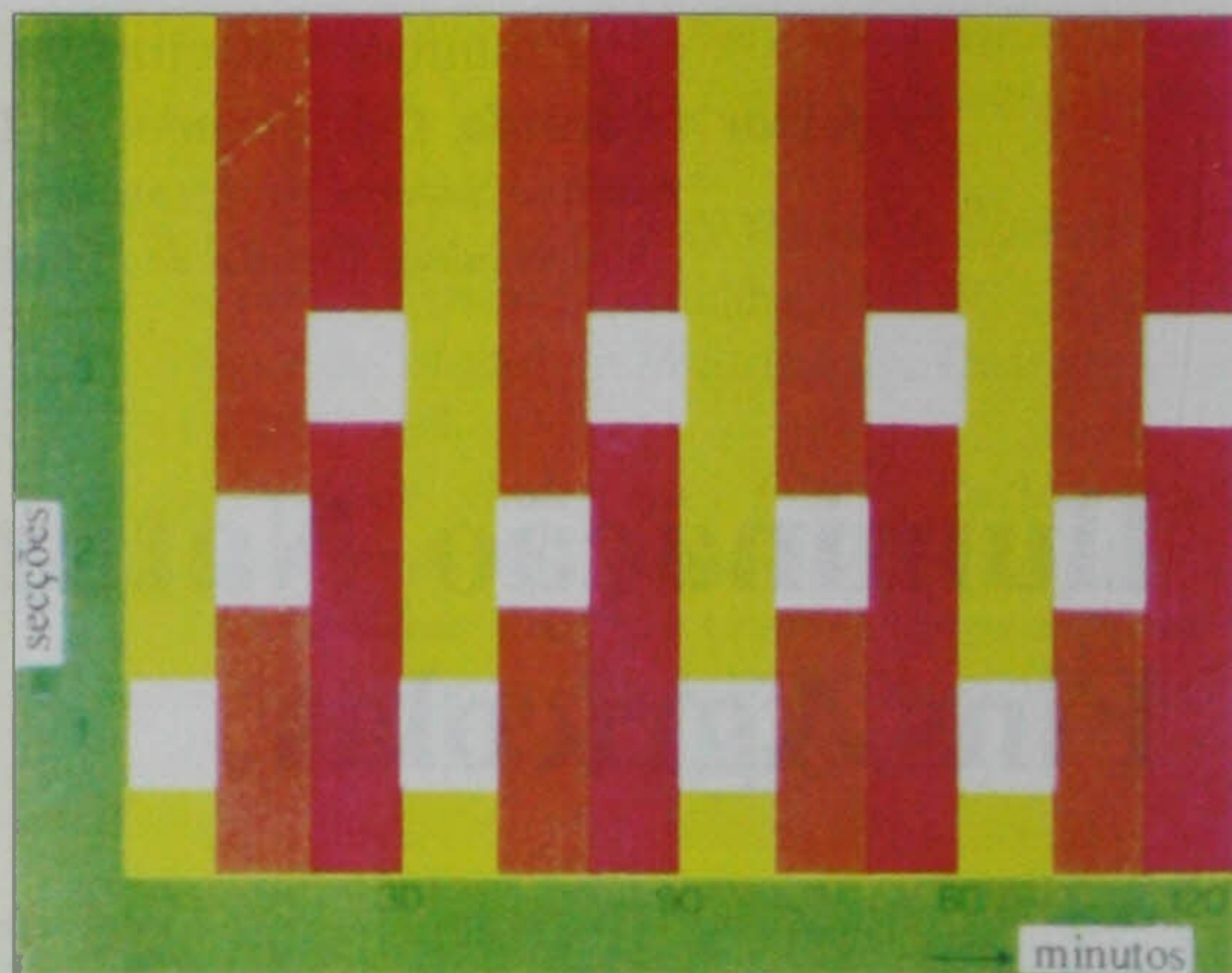


Fig. 12 - Exemplo de um programa de iluminação cíclica utilizado numa estufa subdividida em 3 secções, as quais são irradiadas em rotação, durante a noite, por períodos de 10 minutos em cada ciclo de 30 minutos. Por Cortesia de "Philips Lighting BV - The Netherlands".

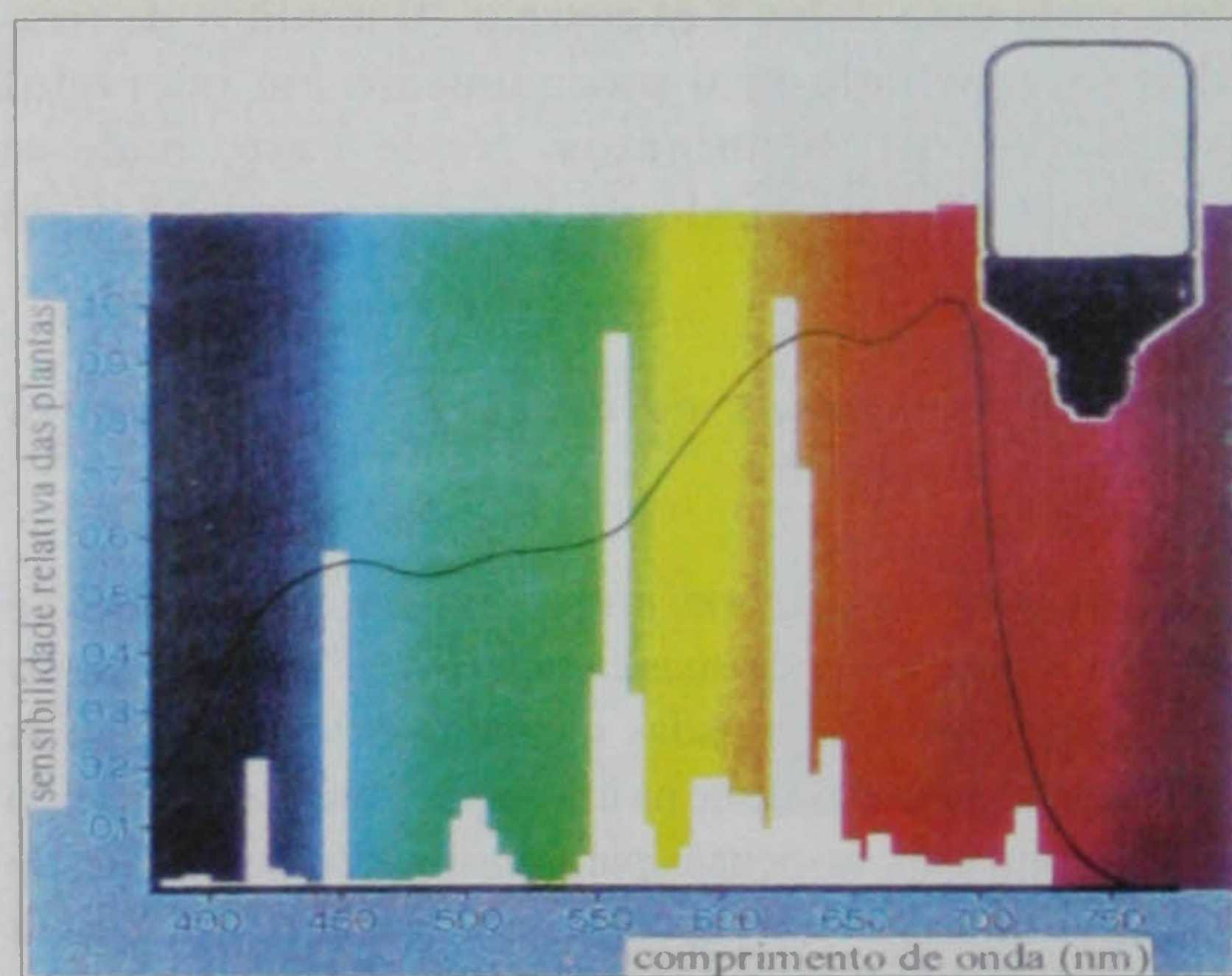


Fig. 13 - Distribuição espectral da energia emitida por uma lâmpada SL* em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV - The Netherlands".

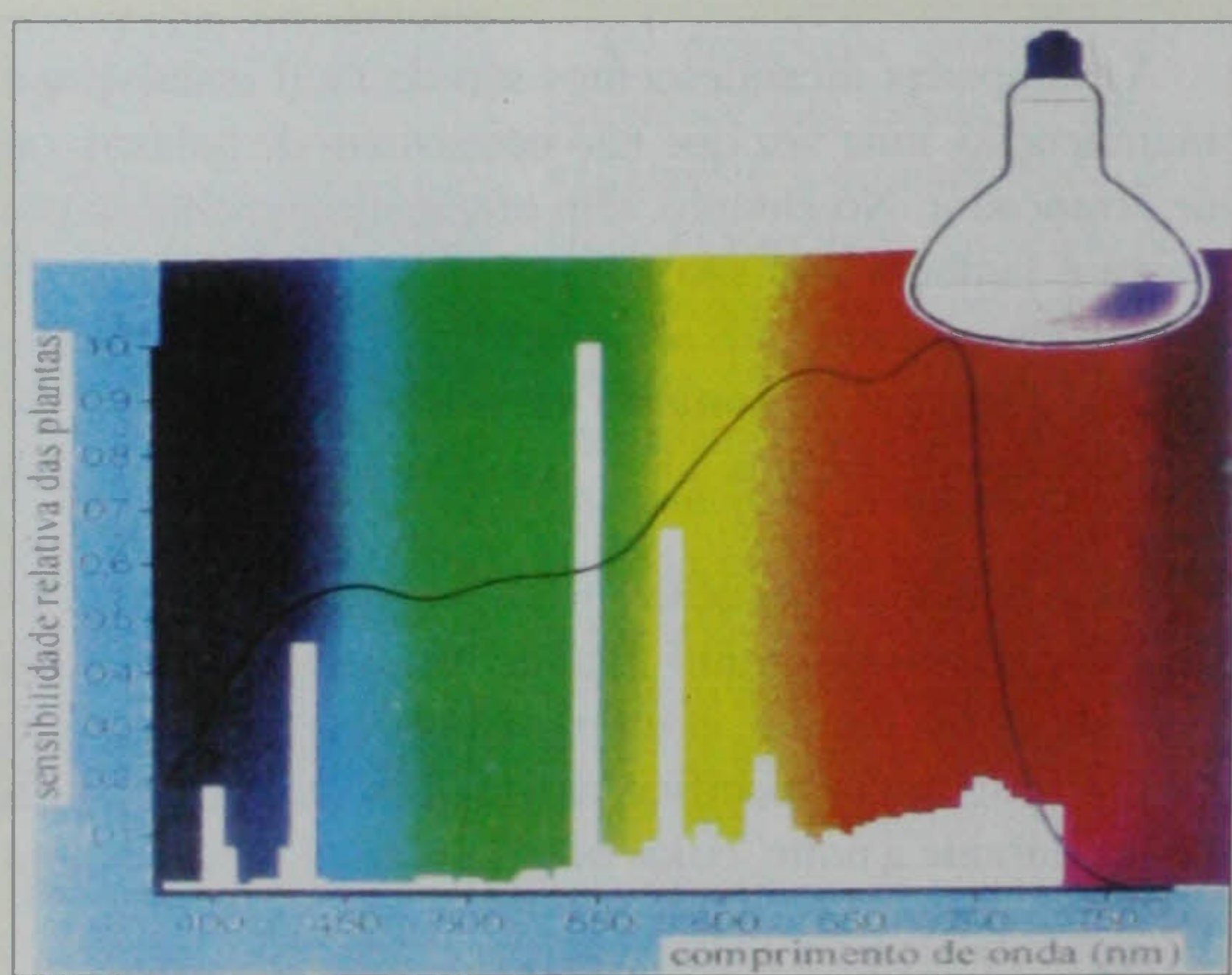


Fig. 14 - Distribuição espectral da energia emitida por uma lâmpada de luz mista com reflector (MLR) em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV - Netherlands".

6.6.4. Lâmpadas fluorescentes tubulares

As lâmpadas fluorescentes clássicas são usadas principalmente nos fitotróos e nas salas de forçagem destinadas a culturas em bancadas dispostas em andares.

Dadas as suas características de grande superfície de iluminação e de baixa temperatura, estas lâmpadas podem ser montadas a uma altura relativamente próxima das plantas, obtendo-se instalações para irradiação de grande eficiência.

A lâmpada fluorescentes "standard" de cor 33 (a que se refere a Figura 15) é aquela que mais frequentemente se

utiliza para fotoperíodismo, dada a sua elevada eficiência radiante 180 mW/W).

Como se pode constatar a partir da análise da referida figura, enquanto as barras brancas correspondem às descargas através do vapor de mercúrio, a curva contínua a branco representa as características da luz emitida pela camada do material fluorescente que reveste interiormente as paredes do tubo.

A utilização deste tipo de lâmpadas em estufas faz-se apenas para controlo do fotoperíodismo (especialmente em plantas envasadas), uma vez que não é fácil conseguir-

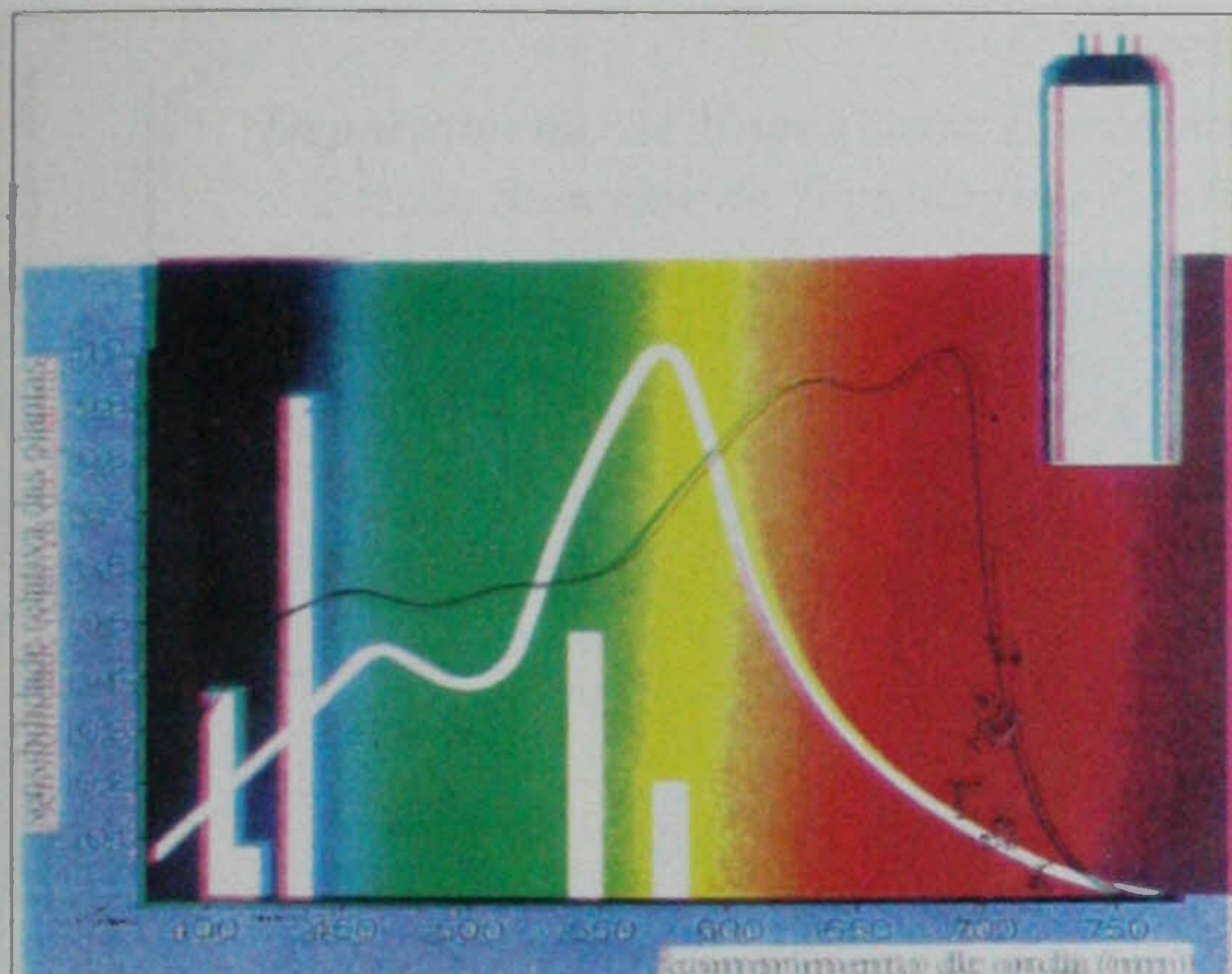


Fig. 15 - Distribuição espectral da lâmpada fluorescente tubular de cor 33 em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV – The Netherlands".



Fig. 16 - Distribuição espectral da radiação emitida por uma lâmpada de vapor de mercúrio a alta pressão em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV – The Netherlands".

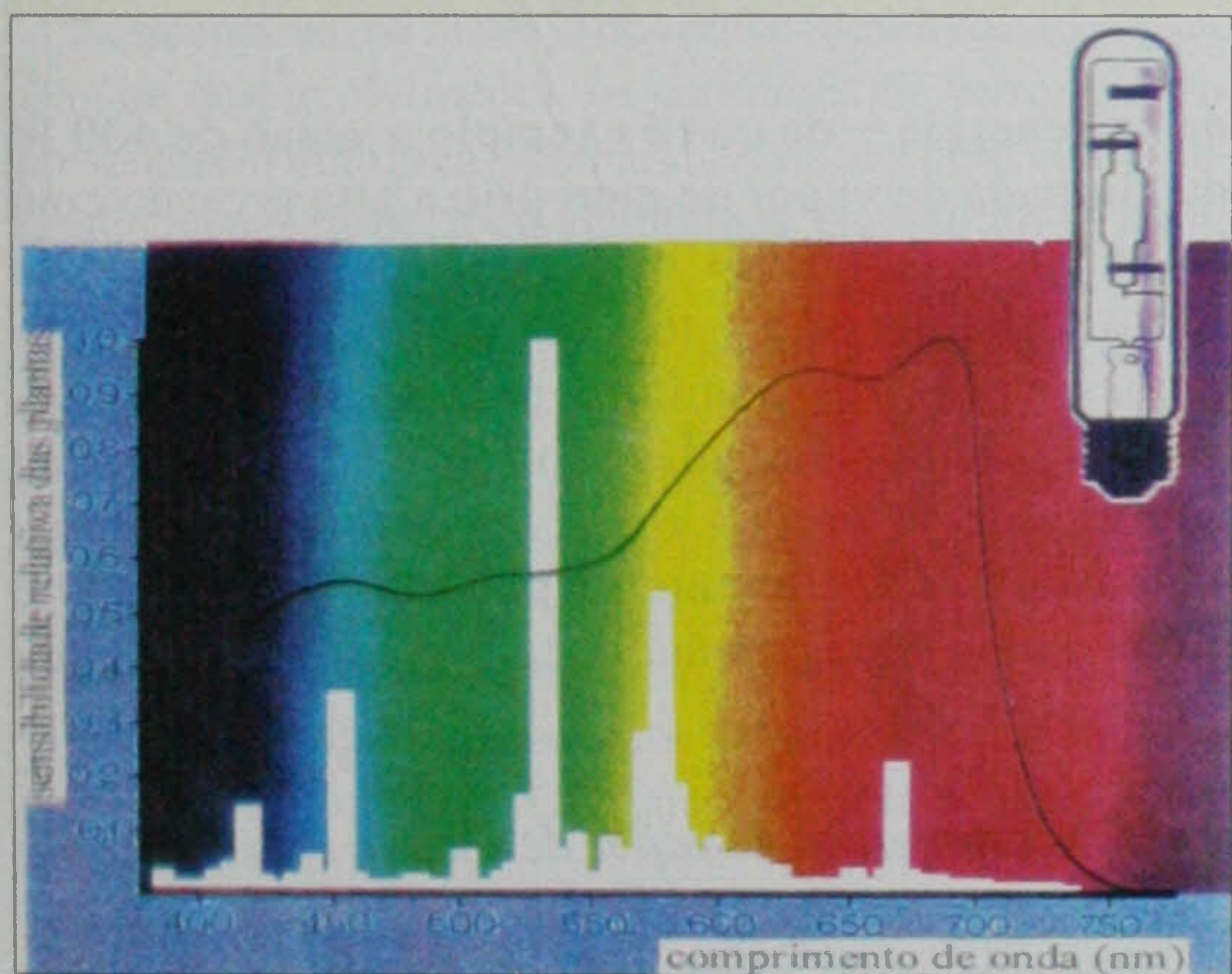


Fig. 17 - Distribuição espectral da energia radiante de uma lâmpada de vapor de mercúrio a alta pressão com halógenos metálicos em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV – The Netherlands".

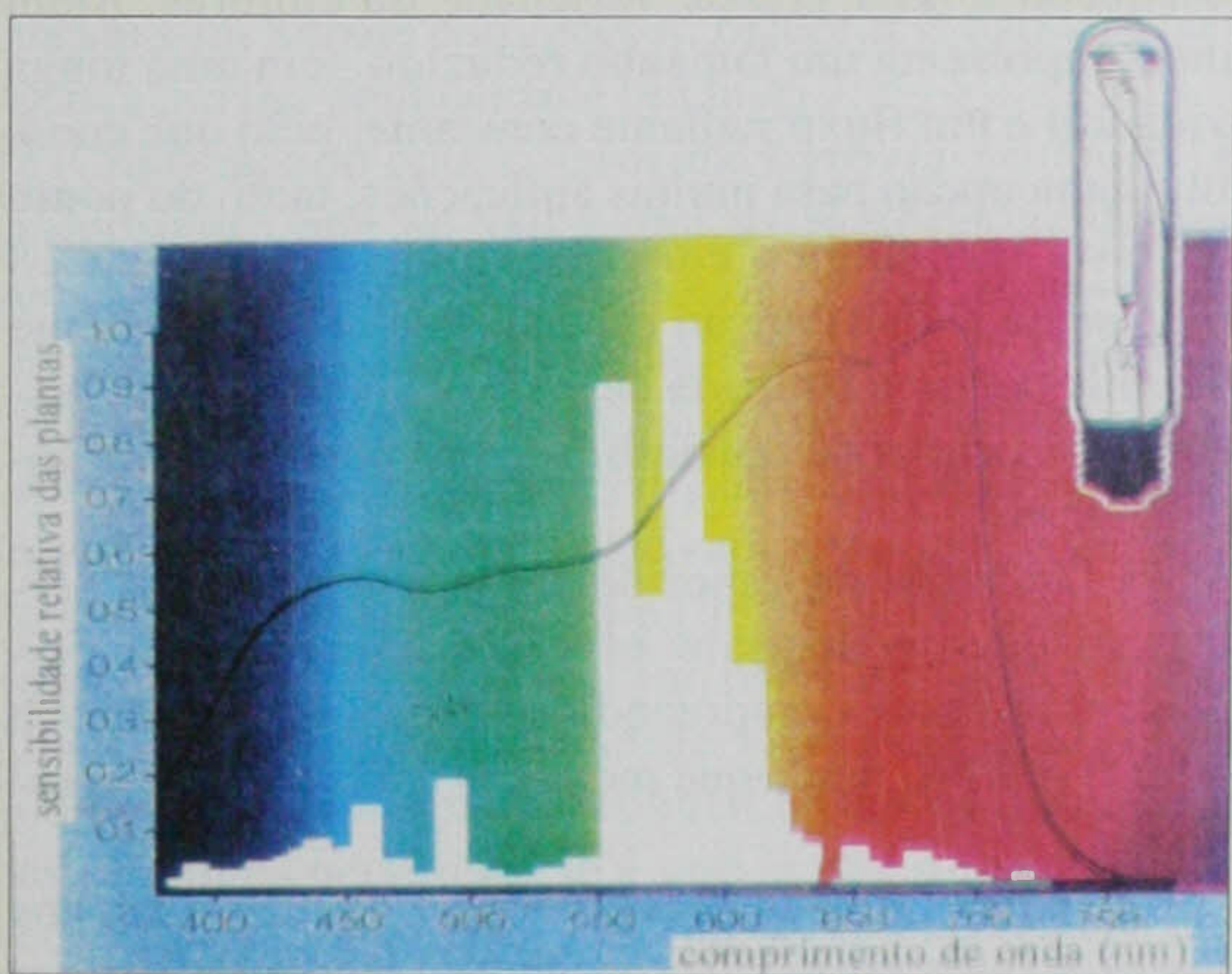


Fig. 18 - Distribuição espectral da energia radiante de uma lâmpada de vapor de sódio a alta pressão em comparação com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV – The Netherlands".

-se obter, com estas lâmpadas, os elevados níveis de irradiância exigidos para a fotossíntese. Para a iluminação decorativa de plantas preferem-se, geralmente, as lâmpadas da série de cor 80.

6.6.5. Lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão

Este tipo de lâmpada, designada pela sigla HPL (Figura 16) foi, até há relativamente pouco tempo, muito usada

em horticultura, tanto em estufas como em salas de forçagem, particularmente a versão com reflector, referenciada comercialmente pela sigla HLR-G.

Porém, essas lâmpadas têm vindo a ser substituídas por lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão com halógenos metálicos e também por lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão (às quais nos referiremos com mais pormenor no ítem seguinte), não só porque estas possuem maior eficiência radiante, como também permitem um melhor controlo de distribuição da luz.

6.6.6. Lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão com halogéneos metálicos

Estas lâmpadas, para além de serem pequenas, apresentam uma distribuição espectral muito favorável da energia emitida — como se pode depreender da Figura 17 — e também têm uma elevada eficiência radiante (214 mW/W) sendo, por isso, especialmente recomendadas para irradiação de plantas tanto em estufas como em salas de forçagem e fíltotões.

O elevado fluxo radiante emitido por este tipo de lâmpadas (por exemplo a versão de 400 W tem um fluxo radiante de 91 000 mW/m², torna-as ideais para as aplicações que exigem elevados níveis de irradiação, como é o caso da fotossíntese.

6.6.7. Lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão

A lâmpada tubular de vapor de sódio a alta pressão, geralmente designada pela sigla SON-T, combina uma elevada eficiência radiante (253 mW/W) com uma distribuição espectral energética que se pode considerar adequada a uma grande variedade de culturas. Além disso, apresenta um tamanho reduzido, tem uma longa vida útil e um fluxo radiante constante, pelo que constitui uma opção para muitas aplicações, tanto do ponto de vista tecnológico como económico. A Figura 18 representa a distribuição espectral da energia radiante emitida por uma lâmpada de vapor de sódio a alta pressão com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese.

As lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão permitem que se atinjam níveis comerciais de eficiência radiante compreendidos entre 3000 mW/W e 60 000 mW/W, desde que montadas em luminárias apropriadas.

Nas regiões em que a contribuição da luz do dia nos meses de Inverno é muito pequena, e no sentido de perfazer um fotoperíodo adequado, é preferível usar lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão combinadas com lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão combinadas com lâmpadas de vapor de mercúrio a alta pressão com halogéneos metálicos por forma a aumentar a componente azul no espectro da radiação global emitida, o que se deve à inclusão na instalação deste último tipo de lâmpadas. De facto, as radiações de comprimento de onda que abrangem a gama do azul do espectro electromagnético é indispensável ao crescimento de certas culturas como, por exemplo, da alface.

A lâmpada SON-H, versão especial da lâmpada de vapor de sódio a alta pressão, pode substituir com vantagem a lâmpada de vapor de mercúrio a alta pressão, uma vez que apresenta uma eficiência radiante 35 % superior à HPL-N.

De uma forma geral, as lâmpadas que aliam uma elevada eficiência radiante a uma favorável distribuição espectral

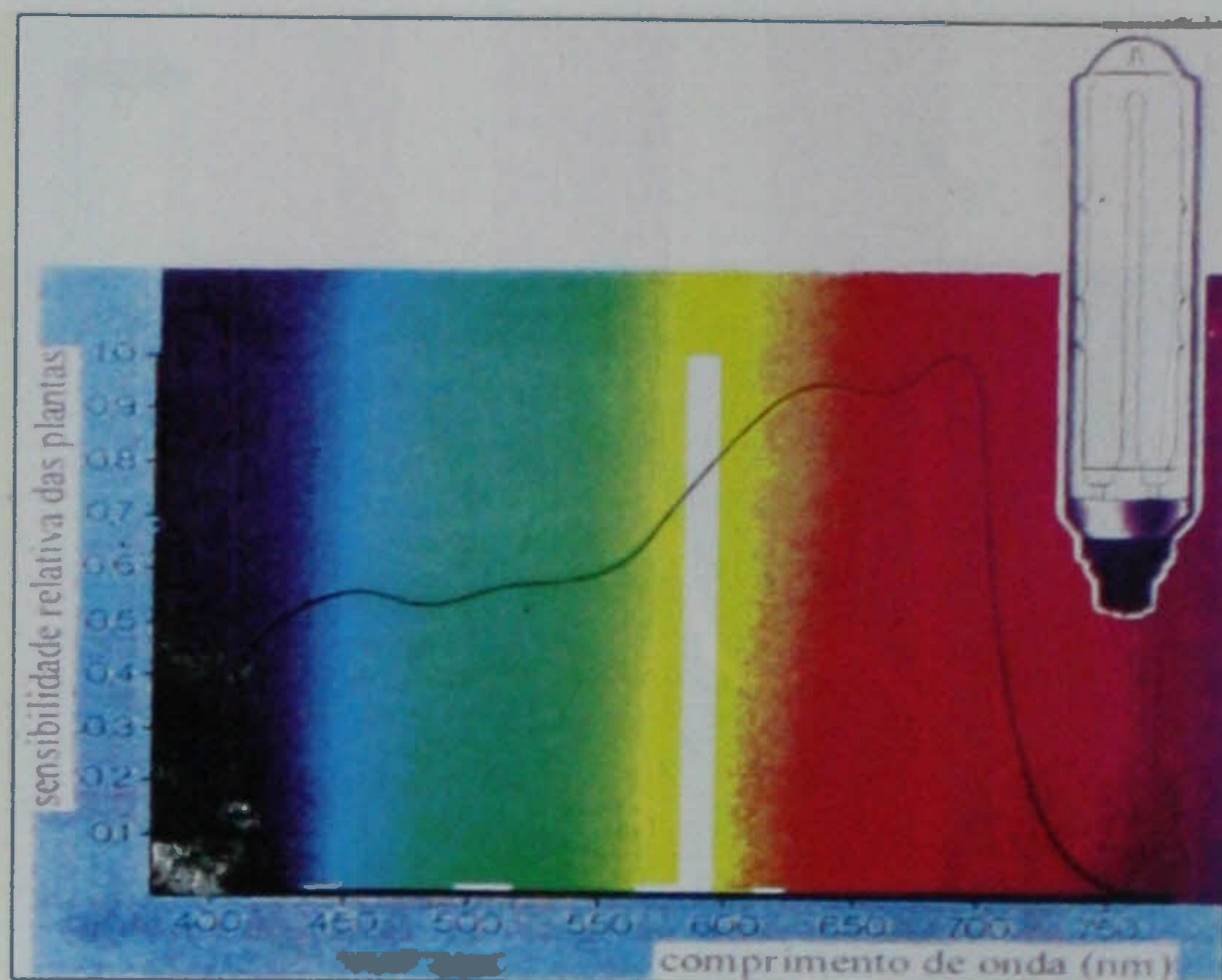


Fig. 19 - Distribuição espectral da energia emitida por uma lâmpada do tipo SOX comparada com a curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese. Por Cortesia de "Philips Lighting BV — The Netherlands".

da sua energia — de que é exemplo a versão de 400 W da lâmpada de vapor de mercúrio a alta pressão com halogéneos metálicos e as lâmpadas de vapor de sódio a alta pressão — têm um vasto campo de aplicações em outros domínios para além dos da horticultura. Estas lâmpadas são fabricadas em grande quantidade, a preços relativamente económicos, encontram-se facilmente disponíveis no mercado e aliam a uma boa constância do fluxo luminoso, uma longa vida útil.

6.6.8. Lâmpadas de vapor de sódio a baixa pressão

Apesar de terem a maior eficiência radiante de todos os tipos de lâmpadas — por exemplo, a versão de 180 W apresenta uma eficiência radiante de 275 mW/W na radiação correspondente ao comprimento de onda igual a 589 nm, portanto, perto do pico da curva de sensibilidade das plantas para a fotossíntese, tal como se pode depreender na Figura 19 — as lâmpadas de vapor de sódio a baixa pressão, que são teoricamente designadas pela sigla SOX, não são ainda muito utilizadas em horticultura.

Isto deve-se ao facto das características monocromáticas da luz emitida por este tipo de lâmpada, provocarem efeitos secundários indesejáveis em determinadas aplicações. Contudo, as experiências já realizadas mostram que as lâmpadas de vapor de sódio a baixa pressão podem ser vantajosas, do ponto de vista económico, na irradiação de algumas espécies de plantas, quando utilizadas em combinação com a luz natural. **[A]**