

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Influência da Iluminação Artificial sobre a Vida Silvestre:  
técnicas para minimizar os impactos, com especial enfoque sobre os insetos

Cópia revisada

Alessandro Barghini

São Paulo

2008

Alessandro Barghini

**Influência da Iluminação Artificial sobre a Vida Silvestre:  
técnicas para minimizar os impactos, com especial enfoque sobre os insetos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Doutor em Ciências, na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos.

Orientador: Prof. Dr. Walter Alves Neves

São Paulo

2008

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho por qualquer meio tradicional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

### Ficha Catalográfica

Barghini, Alessandro.

[Influência da Iluminação Artificial sobre a Vida Silvestre: técnicas para minimizar os impactos, com especial enfoque sobre os insetos/ Alessandro Barghini; orientador: Prof. Dr. Walter Alves Neves – São Paulo, 2005]

242 p. : Il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia.

1. Poluição Luminosa 2. Insetos 3. Iluminação Pública 4. Meio Ambiente I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Ecologia.

## Comissão Julgadora

---

---

---

Orientador: Prof. Dr. Walter Alves Neves

*Daß ich nicht mehr mit saurem Schweiß  
Zu sagen brauche, was ich nicht weiß;  
Daß ich erkenne, was die Welt  
Im Innersten zusammenhält,  
Schau alle Wirkenskraft und Samen,  
Und tu nicht mehr in Worten kramen.<sup>1</sup>*  
Goethe, **Faust** 380-395

---

<sup>1</sup> P'ra que eu não deva, ôco e sonoro,/ Viver dizendo aquilo que ignoro,/ P'ra que perceba o que a este mundo/  
liga em seu âmago profundo,/ os germes veja e as vivas bases,/ e não remexa mais em frases. Goethe, W (s.d.),  
tradução de Jenny Klabin Segall.

## AGRADECIMENTOS

Difícilmente um trabalho como este poderia ter sido realizado fora de um ambiente universitário rico e diversificado como a Universidade de São Paulo. O principal receio em tentar agradecer os que participaram da execução do trabalho, é o de esquecer alguém, tantas foram as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a sua execução.

Um especial agradecimento vai ao meu orientador, o prof. Dr. Walter Neves, que com coragem incentivou a execução de um trabalho desta complexidade e, com seu gesto, depositou confiança na minha capacidade de destrinchar uma problemática tão ampla. Sua ajuda na estruturação do trabalho num formato acadêmico foi preciosa.

A execução do trabalho só foi possível graças à colaboração de outras instituições que compõem a USP. Os professores Delcio Natal e Paulo Urbinatti, da Faculdade de Saúde Pública, foram os primeiros a fornecer suporte prático, colocando à disposição as armadilhas New Jersey e a identificação de culicídeos no nível de espécie, em uma pesquisa realizada para estudar a resposta de culicídeos a lâmpadas incandescentes e fluorescentes, resultando na redação de um artigo em colaboração. O professor Geraldo Burani, na qualidade de Diretor do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, ofereceu suporte da oficina para realização das armadilhas e permitiu utilizar os laboratórios de fotometria para realização dos testes. A física Cleide Gulveia, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas realizou os testes das lâmpadas e dos materiais de proteção das luminárias. O prof. Wanderley Messias da Costa, Prefeito da Cidade Universitária, autorizou o uso da região do viveiro de mudas para a realização dos testes. Finalmente o prof. Sergio Vanin deu preciosas sugestões e hospedou no Laboratório de Entomologia e de Aracnologia do Instituto de Biociências, os trabalhos de identificação das espécies de insetos coletadas, divididas em grandes grupos taxonômicos. No trabalho de coleta e de separação das amostras encontrei um dedicado colaborador no estudante de graduação Bruno de Medeiros, com o qual compartilhei as dificuldades e os prazeres da pesquisa experimental.

Não posso terminar os agradecimentos sem lembrar duas pessoas de fora do Campus. O primeiro, o astrônomo Mario G. Fracastoro<sup>2</sup>, que nos anos de 1970 era diretor do observatório astronômico de Turim e na ocasião queria doar um telescópio ao Brasil para realizar intercâmbio de imagens do Hemisfério Sul com a Itália. Juntos realizamos algumas viagens ao interior do Estado de São Paulo, procurando um lugar, longe da poluição luminosa das cidades, para instalação do observatório. Foi a primeira vez que ouvi falar de poluição luminosa e hoje, 30 anos depois, algumas das nossas conversas ainda me tornam à mente. Com esse trabalho pago um tributo tardio à sua memória. O segundo, o Professor Carlo Barghini, meu irmão, com o qual, nos últimos cinquenta anos, venho discutindo problemas de gnosologia e de filosofia. Curiosamente, o estudo das ciências biológicas conferiu um novo significado às antigas teorias filosóficas que, em um período de minha vida, me pareceram inúteis.

São Paulo janeiro 2007.

---

<sup>2</sup> A International Astronomical Union quis honrar a memória de Mario G. Fracastoro dando seu nome ao asteróide n 3625 cfr <http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/MPNames.html>, consulta 11/10/2007.

## RESUMO

O impacto da poluição luminosa sobre o homem e o meio ambiente é fonte de preocupação crescente por parte dos ambientalistas. Ao mesmo tempo a população demanda quantidades crescentes de iluminação artificial para aumentar a segurança e o conforto.

Com a finalidade de satisfazer a necessidade humana de iluminação com equipamentos de impacto mínimo sobre o ecossistema, realizamos o teste de diferentes equipamentos comerciais de iluminação com diferentes lâmpadas e utilizando filtros seletivos de comprimento de onda da radiação. A hipótese básica do experimento é que o homem e os insetos apresentam sensibilidade visual diferente por comprimento de onda e que a atração da iluminação artificial sobre os insetos não representa um fototropismo. Os insetos utilizam a radiação artificial como baliza. Na verdade, utilizam o contraste entre radiação de onda curta (UV e violeta) e onda média (azul e verde) para identificar o espaço no qual voar. Selecionando os comprimentos de ondas da iluminação artificial é, portanto, possível minimizar a atração.

Durante dois anos foi realizada uma campanha de coleta de insetos utilizando armadilhas luminosas. Quatro tipos de sistema de iluminação foram comparados: lâmpada vapor de mercúrio a alta pressão (Hg); lâmpada a vapor de sódio a alta pressão (Na) sem e com filtro (Hg<sub>f</sub>; Na<sub>f</sub>) e uma armadilha sem lâmpada. Os resultados do experimento mostram que a armadilha Hg atraiu em média 70 insetos; a armadilha Na 45; a armadilha Hg<sub>f</sub> 23 e a armadilha Na<sub>f</sub> 16, contra apenas 8 no testemunho.

Os resultados confirmam amplamente as hipóteses básicas e oferece um poderoso instrumento para a elaboração de sistemas de iluminação de impacto no que tange os insetos.



## ABSTRACT

The impact of light pollution on man and on the ecosystem is a rising concern among ecologists however, in the same time the human population is demanding more lighting for safety and comfort.

In order to satisfy human lighting needs with a minimum impact on the ecosystem, mainly on insects, we tested commercial equipments using different types of lights and using selective wavelength filters. The hypothesis underlying the experiment was that humans and insects have a different visual sensibility for wavelength, but insect attraction for lighting is not just a phototropism. Insects use artificial lighting as a landmark for navigation and contrast between short wave (UV and blue) and medium wave (green) radiation is used to screen the space. Selecting wavelength emission of the lighting systems could be possible to minimize insect attraction.

In a two years long campaign we undertook insect collection tests using insect traps. We compared four lighting systems: high-pressure mercury bulb (Hg), high-pressure sodium bulb (Na) without and with UV filter (Hg\_f; Na\_f) and a lighting fixture with an insect trap without bulb as a control. The results of the test have shown that **Hg** lamp attracted an average of 70 insects by night, **Na** lamp 45, **Hg\_f** 23, **Na\_f** 16 and **Test** lamp 8.

The result confirm the proposed hypothesis and can be used in the elaboration of minimum impact lighting fixtures

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

<b>Figura 2.1.1.</b> <i>Representação esquemática do sol</i>	12
<b>Figura 2.1.2.</b> <i>Efeito da atmosfera terrestre sobre a radiação solar</i>	13
<b>Figura 2.1.3.</b> <i>A janela da vida e da visão na radiação eletromagnética</i>	14
<b>Figura 2.1.4.</b> <i>A utilização dos comprimentos de onda na biosfera</i>	20
<b>Figura 2.1.5.</b> <i>Resposta de diferentes componentes da vida ao comprimento de onda da radiação eletromagnética</i>	21
<b>Figura 2.1.6.</b> <i>Plano da polarização da radiação violeta e ultravioleta em relação à posição do so.</i>	23
<b>Figura 2.2.1.</b> <i>Distribuição por comprimento de onda da energia radiante de um corpo negro entre 500 e 20.000 K</i>	26
<b>Figura 2.2.2.</b> <i>Características da energia radiante de um filamento de tungstênio</i>	28
<b>Figura 2.2.3.</b> <i>Excitação e emissão espontânea de radiação por parte de um átomo, princípio no qual são baseadas as lâmpadas de descarg.</i>	30
<b>Figura 2.2.4</b> <i>Diagrama grotriano dos estados do mercúri.</i>	31
<b>Figura 2.2.5.</b> <i>Energia radiante por comprimento de onda de uma lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão (400 W) comparada com a curva da sensibilidade espectral fotópica do olho humano</i>	32
<b>Figura 2.2.6.</b> <i>Diagrama grotriano dos estados do sódio.</i>	33
<b>Figura 2.2.7.</b> <i>Energia radiante por comprimento de onda de uma lâmpada a vapor de sódio a alta pressão (SON 400 W) comparada com a curva da sensibilidade fotópica espectral do olho humano</i>	35
<b>Figura 2.2.8.</b> <i>Distribuição típica da energia em uma lâmpada fluorescente</i>	38
<b>Figura 2.2.9.</b> <i>Energia radiante espectral de lâmpadas fluorescentes comerciais de diferentes temperaturas de cor</i>	39
<b>Figura 2.2.10.</b> <i>Energia radiante espectral de lâmpadas fluorescentes comerciais de diferentes temperaturas de cor</i>	40
<b>Figura 2.2.11.</b> <i>Representação gráfica do conteúdo de radiação UV em diferentes</i>	45

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

