



Poluição Luminosa



Astronomia e Poluição Luminosa

Sem céus escuros, os astrónomos são incapazes de observar os ténues sinais de luz provenientes de objetos distantes do espaço sideral. O céu escuro é um recurso científico crucial para entender os mistérios do universo. O céu escuro é também uma parte importante do património cultural e natural de todas as civilizações.

Muitos observatórios astronómicos são construídos em locais remotos, numa tentativa de escapar à luz das cidades e vilas. Mesmo assim, esses observatórios estão ameaçados pela poluição luminosa. Por exemplo, a parte inferior esquerda desta página mostra as luzes da cidade invadindo o topo da montanha de Mauna Kea, no Havai. O Observatório Mauna Kea é um dos melhores locais astronómicos do mundo. Os planos diretores de iluminação são uma ferramenta importante para proteger esses locais da poluição luminosa.

Estrelas, as Plêiades e Vénus sobre os maiores telescópios do mundo: o Observatório Keck e o Telescópio Subaru, no topo do Havai. (Crédito: Dr. Hideaki Fujiwara - Subaru Telescope, NAOJ)





Nova Iorque, EUA vista de espaço. (Crédito: NASA-Johnson Space Center ISS045-E-066112)

A União Astronómica Internacional e a salvaguarda dos céus escuros

A União Astronómica Internacional (IAU) reúne mais de 10 000 astrónomos profissionais de quase 100 países. A sua missão é a de promover e salvaguardar todos os aspectos científicos da astronomia através da cooperação internacional.

Esta publicação é uma compilação de importantes descobertas de especialistas em todo o mundo na área da poluição luminosa. As informações foram reunidas ao abrigo do programa Cosmic Light, organizado pela IAU durante o Ano Internacional da Luz 2015. O objetivo desta brochura é divulgar os recentes avanços na compreensão da poluição luminosa, em particular no que respeita à utilização de LED, para apoiar a comunidade astronómica e aumentar a consciencialização pública relativamente à pesquisa em poluição luminosa.

Brilho artificial difuso do céu (skyglow)

A poluição luminosa é o uso incorreto de iluminação artificial no exterior, que pode causar efeitos adversos no meio ambiente. A luz desperdiçada de fontes artificiais emitida para cima (em ângulos horizontais e superiores) é espalhada por aerossóis, tais como nuvens e neblina, ou por pequenas partículas, como poluentes na atmosfera. Esta dispersão origina um brilho difuso que pode ser visto de muito longe. O brilho difuso do céu é a forma de poluição luminosa mais comumente conhecida. Devido ao espalhamento secundário, nas áreas rurais uma fonte de luz isolada cria um impacto maior no brilho difuso do céu do que nas cidades. De acordo com Martin Aubé, dez por cento do brilho difuso do céu nas cidades e cinquenta por cento nas áreas rurais resultam de reflexão secundária.

Estrelas e brilho difuso do céu (skyglow) sobre Salzburgo, Áustria (Crédito: Andreas Max Böckle)

Luz intrusiva

A luz intrusiva é outro problema comum que pode inclusive afetar a nossa saúde. À noite, através das janelas das casas e apartamentos, pode entrar luz não desejada, provocando perturbações no sono devido à exposição a luz excessiva.



Crédito: Ducky Tse / Friends of the Earth (HK)

Encandeamento

O brilho excessivo à noite cria contrastes elevados e reduz a visibilidade, provocando desconforto ou, em casos extremos, um efeito de ofuscamento. As pessoas mais velhas, com olhos cansados e cataratas são as mais afetadas.



Crédito: E. Hanlon



Muito mau



Mau



Melhor



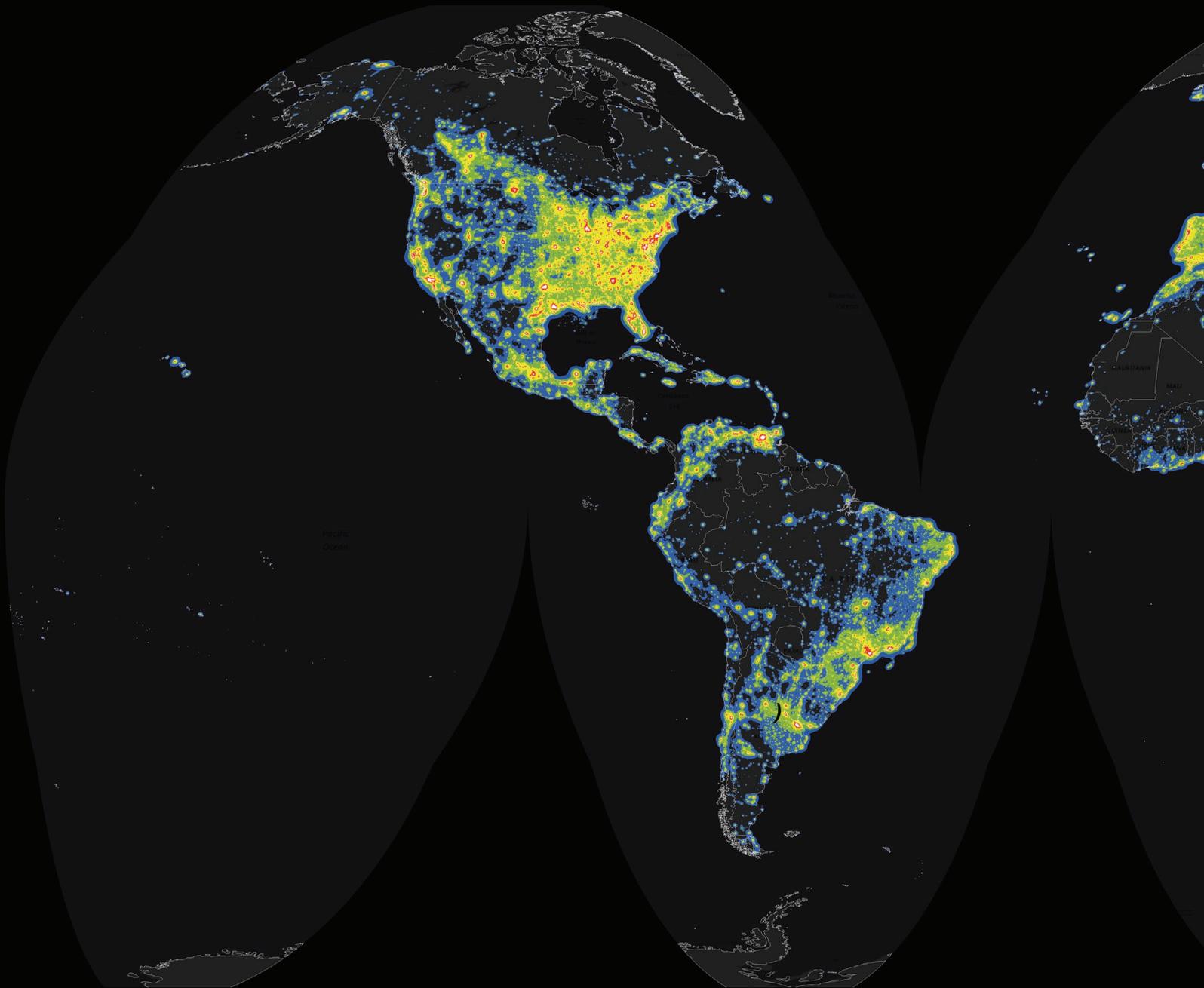
O melhor

Solução

Uma solução recomendada para minimizar o brilho difuso do céu passa por proteger totalmente as luminárias de modo a que a sua “pegada” no solo seja visível à distância, mas a fonte de luz não. A International Dark-Sky Association estima que pelo menos 30% da iluminação de exterior nos EUA seja desperdiçada, principalmente por luzes que não estão resguardadas. A luz proveniente de candeeiros sem resguardo que brilha para o céu e pode ser vista do espaço é essencialmente energia desperdiçada. Outra estratégia passa por minimizar os locais e o número de horas em que as luzes estão acesas, usando-as apenas onde e quando necessário. Essas soluções também reduziram a luz intrusiva e o encandeamento. Plantar mais árvores também pode ajudar a bloquear a propagação da luz secundária refletida em direcção ao céu.



Mapa global da poluição

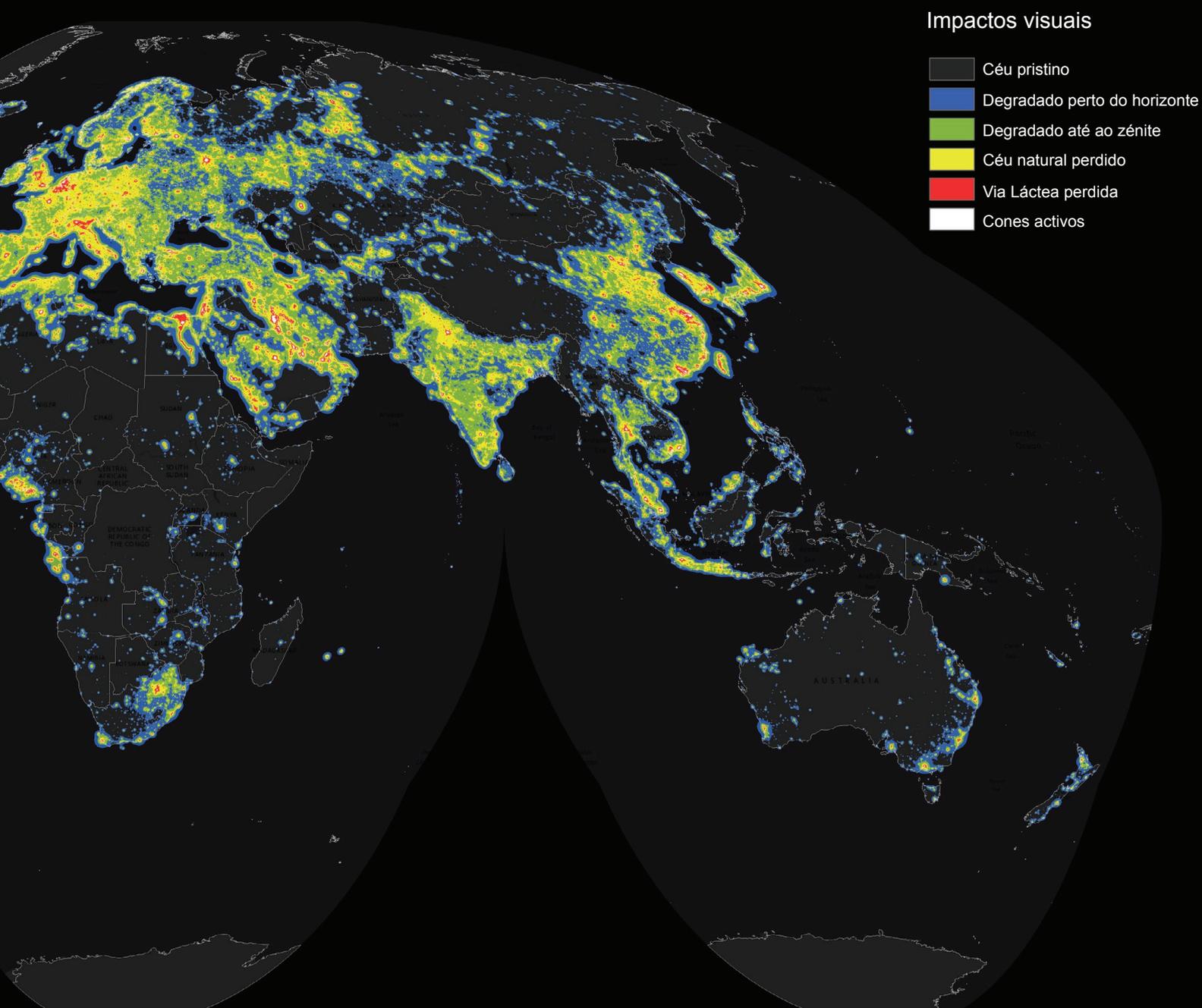


Em 2016, foi publicado por Fabio Falchi et al. o mais recente mapa mundial de poluição luminosa.

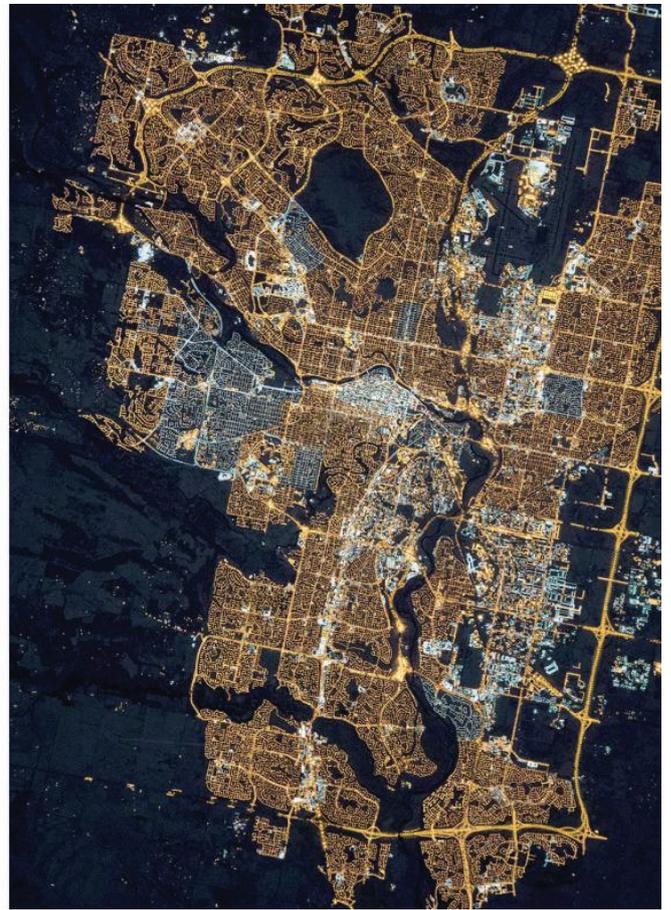
As cores do mapa indicam diferentes níveis de poluição luminosa - o preto indica um céu pristino, seguido do azul, verde, amarelo e vermelho para especificar níveis progressivamente piores de poluição luminosa. Os lugares brancos no mapa indicando "cones ativos" são cidades onde a poluição luminosa é pior.

Das retinas dos olhos humanos fazem parte os cones e os bastonetes, células fotorreceptoras responsáveis pela trans-

Poluição Luminosa 2016



missão de sinais de luz para o nosso cérebro. Os cones são responsáveis pela informação de cor, mas só são ativados quando as condições de iluminação são suficientes. Portanto, em ambientes escuros, ou vemos cores esbatidas ou não vemos cor alguma. Pelo mesmo motivo, quando olhamos através de um telescópio não conseguimos ver objetos do céu profundo tão bonitos e coloridos quanto as imagens que vemos na internet - as células dos cones não são ativadas quando olhamos através da lente de um telescópio. As imagens do Telescópio Espacial Hubble, por exemplo, envolvem horas de integração, mecanismo diferente daquele de que os nossos olhos são capazes. Por vezes, essas imagens são também de cores falsas resultantes de processamento.



Alteração de iluminação de vapor de sódio para LED em Calgary, Canadá. (Crédito: NASA)

Revolução LED?

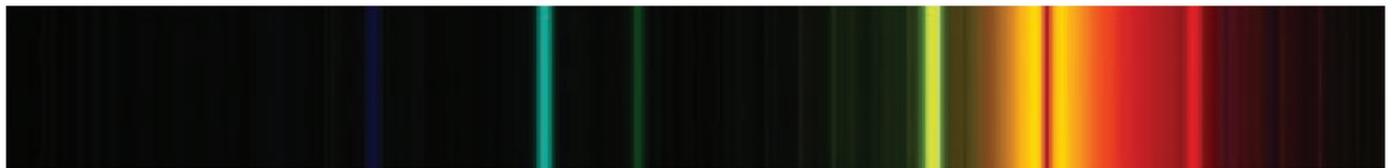
A fotografia acima mostra a mudança de iluminação para LED, em Calgary, no Canadá. A luz rica em azul dos LED é claramente visível. Os LED, ou "díodos emissores de luz", são conhecidos pelo seu baixo custo, longa vida útil, baixo consumo de energia, por serem "amigos" do meio ambiente e pela facilidade de regulação do fluxo, sendo, portanto, produzidos em massa e amplamente utilizados. Na iluminação pública, os LED mais ecológicos começaram a substituir as luminárias tradicionais.

Estudos recentes indicaram que os LED, economizadores de energia, não ajudam a diminuir a poluição luminosa, pelo contrário. O dinheiro economizado pelos LED de baixo custo tem sido utilizado para instalar mais iluminação, tornando os locais mais iluminados. Os LED também apresentam outros problemas importantes relacionados com a forte componente azul do seu espectro, que se espalha facilmente na atmosfera e afeta os ecossistemas e a saúde pública.

Espectro de uma lâmpada de sódio de baixa pressão



Espectro de uma lâmpada de sódio de alta pressão

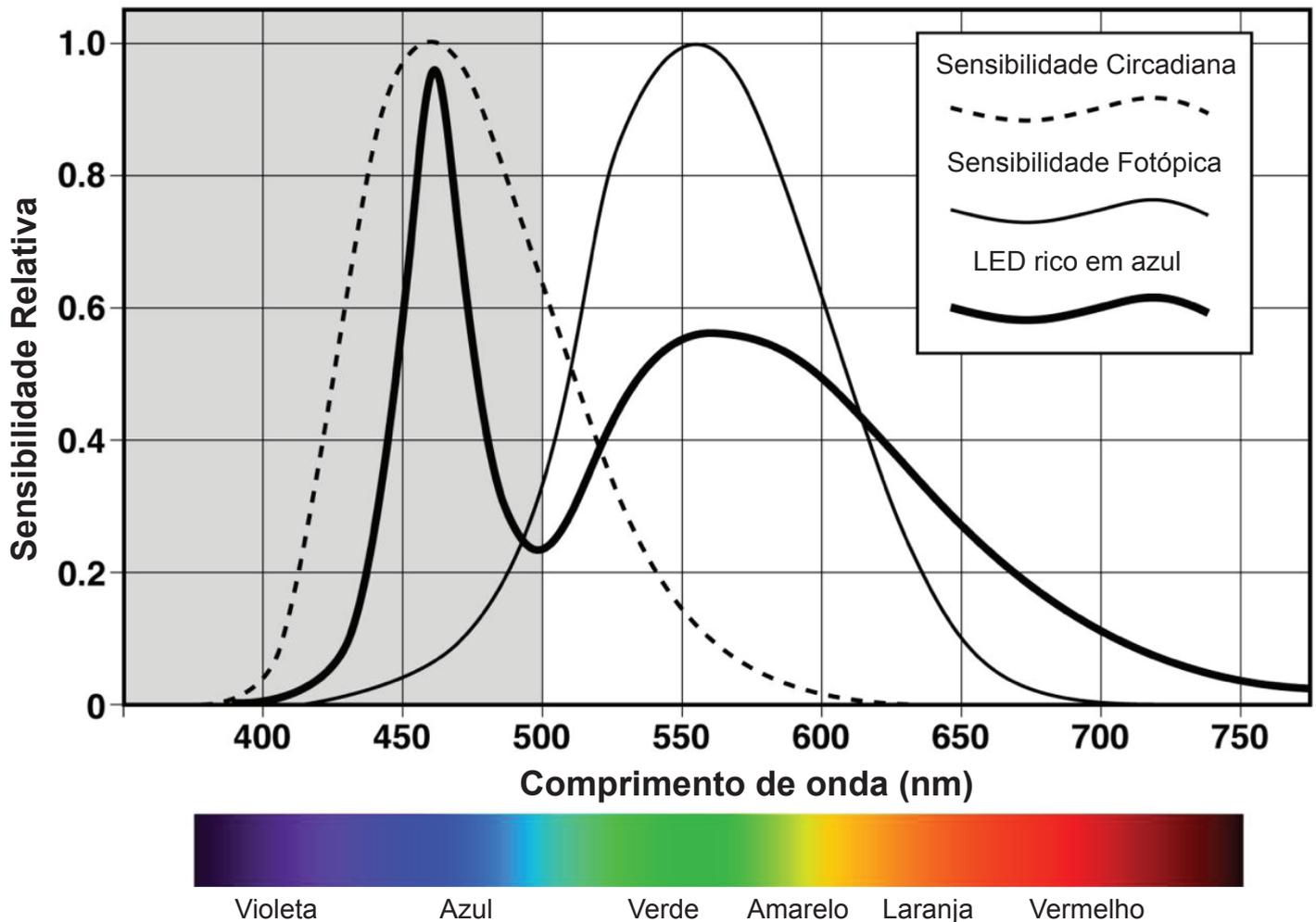


Espectro de um LED de 4100 K



Compreendendo o espectro dos LED

A iluminação tradicional, como as lâmpadas de baixa pressão de sódio (LPS) e as lâmpadas de alta pressão de sódio (HPS), têm espectros com bandas relativamente estreitas que podem ser filtradas durante observações astronômicas. No entanto, os LED têm geralmente um espectro amplo que não é tão fácil de filtrar. Os LED de banda estreita, como os LED âmbar de fósforo convertido (pc-âmbar), estão a chegar ao mercado e podem vir a representar uma opção aceitável em termos de filtragem, eficiência energética e até mesmo reprodução de cores.



Crédito: International Dark-Sky Association

Em 2014, o Prêmio Nobel da Física foi concedido para reconhecimento da "invenção de díodos emissores de luz azul eficientes que permitiram fontes de luz branca brilhantes e que economizam energia." Esta declaração revelou uma característica importante dos LED brancos modernos - os LED brancos de custo reduzido e baixo consumo de energia são essencialmente ricos em azul (ver a linha sólida espessa no diagrama).

A linha sólida fina no diagrama acima indica a sensibilidade dos nossos olhos sob condições de boa iluminação. A linha tracejada indica a sensibilidade do nosso corpo ao ritmo circadiano, o ciclo dia-noite.

Os LED ricos em azul sobrepõem-se à sensibilidade circadiana do nosso corpo, provocando assim uma influência significativa no comportamento do sono.

A luz azul afeta o sono

Na década de 1990, os cientistas descobriram um terceiro tipo de célula sensível à luz no olho humano, distinta das células já bem conhecidas, os cones e os bastonetes. Esse terceiro tipo de célula sensível à luz contém “melanopsina”, uma espécie de fotopigmento que desempenha a função de identificar e rastrear o ciclo dia-noite. A melanopsina tem um pico de sensibilidade à luz azul.

A melanopsina controla a produção de “melatonina” - uma hormona que faz com que nos sintamos sonolentos. Quando as células da melanopsina detectam luz (normalmente durante o dia), a produção de melatonina é suspensa, fazendo com que nos sintamos mais despertos. Quando está escuro e as células da melanopsina não detectam luz, sentimo-nos cansados devido à produção de melatonina. A exposição à luz azul durante a noite por longos períodos de tempo faz com que nos mantenhamos despertos.

Células nervosas da retina do olho. (Crédito: Wei Li, National Eye Institute, National Institutes of Health)

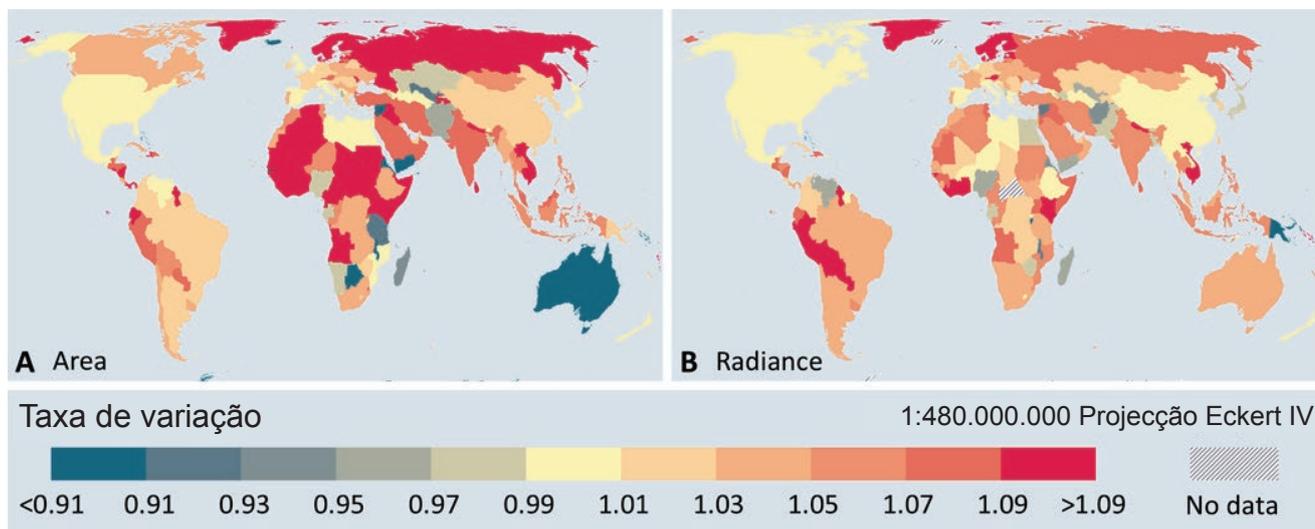
A poluição luminosa e a nossa saúde

A melatonina é também um antioxidante que beneficia o nosso corpo para além do sono; ajuda a reparar o corpo e regula as hormonas relacionadas com os processos de reparação do cancro. Os LED são ricos em luz azul e têm, portanto, um efeito forte na suspensão da produção de melatonina.

A American Medical Association (AMA) aprovou em 2009 uma resolução em que se afirma que “a luz intrusiva tem estado implicada na interrupção do ritmo circadiano humano e animal e é fortemente suspeita como etiologia da supressão da produção de melatonina, sistemas imunológicos deprimidos e aumento de taxas de cancro, como o cancro de mama.” Em 2016, a AMA divulgou uma declaração oficial sobre LED, explicando que “as lâmpadas LED brancas têm um impacto cinco vezes maior sobre os ritmos circadianos do sono do que as lâmpadas de iluminação pública convencionais”.

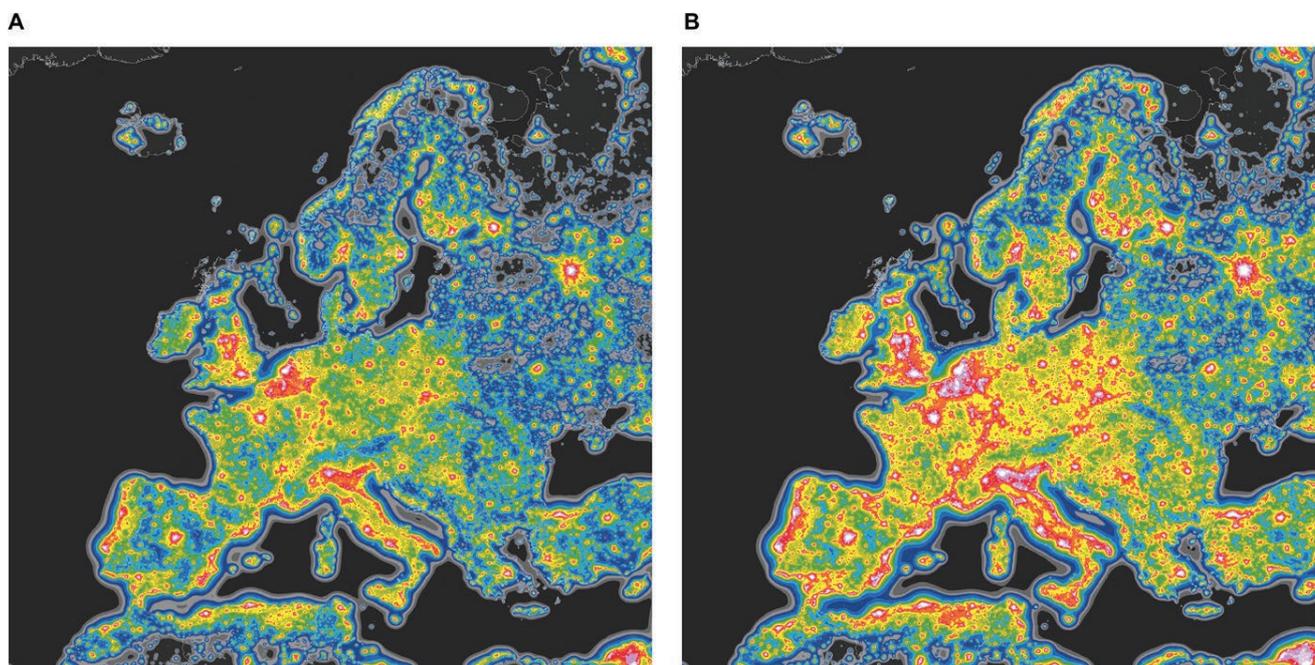
Os LED agravam a poluição luminosa

Não só os LED não combatem a poluição luminosa, como também a agravam. Um estudo conduzido por Christopher C. M. Kyba et al. utilizando dados de satélite mostrou que o brilho do nosso globo aumentou 9,1% de 2012 a 2016.



Crédito: Christopher C. M. Kyba et al. Sci Adv 2017

Os mapas acima mostram a taxa de variação anual da iluminação artificial em termos do aumento/diminuição da (A) área e (B) brilho. A maior parte do globo mostra um aumento do brilho, com exceções que mostram uma diminuição, incluindo alguns países que estão em guerra - Iémen e Síria, por exemplo.



Crédito: Fabio Falchi et al. Sci Adv 2016

A luz dos LED ricos em azul espalha-se facilmente e cria uma pegada de poluição luminosa maior. Os mapas acima mostram o brilho artificial do céu da Europa em comparação com o brilho natural do céu. O mapa à esquerda (A) mostra o nível atual de poluição luminosa. O mapa à direita (B) mostra a previsão do brilho do céu que seria percebido se toda a iluminação mudasse para LED de 4000 K.

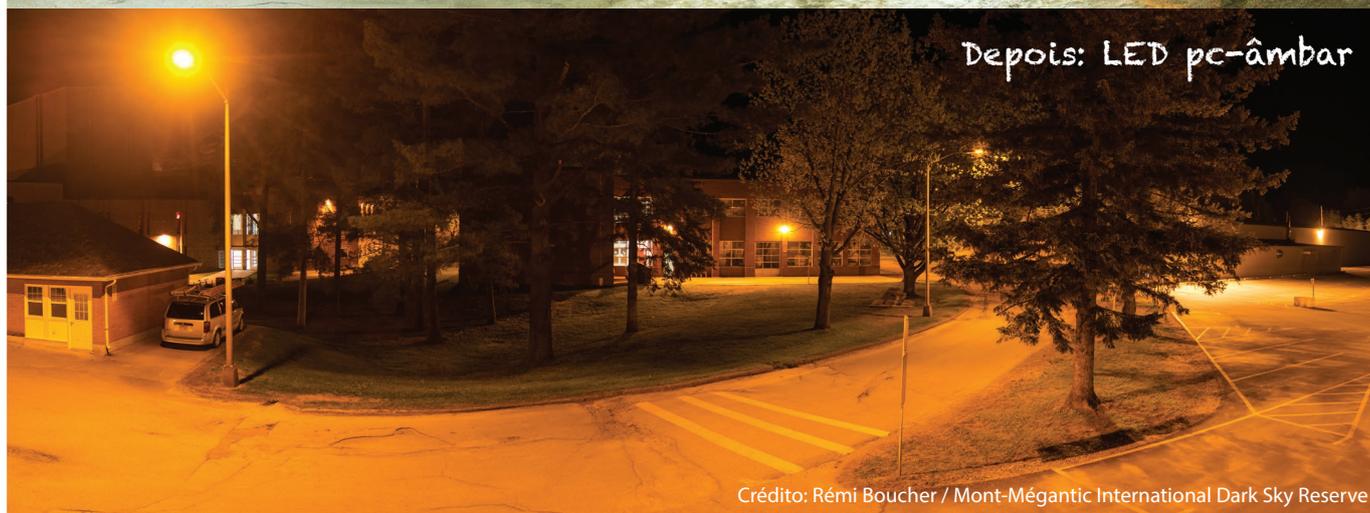


Alterações entre 2012 e 2016 na Índia e arredores. (Crédito: Imagens do Earth Observatory, NASA, por Joshua Stevens, usando dados do satélite Suomi NPP VIIRS, por Miguel Román, NASA's Goddard Space Flight Center)

Que cor devemos usar?

A luz azul tem outro impacto para a astronomia - espalha-se imediatamente na atmosfera (é por isso que o nosso céu é azul) e as informações de muitas estrelas recém-nascidas e galáxias têm o seu pico no azul. Além disso, considerando o impacto que tem sobre os ecossistemas e a saúde pública, a iluminação azul não é recomendada.

A luz vermelha tem maior alcance na propagação direta, criando um brilho artificial do céu a distâncias maiores. Por isso, a iluminação vermelha também não é aconselhada. Recomendamos veementemente a luz âmbar ou amarela, com a gama de energia mais estreita possível, consistente com os requisitos de reprodução de cores.



LED ecologicamente responsáveis e astronômica-mente amigáveis

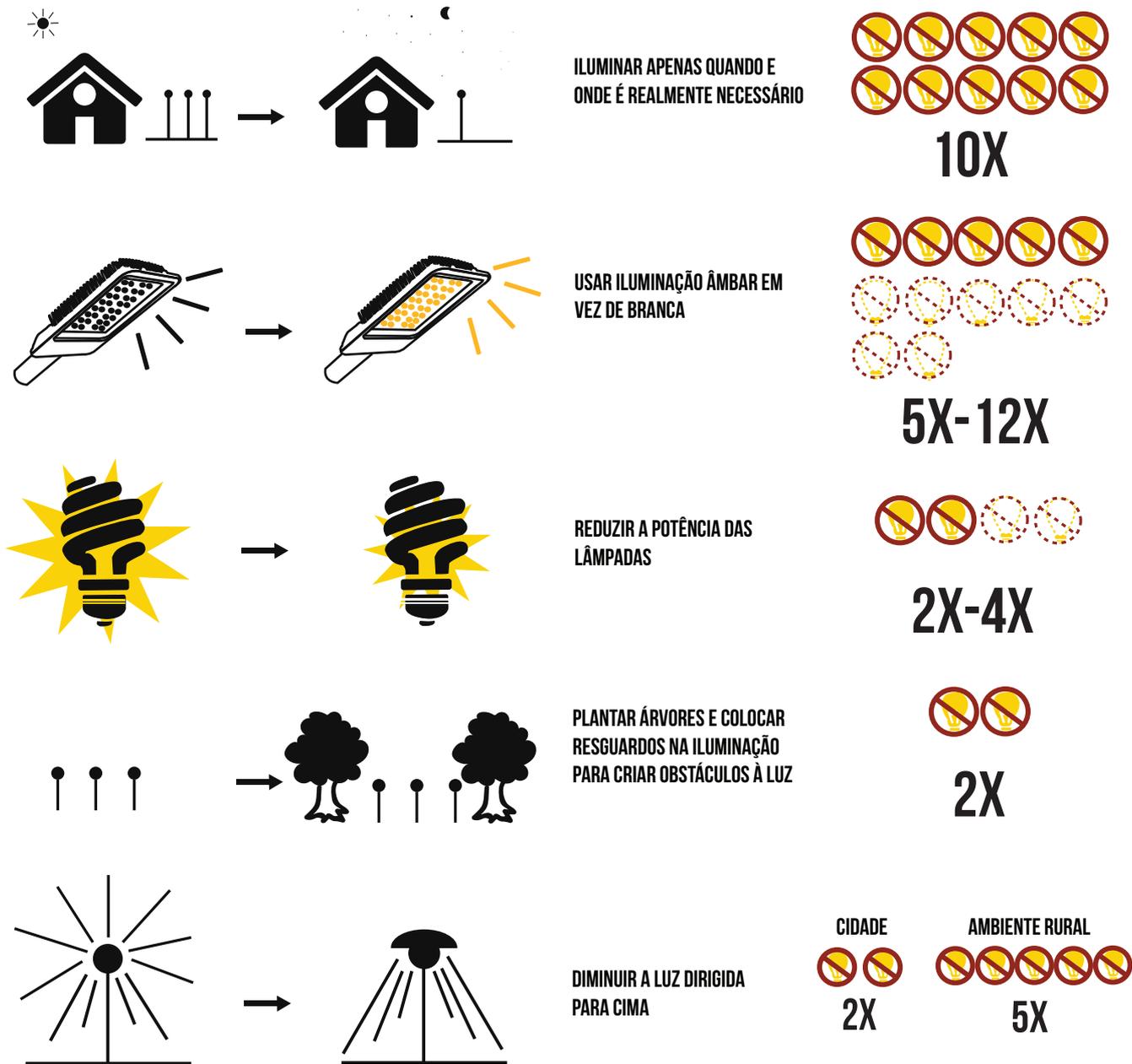
Como os LED ricos em azul têm um forte efeito na saúde humana e no meio ambiente, a indústria está a desenvolver novas tecnologias para criar LED ambientalmente amigáveis. Desenvolveram-se, há alguns anos, LED exclusivamente âmbar, com uma largura de banda muito estreita, semelhantes às lâmpadas LPS, que têm o menor impacto ecológico e astronômico. Porém, como a eficácia dos LED âmbar é baixa, estes não representam um produto comercial ideal.

Os LED âmbar de fósforo convertido (PC) são uma das novas tecnologias desenvolvidas nos últimos anos. Embora tenham um espectro mais amplo e um impacto ecológico maior do que os LED âmbar, têm também uma melhor reprodução de cores e o dobro da eficiência dos LED âmbar, o que os torna um compromisso razoável.

As fotos acima mostram a mudança no campus da Universidade de Bishop em Sherbrooke, Canadá, antes e depois da troca de LED brancos de 4000 K para LED pc-âmbar, usando as mesmas ópticas e reduzindo a potência dos LED para metade. Os cálculos efectuados por Martin Aubé et al. mostram que essa mudança diminuiu o brilho difuso do céu percebido pelo olho humano para 12% daquele que era provocado pelos LED brancos de 4000 K e reduziu também a supressão de melatonina para 4% do nível original. Esta redução é enorme. Para conseguir essa redução basta simplesmente diminuir o fluxo luminoso e mudar a cor dos LED de branco para âmbar.

Como podemos reduzir efetivamente os impactos da poluição luminosa?

EFICÁCIA NA REDUÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA



Fonte dos dados: Martin Aubé (Cégep de Sherbrooke)
Ilustração: Elian Abril Diaz Rosas / UAI - Gabinete para a Divulgação em Astronomia (IAU Office for Astronomy Outreach)

Este diagrama resume a eficácia de formas de reduzir a poluição luminosa. A maneira mais eficaz é simplesmente desligar ou reduzir a quantidade de iluminação. A mudança da luz branca para amarela faz também uma grande diferença. Podemos plantar mais árvores para reduzir reflexões secundárias. É também útil usar luminárias totalmente protegidas para evitar que a luz se propague para cima. As reflexões secundárias desempenham um papel mais importante nas áreas rurais do que nas cidades. Por isso, as soluções que descrevemos acima têm um impacto mais significativo nas áreas rurais.

Como pode fazer parcerias com programas internacionais para apoiar o esforço para evitar a poluição luminosa?

Os seguintes programas educacionais e recursos de organizações internacionais podem ajudá-lo a promover a educação sobre a luz em escolas e comunidades.



Globe at Night (Globo à Noite)

Globe at Night é uma campanha internacional de ciência e cidadania destinada a aumentar a consciencialização do público sobre o impacto da poluição luminosa, convidando cidadãos-cientistas a medir e enviar as suas observações do brilho do céu noturno.

www.globeatnight.org



Quality Lighting Teaching Kit (Kit didático de iluminação de qualidade)

Este kit foi desenvolvido para o Ano Internacional da Luz. O kit oferece seis atividades "baseadas em problemas" que usam iluminação de qualidade para resolver problemas relacionados com o efeito da poluição da luz sobre a vida selvagem, o céu noturno, os nossos olhos, o consumo de energia, a segurança e a luz intrusiva nas casas.

www.noao.edu/education/qltkit.php



Dark Skies Rangers (Guardas dos Céus Escuros)

Este programa ensina os alunos a identificar iluminação ineficiente, fornece alternativas e ferramentas para reduzir o consumo, mantém os gastos de energia sob controlo e ajuda as comunidades a recuperar e proteger um recurso precioso - o céu escuro da noite.

www.globeatnight.org/dsr/



Recursos da International Dark-Sky Association (Associação Internacional do Céu Escuro)

Recursos da International Dark-Sky Association (Associação Internacional do Céu Escuro) A missão da International Dark-Sky Association (IDA) é a de preservar e proteger o ambiente noturno e a nossa herança dos céus escuros através de iluminação de exterior ambientalmente responsável. Segue-se uma lista de recursos produzidos pela IDA:

www.darksky.org/resources/

Editor
Sze-leung Cheung

Editora-consultora
Constance Walker

Design
Sze-leung Cheung

Revisão
Hannah Harris
Yolande McLean

Data de publicação:
Abril 2018

Traduzido por Raul
Cerveira Lima // Revisão
de Catarina Leote //
Revisão científica de
João Ferreira e Raul
Cerveira Lima // Data: 27
de outubro de 2018

Referências

Aubé, Martin. (2015). Physical behaviour of anthropogenic light propagation into the nocturnal environment. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 370. 10.1098/rstb.2015.0143.

Aubé, Martin. (2016). The LED outdoor lighting revolution: Opportunities, threats and mitigation for urban and rural citizens.

Falchi, Fabio et al. (2016) The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances* 10 Jun 2016 : e1600377

Kyba, Christopher et al. (2017). Artificially Lit Surface of Earth at Night Increasing in Radiance and Extent. *Science Advances* 22 Nov 2017 : e1701528

AMA Adopts Guidance to Reduce Harm from High Intensity Street Lights
American Medical Association Press Releases
<https://www.ama-assn.org/ama-adopts-guidance-reduce-harm-high-intensity-street-lights>



Este trabalho está licenciado sob a atribuição Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Esta versão em português foi traduzida por voluntários da Astronomy Translation Network (Rede de Tradução de Astronomia), coordenada pelo National Astronomical Observatory of Japan (Observatório Astronómico Nacional do Japão) e pelo IAU Office for Astronomy Outreach (Gabinete da União Astronómica Internacional - UAI - para Divulgação da Astronomia).



Um mundo sem estrelas seria como
um mundo sem flores

— Silvia Torres-Peimbert, Presidente da União
Astronómica Internacional (IAU)

na cerimónia de encerramento do Ano Internacional da Luz
2015.

Luzes da cidade e estrelas vistas da Estação
Espacial Internacional. (Crédito: NASA)



International Astronomical Union
Office for Astronomy Outreach

www.iau.org/public

Em colaboração com a Comissão
IAU C.B7 Protecção de Locais de
Observação Astronómica
Existentes e Futuros



International
Day of Light