



Guia de Boas Práticas para a Mitigação da Poluição Luminosa nos Açores

Novembro 2019

Compilação: Tânia Pipa (SPEA), Carlos Silva (SPEA), Elizabeth Atchoi (FRCT/Okeanos/DRAM)

Contributos: Sofia Garcia (DRAM), Vanda Carmo (DRAM), Maria Magalhães (DRAM), Gilberto Carreira (DRAM) e Filipe Porteiro (DRAM)

Citação: Pipa, T., Silva, C. & Atchoi, E. (2019). Guia de Boas Práticas para a Mitigação da Poluição Luminosa nos Açores (Relatório de Projeto)

Índice

Nota Introdutória	3
Resumo Recomendações	4
Introdução	4
MEDIDAS ATUAIS	7
Resultados preliminares.....	10
MAPAS ILUMINAÇÃO	10
MAPAS QUEDAS	14
ESTUDO PILOTO NO CORVO.....	16
Medidas de mitigação e recomendações	18
ESTRUTURA	18
LÂMPADAS	20
FUNCIONAMENTO.....	21
RECOMENDAÇÕES FINAIS	21
Bibliografia	23
ANEXOS	26
Anexo i – Lista de locais de mais quedas registadas de cagarros durante as campanhas SOS Cagarro 2016-2018, com apoio de mapas elaborados dados DRAM correspondentes a dados georreferenciados (~30% dos dados).....	26
Anexo ii – Tabela informativa da quantidade de emissão de luz na banda azul para as principais lâmpadas comerciais. Documento produzido por US Department of Energy.....	26
Anexo iii – Decreto nacional francês de 28 de dezembro de 2018 referente à poluição luminosa.....	26

Nota Introdutória

LuMinAves (2017-2019) é um projeto INTERREG implementado ao nível da Macaronésia (Açores, Madeira e Canárias), cujo objetivo principal é o estudo e mitigação/minimização dos efeitos nocivos da luz artificial (poluição luminosa) sobre as populações de aves marinhas. Este projeto assenta em três pilares de ação: 1) aumentar o conhecimento sobre as populações de aves marinhas, 2) melhorar a rede de recolha e salvamento de aves marinhas – e.g. SOS Cagarro, e 3) mitigar o impacto da poluição luminosa através da recolha de informação sobre pontos críticos (análise dos locais com maior incidência de quedas de aves sobrepostos a locais de maior iluminação). Deste último pilar surgem dois produtos finais chave para este projeto, mapas de quedas/poluição luminosa para os três arquipélagos e um guia descritivo da estratégia de mitigação dos efeitos da poluição luminosa para a região biogeográfica da Macaronésia.

O projeto é financiado pelo programa INTERREG MAC 2014-2020, e é coordenado pela Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife), em parceria com a SPEA Açores, a Direção Regional dos Assuntos do Mar e o Fundo Regional para a Ciência e Tecnologia (Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Governo Regional dos Açores), a SPEA Madeira e o Instituto das Florestas e Conservação da Natureza da Região Autónoma da Madeira. Participam ainda no projeto a Viceconsejería Medioambiente del Gobierno de Canarias, o Cabildo de Tenerife, o Cabildo de Fuerteventura, o Instituto de Astrofísica de Canarias, a Câmara Municipal do Corvo, a Empresa da Electricidade da Madeira e a Electricidade dos Açores.

Resumo Recomendações

Tipo de lâmpada: o uso de LEDs seleccionados, de modo a manter o consumo energético mais baixo e o acesso à tecnologia mais aberto;

Tipo de luminária: colocação de palas e outras estruturas que bloqueiem a emissão de luz vertical e para os lados, concentrando o foco da iluminação no objecto.

Intensidade/brilho: os LEDs seleccionados deverão ser restritos a lâmpadas inferiores a 3000K (Kinzey et al., 2017); Iguamente sugere-se o uso de redutores de intensidade, automáticos ou não, para serem aplicados em zonas de baixo tráfego durante a noite;

Temperatura/Espectro: lâmpadas LED de baixa temperatura, evitando emissões na banda azul (~450-495 nm), idealmente filtradas para a banda amarelo-vermelho, lâmpadas com emissões iguais ou superiores a 540 nm (Falchi et al., 2011; Longcore et al., 2018);

Locais: reduzir ou eliminar iluminação onde esta é desnecessária;

Períodos: reduzir o horário de funcionamento dos sistemas de iluminação, através de temporizadores automatizados, detetores de movimento ou horários predefinidos de acordo com as necessidades identificadas.

Introdução

Entende-se por poluição luminosa todos os efeitos negativos e não intencionais consequentes do uso de luz artificial ². Com a introdução e desenvolvimento tecnológico da iluminação artificial elétrica, os ciclos naturais de luz são frequentemente erodidos ¹. O uso inadequado ou incorreto de iluminação artificial elétrica, particularmente no exterior e á noite, tem consequências negativas para os organismos e ecossistemas, e cada vez mais estudos se focam nestes impactos e nos seus processos ³. Estes impactos são observados numa grande variedade de organismos, desde comunidades microbianas a anfíbios, aves, como também em seres humanos ⁴. Uma revisão completa do estado atual de conhecimento sobre a poluição luminosa, os seus impactos e os processos relacionados, poderão ser encontrados nos artigos científicos do investigador Kevin Gaston e colegas, “The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal, 2013” e “Impacts of artificial light at night on biological timings, 2017”.

Um dos principais efeitos da poluição luminosa é a disrupção dos ciclos circadianos (dia/noite) dos organismos, com consequências negativas nos ciclos reprodutivos, no comportamento alimentar, no sono ou mesmo na exposição a predadores, entre outros ⁵. No caso particular das aves, a poluição luminosa altera, tanto nas espécies noturnas como nas diurnas, os ciclos e rituais de reprodução como por exemplo, a alteração da duração do dia/noite que por sua vez altera os períodos de canto de algumas aves, dificultando o acasalamento ou a procura de alimento ou do ninho ^{6,7}, afeta também o trajeto, cadência e período temporal das migrações como acontece por exemplo com os juvenis de aves marinhas ³.

Em ilhas oceânicas, como é o caso dos arquipélagos da Macaronésia, as aves marinhas da ordem Procelariiformes são particularmente afetadas pela poluição luminosa ⁸⁻¹². O ciclo de vida e os comportamentos destas espécies tornam-nas mais sensíveis à poluição luminosa: são espécies que navegam as paisagens vastas e uniformes dos oceanos, visitam terra apenas durante a época de reprodução e apenas durante a noite para se deslocarem ao ninho (nidificam em cavidades) e incubarem/alimentarem as crias. Estas espécies alimentam-se em alto-mar, efetuando mergulhos para capturar as presas até alguma profundidade, tendo de adaptar-se a variações de ambiente visual com rapidez. Todos estes comportamentos e características resultam de adaptações fisiológicas e anatómicas do sistema visual para que estas aves possam ser eficazes a movimentarem-se em ambientes com diferentes níveis de luz ambiente, diferentes meios (ar e água) e a mudanças repentinas de quantidade de luz ¹³.

Estas espécies usam os astros para orientação visual espacial noturna, localizar colónias ou efetuar longas migrações. Este grupo de aves marinhas possui um sistema olfativo bem desenvolvido que é, a par dos astros, usado para orientação espacial, mas também na localização dos ninhos ou parceiros ^{14,15} e na deteção de áreas de forrageio no oceano ¹⁶. O conjunto de características sensoriais destas espécies permitem-lhes utilizar ambientes noturnos e maioritariamente pelágicos, frequentemente vastas áreas destituídas de quaisquer marcas de orientação, com sucesso ^{17,18}. Alguns estudos indicam que a visão, contrariamente ao olfato, vai sendo desenvolvida ao longo do tempo, encontrando-se pouco desenvolvida nas crias e juvenis antes destes abandonarem o ninho ¹⁹, tornando estas espécies, na sua fase juvenil (Atchoi et al., submetido), mais sensíveis a luzes artificiais noturnas e vulneráveis ao aumento da poluição luminosa que se observa globalmente ^{12,20}.

No caso dos Açores, as espécies mais afetadas são o cagarro *Calonectris borealis* (223,646 indivíduos ²¹), o estapagado *Puffinus puffinus* (115-235 casais que nidificam apenas no Corvo e Flores), o frulho *Puffinus Iherminieri* (895-1741 casais), a alma-negra (*Bulweria bulwerii*, 70 casais em Santa Maria e Graciosa), o painho da Madeira *Hydrobates castro* (665-740 casais) ²², o painho de monteiro

Hydrobates monteiroi (endémica, 328-378 casais, ²³). Também afeta espécies divagantes ou invernantes, como é o caso do painho-de-cauda-forcada *Hydrobates leucorhous* e da pardela-preta *Ardenna grisea* (SPEA, não publicado).

A iluminação pública noturna desorienta as aves marinhas que acabam por colidir com infraestruturas e edifícios, ou cair em estradas devido a exaustão, após circularem as luzes durante longos períodos de tempo. Estas colisões ou quedas podem ser fatais ou provocar ferimentos graves e desorientação, tornando estes animais, uma vez em terra, vulneráveis a outros perigos como a predação (por cães e gatos, furões, etc.), atropelamentos, fome ou desidratação ^{12,24}. Esta desorientação é particularmente relevante em colónias próximas de centros urbanos ¹¹. Estes eventos de quedas, denominados ‘fallouts’ são observados em arquipélagos oceânicos por todo o mundo, e em muitos locais o número de aves caídas é tão elevado que ações de mitigação na forma de campanhas de salvamento são organizadas todos os anos em mais de 16 locais ¹². Estas campanhas já permitiram a devolução ao mar de > 200.000 indivíduos de aves afetadas, incluindo > 30.000 indivíduos na campanha de salvamento Açoriana, SOS Cagarro (período 2001 a 2018, DRAM, 2019).

O cagarro é a ave marinha mais abundante e emblemática dos Açores e, devido aos elevados números de quedas observados por todo o arquipélago, tornou-se o foco da campanha de salvamento. Durante o final da época reprodutora do cagarro, entre outubro e novembro, ao efetuarem o primeiro voo dos ninhos para o mar, milhares de juvenis são desorientados pela luz artificial e caem em estradas e quintais por todo o arquipélago, e equipas de voluntários e profissionais efetuam recolhas de animais caídos e/ou feridos de modo a, após retirarem dados biométricos e procederem à respetiva anilhagem, libertarem os cagarros no mar (DRAM, 2019).

Outras espécies de Procellariiformes são afetadas pela poluição luminosa no arquipélago, embora em menores números que o cagarro, chegando a apenas algumas dezenas por ano. São necessários mais estudos para melhor quantificar o impacto da poluição luminosa nestas espécies. No entanto, crê-se que esta discrepância de números também deriva de um menor tamanho das suas populações e de um menor esforço de salvamento e/ou identificação correta da espécie, uma vez que as diferentes espécies têm diferentes ciclos reprodutores e estão suscetíveis à poluição luminosa e outras ameaças em terra, em alturas do ano diferentes.

No Corvo, desde 2009 que a SPEA conduz uma ação de salvamento local com foco no Estapagado *Puffinus puffinus*, tendo salvo mais de 86 juvenis e registado 12 mortos ²⁵. O endémico painho-de-monteiro é registado com frequência no farol da Ponta da Barca, junto ao ilhéu da Baleia, Graciosa (dados PNI Graciosa, Luís Aguiar).

MEDIDAS ATUAIS

Segundo Kyba et al., (2015), devido à iluminação artificial, a atmosfera terrestre encontra-se hoje centenas ou milhares de vezes mais iluminada do que há 200 anos atrás e só há relativamente pouco tempo se começaram a compreender os efeitos nefastos da poluição luminosa nos sistemas naturais e antropogénicos. Atualmente, mais de 80% da população humana habita locais com céus noturnos luminosamente poluídos²⁶ e, mesmo em áreas longe dos centros urbanos, como é o caso das áreas protegidas mundiais, são cada vez mais afetadas pelo brilho difuso provocado pelos grandes centros urbanos, onde apenas 1/3 destas áreas protegidas apresentam céus noturnos sem poluição, cerca de 50% encontram-se sob céus muito poluídos e 1/5 encontra-se tão poluído que não é possível observar o céu noturno natural²⁷.

Existem três tipos principais de poluição luminosa: o brilho difuso no céu (*skyglow*), a difusão de luz nas camadas baixas da atmosfera (brilho alaranjado, em zonas urbanas, causado pela luz que, ao ser direcionada para cima, é refratada e difundida pelas partículas da atmosfera, reduzindo a visibilidade do céu noturno); a “light trespass”, definida como luz intrusiva (luz que pretende iluminar uma zona específica mas que, por defeito das estruturas, espalha-se pelas áreas adjacentes); e finalmente o “glare”, ou luz encandeante (excesso de luz que prejudica a visibilidade). Estes tipos de poluição luminosa frequentemente ocorrem em simultâneo, diminuindo a visibilidade noturna, aumentando o desperdício energético e aumentando os efeitos negativos nos organismos e habitats, incluindo no nosso habitat urbano (IDA, 2019).

O excesso de luz é muitas vezes justificado por questões de segurança, no entanto, o excesso de luz na via pública não aumenta a segurança e em alguns casos cria mais áreas de escuridão e aumenta os contrastes de luz, diminuindo a visibilidade na rua^{28,29}. Segundo reporta um estudo realizado em Gales, Reino Unido, onde diferentes horários foram impostos à iluminação urbana e em algumas áreas esta foi desligada por longos períodos, não se detetando alterações nas estatísticas de crimes ou sinistros de trânsito devido a esta redução da iluminação pública³⁰.

É essencial que as diretivas relativas à poluição luminosa (Directiva 2005/32/EC) sejam aplicadas, e que o ordenamento dos espaços públicos tenha em conta não só a eficiência energética (Directiva 2009/125/EC), mas também os efeitos da estruturação da iluminação pública em questões de segurança urbana, ciclos naturais dos organismos e ecossistemas, incluindo os seres humanos, tendo em conta os efeitos negativos da sobre-exposição à luz artificial^{27,31}. Seguindo o exemplo da França que desde o início de 2019 definiu e implementa uma normativa para minimizar a poluição luminosa (Anexo iii), em particular nas áreas naturais e protegidas.

Os vertebrados utilizam a luz como elemento fundamental em dois processos: função de visão ou formação de imagens do ambiente circundante, e regulação dos

sistemas metabólicos e fisiológicos, como a sincronização dos ritmos circadianos a um ciclo solar de 24 horas, a produção de melatonina ou a regulação dos reflexos dos olhos ³². A sobre-exposição à luz artificial, quer em duração quer em tipos específicos de bandas de luz leva à interrupção destes sistemas, aumentando a incidência de insónias, stress e outras doenças relacionadas, e em caso de exposição prolongada, a doenças mais graves como obesidade, depressão ou cancro ^{31,33,34}.

Os fotorreceptores da visão dos vertebrados (incluindo os seres humanos), apresentam componentes sensíveis a bandas de luz azul, sendo estas as mais impactantes para os organismos, e as que potenciam alterações nos recetores circadianos ³⁵⁻³⁸. Atualmente, segundo os estudos mais atuais, recomenda-se para ordenamento da iluminação pública e privada a redução ou, sempre que possível, remoção, de lâmpadas que emitam luz azul (evitando emissões em bandas de luz < 530 nm), o que poderá ser colmatado através da substituição das lâmpadas ou da colocação de filtros para as bandas específicas ^{3,39}. Estas recomendações são semelhantes para diferentes grupos taxonómicos, incluindo tartarugas marinhas (< 560 nm durante período de nidificação), insetos, aves marinhas e humanos. A par da alteração do espectro de luz, é recomendado que a intensidade da lâmpada também seja reduzida, pois mesmo na banda de luz mais saudável, uma forte intensidade e brilho aumentam a poluição luminosa e os consequentes efeitos nos organismos ³⁶.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias surgem novas possibilidades de mitigar a poluição luminosa. Os LEDs diminuem os gastos energéticos e com o seu custo mais acessível aumentam o acesso à iluminação artificial, embora positivo para a sociedade humana, tem aumentado os níveis de poluição noturna e as emissões de banda azul, já que predominantemente se têm usado LEDs com altas emissões de banda de luz ⁴⁰. Os LEDs brancos de alta emissão de luz azul (>3000k), aumentam a dispersão da luz (skyglow) ^{39,41}, já que as emissões de espectro azul são mais facilmente dispersas para a atmosfera e portanto as que mais contribuem para a poluição luminosa ^{3,31}. No entanto a capacidade modular destas lâmpadas permite-nos adaptar os LEDs, para não só diminuir o consumo energético e capital, mas também reduzir o impacto nos sistemas biológicos, já que é possível restringir as emissões a bandas mais específicas de luz ³⁶. Em muitos centros urbanos a iluminação pública está em atualização, tendo em vários casos a opinião pública já demonstrado desagrado contra a instalação de luminárias LED com elevadas emissões azuis e violeta, que emitem uma luz excessivamente branca, por serem muito brilhantes e ofuscantes ³⁶.

É por estas razões, desejável que a substituição das lâmpadas (ressalvando ainda a importância da substituição das luminárias) no âmbito do Plano estratégico plurianual e orçamento para 2019 da EDA cumpra com determinadas especificações, se possível, de modo a mitigar o seu impacto no ecossistema, em particular nas aves marinhas, enquadrando-se assim na estratégia de mitigação do

impacto da poluição luminosa para a Macaronésia, um dos principais objetivos do projeto LuMinAves.

Este guia de boas práticas vem assim apresentar os resultados preliminares do projeto LuMinAves, e pretende ser o primeiro passo para a implementação de medidas que previnam os efeitos nocivos da poluição luminosa nas aves marinhas, e em todos os organismos que beneficiem destas recomendações. Até ao momento, a principal ação de mitigação desses impactos nas aves marinhas dos Açores é a já mencionada Campanha SOS Cagarro que, desde 1995 (inicialmente coordenado a partir da Universidade dos Açores e, a partir de 2011, coordenado pela DRAM) procura sensibilizar as populações e entidades locais, pondo em prática protocolos de salvamento de aves juvenis, bem como outras iniciativas, algumas anuais e em número crescente, de redução da luminosidade em zonas sensíveis, graças à ação das entidades gestoras desses espaços, que têm sido sensibilizados para este problema.

Pretende-se assim que, no âmbito do referido plano da EDA, o próximo passo seja a minimização efetiva da poluição luminosa e conseqüentemente dos seus efeitos sobre as populações de aves marinhas, através da adoção das medidas de gestão e ordenamento da iluminação pública propostas neste documento.

Resultados preliminares

De seguida apresentam-se os resultados preliminares deste estudo (ação 2.3.1. do projeto LuMinAves) que consiste na elaboração de mapas de sinistralidade/quedas e de mapas de poluição luminosa, onde são identificados alguns pontos críticos, que deverão ser priorizados em qualquer plano de ação para combater a poluição luminosa e em planos de ordenamento da iluminação pública.

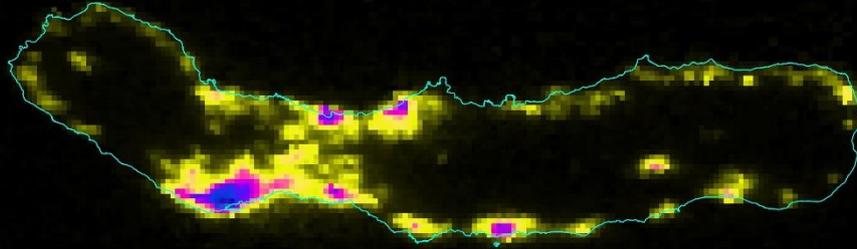
MAPAS ILUMINAÇÃO

Na figura 1, são apresentados os mapas de poluição luminosa elaborados para o arquipélago dos Açores, de acordo com os dados recolhidos de incidência luminosa através do satélite VIIRS, disponibilizados pela Administração Oceânica e Atmosférica Norte Americana (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA). Mapas criados, através do software QGIS, aplicando a mesma escala de cores truncada para valores de 0 a 60 de radiância, acima dos valores máximos detectados no arquipélago, para melhor visualização. Apresentam-se estes mapas representativos dos três grupos do arquipélago para consulta e não se encontram representadas todas as ilhas.

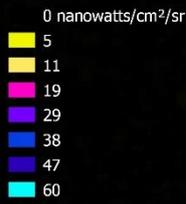
Entre 2015 e o ano corrente houve um aumento da sensibilização e da identificação de locais para redução de luz, tal como de parceiros na campanha SOS que de uma maneira ou de outra contribuíram para a redução da poluição luminosa, principalmente através do desligar de muitas luminárias em zonas problemáticas ou desnecessárias, em 2018 a DRAM enviou mais de 40 pedidos de redução de luz para todo o arquipélago (DRAM, 2019). As pequenas diferenças visuais que se podem observar entre 2015 e 2018 poderão indicar alguma diminuição da quantidade de poluição luminosa entre os dois anos, incluindo acções de redução pedidas pela DRAM aquando da campanha SOS Cagarro. No futuro, irá conduzir-se um estudo aprofundado das camadas de dados de satélite de maneira a quantificar a variação da poluição luminosa detectada por estas imagens e de modo a identificar, com maior precisão, estas variações.

Grupo Oriental
São Miguel

Poluição Luminosa



VIIRS Outubro 2015 (NOAA)

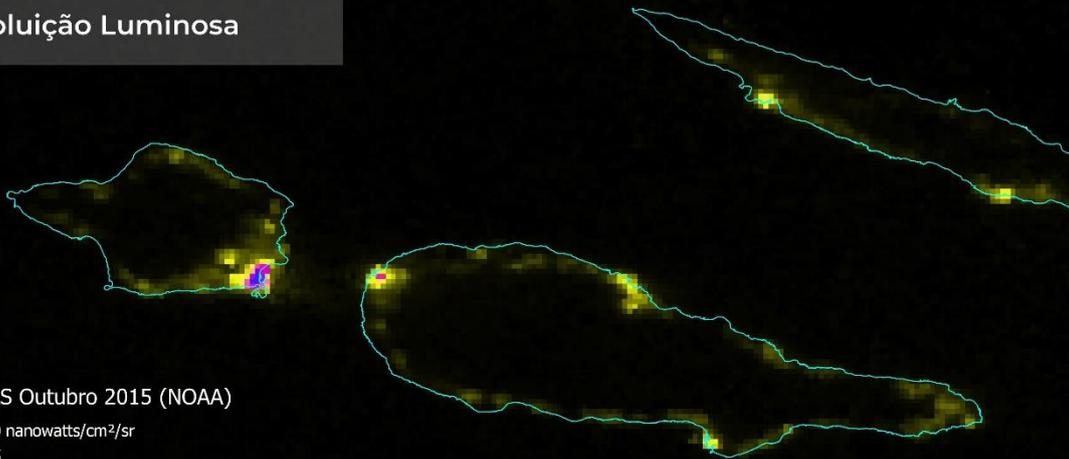


Dados: layers costa Açores GDAM open source. Dados poluição luminosa satélite obtidos a julho 2019, NOAA. Truncados de 0 a 60 radiância nanowatts/cm²/sr para melhor visualização. Valor estimado abaixo do máximo detectado no arquipélago. Número de observações usadas nas layers VIIRS 2015 : 17 máx., 6 média. Layer clipped para área dos Açores. Mapas executados por Elizabeth Atchó. FRCT/OkeanosIAC

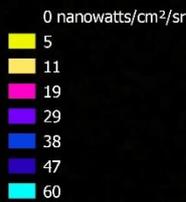


Grupo Central
Faial, Pico & São Jorge

Poluição Luminosa



VIIRS Outubro 2015 (NOAA)



Dados: layers costa Açores GDAM open source. Dados poluição luminosa satélite obtidos a julho 2019, NOAA. Truncados de 0 a 60 radiância nanowatts/cm²/sr para melhor visualização. Valor estimado abaixo do máximo detectado no arquipélago. Número de observações usadas nas layers VIIRS 2015 : 17 máx., 6 média. Layer clipped para área dos Açores. Mapas executados por Elizabeth Atchó. FRCT/OkeanosIAC



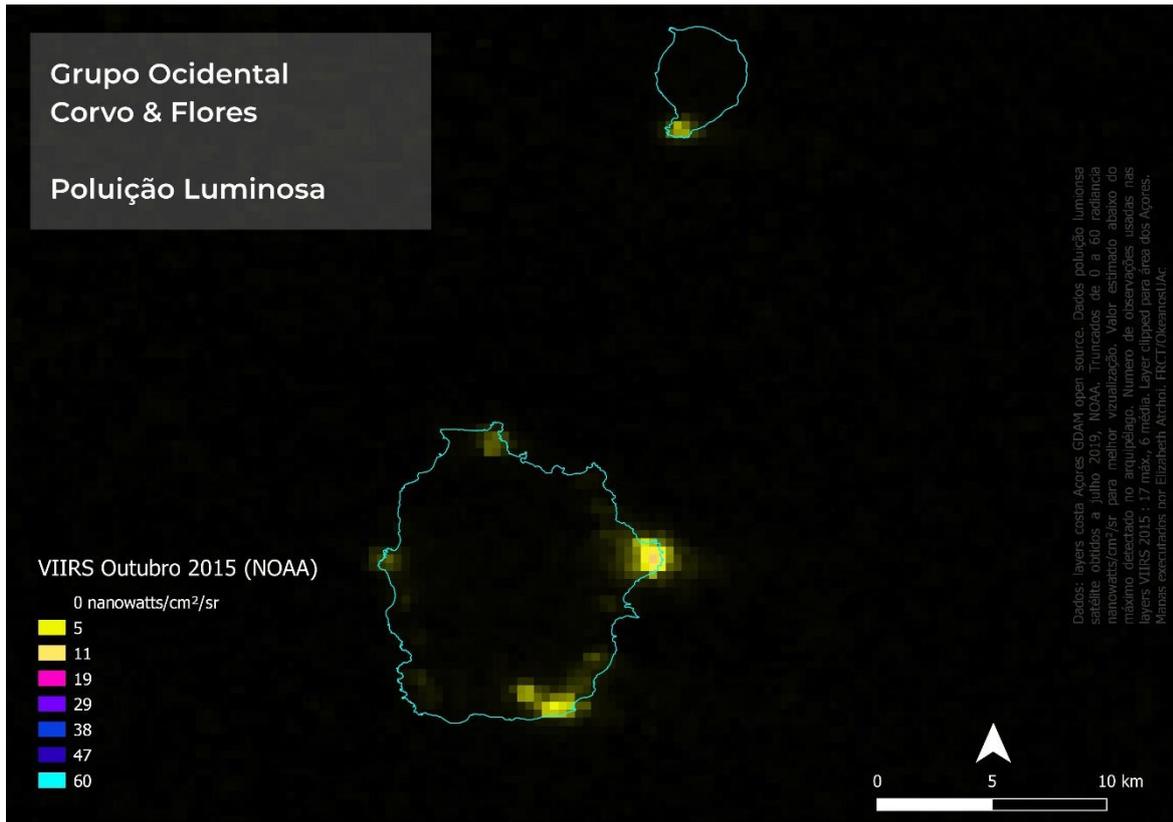
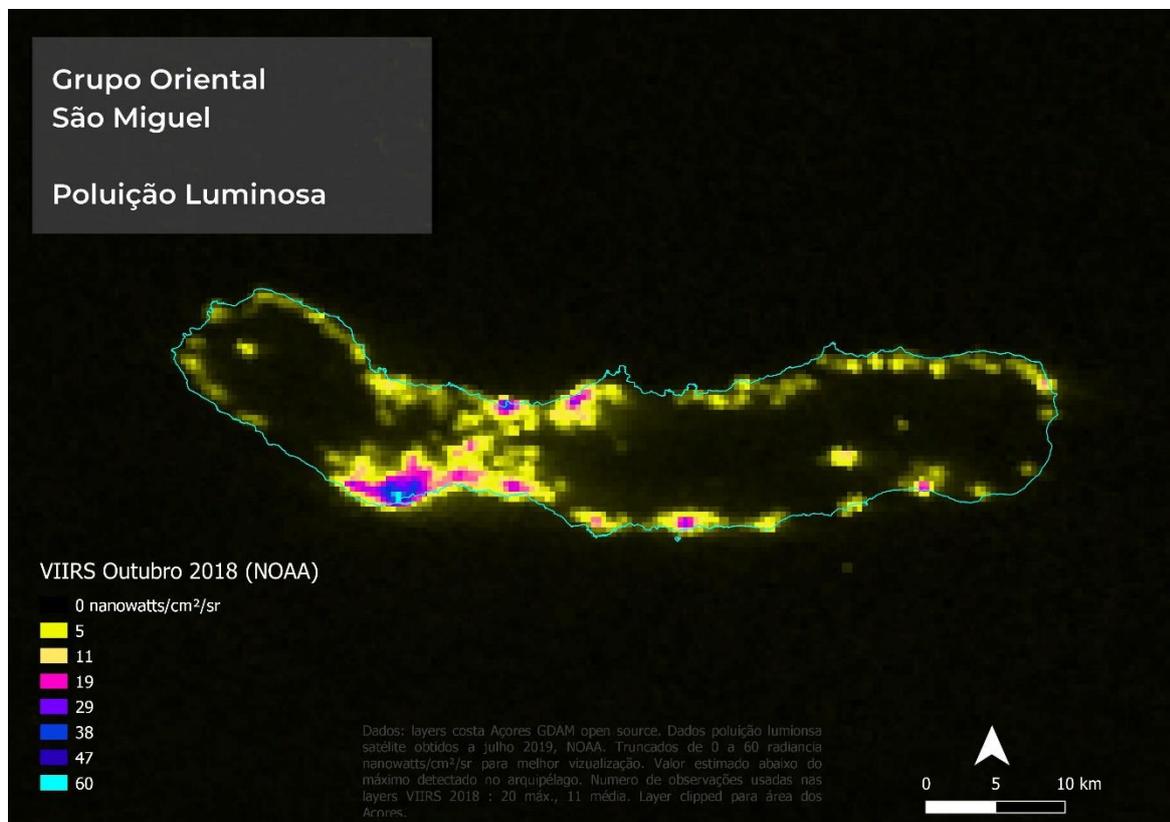


Figura 1. Mapa de intensidade luminosa nos Açores, obtida das layers mensais VIIRS (obtida em Junho 2019, <https://ngdc.noaa.gov/eog/>), correspondentes ao mês de Outubro de 2015.



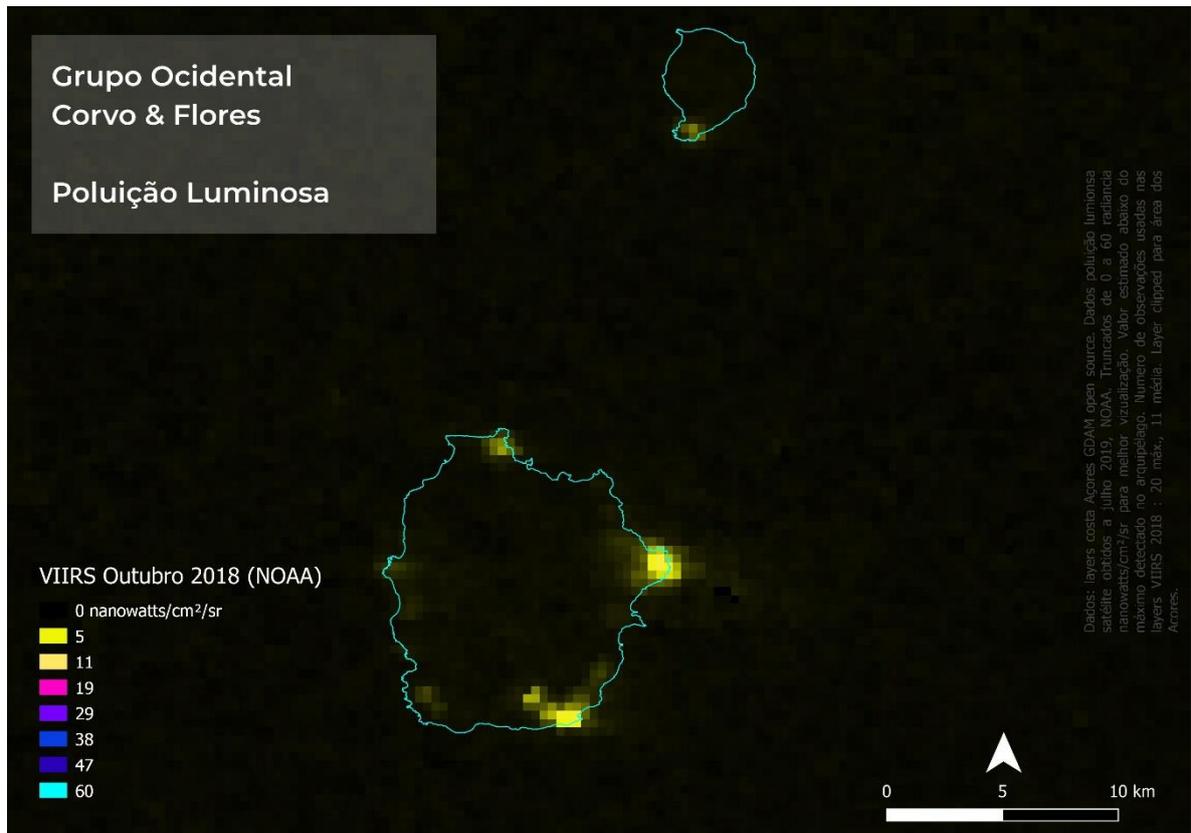
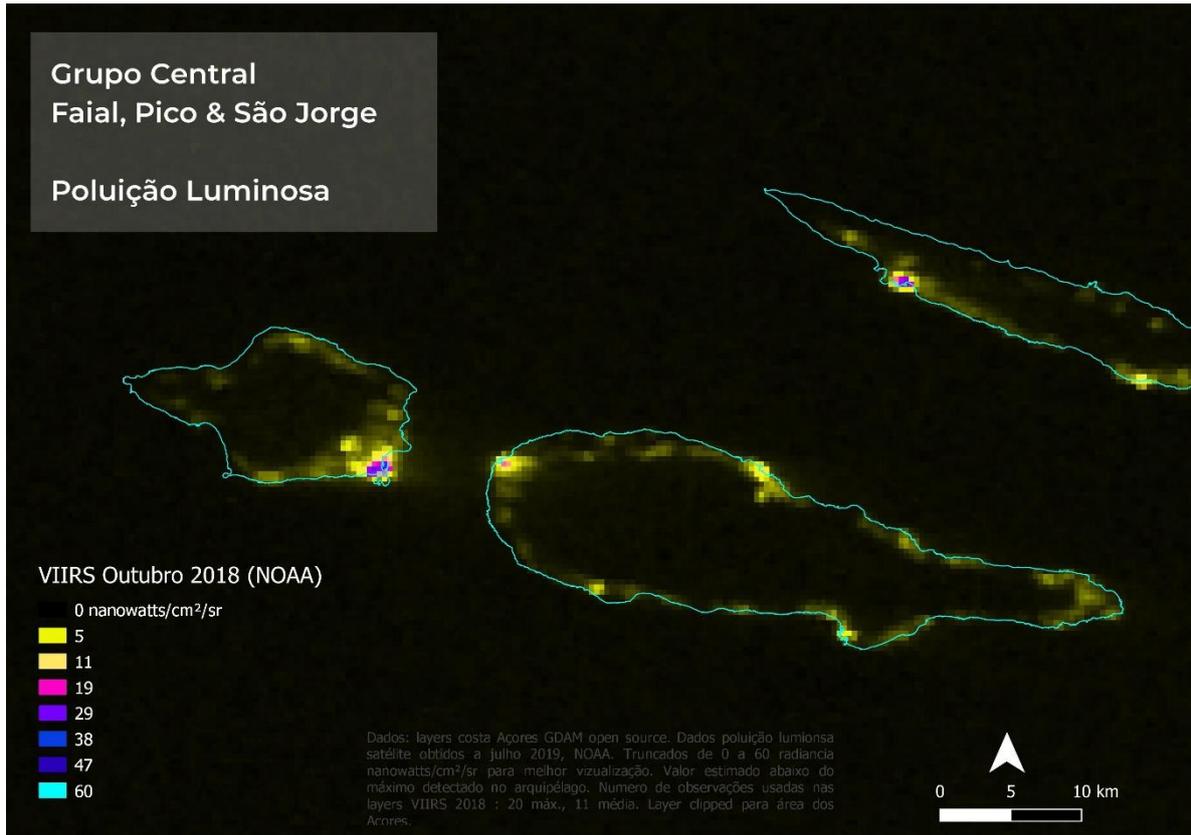


Figura 2. Mapa de intensidade luminosa nos Açores, obtida das layers mensais VIIRS (obtida em Junho 2019, <https://ngdc.noaa.gov/eog/>), correspondentes ao mês de outubro de 2018.

MAPAS QUEDAS

Nas figuras 3-5 apresentamos uma previsão de quedas, elaborada com base na sobreposição das fontes de poluição luminosa (dados EDA), isto é, tendo em conta as luminárias existentes nas ilhas, sobrepondo o número de quedas/salvamentos de cagarro em 2017-2018, correspondendo a 1500 pontos. De uma forma geral, os resultados preliminares indicam o esperado, tendo em conta os pontos críticos observados ao longo das Campanhas SOS Cagarro. Este resultado agora obtido pelos modelos, embora preliminar, sugere a necessidade de elaboração e implementação de uma estratégia de mitigação do impacto da luminosidade artificial nos cagarros juvenis. Estes resultados irão ser analisados contra os resultados obtidos por Rodrigues e colegas ⁴², que efetuou previsões de quedas e zonas de maior sinistralidade de cagarros durante a campanha SOS Cagarro, focado na ilha de São Miguel.

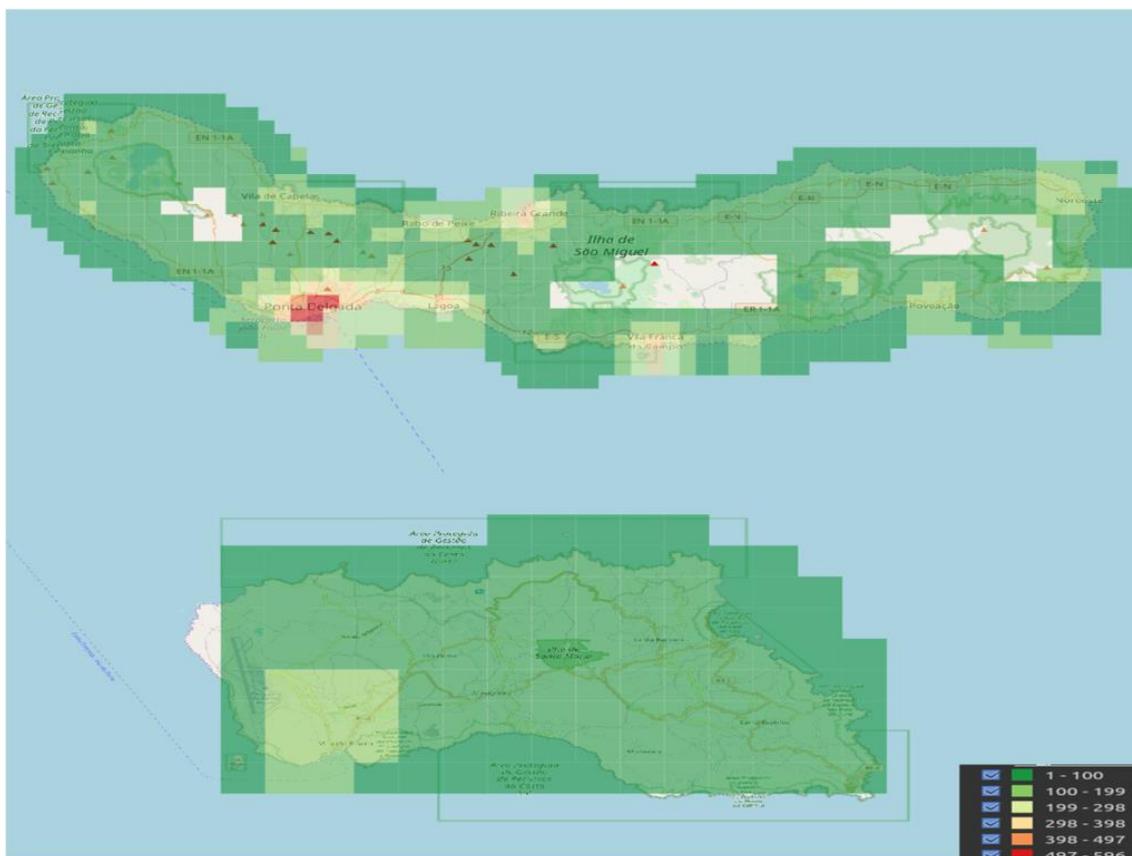


Figura 3. Previsão obtida através da modelação identificando os pontos críticos com base na localização das luminárias e das quedas/salvamentos de cagarro em 2017-2018 no Grupo Oriental

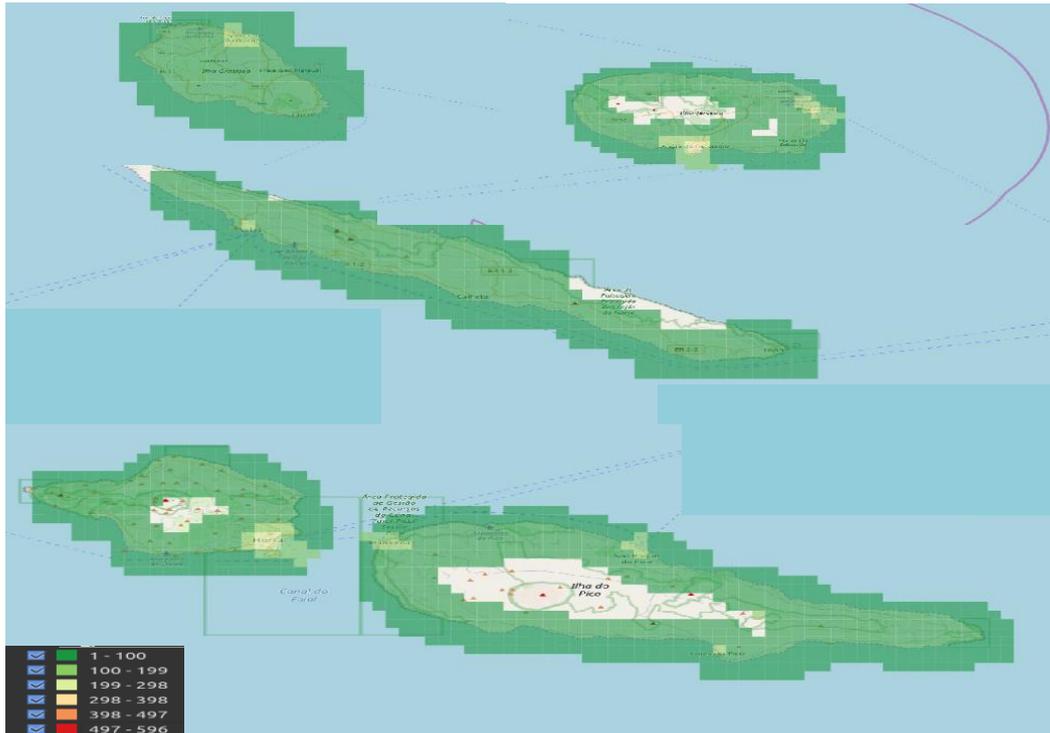


Figura 4. Previsão obtida através da modelação identificando os pontos críticos com base na localização das luminárias e das quedas/salvamentos de cagarro em 2017-2018 no Grupo Central

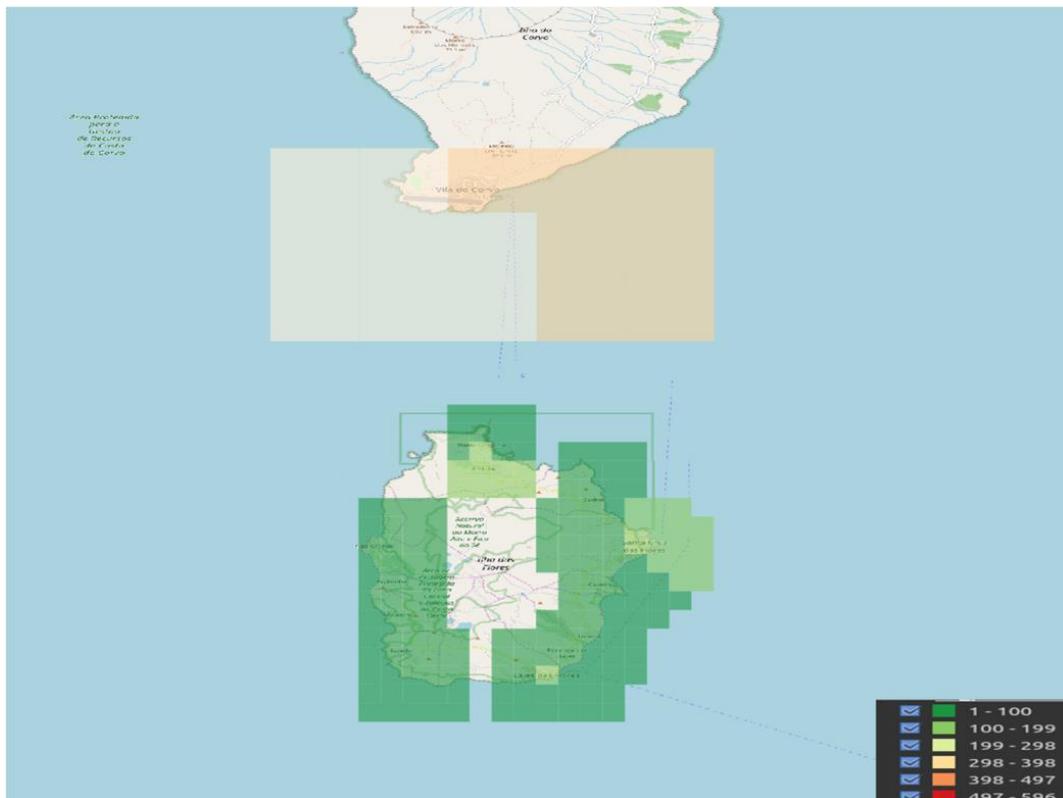


Figura 5. Previsão obtida através da modelação identificando os pontos críticos com base na localização das luminárias e das quedas/salvamentos de cagarro em 2017-2018 no Grupo Ocidental

ESTUDO PILOTO NO CORVO

A ilha do Corvo, pelas suas características únicas (uma única Vila e, como tal, o único foco de poluição luminosa), tem sido alvo de medidas piloto no âmbito do projeto Luminaves (ação 2.3.2. experiência piloto sobre a correção dos pontos de sinistralidade), nomeadamente, durante a Campanha SOS Cagarro 2017 e 2018. Neste contexto, a Câmara Municipal do Corvo, parceira no projeto LuMinAves, desligou as luminárias das áreas onde se tinham registado mais quedas e procedeu ao apagão geral da iluminação pública, entre as 03h00 e as 06h00, seguindo o que já havia sido feito em 1991 (ainda antes da Campanha SOS Cagarro existir formalmente), quando o apagão geral das luminárias públicas ocorria a partir das 00h30. Em 2017, na Iha do Corvo, ocorreram apenas 74 quedas de juvenis encadeados e em 2018 este número subiu para 210.

Embora existam variáveis que não podem ser excluídas, como o facto de o máximo de saídas se ter verificado em lua cheia (1 a 7 novembro de 2017; 22 a 29 outubro de 2018; o que diminui a atração das aves devido à maior visibilidade e consequente orientação) comparativamente ao ano de 2016, onde foram salvos 1020 juvenis de cagarro encadeados na ilha do Corvo (pico de quedas, em fase de lua nova, de 30 de outubro a 5 de novembro, contribuindo para o maior número de quedas, devido ao maior encandeamento), pode dizer-se que a fase da lua e as medidas implementadas pela CMC podem ter contribuído para o menor número de aves encadeadas em 2017 e 2018 (Figura 6), comparativamente com o Faial, por exemplo, que de 2017 a 2018, em que os salvamentos foram 325 e 380 indivíduos respetivamente (DRAM, SOS Cagarro), não foram implementadas medidas adicionais.

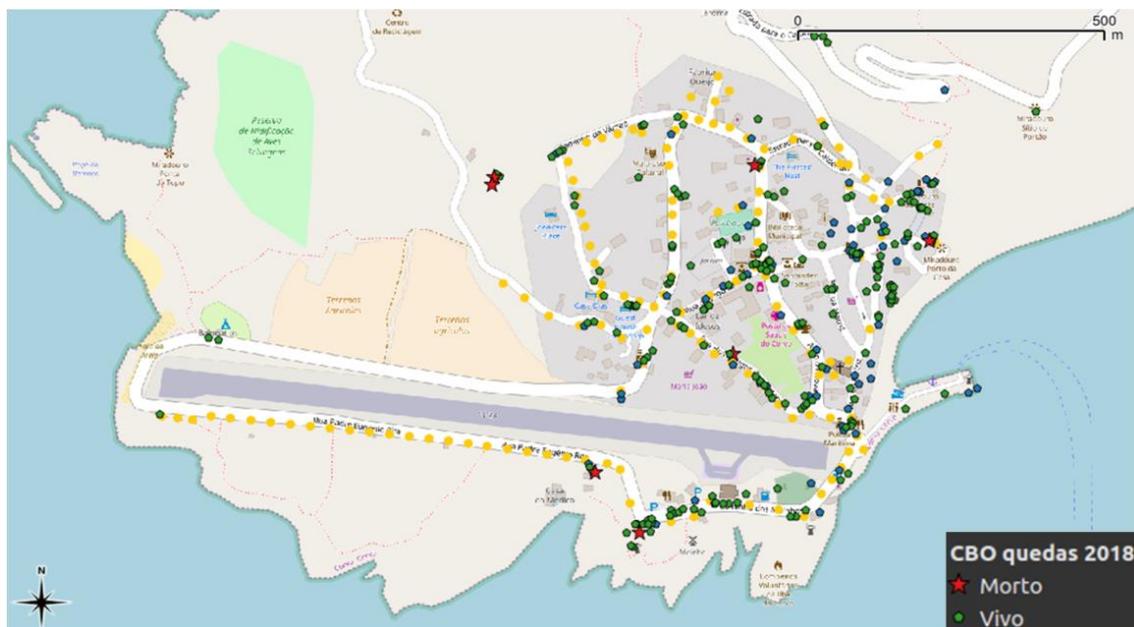


Figura 6. Quedas de cagarro (mortos a vermelho, vivos a verde) em 2018 sobrepostas com as luminárias da Vila do Corvo.

Na figura 7 podem observar-se ainda os pontos críticos/quedas da Vila do Corvo para as espécies de menor abundância, como o frulho (período crítico, saída dos ninhos, fim de maio a início de junho), do estapagado (período crítico, saída dos ninhos, meados de agosto a início de setembro), assim como, do ocasional/ errante painho-de-cauda-forcada (outubro). Esta informação indica que as medidas de mitigação e de sensibilização, nas várias ilhas onde estas espécies nidificam, devem ter em conta as épocas de nidificação e / ou ocorrência. Neste contexto, o Corvo é um exemplo, uma vez que desde 2009 já ocorrem campanhas de salvamento para as espécies em questão à semelhança da Campanha SOS Cagarro.

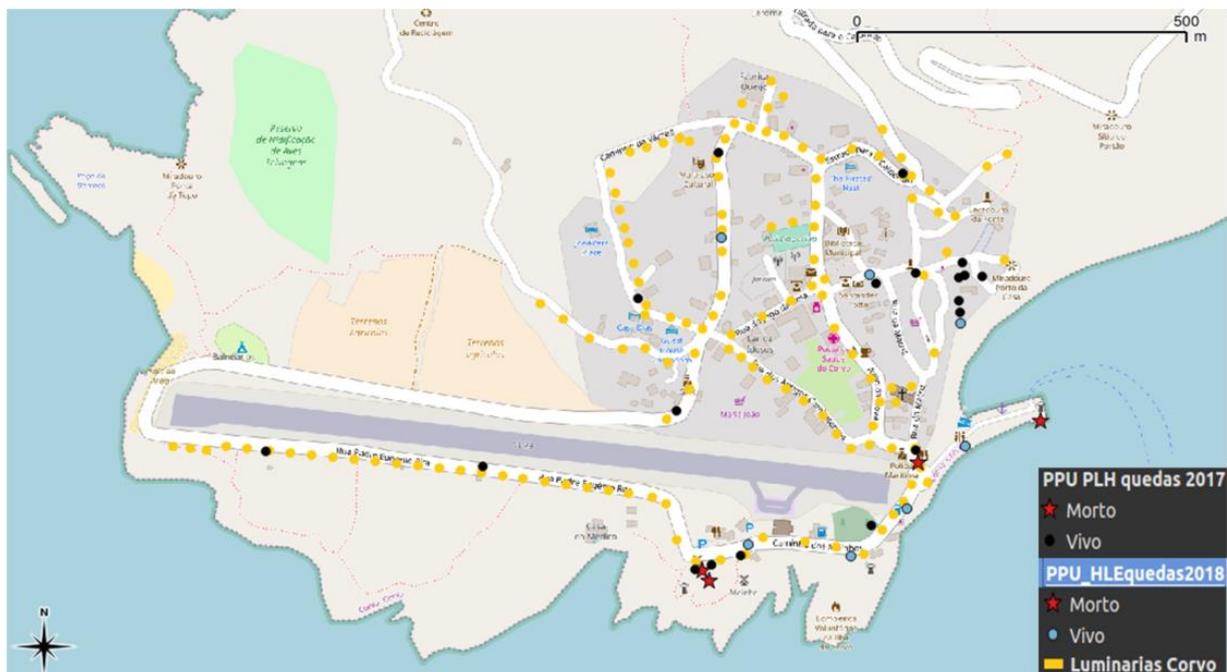


Figura 7. Quedas de estapagado (mortos a vermelhos, vivos a preto e azul, 2017 e 2018 respetivamente), frulho e painho-de-cauda-forcada no período de 2017-2018 sobrepostas com as luminárias da Vila do Corvo.

De referir que, pelas características acima mencionadas, a ilha do Corvo reúne condições para ser uma área piloto para teste e alteração de lâmpadas e luminárias; A Câmara Municipal do Corvo propôs previamente um projeto com esse objetivo, mas infelizmente, devido a problemas logísticos, não foi possível a sua implementação.

Medidas de mitigação e recomendações

Segundo o Instituto de Astrofísica das Canárias a redução da poluição luminosa leva a um menor consumo energético, protege o meio ambiente noturno, reduz as perturbações nos ecossistemas (animais, plantas e processos ecológicos), em especial no que concerne às aves marinhas da ordem Procellariiformes ³⁹. Em comparação com outras ameaças, a poluição luminosa, pode ser reduzida desde que a legislação (Directiva 2005/32/EC) seja implementada, tendo em conta que a iluminação pública contribui a nível global para 19% do consumo de eletricidade (OECD/IEA 2006). Nos últimos anos, a mitigação da poluição luminosa tem incidido maioritariamente sob a eficiência energética, mas hoje em dia o desafio é implementar luzes artificiais onde e quando necessário, de forma a diminuir os custos, melhorar a visibilidade e minimizar os efeitos na biodiversidade e nos seres humanos ⁴³. A nível Europeu no que concerne as estradas e autoestradas, assim como, em França, foi definida uma normativa para minimizar a poluição luminosa que se encontra em implementação desde o início do ano (Anexo iii).

Com esse intuito segue abaixo um conjunto de medidas específicas de recomendações estruturais e funcionais da iluminação pública:

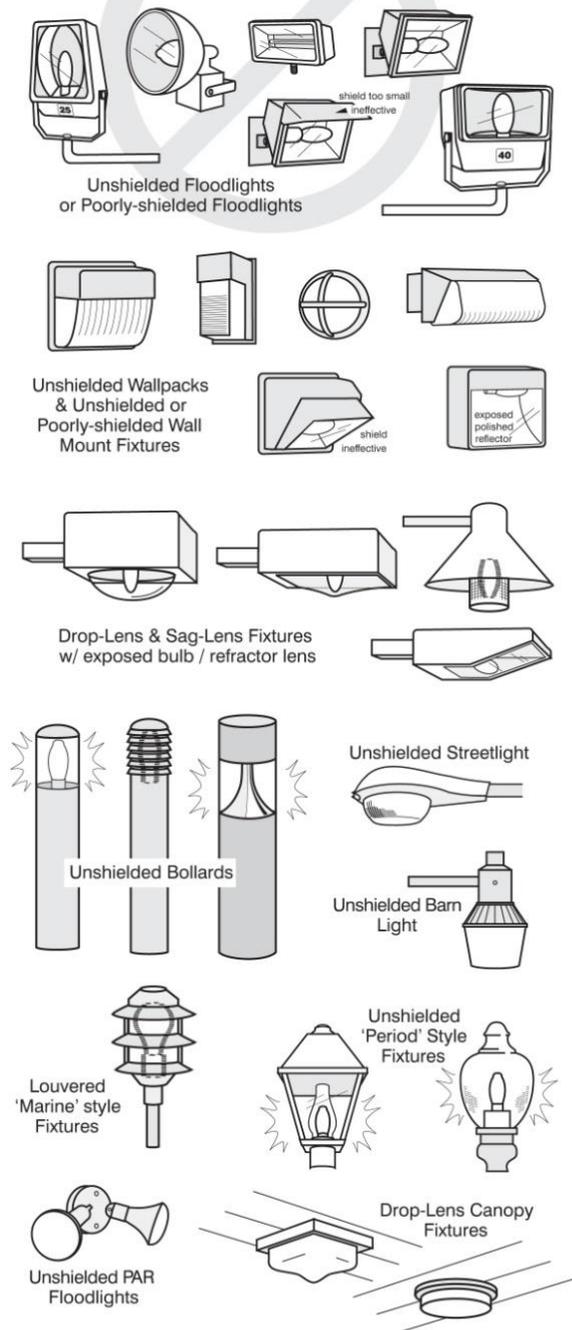
ESTRUTURA

Substituir as luminárias públicas atuais por luminárias mais eficientes, nomeadamente blindadas, e ajustar ou orientar as mesmas, direcionando a luz apenas para baixo. Consultar figura 8 para tipos de estruturas mais eficientes contra a poluição luminosa. Focar as luminárias e respetivas estruturas para a área que se pretende iluminar, evitando a dispersão para as áreas circundantes e naturais ¹². As luminárias em forma de globo emitem a luz não só para o solo, mas também para o céu, causando muita poluição. No entanto, as piores luminárias são aquelas que emitem luz para os lados e para cima, tanto em termos de eficiência energética como de poluição luminosa.

Examples of Acceptable / Unacceptable Lighting Fixtures

Unacceptable / Discouraged

Fixtures that produce glare and light trespass



Acceptable

Fixtures that shield the light source to minimize glare and light trespass and to facilitate better vision at night



Illustrations by Bob Crelin© 2005. Rendered for the Town of Southampton, NY. Used with permission.

Figura 8. Exemplos de luminárias não recomendadas e luminárias recomendadas. (Fonte: IDA, 2019)

LÂMPADAS

Utilização de lâmpadas LED PC Âmbar, LED ÂMBAR ou lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão.

Atualmente, as lâmpadas LEDs utilizadas na iluminação municipal e industrial são essencialmente monocromáticas com produção de luz azul ⁴, um espectro prejudicial ao ecossistema, por exemplo atraindo 48% mais insetos do que as lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão ⁴⁴. Contribuem para o aumento da dispersão da luz para as áreas naturais aumentando o encadeamento e contribuindo para uma maior atração de invertebrados ^{12,41}. A American Medical Association recomendou em 2016, que o uso dos LEDs esteja restrito a temperaturas de cor de 3000K (Kinzey et al., 2017, Figura 9). Os LEDs apresentam vantagens em termos de custo-benefício, seja em termos de eficiência como de durabilidade e representando uma poupança de 3 bilhões de dólares/ano nos Estados Unidos da América, prevendo-se, poupanças semelhantes na Europa ⁴⁵.

No entanto, de modo, a diminuir o impacto e dispersão luminosa destas, recomenda-se o uso de **lâmpadas LED PC Âmbar (2700K)**, uma vez que produzem apenas 1% de emissão de luz azul. **Lâmpadas LED Âmbar (2200K)** ou de **vapor de sódio de alta pressão** também poderão ser consideradas, por apresentarem espectros de emissão com pouca ou nenhuma luz azul, e em testes experimentais com aves marinhas obtiveram os menores efeitos ^{46 36}. De ressaltar que os **LED Branco neutros 3000K** (emissão de 15 a 21% de luz azul, US Department of Energy, 2019) apresentam ainda um risco mais baixo para a saúde humana e outros organismos ⁴⁷. Pode consultar-se a tabela descritiva de tipo de lâmpada versus produção de luz azul em anexo.

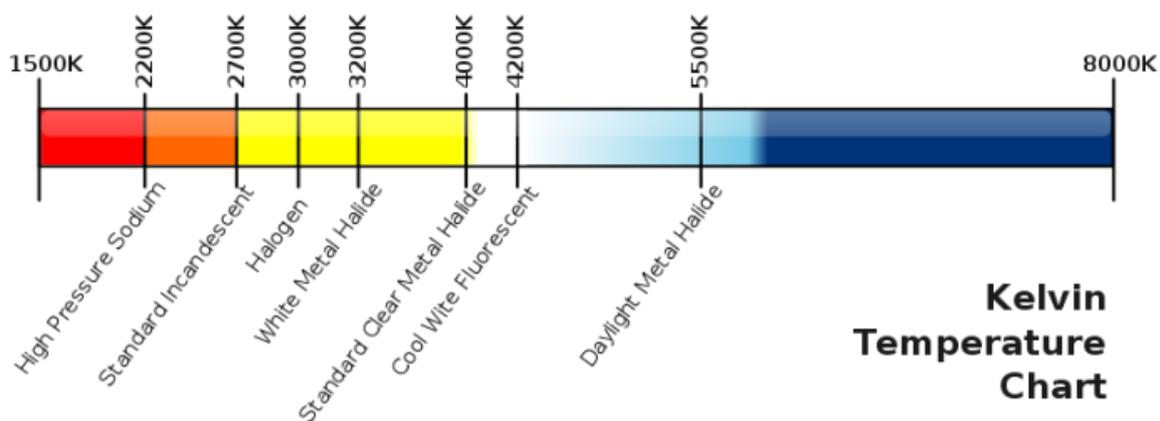


Figura 9. Escala de temperatura de Kelvin, cores de elevada temperatura (luz azul) devem ser evitadas.

FUNCIONAMENTO

A instalação de sensores de presença permite diminuir o gasto energético mantendo a funcionalidade da luminária pública, ou privada, sempre que ativada/necessária, podendo ser programados consoante o período do dia e atividades ⁴⁸. Em alternativa ou em conjunto, poder-se-á usar temporizadores automáticos e programáveis para regular a iluminação noturna consoante as necessidades e com grande rapidez, reduzindo a necessidade de alterar a programação de cada lâmpada podendo controlar um grande número destas, se não todas, de um ponto central facilitando a implementação de alterações por exemplo durante a campanha SOS Cagarro, como já vem a acontecer.

Este tipo de gestão temporal da iluminação pública tendo sido implementada em vários locais permite compatibilizar a gestão sustentável com a mitigação dos efeitos nefastos da poluição luminosa nos organismos. Na ilha da Madeira, implementou-se o projeto Diagnóstico e Minimização do Impacte da Iluminação Pública nas Aves Marinhas, com utilização de 3 temporizadores. Esta experiência mostrou que a **redução de 6h/noite** equivalia a uma **poupança energética de 216 kWh/mês ≈ 22€/mês → 264€/ano** no orçamento camarário, para além do benefício que isso representava para as aves marinhas ⁴⁹.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

É um facto que a gestão da iluminação pública afeta tanto as questões socioeconómicas dos locais urbanos como o funcionamento biológico dos organismos a esta sujeitos. **Recomenda-se a redução ou eliminação de emissões de luz azul, e tendo em conta o custo-benefício, consumo energético e efeitos de poluição luminosa é recomendada o uso de lâmpadas LED PC ÂMBAR (2700K), LED ÂMBAR (2200K).**

Sendo os Açores um *hotspot* para a biodiversidade e um ícone de boas práticas ambientais e da sustentabilidade, em particular a marinha, é fundamental que as medidas implementadas tenham em consideração e contribuam para a redução do nosso impacto nas espécies que caracterizam o arquipélago.

Considerando que as lâmpadas **LEDs Brancas neutras** ($\leq 3000k$) são as mais vantajosas em termos de custo-eficiência, longevidade no que concerne à eficiência energética, e que poderá não ser possível a alteração das luminárias para LEDs PC Âmbar na sua totalidade, recomendamos a colocação destas, **LEDs Brancas neutras** ($\leq 3000k$), com luminárias direccionadas para baixo, sem difusor evitando a dispersão de luz para os lados, com filtros, com redução de intensidade em

determinados períodos, nomeadamente no período de saída dos juvenis de aves marinhas como referido na presente guia e nos pontos críticos identificados.

Para terminar sugerimos que a EDA e parceiros interessados possam enquadrar esta alteração na iluminação pública dos Açores numa candidatura LIFE, ou projeto com semelhante capacidade de financiamento, o que garantiria um cofinanciamento de 50% em caso de aprovação do projeto e permitiria pelo menos nas áreas críticas instalar as lâmpadas LED PC Âmbar ou LED Âmbar.

Bibliografia

1. Gaston, K. J. & Bennie, J. Demographic effects of artificial nighttime lighting on animal populations. *Environ. Rev.* **22**, 323–330 (2014).
2. Stone, T. Light Pollution: A Case Study in Framing an Environmental Problem. *Ethics, Policy Environ.* **20**, 279–293 (2017).
3. Gaston, K. J., Davies, T. W., Nedelec, S. L. & Holt, L. A. Impacts of Artificial Light at Night on Biological Timings. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **48**, 49–68 (2017).
4. Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W. & Hopkins, J. The ecological impacts of nighttime light pollution: A mechanistic appraisal. *Biol. Rev.* **88**, 912–927 (2013).
5. Kyba, C. C. M., Mohar, A., Pintar, G. & Stare, J. Reducing the environmental footprint of church lighting: matching façade shape and lowering luminance with the EcoSky LED. *Int. J. Sustain. Light.* **19**, 132–141 (2017).
6. Da Silva, A., Samplonius, J. M., Schlicht, E., Valcu, M. & Kempnaers, B. Artificial night lighting rather than traffic noise affects the daily timing of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Behav. Ecol.* **25**, 1037–1047 (2014).
7. Da Silva, A., Valcu, M. & Kempnaers, B. Light pollution alters the phenology of dawn and dusk singing in common European songbirds. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* **370**, (2015).
8. Imber, M. J. Behaviour of petrels in relation to the Moon and artificial lights. *Notornis* **22**, 302–306 (1975).
9. Longcore, T. & Rich, C. Ecological and Organismic Effects of Light Pollution. *eLS* 1–8 (2016). doi:10.1002/9780470015902.a0026328
10. Rodríguez, A., Rodríguez, B. & Lucas, M. P. Trends in numbers of petrels attracted to artificial lights suggest population declines in Tenerife, Canary Islands. *Ibis (Lond. 1859)*. **154**, 167–172 (2012).
11. Rodríguez, A., Rodríguez, B. & Negro, J. J. GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. *Sci. Rep.* **5**, 1–11 (2015).
12. Rodríguez, A. *et al.* Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conserv. Biol.* **31**, 986–1001 (2017).
13. Martin, G. R. *The sensory ecology of birds*. (Oxford University Press, 2017). doi:10.1016/j.anbehav.2017.07.005
14. Bonadonna, F. & Bretagnolle, V. Smelling home: a good solution for burrow-finding in nocturnal petrels? *J. Exp. Biol.* **205**, 2519–23 (2002).
15. Bonadonna, F. Evidence for nest-odour recognition in two species of diving petrel. *J. Exp. Biol.* **206**, 3719–3722 (2003).
16. Nevitt, G. A. Sensory ecology on the high seas: the odor world of the procellariiform seabirds. *J. Exp. Biol.* **211**, 1706–1713 (2008).
17. Hart, N. S. Microspectrophotometry of visual pigments and oil droplets in a marine bird, the wedge-tailed shearwater *Puffinus pacificus*: topographic variations in photoreceptor spectral characteristics. *J. Exp. Biol.* **207**, 1229–1240 (2004).
18. Mitkus, M., Nevitt, G. A., Danielsen, J. & Kelber, A. Vision on the high seas: spatial resolution and optical sensitivity in two procellariiform seabirds with different foraging strategies. *J. Exp. Biol.* **219**, 3329–3338 (2016).
19. Mitkus, M., Nevitt, G. A. & Kelber, A. Development of the Visual System in a Burrow-Nesting Seabird: Leach's Storm Petrel. *Brain. Behav. Evol.* **91**, 4–16

- (2018).
20. Troy, J. R., Holmes, N. D. & Green, M. C. Modeling artificial light viewed by fledgling seabirds. *Ecosphere* **2**, art109 (2011).
 21. Bolton, M. Census of Cory's shearwaters *Calonectris diomedea* in the Azores archipelago 2001 Final Report. (2001).
 22. Monteiro, L. R. *et al.* Status and Distribution of Fea's Petrel, Bulwer's Petrel, Manx Shearwater, Little Shearwater and Band-Rumped Storm-Petrel in the Azores Archipelago. *Waterbirds Int. J. Waterbird Biol.* (1999).
 23. Oliveira, N. *et al.* Status Report for Monteiro's Storm-petrel *Hydrobates monteiroi*. Report of the Action A10, Project LIFE EuroSAP. (2016).
 24. Miles, W., Money, S., Luxmoore, R. & Furness, R. W. Effects of artificial lights and moonlight on petrels at St Kilda. *Bird Study* **57**, 244–251 (2010).
 25. Pipa, T. (SPEA). Relatório Técnico – Relatório After-LIFE “Ilhas Santuário para as aves marinhas. *submitted* (2019).
 26. Falchi, F. *et al.* The new world atlas of artificial night sky brightness. *Sci. Adv.* **2**, 1–26 (2016).
 27. Garrett, J. K., Donald, P. F. & Gaston, K. J. Skyglow extends into the world's Key Biodiversity Areas. *Anim. Conserv.* (2019). doi:10.1111/acv.12480
 28. Marchant, P. Shining a light on evidence-based policy: street lighting and crime. *Crim. Justice Matters* **62**, 18–45 (2005).
 29. Marchant, P. R. A demonstration that the claim that brighter lighting reduces crime is unfounded. *Br. J. Criminol.* **44**, 441–447 (2004).
 30. Steinbach, R. *et al.* The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: Controlled interrupted time series analysis. *J. Epidemiol. Community Health* **69**, 1118–1124 (2015).
 31. Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C. D., Keith, D. M. & Haim, A. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *J. Environ. Manage.* **92**, 2714–2722 (2011).
 32. Contín, M. A., Benedetto, M. M., Quinteros-Quintana, M. L. & Guido, M. E. Light pollution: The possible consequences of excessive illumination on retina. *Eye* **30**, 255–263 (2016).
 33. Haim, A., Yukler, A., Harel, O., Schwimmer, H. & Fares, F. Effects of chronobiology on prostate cancer cells growth in vivo. *Sleep Sci.* **3**, 32–35 (2010).
 34. Smolensky, M. H., Sackett-Lundeen, L. L. & Portaluppi, F. Nocturnal light pollution and underexposure to daytime sunlight: Complementary mechanisms of circadian disruption and related diseases. *Chronobiol. Int.* **32**, 1029–1048 (2015).
 35. Skene, D. J., Steven, W. & Arendt, J. Original article rhythms Thapan. (1999).
 36. Longcore, T. *et al.* Rapid assessment of lamp spectrum to quantify ecological effects of light at night. *J. Exp. Zool. Part A Ecol. Integr. Physiol.* **329**, 511–521 (2018).
 37. Brainard, G. C. *et al.* Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. *J. Neurosci.* **21**, 6405–6412 (2001).
 38. Thapan, K., Arendt, J. & Skene, D. J. An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans. *J. Physiol.* (2001).
 39. Rodríguez, A. *et al.* Future directions in conservation research on petrels and shearwaters. *Front. Mar. Sci.* **6**, (2019).

40. Kyba, C. C. M. *et al.* Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Sci. Adv.* **3**, 1–9 (2017).
41. Hölker, F. *et al.* The dark side of light: A transdisciplinary research agenda for light pollution policy. *Ecol. Soc.* **15**, (2010).
42. Rodrigues, P., Aubrecht, C., Gil, A., Longcore, T. & Elvidge, C. Remote sensing to map influence of light pollution on Cory's shearwater in São Miguel Island, Azores Archipelago. *Eur. J. Wildl. Res.* **58**, 147–155 (2012).
43. Kyba, C. C. M. *et al.* Worldwide variations in artificial skyglow. *Sci. Rep.* **5**, 8409 (2015).
44. Pawson, S. M. & Bader, M. K. F. LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. *Ecol. Appl.* **24**, 1561–1568 (2014).
45. Morgan Pattison, P., Hansen, M. & Tsao, J. Y. LED lighting efficacy: Status and directions. *Comptes Rendus Phys.* **19**, 134–145 (2018).
46. Rodríguez, A., Dann, P. & Chiaradia, A. Reducing light-induced mortality of seabirds: High pressure sodium lights decrease the fatal attraction of shearwaters. *J. Nat. Conserv.* **39**, 68–72 (2017).
47. Royal Society Te Apārangi. Impacts of artificial blue light on health and the environment. *report* (2018).
48. Kyba, C. C. M. M. *et al.* Worldwide variations in artificial skyglow. *Sci. Rep.* **5**, 8409 (2015).
49. SPEA. Eficiência Energética na Iluminação Pública. *relatório Tec.* (2011).

ANEXOS

Anexo i – Lista de locais de mais quedas registadas de cagarros durante as campanhas SOS Cagarro 2016-2018, com apoio de mapas elaborados dados DRAM correspondentes a dados georreferenciados (~30% dos dados).

Anexo ii – Tabela informativa da quantidade de emissão de luz na banda azul para as principais lâmpadas comerciais. Documento produzido por US Department of Energy.

Anexo iii – Decreto nacional francês de 28 de dezembro de 2018 referente à poluição luminosa.

Lista de locais com maior probabilidade de quedas de cagarros

Análise conduzida usando software de informação geográfico QGIS v. 3.8.2-Zanzibar. Mapas executados utilizando a base de dados SOS LuMinAves/DRAM, baseados em dados recolhidos nos anos de 2016 a 2018. Cerca de 32% das localizações recolhidas nos três anos contêm georreferenciação, e foram usados para gerar mapas de densidade. Devido a falta de cobertura total de dados GPS foram somados os totais por freguesia de modo a identificar os municípios mais vulneráveis. A análise de densidade foi executada na escala 400m para ser possível sobreposição/comparação com os mapas de radiância VIIRS (escala detalhada a 400m).

Serão apresentados os Mapas por Freguesia e Mapas de Densidade de Quedas, por ilha e área da ilha quando relevante. Os locais indicados são os centros das zonas de quedas e o seu efeito deverá ser tido em conta nas zonas circundantes também. Alguns locais não possuem dados de quedas georreferenciados com GPS, sendo necessário referir-se aos mapas de totais de quedas por freguesias para orientação.

Nos mapas de densidade estão apresentadas 4 categorias contínuas:

Baixa (amarelo) : >2 indivíduos por 400m entre 2016 e 2018

Média (verde) : >20 indivíduos por 400m entre 2016 e 2018

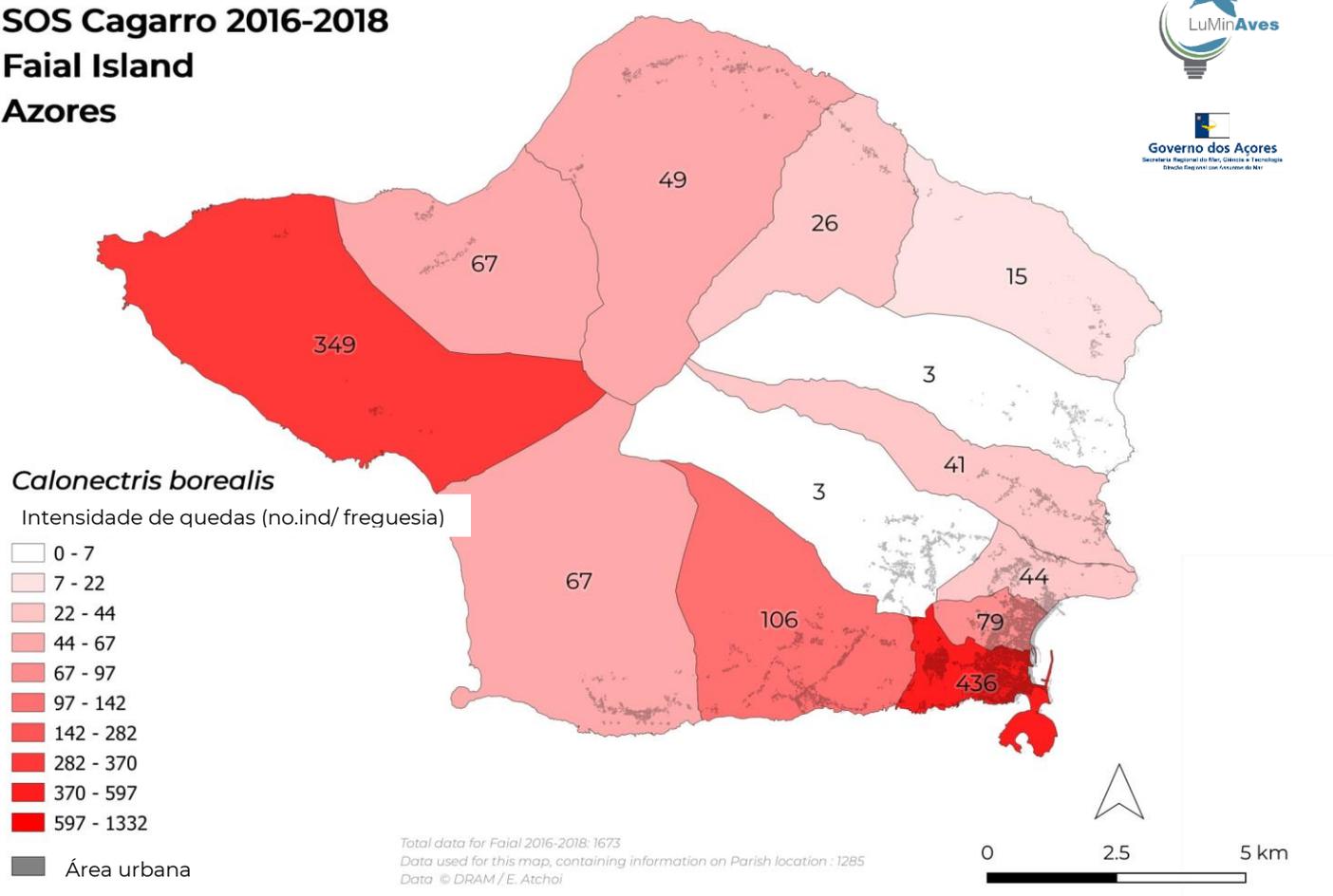
Alta (azul) : >70 indivíduos por 400m entre 2016 e 2018

Muito alta (roxo) : >115 indivíduos por 400m entre 2016 e 2018

ILHA DO FAIAL

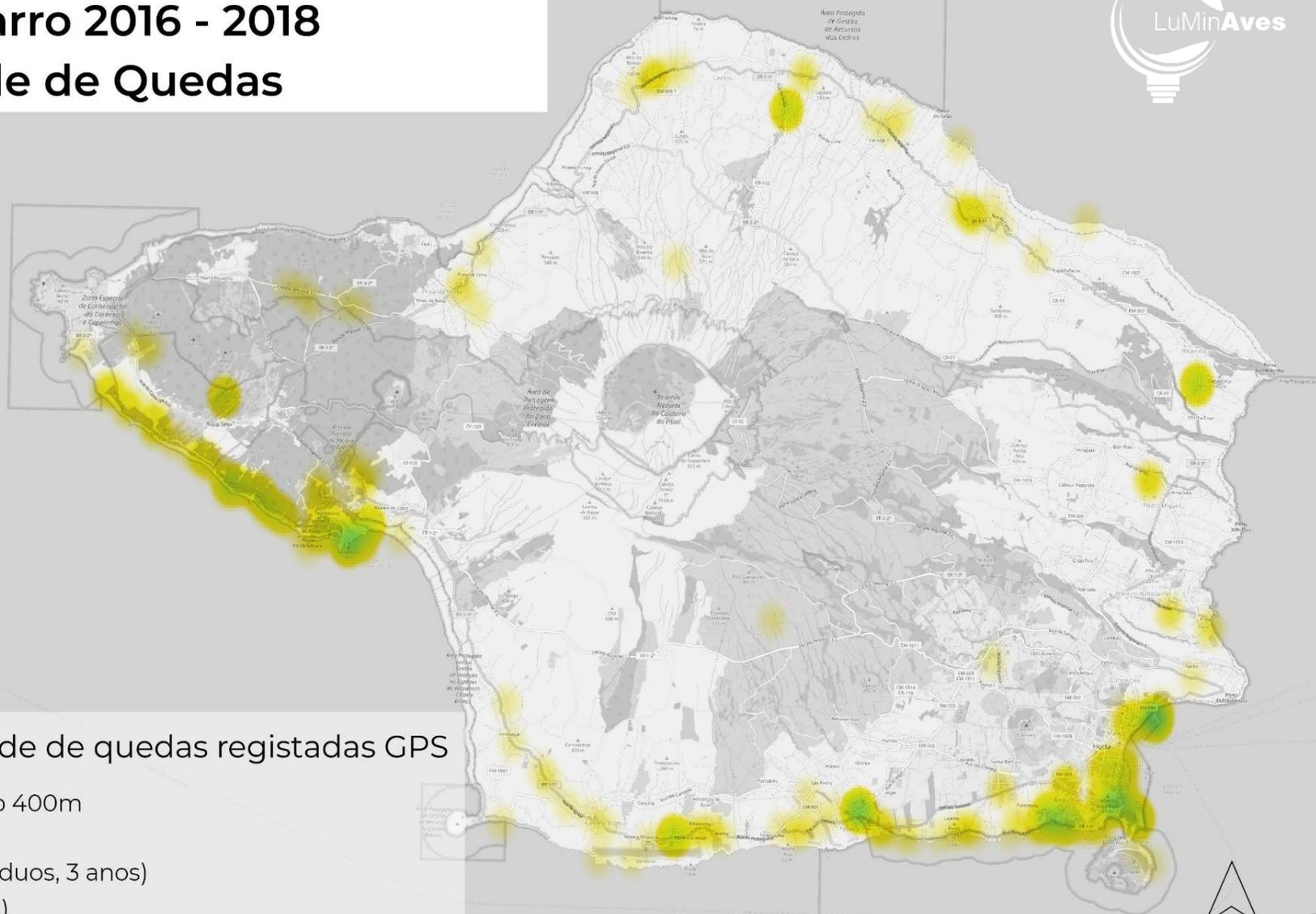
- Cidade da Horta, Porto de Pesca e início da Marina
- Cidade da Horta, Porto Atlântico Line
- Cidade da Horta, Porto Pim
- Cidade da Horta, Zona da Escola Secundária Manuel de Arriaga
- Feteira, zona da rotunda da Variante
- Varadouro, Porto de Pesca (Nota: a estrada de terra batida entre o Capelo e o Varadouro não está iluminada, e apresenta quedas de cagarros pois atravessa uma grande colónia de cagarros. Como tal esta estrada não deverá ser considerada para esta lista.)
- Cedros, Rua da Igreja e áreas adjacentes

SOS Cagarro 2016-2018 Faial Island Azores



SOS Cagarro 2016 - 2018

Densidade de Quedas



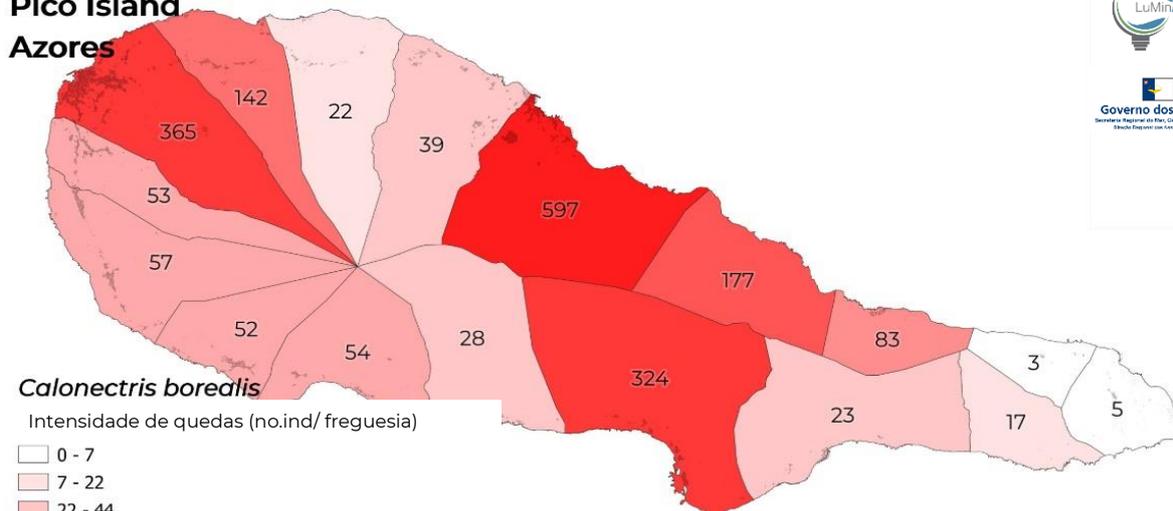
Mapa densidade de quedas registadas GPS

Kernel Density Map 400m

- 0
- baixa (>2 indivíduos, 3 anos)
- média (>20 ind)
- alta (>70 ind)
- muito alta (>115 ind)

- Madalena, frente mar
- Candelária, zona protegida da cultura da vinha (colónia Monte)
- Vila das Lajes, frente mar
- Vila de São Roque, frente mar (dados totais de freguesia)

SOS Cagarro 2016-2018
Pico Island
Azores



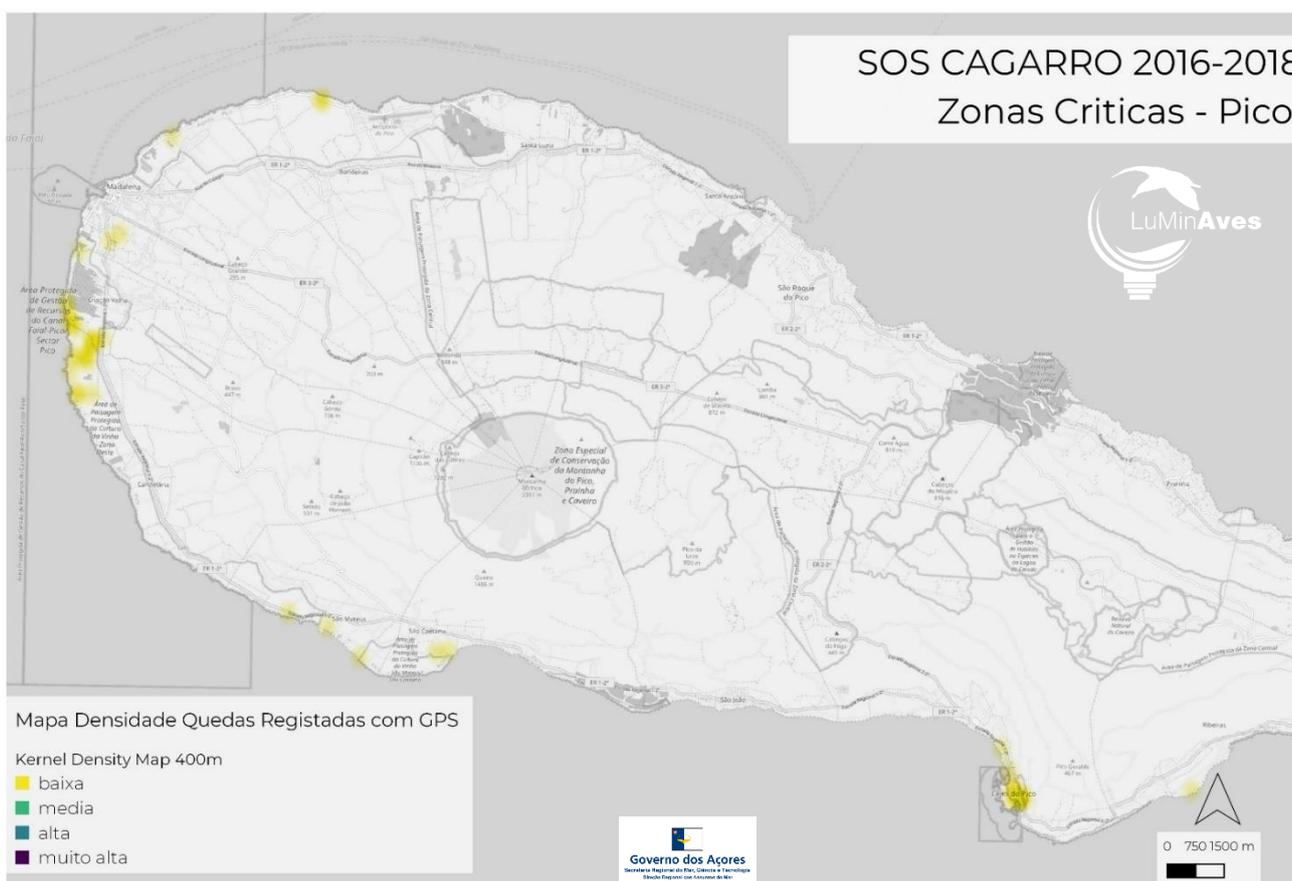
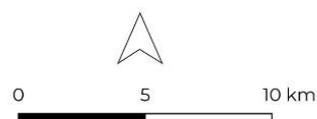
Calonectris borealis

Intensidade de quedas (no.ind/freguesia)

- 0 - 7
- 7 - 22
- 22 - 44
- 44 - 67
- 67 - 97
- 97 - 142
- 142 - 282
- 282 - 370
- 370 - 597
- 597 - 1332

Área urbana

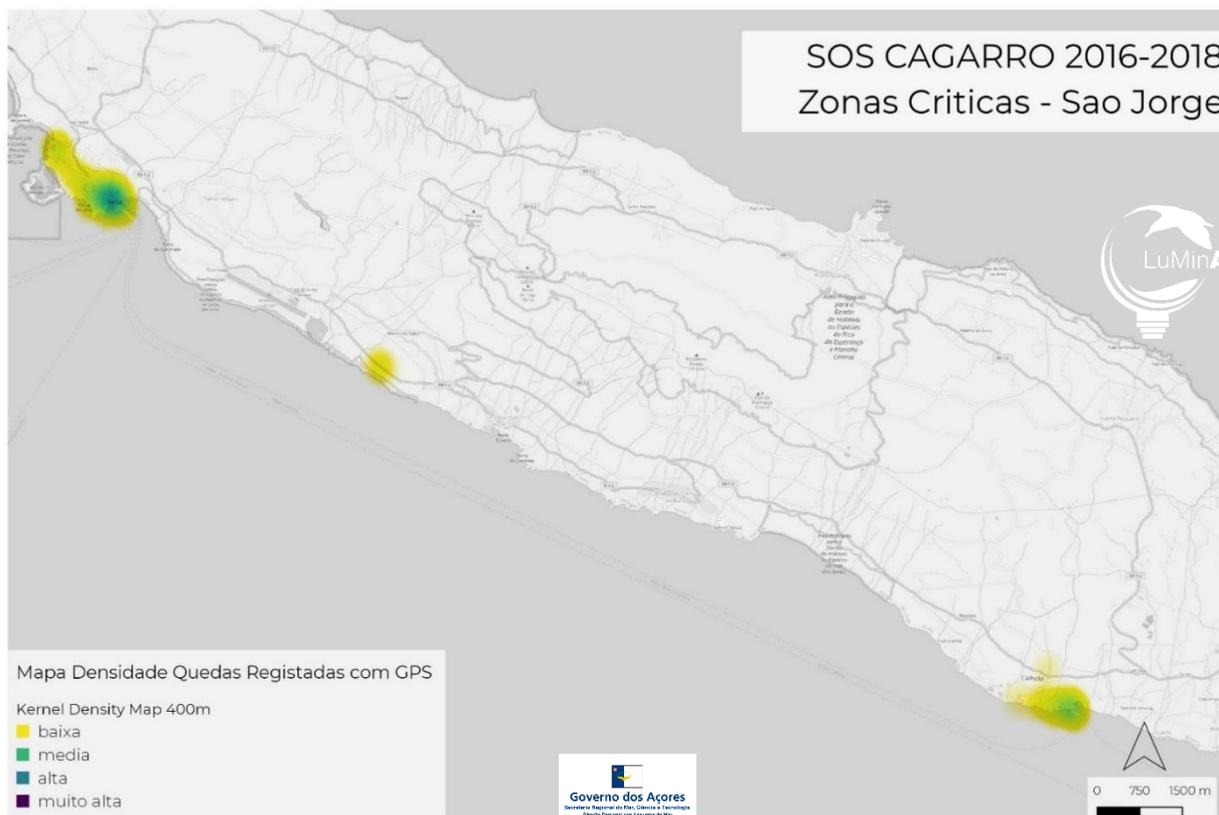
Total data for Pico 2016-2018: 2361
 Data used for this map, containing information on Parish location: 2041
 Data © DRAM / E. Atchó



ILHA DE SÃO JORGE

*não existem muitos registos nem de GPS específico de queda nem de local específico de queda. Os valores e locais apresentados são locais de recolha/entrega de cigarros. É necessário mais dados para se identificar melhor os locais mais problemáticos.

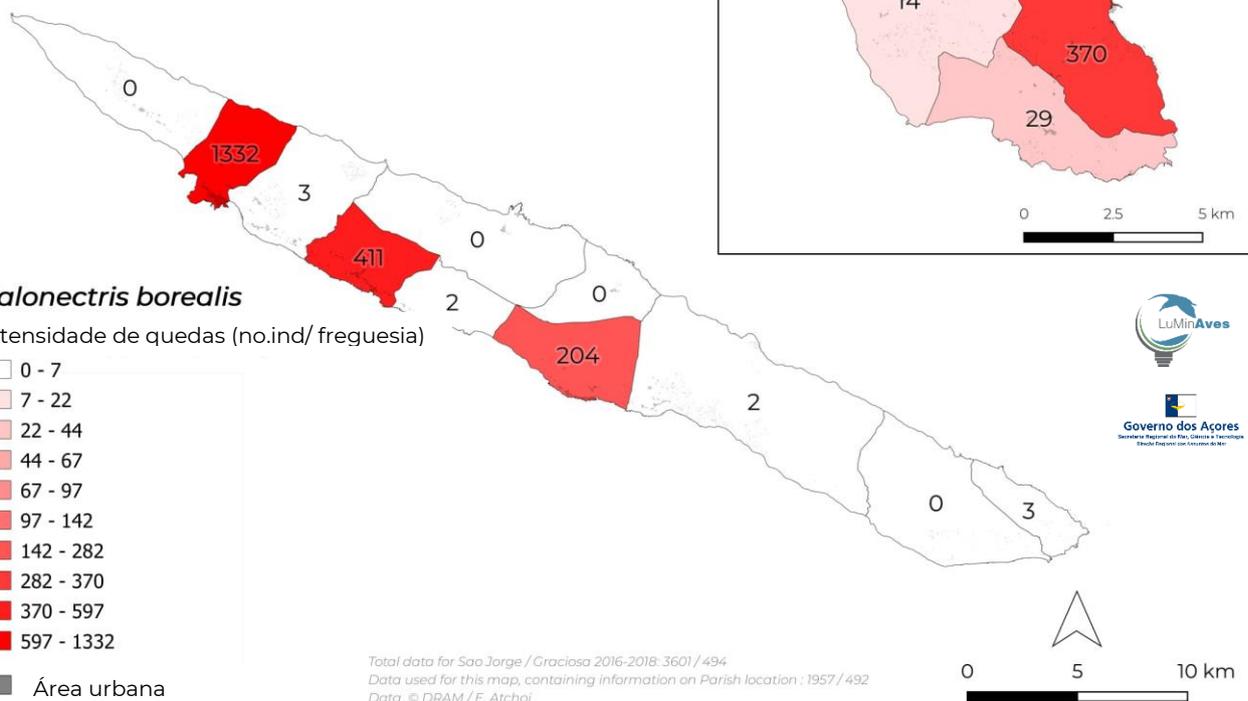
- Velas, frente mar
- Calheta, frente mar



SOS Cagarro 2016-2018

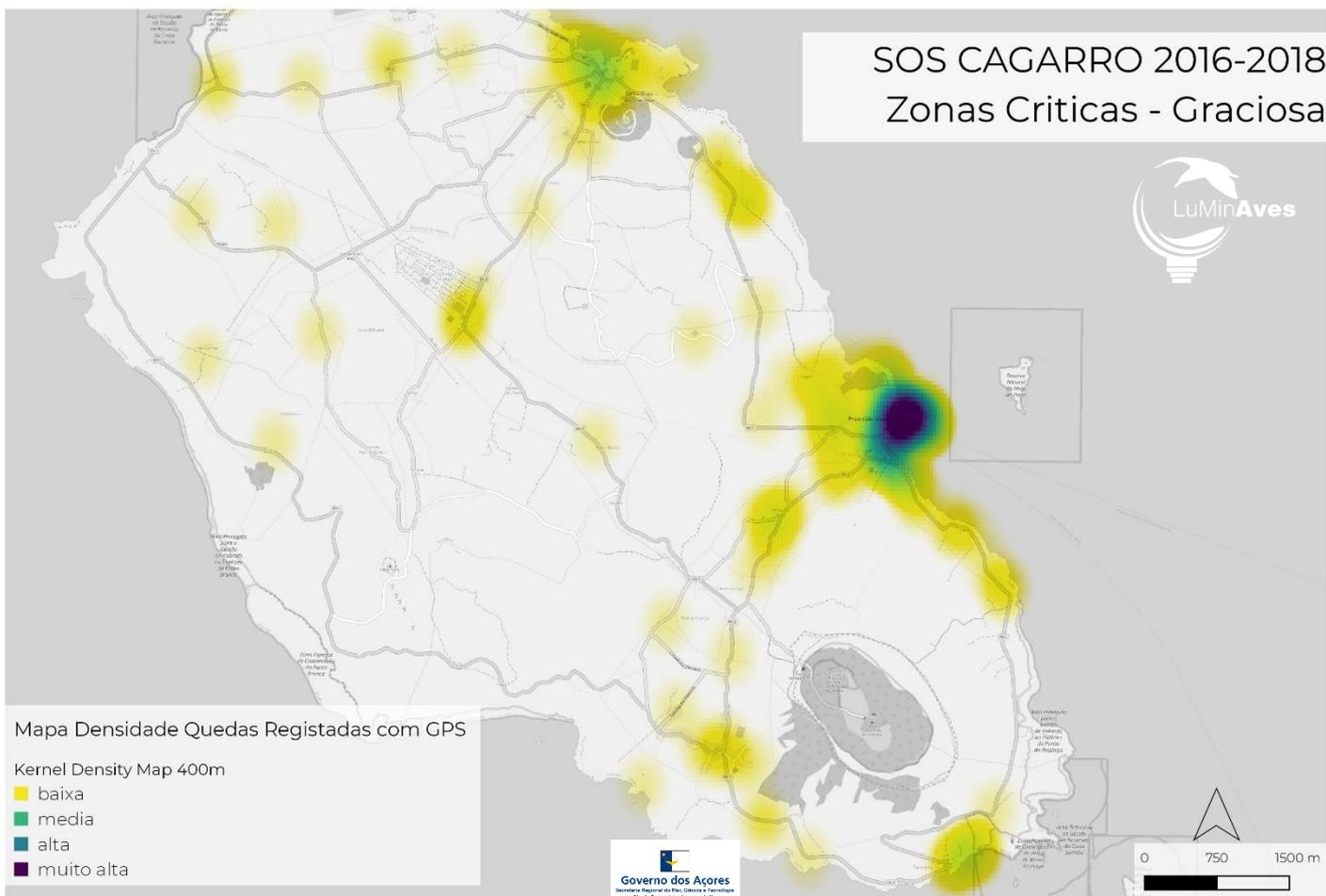
Sao Jorge / Graciosa Island

Azores



ILHA DA GRACIOSA

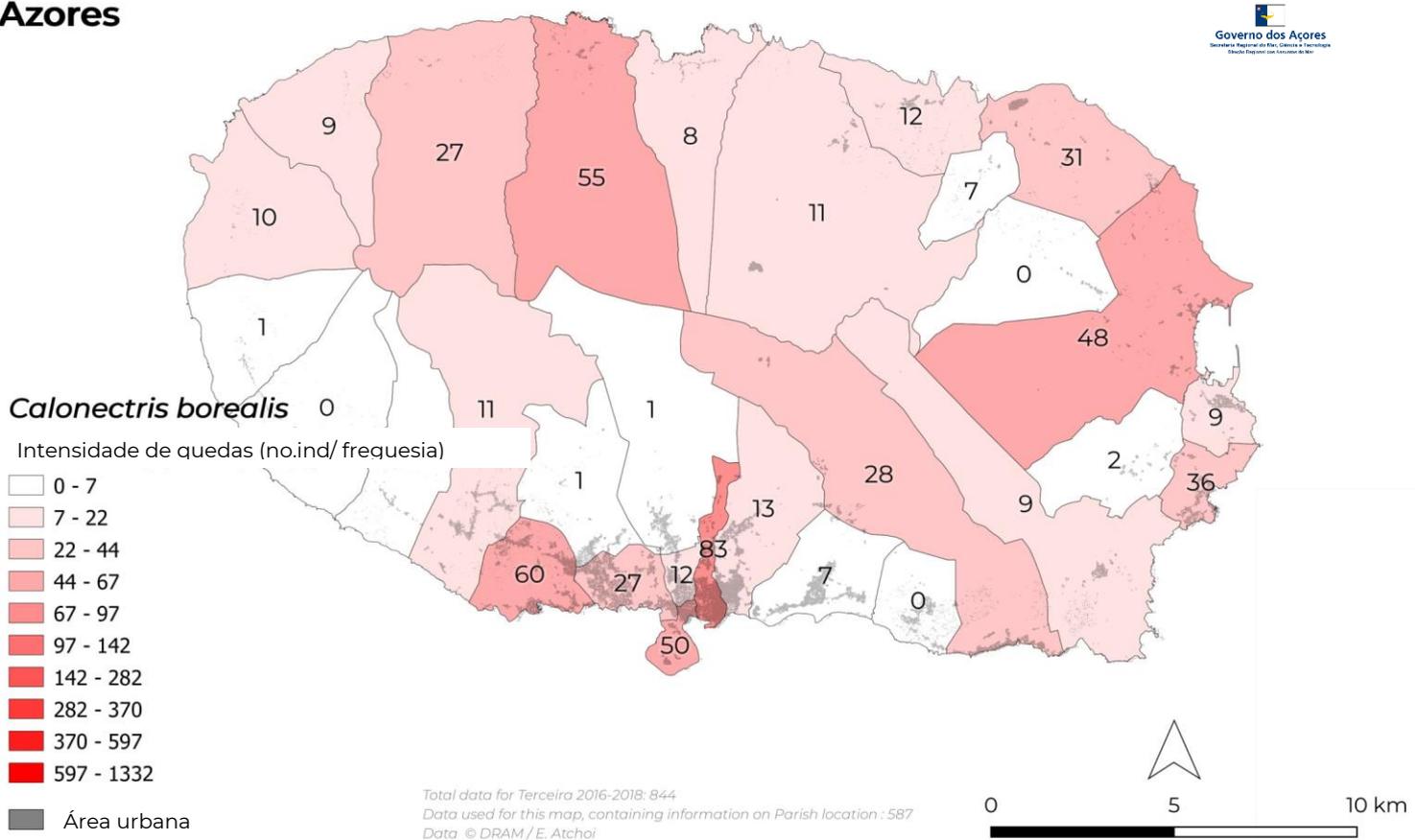
- Vila da Praia, frente mar (local de grande importância devido à presença do ilhéu da Praia em frente, onde nidificam várias espécies de aves marinhas suscetíveis à poluição luminosa)
- Vila da Santa Cruz da Graciosa, frente mar
- Vila do Carapacho, Termas (local de importância devido á presença do ilhéu de Baixo em frente, onde nidificam várias espécies de aves marinhas)



ILHA DA TERCEIRA

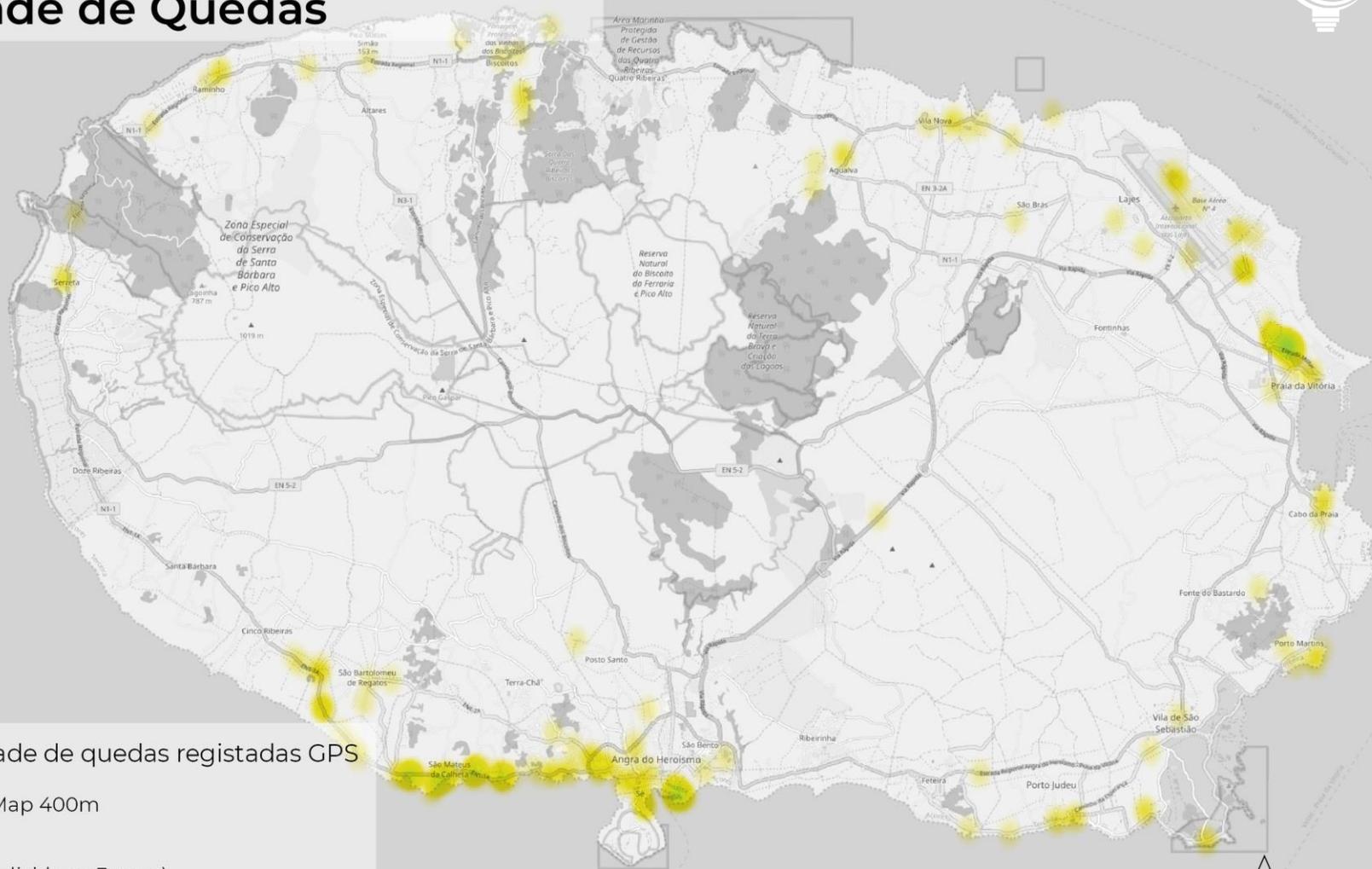
- São Mateus da Calheta, estrada nacional costeira
- Angra, Universidade dos Açores
- Angra, Nossa Senhora da Conceição e porto de lazer
- Praia da Vitoria, Est. Militar e área dos Tanques

SOS Cagarro 2016-2018 Terceira Island Azores



SOS Cagarro 2016 - 2018

Densidade de Quedas



Mapa densidade de quedas registadas GPS

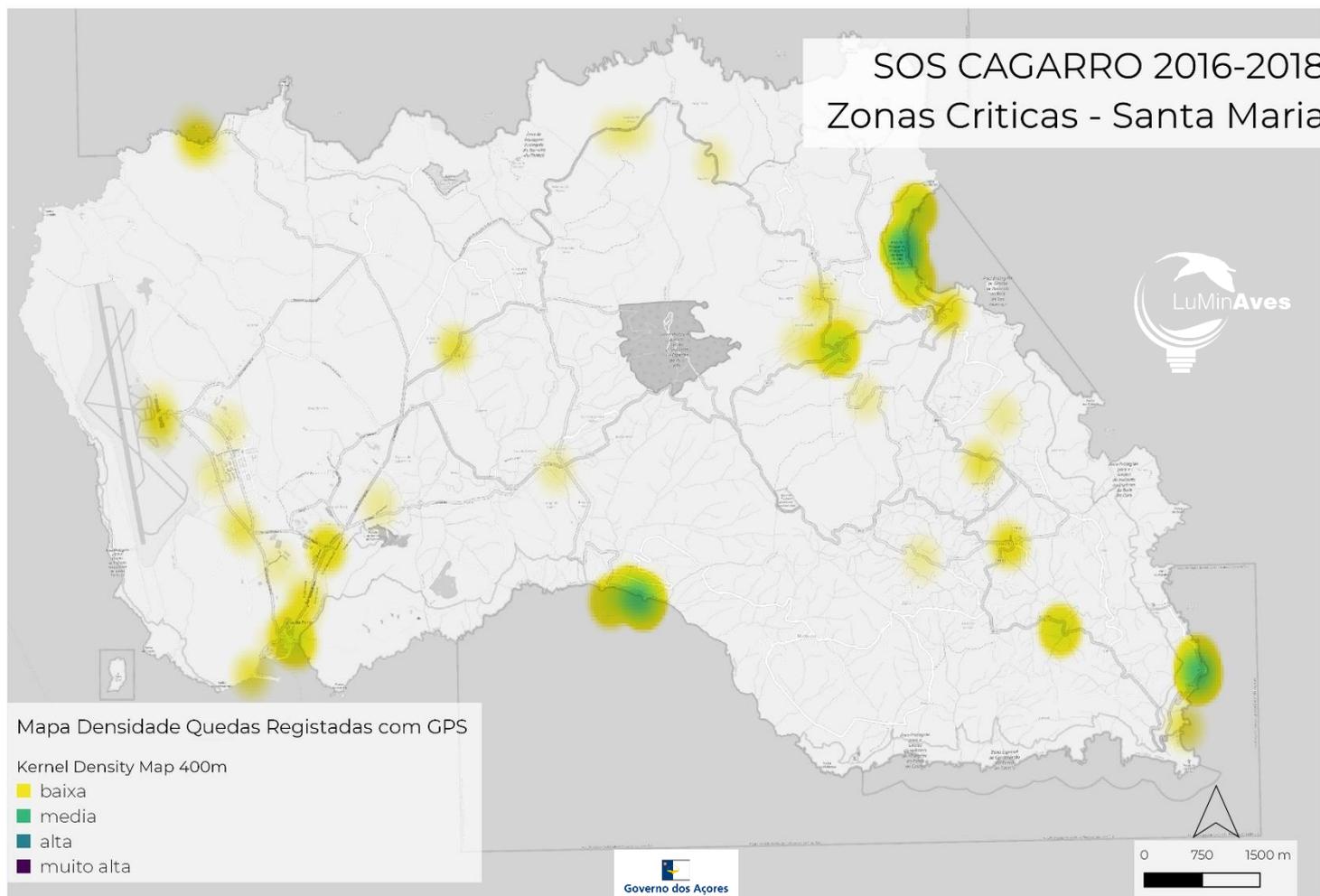
Kernel Density Map 400m

- 0
- baixa (>2 individuos, 3 anos)
- média (>20 ind)
- alta (>70 ind)
- muito alta (>115 ind)

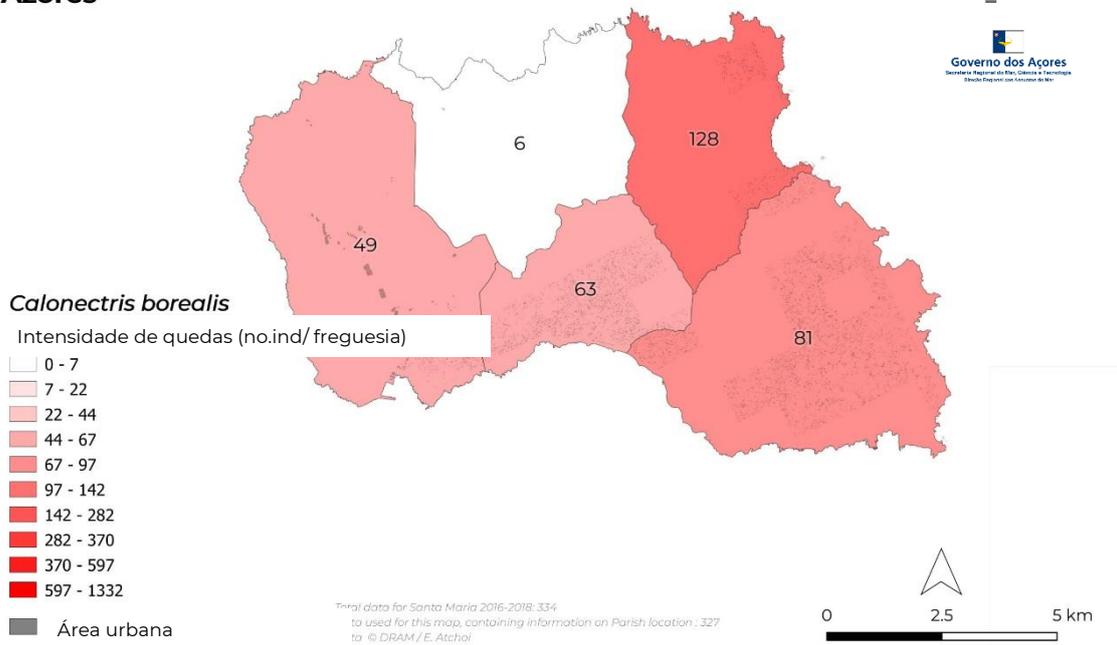


ILHA DE SANTA MARIA

- Baía de São Lourenço, frente mar
- Arrebetão, estrada central
- Maia, frente mar
- Praia Formosa, frente mar
- Vila do Porto, porto e estrada que desce para o porto

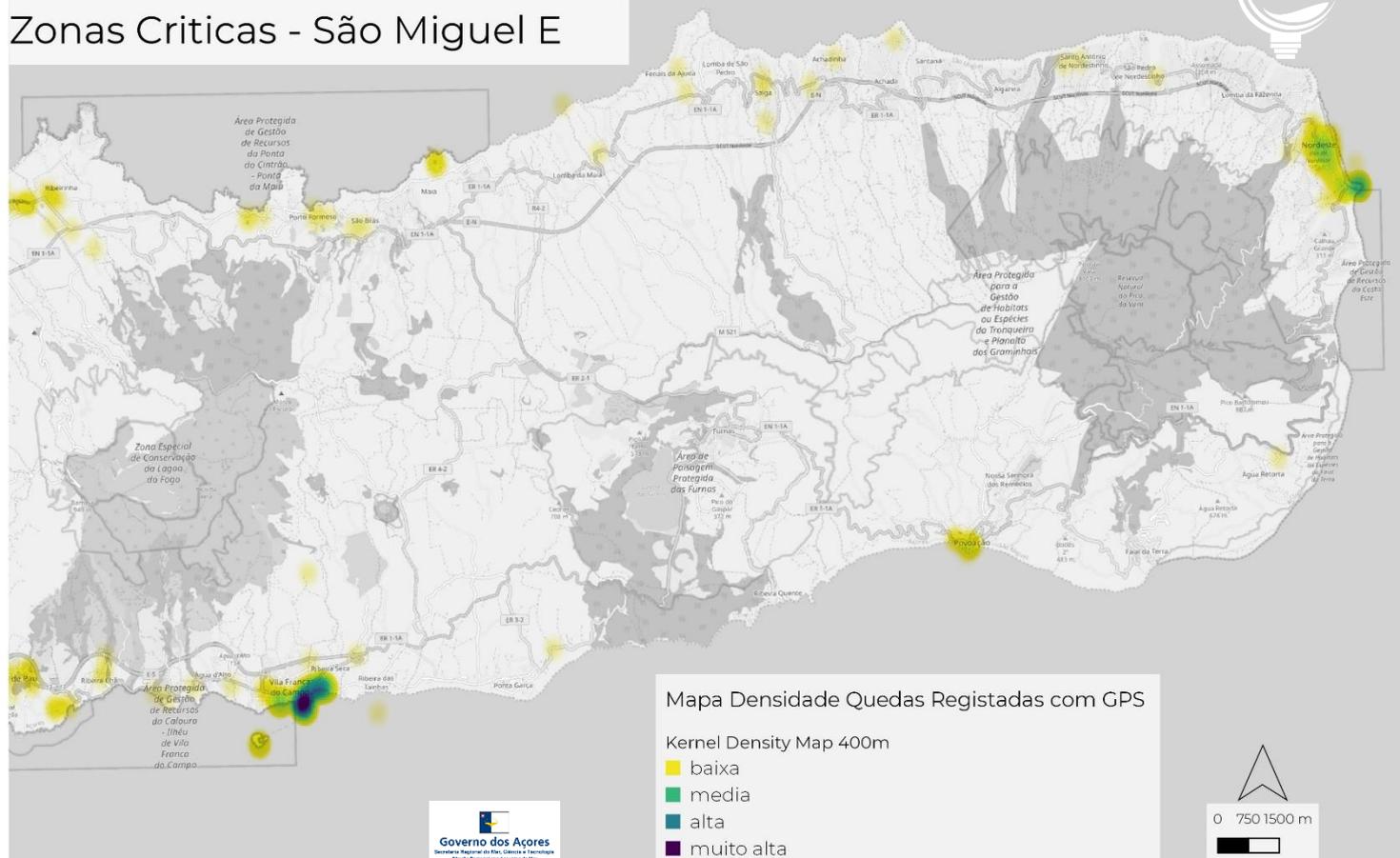


SOS Cagarro 2016-2018 Santa Maria Island Azores



- Ponta Delgada, frente marítima e portas do Mar
- Nossa Sra do Rosário, frente mar
- Vila Franca do Campo, frente mar e urbanizações na área (zona de importância devido á presença do ilhéu de Vila Franca do Campo em frente, onde nidificam uma população grande de cagarros)
- Vila do Nordeste
- Vila da Ribeira Grande, frente mar
- Rabo de Peixe, porto de pesca

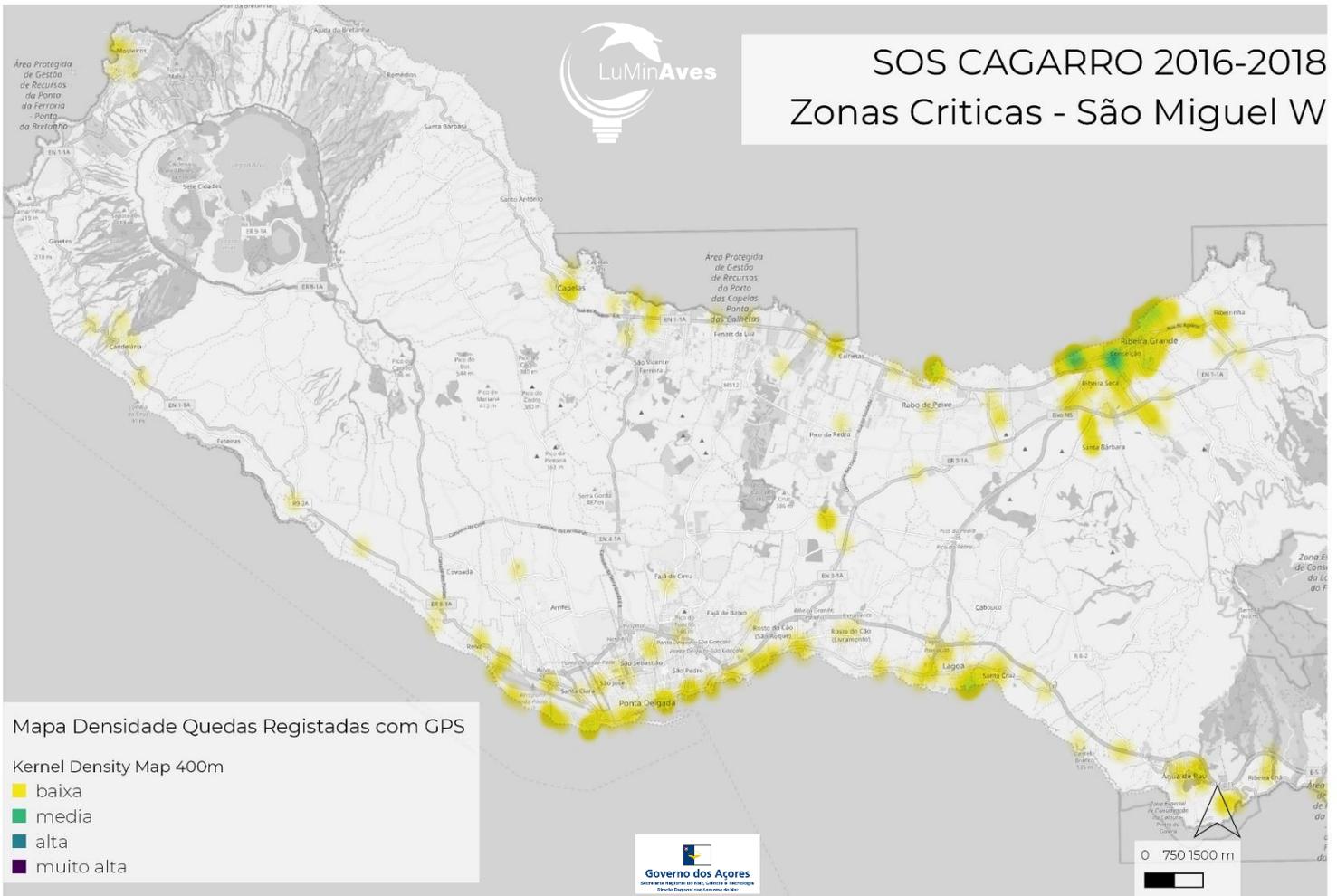
SOS CAGARRO 2016-2018 Zonas Críticas - São Miguel E





SOS CAGARRO 2016-2018

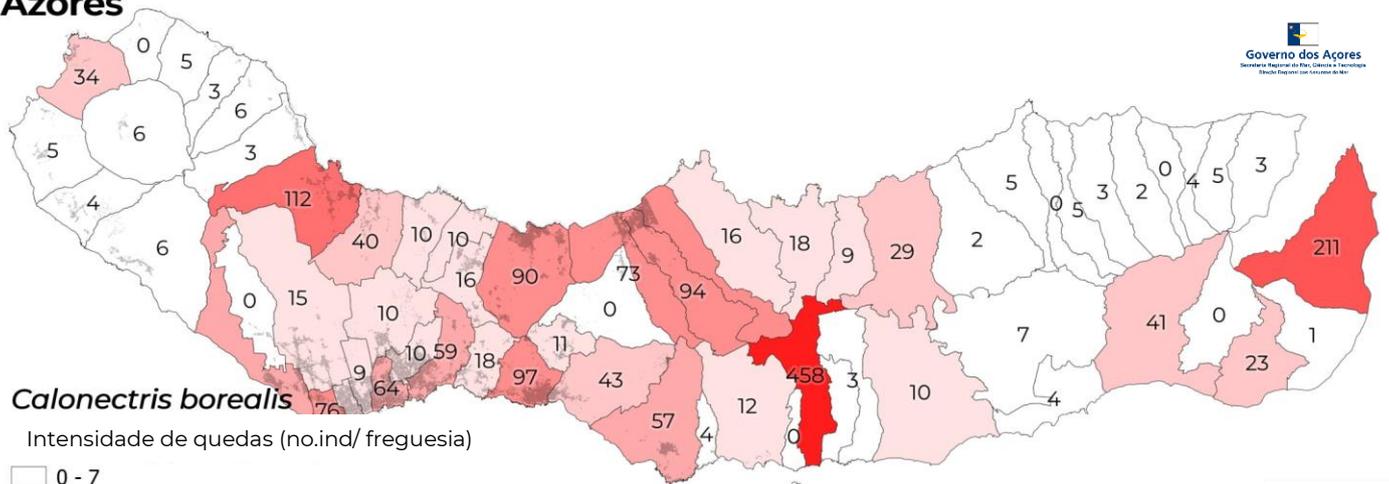
Zonas Críticas - São Miguel W



SOS Cagarro 2016-2018

Sao Miguel Island

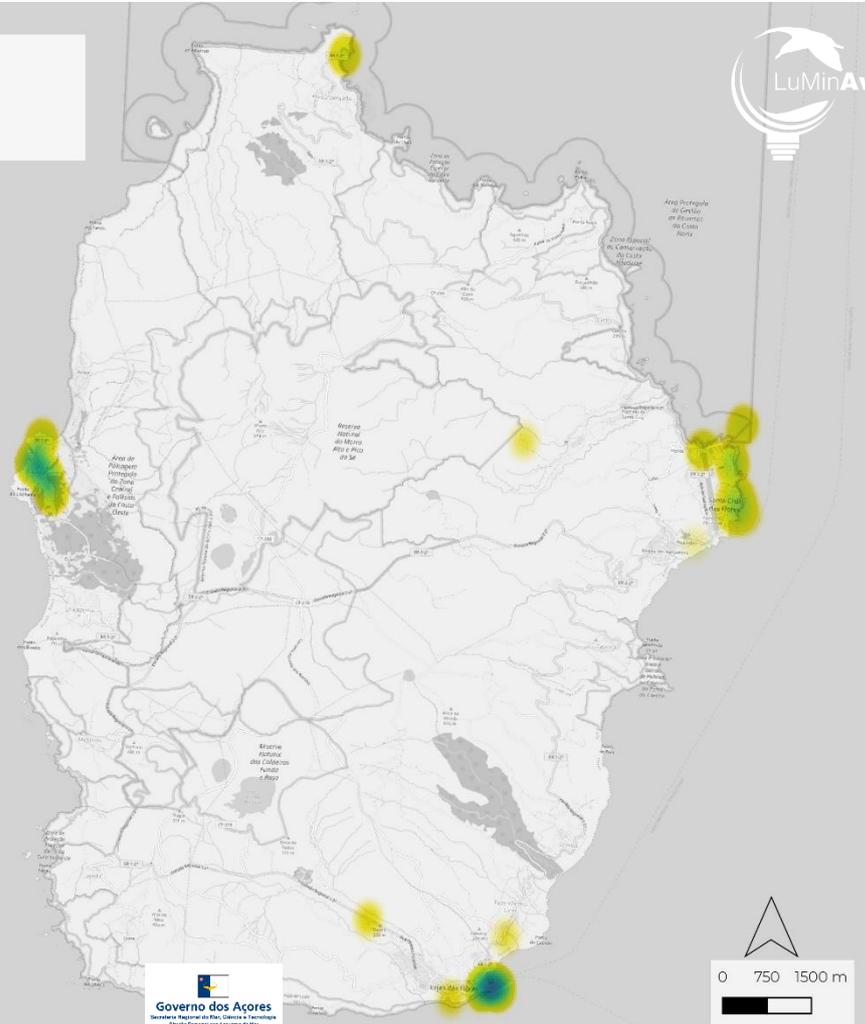
Azores



ILHA DAS FLORES

- lajes das Flores, porto de pesca
- Fajã grande, frente mar
- Vila Santa Cruz das Flores

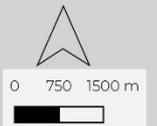
SOS CAGARRO 2016-2018 Zonas Criticas - Flores



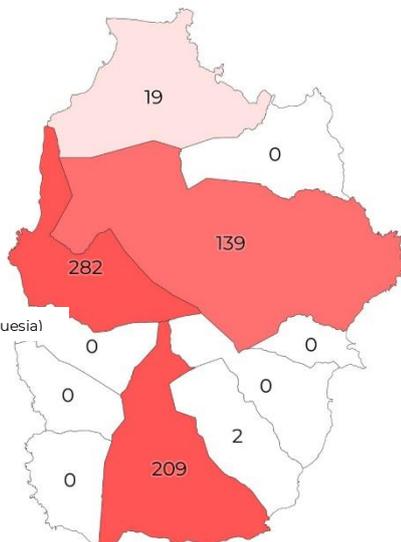
Mapa Densidade Quedas Registadas com GPS

Kernel Density Map 400m

- baixa
- media
- alta
- muito alta



SOS Cagarro 2016-2018 Flores / Corvo Island Azores

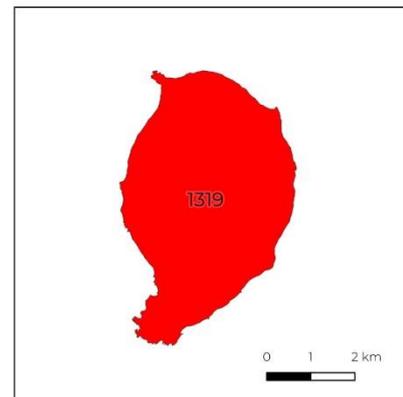


Calonectris borealis

Intensidade de quedas (no.ind/ frequesial)

- 0 - 7
- 7 - 22
- 22 - 44
- 44 - 67
- 67 - 97
- 97 - 142
- 142 - 282
- 282 - 370
- 370 - 597
- 597 - 1332

■ Área urbana

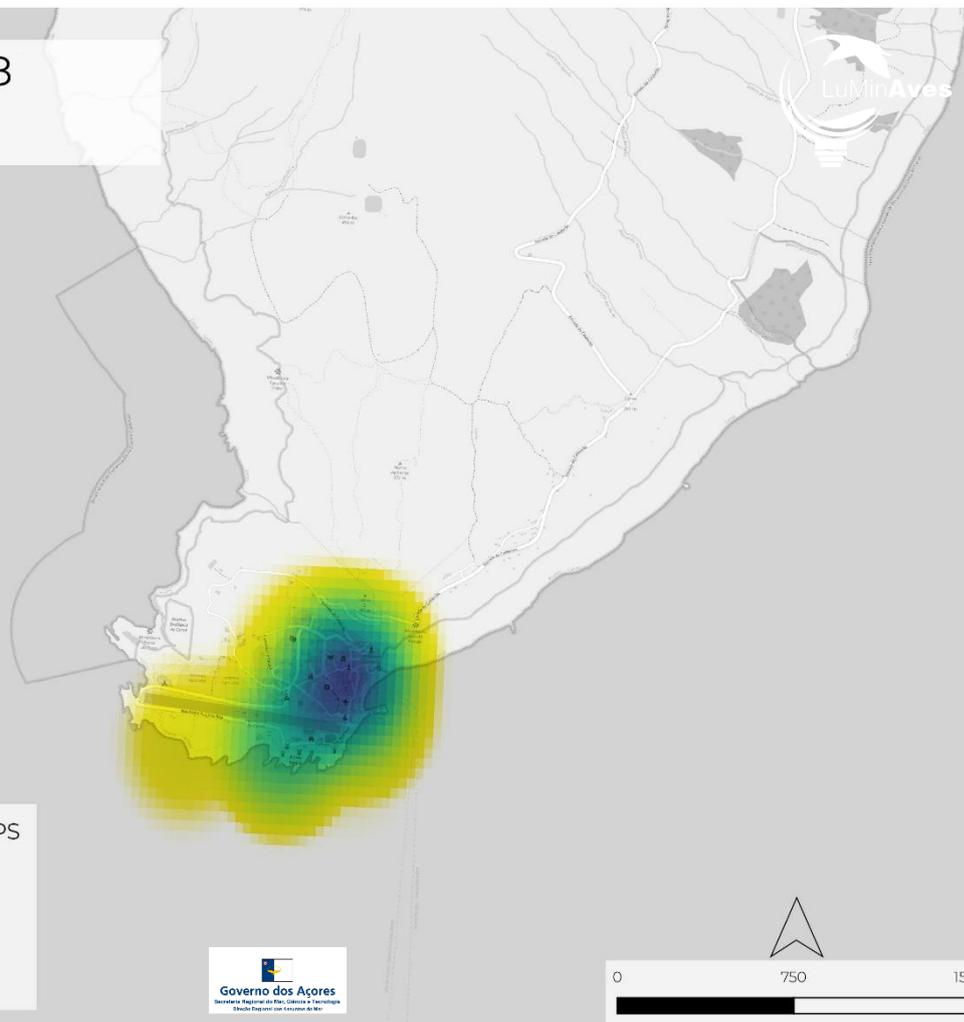


*** si data for Flores/Corvo 2016-2018: 669/1319
a used for this map, containing information on Parish location : 651/1319
© DRAM / E. Atchot

ILHA DO CORVO

- Vila do Corvo (áreas mais críticas:
 - i. Porto de pesca
 - ii. Moinhos
 - iii. Zona velha da vila

SOS CAGARRO 2016-2018 Zonas Críticas - Corvo



Selected Blue Light Characteristics of Various Outdoor Lighting Sources at Equivalent Lumen Output

Table 1 below¹ lists various sources used in street and area lighting (among other applications) along with selected characteristics related to their spectral content, normalized for equivalent lumen output. Data for each source includes a measured correlated color temperature (CCT), the calculated percentage of radiant power contained in "blue wavelengths" (defined here from the literature related to sky glow as wavelengths between 405 and 530 nanometers [nm]), and the corresponding scotopic and melanopic multipliers that are shown relative to a high-pressure sodium (HPS) baseline due to its predominance in the existing outdoor lighting market.

Row	Light source	Luminous Flux (lm)	CCT (K)	% Blue*	Relative Scotopic Potential	Relative Melanopic Potential**
A	PC White LED	1000	2700	15% - 21%	1.74 - 2.33	1.90 - 2.82
B	PC White LED	1000	3000	18% - 25%	1.88 - 2.46	2.09 - 3.06
C	PC White LED	1000	3500	22% - 28%	2.04 - 2.54	2.34 - 3.25
D	PC White LED	1000	4000	26% - 33%	2.11 - 2.77	2.36 - 3.64
E	PC White LED	1000	4500	32% - 35%	2.39 - 2.94	2.83 - 3.95
F	PC White LED	1000	5000	35% - 40%	2.61 - 3.43	3.22 - 4.69
G	PC White LED	1000	5700	39% - 45%	2.75 - 3.39	3.42 - 4.62
H	PC White LED	1000	6500	43% - 48%	3.12 - 3.97	4.10 - 5.87
I	Narrowband Amber LED	1000	1606	0%	0.36	0.12
J	Low Pressure Sodium	1000	1718	0%	0.34	0.10
K	PC Amber LED	1000	1872	1%	0.70	0.42
L	High Pressure Sodium	1000	1959	9%	0.89	0.86
M	High Pressure Sodium	1000	2041	10%	1.00	1.00
N	Mercury Vapor	1000	6924	36%	2.33	2.47
O	Mercury Vapor	1000	4037	35%	2.13	2.51
P	Metal Halide	1000	3145	24%	2.16	2.56
Q	Metal Halide	1000	4002	33%	2.53	3.16
R	Metal Halide	1000	4041	35%	2.84	3.75
S	Moonlight†	1000	4681	29%	3.33	4.56
T	Incandescent	1000	2812	11%	2.21	2.72
U	Halogen	1000	2934	13%	2.28	2.81
V	F32T8/830 Fluorescent	1000	2940	20%	2.02	2.29
W	F32T8/835 Fluorescent	1000	3480	26%	2.37	2.87
X	F32T8/841 Fluorescent	1000	3969	30%	2.58	3.18

* Percent blue calculated according to LSPDD: Light Spectral Power Distribution Database, <http://galileo.graphyics.cegepsheerbrooke.qc.ca/app/en/home>.

** Melanopic content calculated according to CIE Irradiance Toolbox, http://files.cie.co.at/784_TN003_Toolbox.xls, 2015.

† Moonlight CCT provided by Telelum, LLC.

Table 1: Selected blue light characteristics of various outdoor lighting sources at equivalent lumen output.

¹ Updated June 2017 to increase the number of LED samples on which the corresponding data ranges are based; see Table 2.

The ranges listed for the LED properties reflect the fact that various products often differ from one another in terms of their precise spectral content, even when binned together in the same nominal CCT, and each CCT bin listed in the table contains numerous product samples. The exact number of samples in each bin ranges from 20 (for 5700 K) to 162 (for 3000 K), with others falling in between (457 samples in all; see Table 2). Conventional light sources are all represented by single values though they would likewise be more accurately characterized by a range (albeit much narrower than LED).

Count	Row	Light source	Luminous Flux (lm)	CCT (K)
59	A	PC White LED	1000	2700
162	B	PC White LED	1000	3000
53	C	PC White LED	1000	3500
51	D	PC White LED	1000	4000
36	E	PC White LED	1000	4500
44	F	PC White LED	1000	5000
20	G	PC White LED	1000	5700
32	H	PC White LED	1000	6500

Table 2: Number of LED products underlying the data ranges shown for each CCT bin in Table 1.

Most importantly, performing a calculation with these values only provides an idea of the relative *potential* to cause health or other impacts, rather than detailing any actual impacts likely to occur. Impacts are critically related to additional factors such as intensity, length of exposure, and other exogenous variables that are not represented in the table.

Nevertheless, the potential influence of blue wavelengths is immediately evident in all "white light" sources containing them. In addition, as demonstrated by the relative properties displayed by conventional lighting sources in the table, the blue light issues that have been raised in recent debate are clearly nothing new to our lighted environment. What *is* new is our increased understanding of their *potential* influence regarding human and environmental health issues, as the related research has evolved. Much work remains to put any associated potential risk into a realistic context, however.

New national regulation on light pollution in France

28 décembre 2018 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 17 sur 197

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention,
à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses

Brief overview by Christophe Martinsons, CSTB (main scientific adviser for the French government concerning light pollution), Jan 8th 2019, christophe.martinsons@cstb.fr

This law is a compromise resulting from 6 months of negotiations organized by the government between :

- Lighting manufacturers (Syndicat de l'Eclairage)
- French lighting association AFE (Association Française de l'Eclairage)
- Association of the Mayors of France AMF (Association des Maires de France)
- A French environmental NGO called FNE (France Nature Environnement)

+ An internet-based public consultation

+ An assessment of the financial impacts of each requirement

CSTB was the lead scientific adviser for the government branch in charge of this new law.

Concerned lighting categories

- Lighting of pathways, streets and roads (public or private)
- Heritage lighting (public or private)
- Parks and gardens accessible to the public or belonging to a company, a social housing authority or a collective housing
- Lighting of outdoor sports facilities
- Illumination of non-residential buildings (facade lighting)
- Indoor lighting of professional premises
- Lighting of commercial showcases
- Lighting of parking lots
- Temporary lighting of special events
- Lighting of construction works

Categories NOT concerned

- Vehicle lighting
- Signs, advertisements (covered by another regulation)
- Tunnel lighting
- Security lighting of airports and ports, railways, security lighting of seas and rivers
- Single homes (houses, frontyards, backyards)
- Pay tolls on motorways

Regulated parameters

- **Lighting schedule**
- **Upward light ratio:**
Nominal ULR and in-situ value ULR_{α}
- **CIE flux code n°3**
Flux emitted downward in $3\pi/2$ sr (± 75.5 deg) divided by downward flux
This parameter is used to limit discomfort glare and intrusive light
- **Correlated color temperature:**
Maximum value of CCT in order to limit the amount of blue light relative to longer wavelengths
- **Density of installed luminous flux**
Installed lumens per m^2 of lighted surface (lm/m^2)
Easier to check than illuminances (simple calculations)
Equivalent to a limit of illuminances through maintenance factors and utilances

The assessment of the financial impacts of the new law resulted in different sets of requirements for each lighting categories.

As a result of the negotiations, each lighting category is regulated using one or several of these parameters, but not all of them.

Lighting zones

Requirements were set for an existing repartition of the French territory:

- « **Agglomération** » = within city limits
- « **hors agglomération** » = outside city limits

Special requirements were set for listed natural areas (national and regional parks, marine reserves, etc.) and astronomical sites

Pathways, street and road lighting requirements

- No requirement on lighting schedule in general, except when lighting is part of a zone of economic activity. In this case :
 - Switch off before 1 am or 1 h after the end of activities if they stop after 1 am
 - Switch on after 7 am or 1 h before the beginning of activities if they begin before 7 am
- $ULR < 1\%$ and in situ $ULR_{\alpha} < 4\%$
- CIE flux code n°3 $> 95\%$
- CCT < 3000 K
- CCT < 2400 K in listed natural areas
- Installed lumen / m² :
 - < 35 lm/m² within city limits
 - < 25 lm/m² outside city limits
- Illuminance should not exceed 20 lux on areas accessible to disabled people

Heritage lighting

« Heritage » is defined as places having historical, artistic, archeological, esthetical, scientific or technical interest.

- Switch on after local sunset
- Switch off at 1 am
- No requirement on ULR
- No requirement on CIE flux code n°3
- No requirement on CCT
- No requirement on installed lumen /m²

Parks and gardens accessible to the public or belonging to a company, a social housing authority or a collective housing

- Switch on after local sunset
- Switch off within one hour after closing time
- No requirement on ULR
- No requirement on CIE flux code n°3
- No requirement on CCT
- Installed lumen / m² : < 25 lm/m² within city limits
< 10 lm/m² outside city limits
- Possibility to reduce the illuminance during the night but no values/schedules are given

Lighting of outdoor sport facilities

- CCT < 2400 K in listed natural areas
- No other requirements

Illumination of non-residential buildings (facade lighting only)

- Switch on after sunset
- No requirement on switch-off time
- No requirement on ULR and CIE flux code n°3
- CCT < 3000 K
- CCT < 2400 K in listed natural areas
- Installed lumen / m² : < 25 lm/m² within city limits
< 20 lm/m² outside city limits
- Possibility to reduce illuminance during the night but no values/schedules are given
- Illuminance should not exceed 20 lux on areas accessible to disabled people

Indoor lighting of professional premises

- Switch off within an hour following the end of activities
- Switch on after 7 am or 1 h before the beginning of activities if they start earlier
- No other requirements

Parking lots

- No required lighting schedule for isolated parking lots
- When parking lots are attached to a zone of economic activities :
 - Switch on after sunset
 - Switch off 2 hours after the end of activities
- Possible lighting in the morning after 7 am or 1 hour before activities if they start earlier
- $ULR < 1\%$ and in situ $ULR_{\alpha} < 4\%$
- CIE flux code n°3 $> 95\%$
- CCT < 3000 K
 < 2400 K in listed natural areas
- Installed lumen / m^2 : < 25 lm/ m^2 within city limits
 < 20 lm/ m^2 outside city limits
- Possibility to reduce illuminance during the night but no values/schedules are given
- illuminance should not exceed 20 lux when parking lots are accessible to disabled people

Lighting of commercial showcases

- Switch off before 1 am or 1 hour after the end of activities if they stop after 1 am
- Switch on after 7 am or 1 h before the beginning of activities if they begin before 7 am
- No other requirements

Lighting of temporary events

- Switch on after sunset
- Switch off at 1 am or 1 hour after end of event
- In protected natural areas and astronomic sites:
 - Ban of « light canons » with flux $> 100\ 000$ lm
 - Ban of recreational laser beams in listed natural areas and astronomical sites
 - Applicable from Jan 1st, 2019

Lighting of construction works

if labor code is not infringed:

- Switch on after sunset
- Switch off within one hour following the end of activities
- CCT < 3000 K in listed natural areas

Rivers, lakes, seas

- Lighting installations must not be directed towards the waters, except when in working areas, industrial zones, transportation routes
- New lighting installations must be not be visible from the sea
- Applicable from Jan 1st, 2019

Intrusive lighting

- No excessive intrusive light must be emitted in residential premises, whatever the lighting source
- No values are given in the law

Possible derogations

- Schedules requirements can be adapted when using presence sensors and daylight sensors. However, these devices must only control a single lighting point.
- Possible derogation of the Mayor concerning the switch-off time of heritage, park and garden lighting the day before a holiday and during Christmas illuminations.
- Possible derogation of prefects concerning the switch-off time during exceptional events or in designated touristic zones
- Prefects can require more stringent criteria to protect sensitive animal or vegetal species.
- Municipalities located within the perimeter of listed astronomical sites may deviate from the temporality, ULR and CIE flow code and color temperature requirements if they implement a light pollution control plan to guarantee the prevention, limitation and suppression of light pollution that can prevent the astronomical observation activities of these sites. This plan must demonstrate that the technical choices proposed make it possible to obtain results equivalent to those obtained by complying with the requirements of this law.

Legal application schedule

All new lighting installations operating after 1st January 2020 must comply

For existing lighting installations:

- **From January 1st, 2019**
 - Switch-on/switch-off times requirements apply to non-residential buildings (indoor and facade lighting)
- **Before January 1st, 2020**
 - All existing luminaires (of all concerned categories) that can be tilted downwards must be mechanically adjusted to reach ULR=0 (no light emitted upward)
- **Before January 1st, 2021**
 - All switch-on/switch-off schedule requirements must be applied for all the concerned categories
- **Before January 1st, 2025**
 - All luminaires (of all concerned categories) with ULR>50% (most spheres and cylinders, etc.) must be replaced by compliant luminaires

Compliance / Control / Enforcement

- Operated by public inspectors
- Lighting managers must provide all technical data concerning their installations:
 - Luminaire data : ULR, CIE flux code, CCT, luminous flux, installation date
 - Maps of lighted surfaces : identification of lighted areas and evaluation of the lighted surfaces in m² in order to compute the installed lm/m² values
- Possible visual control of luminaire tilt angle, search for evidence of upward light (no detail)