



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

POLUIÇÃO LUMINOSA: COMPILAÇÃO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS QUE COMPROVAM QUE A LUZ EXCESSIVA DAS CIDADES INTERFERE NOS SERES VIVOS

Daniela Pawelski Amaro Marins (a), Claudia Camara Vale (b), Malena Ramos Silva (c),
Cristina Engel de Alvarez (d)

- (a) Laboratório de Planejamento e Projetos, Universidade Federal do Espírito Santo,
daniela.pawelski@gmail.com
- (b) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo
- (c) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo
- (d) Laboratório de Planejamento e Projetos,, Universidade Federal do Espírito Santo

Eixo: Biogeografia

Resumo

A poluição luminosa noturna é um dos tipos de degradação ambiental que têm crescido exponencialmente sobre os níveis naturais de iluminação proporcionados pela luz das estrelas e pelo luar. As consequências desta iluminação em áreas de proteção ambiental são pouco estudadas. Este trabalho objetiva apresentar um panorama do que o meio científico tem estudado sobre os efeitos da poluição luminosa nos seres vivos, fornecendo evidências de consequências, em diversos aspectos, sobre a fauna e flora em geral. Através dos resultados obtidos nas buscas bibliográficas, pretende-se apresentar a problemática e incentivar estudos para o planejamento lumínico das áreas urbanas, considerando a necessidade de preservar, na medida do possível, a dinâmica natural dos seres vivos e redução da interferência negativa da luz artificial no comportamento dos mesmos.

Palavras chave: poluição luminosa, ALAN

1. Introdução

Poluição luminosa é um tema novo no Brasil, embora nos últimos anos em alguns países essa preocupação já seja pauta de regulamentações urbanas. Historicamente, a poluição luminosa começou há milhares de anos com o fogo e as velas, ainda com impactos quase imperceptíveis. Entretanto, somente com a invenção da eletricidade no século XIX, e com o surgimento das primeiras iluminações públicas no fim deste mesmo século, é que o planeta foi tomado pelos efeitos da luminosidade da luz artificial. Pode-se afirmar que a mesma é quase onipresente em grande parte do mundo desenvolvido e em desenvolvimento, incluindo áreas rurais e ainda não urbanizadas.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Poluição luminosa é o excesso de luz artificial emitida pelos grandes centros urbanos. Ela pode ser emitida de diversas formas, tais como por luzes externas, anúncios publicitários, luzes para sinalização e, principalmente, pela iluminação pública. O impacto da poluição luminosa começou a ser notado na década de 80 do século passado, com a pressão de astrônomos que reclamavam da perda de visibilidade quando tentavam observar estrelas (ASTROFÍSICA; ASSOCIATION, 1994; TEIKARI, 2007; GIBSON et al., 2003).

Nos centros urbanos, os ciclos naturais do dia e da noite foram drasticamente alterados pela iluminação artificial, criando um ambiente urbano constantemente iluminado. Esses dados podem ser quantificados por indicadores (CINZANO; FALCHI, 2014) e esses números evidenciam consequências em vários aspectos, as quais raramente são consideradas um problema, provavelmente por ser uma forma de poluição que não deixa resíduos. Contudo, a poluição luminosa tem consequências, visto que afeta a saúde das pessoas e os ecossistemas, podendo vir a causar um grande prejuízo para os cidadãos e alguns animais.

As investigações sobre a poluição luminosa em geral e suas implicações, ainda se encontram num patamar inicial e, por isso, os impactos deste problema não são, ainda, totalmente compreendidos. Enquanto que o aumento da claridade do céu noturno representa um efeito conhecido, outros aspectos preocupantes ainda se encontram em estágio inicial de investigação, como por exemplo, o fato de a poluição luminosa conduzir a um maior gasto de energia elétrica, com o excesso de iluminação em algumas áreas urbanas. Além disso, a poluição luminosa produz muitos outros impactos no ambiente, seja no reino animal, no vegetal. Para reduzir os efeitos negativos da iluminação artificial, é preciso pensar em estratégias sustentáveis de iluminação nas políticas de gestão das cidades. A luz tem que ser usada de forma inteligente e as normativas devem ser implementadas através de leis, como já é feito em muitos locais na Europa há mais de uma década, por exemplo (TEIKARI, 2007).

Alguns processos naturais só podem acontecer durante a noite na escuridão, como por exemplo, repouso, reparação, predação ou recarga dos sistemas. Por esta razão, a escuridão possui importância semelhante à luz do dia. A perturbação dos padrões naturais de luz e



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

escuridão intervém em vários aspectos do hábito animal. A poluição luminosa pode confundir a navegação animal, alterar interações de competição, relações entre presas, predadores e, inclusive, afetar a fisiologia e o comportamento do animal.

Diante do exposto, este estudo objetiva apresentar e discutir a problemática da poluição luminosa e o panorama da investigação científica dos efeitos desta nos seres vivos.

2. Materiais e métodos

O presente trabalho faz parte de um estudo amplo sobre a poluição luminosa e a influência da luz artificial nos biomas pertencentes às áreas urbanizadas, assim como uma síntese do referencial teórico encontrado nas plataformas de busca Sucupira e Elsevier, abrangendo o panorama nacional e internacional dos estudos científicos referentes a este tema.

Foram utilizadas as palavras chaves na busca em inglês e português, como poluição luminosa, ALAN, (termo em inglês para Artificial Light At Night), luz urbana, e posteriormente os nomes de alguns espécimes vivos – tais como aranhas e tartarugas, visando um refinamento do processo inicial de busca.

Os resultados foram compilados em tabelas com os dados de interesse previamente definidos facilitar a visualização visando, entre outros aspectos, a identificação dos países que se destacam nas pesquisas relacionadas à problemática da poluição luminosa.

3. Resultados e discussões

Conforme mencionado anteriormente, o recorte da pesquisa foram os estudos que dissertam sobre a poluição luminosa em geral, incluindo fatores históricos e físicos, visando identificar a abordagem específica da interferência da luz artificial noturna nos ecossistemas naturais inseridos nas proximidades das cidades ou nos meios urbanos.

O recorte temporal considerado foi da última década – de 2009 até 2018 – justificado pela quase inexistência de pesquisas relacionados aos temas anteriores à esse período. Tal fato já evidencia a necessidade de aprofundamento dos estudos e a busca pelas possíveis consequências que o excesso de luz artificial durante a noite pode causar no planeta e, em especial, nos seres vivos.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3.1. Entendendo a poluição luminosa

Poucas referências nacionais são encontradas no tema da poluição luminosa, sendo que estas ficam ainda mais restritas quando o foco da pesquisa se restringe aos aspectos relevantes ao discernimento dos efeitos que a influência da luz causa nos animais e na vegetação quando se rompe o ciclo natural noturno e diurno.

É fato que a luz controla o ciclo natural dos animais, regulando o tempo acordado e o tempo de descanso, orientando ainda as atividades das espécies noturnas. As pesquisas em humanos são mais facilmente encontradas e abrangem os aspectos fisiológicos e psicológicos do corpo humano, principalmente no que se refere à performance dos indivíduos (KONIS, 2016; TZEMPELIKOS, 2017; IACOMUSSI et al., 2015; SMOLENSKY; HERMIDA; PORTALUPPI, 2017; YEREVANIAN et al., 1986; FALCHI et al., 2011; ENGWALL et al., 2015).

A poluição luminosa interfere tanto na simples observação amadora das estrelas como em âmbito profissional, visto que reduz a visibilidade de galáxias, nebulosas e outros objetos celestes. Estudos que quantificam esse dano são bem recentes. No entanto, o céu noturno tem sido uma parte da arte, da ciência e da cultura. Quando se considera que esse recurso cultural não é mais visível para a maioria das pessoas e que poucos lugares no globo não são afetados pelo brilho do céu, então não é insensato suspeitar que danos estéticos possam ser excepcionalmente grandes (GALLAWAY; OLSEN; MITCHELL, 2010).

O mapa na Figura 1 ilustra a produção luminosa no globo terrestre à noite, sendo perceptível a escala do fenômeno. Em preto estão as áreas as quais se pode ver o céu naturalmente; em azul, a observação do céu na linha do horizonte apresenta dificuldade de visualização. Em verde, essa perda de visualização abrange toda a abóbada celeste; em amarelo, o autor denota que não se pode mais ver o céu natural; em vermelho, a via láctea não pode ser vista e em branco determina que a própria poluição luminosa ativa a parte do olho humano que trabalha em visão fotóptica, o que significa altos índices de intensidade luminosa e dificuldade do olho humano de se adaptar no escuro (FALCHI et al., 2016b; GREGORY, 1998).

Figura 1- Mapa da poluição luminosa no planeta.

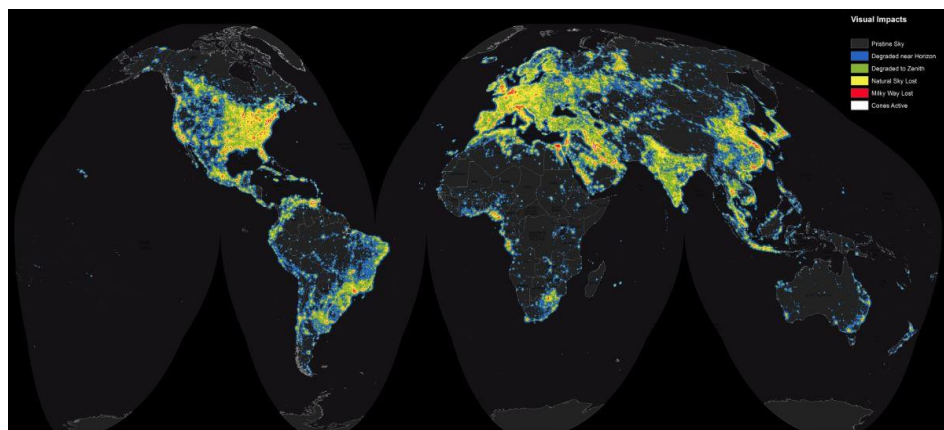


XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019



Fonte: (FALCHI et al., 2016b)

Atualmente esse impacto da luz artificial como poluição luminosa pode ser mensurado através de softwares de acuidade, repassando a preocupação na forma de indicadores numericamente mensuráveis, contudo, também é possível analisar este tipo de impacto em modelos manuais (LINARES et al., 2018; NETZEL; NETZEL, 2018).

3.2 A poluição luminosa e os seres vivos

Seguem compilados os referenciais identificados nas plataformas pesquisadas sobre a influência da poluição luminosa nos seres vivos. O Quadro I apresenta os animais e plantas considerados e a quantidade de artigos indexados sobre cada um deles. Foi necessário agrupar no item “outros animais” estudos singulares sobre algumas espécies.

Quadro I – Seres Vivos influenciados pela poluição luminosa

TEMA ESPECÍFICO	NÚMERO DE ARTIGOS	AUTORES
MORCEGOS	9	(AZAM et al., 2018; BOLDOGH; DOBROSI; SAMU, 2007; DE CONNO et al., 2018; FIREBAUGH; HAYNES, 2018; MYCZKO et al., 2017; PAUWELS et al., 2018; RUSSO; ANCILLOTTO, 2015; STONE; HARRIS; JONES, 2015; STONE; JONES; HARRIS, 2009)
PEIXES	3	(BRÜNING et al., 2015; KHAN et al., 2018; PULGAR et al., 2018)
TARTARUGAS	6	(BOURGEOIS et al., 2009; BREI; PÉREZ-BARAHONA; STROBL, 2016; DIMITRIADIS et al., 2018; HU; HU; HUANG, 2018; VERUTES et al., 2014; WANG et al., 2015)
AVES	3	(BÖHM et al., 2016; FIREBAUGH; HAYNES, 2016; RAAP et al., 2017)
INSETOS	3	(FIREBAUGH; HAYNES, 2016, 2018; LUARTE et al., 2016)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

OUTROS ANIMAIS (aranhas, invertebrados, bioluminescencia, predadores...)	6	(DAVIES; BENNIE; GASTON, 2012; GASTON; BENNIE, 2014; LE TALLEC; PERRET; THÉRY, 2013; MAMMOLA et al., 2018; MILLER et al., 2017; RAVARA VIVIANI et al., 2009)
PLANTAS	1	(FFRENCH-CONSTANT et al., 2016)
TOTAL	31	

Fonte as autoras

Conforme mencionado, o recorte temporal foi a partir de 2009 até os dias de hoje, visto que anteriormente a esta data não foram identificadas produções relevantes, provavelmente por o tema da poluição luminosa ser recente.

A poluição luminosa causa diversos impactos para os seres vivos, afetando os ciclos migratórios, alimentares e reprodutivos de diversas espécies de animais e plantas, conforme a seguir sumarizado.

A maioria dos estudos encontrados tratam dos efeitos da luz artificial noturna sobre os morcegos. Essa preocupação é a mais antiga, devido aos hábitos exclusivamente noturnos destes animais. Em 2009, Stone, Jones e Harris (STONE; JONES; HARRIS, 2009) fizeram o primeiro estudo experimental comprovando que a luz de sódio em baixa pressão reduzia as atividades dos morcegos. Após este estudo, algumas investigações focaram nas mudanças de tipo de luz nas cidades, alterando os experimentos para iluminação mais branca. As preocupações em geral vão desde a interferência das luzes urbanas como das advindas de ruas e avenidas, e a consequente interferência nos hábitos dos animais (AZAM et al., 2018).

Nos estudos encontrados sobre a influência da luz em peixes, algumas informações, num primeiro momento, parecem alarmantes, como a afirmação de que peixes expostos a luz noturna foram detectados com tumores nos óvulos (KHAN et al., 2018).

Outra consequência negativa da iluminação urbana sobre animais refere-se às tartarugas marinhas, as quais fazem seus ninhos na praia e, quando os filhotes nascem, eles são instintivamente orientados pelo brilho natural da lua e das estrelas, para seguirem em direção ao mar. Porém, ao invés de irem para a água, eles seguem as luzes das ruas em direção contrária e acabam morrendo de desidratação, devorados por algum predador ou até mesmo atropelados



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

por carros. Verutes e outros (2014), criaram um software para orientar comunidades a encontrar a iluminação mais adequadas em novos investimentos nas orlas marinhas, mapeando com simulações a situação mais ideais para cada caso.

Nas pesquisas ornitológicas, estudos demonstram que algumas aves acreditam que a primavera chegou mais cedo e reduzem seu tempo de sono em até 40 minutos, e experimentos feitos em ninhos com baixos níveis de ALAN (1,6 lux e 3 lux) resultaram em alterações pouco impactantes no comportamentos dos filhotes, contudo existem poucos estudos ainda neste tipo de espécies (BÖHM et al., 2016; RAAP et al., 2017).

Já as aranhas utilizam a atração que as luzes artificiais exercem em insetos para capturá-los, construindo suas teias próximas às fontes artificiais de luz, eventualmente aproveitando-se de um desequilíbrio ocasionado pelo efeito da luz e, em função da ampliação de oferta de alimentos, acabam se proliferando em áreas urbanas (MAMMOLA et al., 2018).

Animais com bioluminescência – que é a produção e emissão de luz por um organismo vivo e que tem diversas funções (camuflagem, comunicação e atração de presas e parceiros para reprodução) – também são afetados. Em áreas intensamente iluminadas, esse fenômeno perde sua função. As fêmeas dos vaga-lumes, por exemplo, utilizam a bioluminescência para atrair os machos, mas com a presença de luz artificial, essa ferramenta é prejudicada, reduzindo a reprodução da espécie (FIREBAUGH; HAYNES, 2016)(FIREBAUGH; HAYNES, 2018).

Para algumas espécies de plantas, a interferência ocorre pela não floração se a duração da noite é mais curta, enquanto outras florescem prematuramente. A fotossíntese induzida pela luz artificial pode produzir um crescimento anormal e uma defasagem nos períodos de floração e descanso das plantas. Existem poucos estudos associando as plantas com a ALAN, contudo é comprovado que em áreas com interferência da luz artificial urbana as plantas brotam 7,5 semanas prematuramente, comparando com áreas não afetadas pela poluição luminosa (FFRENCH-CONSTANT et al., 2016).

Além dos impactos citados nos seres vivos em geral, os seres humanos também sofrem com essa exposição intensa à luz. O excesso de luz exterior, entre outras consequências, invade



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

as casas e perturba o sono. Além disso, conforme já exposto, a iluminação atrai alguns insetos que podem ser portadores de doenças (CAJOCHEN, 2007; MAZZOCCOLI et al., 2016; MELO et al., 2017; VETTER; SCHEER, 2017).

A luz noturna provoca mudanças no sono e confunde o ritmo circadiano, que é o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de praticamente todos os seres vivos. Esse ritmo influencia os padrões de sono, temperatura e produção de hormônios. Essa confusão tem sido relacionada com distúrbios de sono, depressão, obesidade e transtornos de humor. Sistemas de iluminação inadequados estão relacionados a diversos problemas de saúde, inclusive já tendo sido correlacionada a disfunção dos ciclos com problemas de depressão e surgimento de cânceres (KIM; DUFFY, 2017; KOZAKI et al., 2015; SELVI et al., 2017; TE KULVE et al., 2017; ZHANG et al., 2016).

Grande parte dos estudos relacionados à iluminação artificial excessiva quantificam o provável desperdício de energia e suas consequências secundárias, seja sob o aspecto econômico, seja no consumo de recursos naturais e emissão de poluentes como o dióxido de carbono para atmosfera.

É evidente que os países mais afetados são os que produzem mais investigações científicas quanto ao assunto, sendo o continente Europeu líder nas pesquisas sobre o tema, seguida pelos países dos EUA e Canadá, conforme apresentado no Quadro II.

Quadro II – Produção bibliográfica do tema poluição luminosa por países

PAÍS DE PUBLICAÇÃO	NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS
USA E CANADA	9
EUROPA	31
CHILE	2
CABO VERDE	1
BRASIL	1
ÍNDIA	1
TOTAL	45

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

4. Considerações finais

A hipótese deste trabalho considera que a influência da luz artificial urbana no período noturno possa acarretar consequências na dinâmica de ecossistemas urbanos.

Supõe-se que uma avaliação mais específica e profunda deve ser feita desta dinâmica, mas é fato que a influência da luz sobre seres vivos, tende por alterar o equilíbrio dos ecossistemas.

A poluição luminosa causa diversos impactos nos seres vivos, afetando os ciclos migratórios, alimentares e reprodutivos de diversas espécies de animais e plantas. Na saúde e no meio ambiente, esse tipo de poluição afeta todos os seres.

Estudos avançam na pesquisa sobre a influência da poluição luminosa nas aves, como por exemplo, nos distúrbios no sono, assim como nas tartarugas, peixes, morcegos, animais com bioluminescência incluindo animais que necessitam da noite para descansar, ou que são propriamente noturnos e dependem do momento escuro para entender que é hora de caçar, se alimentar entre outras atividades.

Existem diversos exemplos com consequências geralmente fisiológicas as quais afetam a sobrevivência da espécie naquelas áreas muito iluminadas, forçando os animais a procurarem outra área que se caracterize como um habitat mais natural ou a se adaptarem à nova situação. Algumas espécies de plantas não florescem se a duração da noite é mais curta, enquanto outras florescem prematuramente. A fotossíntese induzida pela luz artificial pode produzir um crescimento anormal e uma defasagem nos períodos de floração e descanso das plantas.

Comparada a outros tipos de poluição, a poluição luminosa é uma das mais facilmente remediadas, através de uma proposta de iluminação onde a luz ilumine apenas a área que interessa iluminar. Por exemplo, nos aspectos relacionados à segurança de pedestres, se cada fonte de iluminação refletir para baixo a luz – ao invés de ser indiscriminadamente direcionada para todos os lados, inclusive para cima – melhora-se a iluminação da área com menor potência e redução no consumo de energia. No Brasil, verifica-se a ausência de política públicas que busquem a fixação de parâmetros e medidas de conscientização de gestores e da população em



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

geral, a fim de evitar e corrigir a poluição luminosa nos centros urbanos e, principalmente, nas áreas de preservação ambiental.

Existe um senso comum que diz que ambientes urbanos mais iluminados são mais seguros e, por isso, gasta-se muito com iluminação pública. Porém, estudos indicam que a iluminação pública, quando mal planejada, pode ser mais maléfica que benéfica. Ou seja, mesmo que as pessoas tenham uma sensação de segurança maior em ambientes bem iluminados, isso não quer dizer que elas realmente estejam mais seguras (LUYMES; TAMMINGA, 1995; HOELKER et al., 2010; HALE et al., 2013).

A influência sobre a flora e fauna dos ecossistemas no entorno das cidades deve ser estudada. Os estudos existentes citados abrangem questões fisiológicas e comportamentais da fauna e as consequências destas, e *per si* já justificam a necessidade de adequação nas normativas sobre o desenho urbano das cidades.

5. Agradecimentos

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e à FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – pelo apoio à pesquisa

6. Referências bibliográficas

- AZAM, C. et al. Evidence for distance and illuminance thresholds in the effects of artificial lighting on bat activity. **Landscape and Urban Planning**, 2018.
- BÖHM, F. et al. Cloud cover but not artificial light pollution affects the morning activity of Wood Pigeons. **Ornis Fennica**, 2016.
- BOLDOGH, S.; DOBROSI, D.; SAMU, P. The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. **Acta Chiropterologica**, 2007.
- BOURGEOIS, S. et al. Influence of artificial lights, logs and erosion on leatherback sea turtle hatchling orientation at Pongara National Park, Gabon. **Biological Conservation**, 2009.
- BREI, M.; PÉREZ-BARAHONA, A.; STROBL, E. Environmental pollution and biodiversity: Light pollution and sea turtles in the Caribbean. **Journal of Environmental Economics and Management**, 2016.
- BRÜNING, A. et al. Spotlight on fish: Light pollution affects circadian rhythms of European perch but does not cause stress. **Science of the Total Environment**, 2015.
- CAJOCHEN, C. Alerting effects of light. **Sleep Medicine Reviews**, v. 11, n. 6, p. 453–464, 2007.
- CINZANO, P.; FALCHI, F. Quantifying light pollution. **Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer**, 2014.
- DAVIES, T. W.; BENNIE, J.; GASTON, K. J. Street lighting changes the composition of invertebrate communities. **Biology Letters**, 2012.
- DE CONNO, C. et al. Testing the performance of bats as indicators of riverine ecosystem quality. **Ecological Indicators**, 2018.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

- DIMITRIADIS, C. et al. Reduction of sea turtle population recruitment caused by nightlight: Evidence from the Mediterranean region. **Ocean and Coastal Management**, 2018.
- ECYCLE, E. et al. **O que é poluição luminosa?** [s.l.: s.n.].
- ENGWALL, M. et al. Lighting, sleep and circadian rhythm: An intervention study in the intensive care unit. **Intensive and Critical Care Nursing**, v. 31, n. 6, p. 325–335, 2015.
- FABIO, B. et al. Non visual effects of light : an overview and an Italian experience. **Energy Procedia**, v. 78, p. 723–728, 2015.
- FALCHI, F. et al. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. **Journal of Environmental Management**, 2011.
- FALCHI, F. et al. The new world atlas of artificial night sky brightness. **Science Advances**, 2016a.
- FALCHI, F. et al. The new world atlas of artificial night sky brightness. **Science Advances**, v. 2, n. 6, 2016b.
- FFRENCH-CONSTANT, R. H. et al. Light pollution is associated with earlier tree budburst across the United Kingdom. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 2016.
- FIREBAUGH, A.; HAYNES, K. J. Experimental tests of light-pollution impacts on nocturnal insect courtship and dispersal. **Oecologia**, 2016.
- FIREBAUGH, A.; HAYNES, K. J. Light pollution may create demographic traps for nocturnal insects. **Basic and Applied Ecology**, 2018.
- GALLAWAY, T.; OLSEN, R. N.; MITCHELL, D. M. The economics of global light pollution. **Ecological Economics**, 2010.
- GASTON, K. J.; BENNIE, J. Demographic effects of artificial nighttime lighting on animal populations. **Environmental Reviews**, 2014.
- GIBSON, I. et al. **Light Pollution and Astronomy Seventh Report of Session 2002-03**. London: [s.n.].
- GREGORY, R. L. **Eye and Brain: The Psychology of Seeing**. Fifth edit ed. New York, NY: Oxford University Press, 1998.
- HALE, J. D. et al. Mapping Lightscares: Spatial Patterning of Artificial Lighting in an Urban Landscape. **PLoS ONE**, 2013.
- HOELKER, F. et al. The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light Pollution Policy. **Ecology and Society**, v. 15, n. 4, 2010.
- HU, Z.; HU, H.; HUANG, Y. Association between nighttime artificial light pollution and sea turtle nest density along Florida coast: A geospatial study using VIIRS remote sensing data. **Environmental Pollution**, 2018.
- IACOMUSSI, P. et al. Visual Comfort with LED Lighting. **Energy Procedia**, v. 78, p. 729–734, 2015.
- KHAN, Z. A. et al. Artificial Light at Night (ALAN), an alarm to ovarian physiology: A study of possible chronodisruption on zebrafish (*Danio rerio*). **Science of the Total Environment**, 2018.
- KIM, J. H.; DUFFY, J. F. Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders in Older Adults. **Sleep Medicine Clinics**, 2017.
- KONIS, K. A novel circadian daylight metric for building design and evaluation. **Building and Environment**, v. 113, p. 22–38, 2016.
- KOZAKI, T. et al. Effects of day-time exposure to different light intensities on light-induced melatonin suppression at night. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 34, p. 27, 2015.
- LE TALLEC, T.; PERRET, M.; THÉRY, M. Light pollution modifies the expression of daily rhythms and behavior patterns in a nocturnal primate. **PLoS ONE**, 2013.
- LINARES, H. et al. Modelling the night sky brightness and light pollution sources of Montsec protected area. **Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer**, v. 217, p. 178–188, 2018.
- LUARTE, T. et al. Light pollution reduces activity, food consumption and growth rates in a sandy beach invertebrate. **Environmental Pollution**, 2016.
- LUYMES, D. T.; TAMMINGA, K. Integrating public safety and use into planning urban greenways. **Landscape and Urban Planning**, 1995.
- MAMMOLA, S. et al. Artificial lighting triggers the presence of urban spiders and their webs on historical



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

buildings. **Landscape and Urban Planning**, 2018.

MAZZOCOLI, G. et al. A Timeless Link Between Circadian Patterns and Disease. **Trends in Molecular Medicine**, v. 22, n. 1, p. 68–81, 2016.

MELO, M. C. A. et al. Chronotype and circadian rhythm in bipolar disorder: A systematic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 34, p. 46–58, 2017.

MILLER, C. R. et al. Combined effects of night warming and light pollution on predator - Prey interactions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 2017.

MYCZKO, L. et al. Effects of local roads and car traffic on the occurrence pattern and foraging behaviour of bats. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 2017.

NETZEL, H.; NETZEL, P. High-resolution map of light pollution. **Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer**, v. 0, p. 1–9, 2018.

PAUWELS, J. et al. Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning, 2018.

PULGAR, J. et al. Endogenous cycles, activity patterns and energy expenditure of an intertidal fish is modified by artificial light pollution at night (ALAN). **Environmental Pollution**, 2018.

RAAP, T. et al. Disruptive effects of light pollution on sleep in free-living birds: Season and/or light intensity-dependent? **Behavioural Processes**, 2017.

RAVARA VIVIANI, V. et al. **Fauna de besouros bioluminescentes (Coleoptera: Elateroidea: Lampyridae; Phengodidae, Elateridae) nos municípios de Campinas, Sorocaba-Votorantim e Rio Claro-Limeira (SP, Brasil): biodiversidade e influência da urbanização** *Biota Neotrop.* [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n2/pt/abstract?article+bn03010022010><http://www.biotaneotropica.org.br>>.

RUSSO, D.; ANCILLOTTO, L. **Sensitivity of bats to urbanization: A review** *Mammalian Biology*, 2015.

SELVI, Y. et al. The effects of individual biological rhythm differences on sleep quality, daytime sleepiness, and dissociative experiences. **Psychiatry Research**, v. 256, n. April, p. 243–248, 2017.

SMOLENSKY, M. H.; HERMIDA, R. C.; PORTALUPPI, F. Circadian mechanisms of 24-hour blood pressure regulation and patterning. **Sleep Medicine Reviews**, v. 33, p. 4–16, 2017.

STONE, E. L.; HARRIS, S.; JONES, G. **Impacts of artificial lighting on bats: A review of challenges and solutions** *Mammalian Biology*, 2015.

STONE, E. L.; JONES, G.; HARRIS, S. Street Lighting Disturbs Commuting Bats. **Current Biology**, 2009.

TE KULVE, M. et al. The impact of morning light intensity and environmental temperature on body temperatures and alertness. **Physiology and Behavior**, v. 175, n. March, p. 72–81, 2017.

TEIKARI, P. **B ARCELONA, CATALUNYA LIGHT POLLUTION: Definition, legislation, measurement, modeling and environmental effects.** [s.l: s.n.].

TZEMPELIKOS, A. Advances on daylighting and visual comfort research. **Building and Environment**, v. 113, p. 1–4, 2017.

VERUTES, G. M. et al. Exploring scenarios of light pollution from coastal development reaching sea turtle nesting beaches near Cabo Pulmo, Mexico. **Global Ecology and Conservation**, 2014.

VETTER, C.; SCHEER, F. A. J. L. Circadian Biology: Uncoupling Human Body Clocks by Food Timing. **Current Biology**, v. 27, n. 13, p. R656–R658, 2017.

WANG, H. et al. **Light pollution affects nesting behavior of loggerhead turtles and predation risk of nests and hatchlings.** 2015

YEREVANIAN, B. I. et al. Effects of bright incandescent light on seasonal and nonseasonal major depressive disorder. **Psychiatry Research**, v. 18, n. 4, p. 355–364, 1986.

ZHANG, J. et al. Light-based circadian rhythm control: Entrainment and optimization. **Automatica**, v. 68, p. 44–55, 2016.