Projetos de Edificações Amigáveis para Pássaros

AMERICAN BIRD CONSERVANCY

NEW YORK CITY AUDUBON

Participaram deste trabalho:

ECOAVIS

Adriano Gomes Peixoto
Diretor-Presidente

Coordenação e tradução:
Paulo Gonçalves Carvalho
Diretor Executivo

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS

Luciana Imaculada de Paula
Promotora de Justiça
Coordenadora do Cedef

Diagramação
Rúbia Guimarães
Diretoria de Publicidade Institucional

REVISORES ESPECIALISTAS

Bernardo Araújo
Revisão de arquitetura

Alexandre Magrinelli
Revisão de aspectos legais

Agradecemos em especial a Dra. Christine Sheppard da American Bird Conservancy a dedicação na elaboração do documento original e a ajuda e disponibilidade para nos atender sempre que solicitado.

Críticas, relatos de erros e sugestões de melhoria deverão ser enviados para **contato@ecoavis.org.br**

Número ISBN: 978-65-88261-01-9
Título: Projetos de Edificações Amigáveis para Pássaros
Belo Horizonte, 2020

A versão impressa deste Guia foi viabilizada com recursos Arpa/Divinópolis

ECOLOGIA E OBSERVAÇÃO DE AVES

PREFÁCIO

O guia *Bird-Friendly Building Design*, elaborado pela ABC - American Bird Conservancy , e sua versão em português - denominado *Projeto de Edificações Amigáveis para Pássaros* - destina-se principalmente a arquitetos, planejadores urbanos, legisladores e proprietários/responsáveis por construções, mas não só a este público. É de interesse de toda a comunidade de pessoas preocupadas com as questões ambientais e em especial os admiradores e observadores de aves.

Quando a ECOAVIS começou a receber comunicados recorrentes de ocorrências de mortes de aves por colisão contra vidro em Belo Horizonte, buscou soluções para a prevenção contra este tipo de evento que pudessem ser apresentadas aos responsáveis pelas edificações causadoras deste tipo de problema.

Verificando que não havia uma versão em língua portuguesa do guia produzido pela ABC, a ECOAVIS firmou um acordo com aquela entidade para fazer a tradução do mesmo, bem como promover a sua divulgação. Neste sentido, a Coordenadoria Estadual de Defesa da Fauna (Cedef) do Ministério Público de Minas Gerais prestou importantíssimo apoio para a diagramação e divulgação deste trabalho. O objetivo final do documento é conscientizar os envolvidos direta e indiretamente na produção e administração de edificações e/ou seus responsáveis (tanto na esfera privada quanto na pública) de que é possível reduzir de forma significativa a mortandade de aves causadas pelas nossas construções. Tem o objetivo também de estimular as pesquisas científicas e trabalhos relacionados ao problema de mortandade de aves causadas por ações do homem. Mortandade esta que está se tornando mais crítica com o aumento do uso do vidro nas nossas edificações. Segundo estudos recentemente divulgados, entre as causas de mortes de aves por razões antropogênicas, as construções humanas estão em terceiro lugar em números de mortes de aves, perdendo apenas para mortes provocadas por gatos ferais e domésticos. A disseminação do uso do vidro sem tratamento apropriado nas construções, bem como projetos de iluminação inadequados são os principais problemas a serem contornados. Mas não devemos nos esquecer de que, além do vidro e da iluminação artificial, outros fatores estão envolvidos e devem ser levados em conta para se atingir o objetivo de redução de mortalidade.

Com a publicação deste trabalho esperamos ajudar a conscientizar a sociedade como um todo, mas em especial os legisladores, arquitetos, construtores e planejadores para um problema que está se avolumando e que pode ser minimizado sem que se incorram em custos elevados. Esta primeira edição foi publicada retratando o mais fielmente possível a versão original do documento. Esperamos poder publicar brevemente novas versões deste manual ou outras publicações baseadas nele que contemplem dados, pesquisas, fotos e informações produzidas no Brasil ou em outros países de língua portuguesa.

APRESENTAÇÃO

É natural e esperada a presença de animais nas cidades, que lhes propiciam abrigo, alimento e água, e consistem em redutos ecológicos importantes para muitas espécies, inclusive selvagens.

Ocorre que as perdas de habitats por desmatamentos, queimadas, poluição e pressão antrópica têm contribuído para a ampliação da presença de animais silvestres nos meios urbanos, gerando inúmeros desafios de convivência com os seres humanos. Assim, salutar se apresenta o aperfeiçoamento constante das regras dessa interação para que haja mais harmonia no compartilhamento da casa comum a todas as espécies animais, humanas e não humanas.

Um desses desafios expressa-se pelo aumento da mortandade de aves por colisão em vidro, material cada vez mais utilizado em edificações na atualidade por razões estéticas e de conforto. O material translúcido ou altamente reflexivo pode não ser reconhecido como um obstáculo pelos pássaros, tornando-o, tornando mais propenso às colisões.

Estima-se que no mundo todo bilhões de aves morram anualmente em virtude de colisão em edificações adornadas com vidros. Por isso, encontrar alternativas que possam mitigar esses impactos é de ordem legal, ética e ambiental.

Nesse contexto, o presente guia, elaborado pela American Bird Conservancy – ABC, com a tradução de Paulo Gonçalves Carvalho, Diretor Executivo da Ecologia e Observação de Aves – Ecoavis apresenta, de forma clara e precisa, os elementos necessários à compreensão do tema, bem como elenca as principais ameaças que as construções apresentam aos pássaros e oferece soluções para construções amigáveis aos pássaros.

Oxalá as estratégias aqui apresentadas possam ser consideradas em novas construções e até mesmo adaptadas às já existentes, reduzindo-se a mortalidade desses belos animais!

Nesse intuito a Coordenadoria Estadual de Defesa da Fauna – CEDEF, do Ministério Público de Minas Gerais – MPMG, apoia a presente publicação, pois ela concretiza a sua missão de fortalecer e integrar a defesa da fauna silvestre e doméstica, como forma de garantir o bem-estar desses animais realizada pelos Promotores de Justiça, sempre em parceria com órgãos públicos e com a sociedade civil.

Laboratório de Ciências de Vassar.
Foto da capa e fotos cortesia da Ennead Architects

Detalhe exterior do vidro

Detalhe de vidro, mostrando padrão geométrico

Foto da capa e foto desta página: A nova passarela para o Laboratório de Ciências do Vassar College, projetado por Richard Olcott/Ennead Architects, redefine a identidade das ciências no campus histórico da faculdade e oferece instalações tecnologicamente avançadas para alunos, professores e pesquisadores.

Fundamental para o projeto da edificação é a sua integração com a paisagem natural, a escala e a estética do campus da faculdade. Neste ambiente naturalmente arborizado, a necessidade de estratégias para reduzir as colisões de aves com o edifício era evidente. Em função disso, o edifício foi projetado para atender aos requisitos do Credito Piloto 55 do LEED: Minimização de colisões de pássaros.

Guy Maxwell, sócio-gerente da Ennead, é um especialista em projetos amigáveis para aves reconhecido nacionalmente, e adotou uma abordagem inovadora da Ennead para tornar os vidros do edifício mais seguros para pássaros, empregando vidros estampados, telas e brises e vidro Ornilux, um vidro especial que usa revestimento UV visível para pássaros, mas não humanos.

Ao enquadrar e evidenciar a paisagem, o edifício valoriza o ambiente ao redor e o conecta aos estudantes, enquanto o desenvolvimento geral do edifício dá novo uso a um setor antes subutilizado do campus.

ÍNDICE

SUMÁRIO **4**

INTRODUÇÃO **6**
Porque os pássaros são importantes 7
O cenário legal 7
Vidro: a ameaça invisível 7
Iluminação – aumentando a ameaça 8
Aves e o ambiente construído 8
Impactos das colisões nas populações de ave 9
Colisões de aves e arquitetura sustentável 9
Definindo o que é bom para os pássaros 11

PROBLEMA: VIDRO **12**
Propriedades do vidro 13
Reflexos 13
Transparência 13
Buraco negro ou efeito passagem 13
Fatores que afetam as taxas de colisões em um edifício 14
Projetos de edificações 14
Altura do edifício 14
Orientação e localização 14
Hora do dia 16
Telhados e paredes verdes 16

SOLUÇÕES: VIDRO **18**
Rede, telas, grelhas, persianas, brises e anteparos 19
Toldos e beirais 20
Vidro inclinado 20
Padrões no vidro 20
Vidro com padrões UV 22
Vidro opaco e translúcido 22
Películas de janela 24
Soluções aplicadas a vidros internos 24
Decalques e fitas 26
Soluções temporárias 26
Estudo de caso de solução: Javits Center 27

ILUMINAÇÃO : PROBLEMAS E SOLUÇÕES **28**
Soluções 30
Programas de luzes apagadas 31

SOLUÇÕES: POLÍTICAS **32**
Legislação 33
Prioridades para diretrizes políticas 34
Programas de certificação de sustentabilidade 34
Regulamento modelo para construção amigável para aves 35

A CIÊNCIA DA COLISÃO DE AVES **36**
Magnitude de mortes por colisão 37
Padrões de mortalidade 39
Características dos edifícios **39**
Quantidade de vidro 39
Hora do dia 40
Paisagem local 40
Visão das aves e colisões 41
Orientação das aves e o campo magnético da terra 42
Aves e poluição luminosa 42
Cores das luzes e orientação das aves 44
Pesquisa: evitando colisões 45
A regra 2 x 4 (ou 5 x 10 cm) 47

AVALIANDO O PROBLEMAS DE COLISÕES: ferramentas para os proprietários das edificações **48**
Soluções 49
Estações do ano 50
Clima 50
Hora do dia 50
Localização 50
População local de aves 51
Monitoramento pós-mitigação 51

REFERÊNCIAS **52**

Agradecimentos **59**
Aviso legal **59**
Recomendação de construção favorável a pássaros da American Bird Conservancy **61**

A área em vidro em uma fachada é o mais forte indicador de grau de ameaça às aves. Há também outros motivos para se limitar o uso do vidro. O Call Center de Emergência do Skidmore Owings Merril, no Bronx, em Nova York, é um bom exemplo de design criativo com uso restrito de vidro, para um edifício destinado a ser seguro e resistente a explosões. Foto de Chris Sheppard, ABC

Para atualizações e novas informações, consulte **collisions.abcbirds.org**

SUMÁRIO

Um pássaro, provavelmente uma pomba, bateu na janela de uma casa em Indiana com força suficiente para deixar essa imagem fantasmagórica no vidro. Foto de David Fancher

A colisão com vidro tira a vida de centenas de milhões de aves todos os anos nos Estados Unidos. Perde apenas para os gatos domésticos como causa de mortalidade ligada diretamente à ação humana. Aves que voaram sem problemas por milhares de quilômetros em uma migração podem morrer subitamente em um painel de vidro; as colisões matam filhotes antes que eles ganhem experiência de voo. Como o vidro é perigoso para adultos fortes e saudáveis, e tambem para aves doentes ou jovens, pode ter um impacto particularmente sério nas populações.

Mortes de pássaros ocorrem em edifícios nos Estados Unidos e em todo o mundo. Sabemos mais sobre os padrões de mortalidade nas cidades, porque é nelas que existe mais monitoramento, mas virtualmente qualquer edifício com vidro representa uma ameaça, onde quer que se localize. As aves mortas documentadas por programas de monitoramento ou fornecidas aos museus constituem apenas uma fração das aves efetivamente mortas.

O tamanho do problema pode ser desanimador, mas já existem soluções eficazes e um aumento do interesse comercial para o desenvolvimento de novas soluções, se as pessoas puderem ser convencidas a adotá-las. É amplamente reconhecido que a iluminação artificial noturna desempenha um papel significativo no índice de mortalidade associada ao vidro, mas este fator é muitas vezes pouco compreendido. A maioria das colisões com edifícios ocorre durante o dia.

Há muitos exemplos bem documentados de luzes brilhantes à noite desorientando um grande número de pássaros - geralmente passeriformes em migração durante a noite, mas também aves marinhas - algumas das quais podem circular na luz, às vezes até o amanhecer. A mortalidade noturna associada a eventos de circulação é causada pela colisão com estaiamentos e outras estruturas. Tais eventos foram descritos a partir do final do século XIX nos faróis e, mais tarde, no Monumento a Washington, na Estátua da Liberdade e no Empire State Building, que eram as únicas estruturas bem iluminadas em suas redondezas. Hoje, tais eventos ocorrem principalmente em plataformas de perfuração offshore e torres de comunicação.

Essas situações têm em comum uma luz brilhante cercada pela escuridão, e sua frequência diminuiu nas cidades, à medida que áreas escuras ao redor de estruturas iluminadas também se iluminaram. No entanto, existem fortes indícios de que as aves continuam sendo desorientadas pelas luzes urbanas e de que as luzes estão ligadas à mortalidade, embora os padrões de mortalidade tenham mudado. Os avanços na tecnologia e na produção de vidro desde meados do século XX possibilitaram a construção de arranha-céus com paredes totalmente envidraçadas, casas com grandes janelas panorâmicas e quilómetros de corredores transparentes de bloqueio de ruído nas rodovias. Houve um aumento generalizado na quantidade de vidro usado na construção - e a quantidade de vidro em um edifício é o melhor indicador do número de pássaros que ele matará.

O Newhouse III, projetado pela Polshek Partnership Architects, faz parte da Escola de Comunicações Públicas S.I. Newhouse da Universidade de Syracuse. Este edifício adota uma fachada ondulada de vidro e com padrão geométrico, com o texto da primeira emenda gravado em letras de dois metros de altura ao longo da base. Foto por Christine Sheppard, ABC

No entanto, apesar do vidro ser importante para iluminar o interior dos edifícios, uma fachada com mais de 30-40% de vidro aumenta drasticamente o uso de energia para aquecimento e resfriamento. O design amigo de pássaros está se tornando reconhecido como parte do design sustentável, e também sendo cada vez mais exigido pela legislação em toda a América do Norte.

As estratégias de design amigáveis para as aves podem ser adotadas desde as fases iniciais com custo neutro. Para edifícios já prontos, existem muitas maneiras de se reduzir a mortalidade, com novas soluções sendo desenvolvidas a todo o momento. Existe a tentação de se adiar a ação na esperança de que uma solução milagrosa surja de repente, porque a ciência está em constante evolução e porque sempre queremos mais informações do que nós temos. Mas não podemos esperar para agir. Existem ferramentas e estratégias para fazer a diferença agora. Os arquitetos, designers, urbanistas e legisladores são fundamentais para resolver esse problema. Eles não só têm acesso aos conceitos e materiais mais recentes usados nas construções. Eles também são formadores de opinião e criadores de tendências na forma como construímos nossas comunidades e priorizamos questões de projeto de construção.

Esta publicação visa fornecer a planejadores, arquitetos e designers, defensores de aves e autoridades locais, municipais, estaduais e federais, bem como o público em geral, uma compreensão clara da natureza e magnitude da ameaça que o vidro representa para as aves. Desde a primeira edição, em 2011, houve um aumento na conscientização sobre as colisões, evidenciada por novas portarias e diretrizes para a construção amigável para os pássaros, novos materiais para reforma dos edifícios existentes e promoção pela indústria de vidro de materiais amigos das aves.

Esta edição inclui uma revisão atualizada da ciência referente ao assunto, exemplos de soluções que podem ser aplicadas a construções novas e edifícios existentes e uma explicação de quais informações ainda são necessárias. Esperamos que isso estimule indivíduos, empresas, comunidades, cientistas e governos a resolver esse problema e tornar os edifícios mais seguros para as aves. A construção de edifícios favoráveis aos pássaros e a eliminação das piores ameaças existentes exigem apenas um design imaginativo, retrofits eficazes e o reconhecimento de que as aves têm valor intrínseco e cultural, além de econômico e ecológico, para a humanidade.

O Programa de Colisões da American Bird Conservancy trabalha em nível nacional para reduzir a mortalidade de aves coordenando-se com organizações e governos, desenvolvendo programas e ferramentas educacionais, avaliando e desenvolvendo soluções, consolidando informações e gerando conscientização.

A malha de aço que envolve o Cocoon de Zurique, na Suíça, projetado pela Camenzind Evolution, Ltd, proporciona privacidade, reduz o custo de aquecimento e o resfriamento, e protege os pássaros, mas ainda permite que os ocupantes vejam o exterior. Foto de Anton Volgger

A fachada do Museu Brandhorst projetado por Sauerbruch Hutton é um exemplo brilhante de mistura de materiais vítreos e não-vítreos.

INTRODUÇÃO

Por que os pássaros são importantes

Para muitas pessoas, os pássaros e a natureza têm um valor intrínseco. Aves têm sido importantes para os seres humanos em toda a história, muitas vezes simbolizando valores culturais como a paz, a liberdade e a fidelidade. Além do prazer que eles podem proporcionar para as pessoas, nós dependemos deles para funções ecológicas críticas. As aves consomem grandes quantidades de insetos e fazem o controle de populações de roedores, reduzindo os danos às culturas e florestas e ajudando a limitar a transmissão de doenças como o vírus do Nilo Ocidental, dengue e malária. As aves desempenham um papel vital na regeneração de habitats por polinização de plantas e dispersão de sementes. As aves também são um recurso econômico direto. De acordo com o Serviço de Pesca e Vida Selvagem dos EUA, a observação de aves é uma das atividades de lazer que mais cresce na América do Norte, uma indústria de mais de US $ 40 bilhões, responsável por muitos empregos.

O cenário legal

No início do século XX, após a extinção do Pombo-passageiro e da quase extinção de outras espécies de aves devido à caça não regulamentada, foram aprovadas leis para proteger as populações de aves. Entre elas estava a Lei do Tratado sobre Aves Migratórias (MBTA), que tornava ilegal matar uma ave migratória sem permissão. O escopo desta lei, que ainda está em vigor, se estende além da caça, de tal forma que qualquer pessoa que cause a morte de uma ave migratória, mesmo que não intencionalmente, pode ser processada se essa morte for considerada previsível. Atualmente, o escopo da MBTA está sendo questionado em tribunais federais e é impossível dizer se ela será usada para coibir colisões em vidros. No entanto, os tribunais do Canadá determinaram que os proprietários de edifícios sejam responsabilizados pela mortalidade causada pelo vidro.

Violações da MBTA podem resultar em multas de até US$ 500 por incidente e até seis meses de prisão. A Lei de Proteção da Águia Careca e Dourada (originalmente a Lei de Proteção da Águia de 1940), a Lei de Espécies Ameaçadas (1973) e a Lei de Conservação de Aves Selvagens (1992) fornecem proteções adicionais para aves que podem ser aplicáveis a colisões em prédios. Legislação recente, principalmente nos níveis municipal e estadual, abordam o problema da mortalidade por colisões em edifícios e poluição luminosa. Começando com Toronto, no Canadá, em 2009, e São Francisco, na Califórnia, em 2010, um número crescente de estados e municípios aprovaram leis que obrigam a proteção de aves, enquanto outras autoridades aprovaram medidas voluntárias de proteção.

Vidro: a ameaça invisível

O vidro é invisível para os pássaros e os humanos. Os humanos aprendem a perceber o vidro através de uma combinação de experiências e indicativos visuais tais como montantes e até sujeira, mas as aves são incapazes de usar esses sinais. A maioria das colisões de aves com o vidro é fatal quando se chocam com ele a plena velocidade de vôo. Alguns aspectos da visão das aves contribuem para o problema. Enquanto os humanos têm olhos na frente de suas cabeças e boa percepção de profundidade, na maioria das aves os olhos se situam nas laterais de suas cabeças. Os pássaros, portanto, têm pouca percepção de profundidade além do alcance de seus bicos, mas campos de visão amplos para os lados e para trás. Eles julgam sua velocidade de vôo pela passagem de objetos laterais, de modo que seu foco durante o vôo não está necessariamente à frente. Além de simplesmente usar designs com menos vidro, podemos proteger as aves usando telas, venezianas e detalhes que obscurecem parcialmente o vidro mas ainda nos proporcionam visibilidade, ou usando padrões bidimensionais que as aves percebem como barreiras reais. No entanto, as aves têm pouca sensibilidade ao contraste em comparação com os seres humanos: as formas distantes se fundem em um borrão a uma distância menor para as aves. Isso significa que a maioria dos indicativos que tornam o vidro seguro para as aves provavelmente será facilmente visível para as pessoas.

Reflexos em janelas de residencias são uma fonte significativa de mortalidade de aves. As persianas verticais parcialmente abertas aqui podem quebrar a reflexo o suficiente para reduzir o risco para as aves. Foto por Christine Sheppard, ABC

Aves podem tentar alcançar vegetação vista através de duas ou mais paredes de vidro ou janelas; O adesivo singelo não é suficiente para resolver o problema, mas dois ou três talvez pudessem resolver. Foto por Christine Sheppard, ABC

(Página anterior) O pardal-de-garganta-branca é a vítima mais frequente das colisões relatadas pelos programas de monitoramento urbano. Foto de Robert Royse

Iluminação: aumentando a ameaça

A maioria das aves, com exceções óbvias, é ativa durante o dia, com os olhos mais adaptados à visão diurna. Contudo, muitas espécies de pássaros migram durante a noite, permitindo assim que eles usem as horas do dia para se alimentarem. Ainda não está claro sobre como os pássaros navegam voando à noite. Nós sabemos que os pássaros provavelmente têm dois sentidos especiais que permitem determinar a localização e a direção usando o campo magnético da Terra. Um deles, localizado no olho pode permitir que as aves "vejam" as linhas magnéticas na presença de luz azul fraca. Mapas estelares, pontos de referência e outros mecanismos também estão envolvidos.

A iluminação noturna artificial aparentemente perturba os mecanismos de orientação desenvolvidos para trabalhar com fontes fracas de luz e podem fazer com que as aves se desviem de suas rotas de vôo. O problema é agravado por pássaros voando em névoa ou nuvem, o que pode levá-los a voar mais baixo e mais perto de fontes de luz artificial, privando-os de referenciais celestes e magnéticos. Como os pássaros voam perto de fontes de luz, eles podem ficar desorientados e se aproximam do ambiente urbanizado.

A maioria das colisões com edifícios realmente ocorre durante o dia. Enquanto os pássaros buscam alimento e energia para seu próximo vôo migratório, eles encontram um labirinto de estruturas, e muitas vezes, incapazes de distinguir entre habitat e reflexos, atingem o vidro. A quantidade de luz emitida por um edifício é um forte indicador do número de colisões que provocará, mais do que a altura do edifício. Padrões de intensidade de luz através de uma paisagem noturna podem influenciar o padrão de pouso de pássaros naquela paisagem nos estágios finais da migração. Assim, reduzir a emissão de luz em todos os níveis de edifícios e seus arredores é uma parte importante de uma estratégia para reduzir as colisões com o vidro. Há algumas evidências recentes de que a radiação eletromagnética fora do espectro visível também pode desorientar as aves

A luz noturna pode desorientar as aves e o problema não se restringe a edifícios altos. Esta cenário de Las Vegas durante a noite representa uma ameaça para qualquer pássaro que migra nas proximidades durante a noite. Foto de BrendelSignature, Wikipedia

Aves e o ambiente construído

Os seres humanos começaram a usar o vidro no Egito por volta de 3500 AC. O sopro de vidro, inventado pelos romanos no início do primeiro século DC, aumentou em muito as maneiras pelas quais o vidro podia ser usado, incluindo as primeiras janelas primitivas de vidro. O século XVII viu o desenvolvimento do processo de flutuação, permitindo a produção de grandes folhas de vidro. Essa tecnologia tornou-se mais sofisticada, tornando as janelas de vidro disponíveis em grande escala nos anos 60. Nos anos 80, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção e construção culminou nos arranha-céus de vidro atuais e no uso crescente de vidro em todos os tipos de construção. E a qualidade e quantidade do habitat das aves foi degradada em todo o mundo pelo alastrando do uso da terra pelo homem e pela urbanização.

Cidades e vilas invadem o litoral e margens de rios. Subúrbios, fazendas e áreas de recreação invadem cada vez mais os pântanos e florestas. Algumas espécies de aves simplesmente

abandonam o habitat perturbado. Para espécies residentes que toleram ambientes perturbados, o vidro é uma ameaça constante, já que essas aves raramente estão longe das estruturas humanas.

As aves migratórias são frequentemente forçadas a pousar em árvores nas calçadas, parques da cidade, distritos comerciais à beira-mar, e outras manchas verdes urbanas que substituíram seus locais de parada tradicionais. Apesar da quantidade de vidro em um edifício ser o mais forte indicador de quão perigoso ele é para as aves, mesmo pequenas áreas de vidro podem ser letais. As mortes de aves em residências são estimadas entre 1 a 10 aves por casa por ano, entretanto o grande número de residências multiplica essa perda para milhões de aves por ano nos Estados Unidos, representando mais de 46% do total. Outros fatores podem aumentar ou diminuir o impacto de um edifício, incluindo a densidade e a composição das espécies da população de aves locais; geografia local; o tipo, localização e extensão do paisagismo e habitat nas proximidades; vento e clima predominantes; e padrões de migração através da área. Tudo isto deve ser levado em conta no planejamento de edifícios amigáveis para os pássaros.

Impacto das colisões nas populações de aves

Cerca de 25% das espécies da Watch List de aves dos EUA são consideradas preocupantes em termos de conservação (abcbirds.org/birds/watchlist), e até mesmo muitas espécies comuns estão em declínio. A destruição do habitat e/ou a alteração dos locais de reprodução e de invernagem continuam a ser o problema mais sério criado pelo homem, mas as colisões com edifícios perdem apenas para os gatos domésticos como ameaças diretas de fatalidade. Quase um terço das espécies de aves encontradas nos Estados Unidos - mais de 258 espécies, de beija-flores a falcões - são documentadas como vítimas de colisões. Ao contrário dos riscos naturais que matam principalmente indivíduos mais fracos, as colisões matam todas as categorias de aves, incluindo algumas das aves mais fortes e saudáveis que são as que produzem descendentes. Sem ação, o efeito cumulativo dessas mortes resultará em declínios populacionais significativos. A maior parte da mortalidade é evitável. Este documento é uma parte de uma estratégia para evitar que as colisões cresçam e, em última análise, para reduzi-las.

Colisões de aves e arquitetura sustentável

Nas últimas décadas, os avanços na tecnologia e na produção de vidro possibilitaram a construção de edifícios altos com fachadas totalmente de vidro, e vimos um aumento geral na quantidade de vidro usado em todos os tipos de construção. Isso resulta em um aumento de janelas panorâmicas em casas particulares, varandas e guarda-corpo em vidro, abrigos de ônibus e gazebos. Novas aplicações para o vidro estão surgindo constantemente. Infelizmente, à medida que a quantidade de vidro aumenta, também aumenta a incidência de colisões de pássaros.

O campus de Cape May Community College de Cape May herdou um prédio com grandes áreas de vidro que não tinham revestimentos ou filme para controlar a temperatura e o ofuscamento - e ocorriam muitas colisões. A adição de Collidescape eliminou a ameaça às aves, reduzindo os custos de condicionamento de ar. Foto de Lisa Apel-Gendron

O novo Visitors Center do Tracy Aviary (LEED cat. Gold) atende aos requisitos do crédito de Redução de Colisão de Aves do LEED, usando uma variedade de soluções de alta e baixa tecnologia, incluindo decalques e uma fachada dramática. © 2015 Alan Blakely, AIAP. Todos os direitos reservados

Nas últimas décadas, a crescente preocupação com o meio ambiente estimulou a criação de padrões "verdes" e sistemas de classificação para o desenvolvimento. O mais conhecido é o LEED – (Leadership in Energy and Environmental Design, em português Liderança em Energia e Design Ambiental) do US Green Building Council (USGBC). Apesar de o USGBC concordar que os edifícios sustentáveis não deveriam matar as aves, foi inicialmente difícil criar recomendações dentro do sistema de créditos do LEED. A solução foi baseada em uma técnica chamada "teste de túnel", um método não letal que usa aves vivas e que permite que uma pontuação de ameaça relativa seja atribuída aos diversos materiais em comparação com vidro padrão. A seção sobre pesquisa no capítulo 6 sintetisa o trabalho subjacente à atribuição de pontuações de ameaças.

Em 14 de outubro de 2011, o USGBC adicionou o Pilot Credit 55: Bird Collision Deterrance (prevenção de colisões de aves) à sua Biblioteca de Créditos Piloto. O crédito foi elaborado pela American Bird Conservancy (ABC), membros da Fundação Bird-Safe Glass, e pelo Grupo Técnico Consultivo do USGBC sobre Locais Sustentáveis (TAG). Empreendimentos que desejam obter esse crédito devem quantificar o nível de ameaça para as aves representado pelos vários materiais e detalhes de projeto. Esses fatores de ameaça são usados para calcular um índice, ou média ponderada, representando a fachada do prédio; esse índice deve estar abaixo de um valor padrão para se ter direito ao crédito. O índice tem por objetivo proporcionar uma grande faixa no desenvolvimento de projetos que atendam aos critérios. O crédito também exige a adoção de planos de iluminação interior e exterior e monitoramento pós-construção.

O Pilot Credit 55 é um dos créditos mais utilizados na biblioteca piloto. Uma versão revisada do crédito, publicada no outono de 2015, expande sua aplicabilidade para todos os sistemas de classificação LEED, exceto "bairros". A ABC é uma provedora registrada do Sistema de Educação Continuada do Instituto Americano de Arquitetos (AIA), oferecendo aulas sobre design amigável para os pássaros e LEED Pilot Credit 55, presenciais ou na forma de webinar. Entre em contato com Christine Sheppard, csheppard@abcbirds.org, para obter mais informações.

Definindo o que é bom para os pássaros

É cada vez mais comum ver o termo "amigável aos pássaros" usado em várias situações para demonstrar que um determinado produto, edifício, legislação, etc., não é prejudicial às aves. Muitas vezes, no entanto, este termo é desacompanhado de uma definição clara e carece de uma base científica sólida para embasar seu uso. Finalmente, definir "amigável para os pássaros" é uma tarefa subjetiva. O grau de "amigável" é um continuum e, assim sendo, em que ponto o amigável torna-se "hostil"? "Amigável para as aves" é o mesmo que "seguro para as aves"("birdsafe")? Como a definição muda de uso para uso, situação a situação? É impossível saber exatamente quantas aves um determinado edifício irá matar antes de construído e, portanto, realisticamente, não podemos declarar que um edifício é amigo dos pássaros antes de ter sido cuidadosamente monitorado por vários anos.

Existem fatores que podem nos ajudar a prever se um edifício será particularmente prejudicial para as aves ou geralmente benigno, e podemos, portanto, definir padrões simples de construção que, se seguidos, reduziriam significativamente os riscos potenciais para as aves. Desta forma, uma redução de 75% da mortalidade em uma estrutura que mata 400 aves por ano significa que a estrutura ainda matará 100 aves por ano. Como as mortes nos vidros afetam aves adultas em idade de reprodução, o efeito cumulativo de salvar algumas aves é amplificado pela multiplicação da sua prole. Considerando que uma redução de 100% na mortalidade é difícil de ser alcançada, a ABC considera que é melhor tomar ações disponíveis imediatamente do que adiar a ação até que a solução perfeita seja disponível ou não tomar nenhuma ação.

Hariri Pontarini Architects e Robbie/Young + Wright Architects usaram laminados da 3M com imagens de vegetais para retratar as plantas que produzem muitos dos compostos usados pelos alunos da Escola de Farmácia da Universidade de Waterloo, no Canadá. Foto por Christine Sheppard, ABC

PROBLEMA: VIDRO

Este átrio em vidro em Washington, D.C., representa um duplo risco, ao atrair pássaros para as plantas no interior ao refletir o céu. Foto por Christine Sheppard, ABC

Propriedades do vidro

O vidro, como material estrutural, pode variar em aparência, de transparente a espelhado até opaco. Sua superfície pode refletir completamente a luz ou deixar passar praticamente 100% da luz. Uma determinada peça de vidro muda de aparência dependendo dos fatores ambientais, incluindo a posição relativa ao sol, a diferença entre os níveis de luz exterior e interior, o que pode ser refletido e o ângulo em que é observado. Combinações desses fatores podem fazer com que o vidro pareça um espelho ou uma passagem escura, ou seja completamente invisível. Os seres humanos na verdade não "enxergam" o vidro transparente, mas são alertados por contexto, como montantes, sujeira ou caixilhos de janelas. Aves, no entanto, não percebem ângulos retos e outros sinais arquitetônicos como indicadores de obstáculos ou ambientes artificiais: eles tomam o que vêem literalmente. Embora os pássaros locais possam se familiarizar com pedaços de vidro individuais, eles nunca compreendem o conceito "vidro".

As torres de vidro do Time Warner Center, em Nova York, parecem aos pássaros apenas mais um pedaço do céu. Foto por Christine Sheppard, ABC

Reflexos

Sob condições específicas, até mesmo vidro transparente nos edifícios pode atuar como um espelho, refletindo céu, nuvens ou um cenário próximo atrativo para pássaros. Quando os pássaros tentam voar para o cenário refletido, eles colidem com o vidro. Vegetação refletida é a mais perigosa, mas as aves também tentam voar através de edifícios refletidos ou através de passagens refletidas, com resultados fatais.

Transparência

Os pássaros batem nas janelas transparentes quando tentam acessar potenciais poleiros, plantas, alimentos ou fontes de água, ou outros atrativos vistos no vidro, sejam reais ou reflexos. Grandes átrios plantados são problemas freqüentes, assim como guarda corpos de varanda em vidro e passarelas entre edifícios.
A tendência crescente de se usar vidro para visualizar o ambiente, tais como paredes ao redor de jardins nas coberturas, corrimãos ou para isolar passarelas e mesmo gazebos é perigosa porque os pássaros percebem uma rota desobstruída através dos vidros para o outro ambiente.

Buraco negro ou efeito de passagem

As aves geralmente voam através de pequenos espaços, como espaços entre folhas ou galhos, em ninhos nas cavidades, ou através de outras pequenas aberturas que eles encontram. Em algumas situações de luz, o espaço atrás do vidro pode parecer preto, criando uma aparência de tal cavidade ou "passagem" com acesso por onde os pássaros tentam voar.

Corrimãos transparentes são uma tendência perigosa para as aves, especialmente quando eles se situam próximos a vegetação. Foto por Christine Sheppard, ABC

Grandes painéis de vidro podem parecer um caminho aberto. Foto por Christine Sheppard, ABC

O mesmo vidro pode parecer transparente ou altamente reflexivo, dependendo do clima ou da hora do dia.

Fotos por Christine Sheppard, ABC

Fatores que afetam as taxas de colisões de pássaros com um edifício

Cada local e cada edifício pode ser caracterizado como uma combinação única de fatores de risco de colisões. Alguns aspectos de risco tais como os detalhes construtivos do projeto de um edifício são específicos do projeto. Muitas destas características problemáticas do projeto podem ser facilmente aprimoradas, ou simplesmente evitadas, em uma construção nova. Outros aspectos, como por exemplo, a localização de um edifício em relação a locais de parada de migração, ecologia regional e geografia, são difíceis, se não impossíveis, de se modificar.

Projetos de edificações

As pessoas gostam de vidro e ele tornou-se um material de construção popular. Edifícios totalmente em vidro tornaram-se mais e mais comuns, porque o vidro se tornou um material de baixo custo para a construção. O vidro é a causa de praticamente todas as colisões de aves com edifícios. Estudos baseados em dados de monitoramento mostraram uma relação direta entre a quantidade de vidro em um prédio e o número de colisões naquele local - quanto mais vidro, mais mortes por pássaros.

O vidro espelhado é frequentemente usado intencionalmente para fazer um edifício "mesclar-se" em uma área de vegetação, refletindo seus arredores, tornando esses edifícios especialmente mortíferos para os pássaros. No entanto, estes edifícios totalmente em vidro estão cada vez mais sendo questionados. De acordo com grupos como a American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) e o International Code Council, quando há mais de 30-40% de vidro em uma fachada, os custos de condicionamento de ar começam a aumentar drasticamente.

Altura do edifício

Arranha-céus de vidro, devido à sua altura e visibilidade, são frequentemente o foco principal da documentação de colisão, e eles são responsáveis por mais colisões por edifício do que estruturas menores. No entanto, como existem muitas mais residências e prédios baixos, estes últimos são responsáveis pela maior parte da mortalidade total. Um estudo publicado por cientistas do Smithsonian em 2014 estima em 508.000 mortes anuais de aves em arranha-céus, 339 milhões em prédios baixos e 253 milhões em residências. Mais colisões provavelmente ocorrem em vidros nos andares inferiores, onde ocorre a maior parte da atividade das aves, mas quando os monitores tem acesso a recuos e telhados, sempre são encontradas algumas carcaças, indicando que o vidro em qualquer nível pode ser uma ameaça.

Orientação e localização

Muitas vezes se assume que mais colisões ocorrerão em fachadas viradas para norte e sul, já que as as aves migratórias são vítimas freqüentes de colisões. No entanto, a maioria das colisões com edifícios ocorre durante o dia e a orientação da construção não foi considerada como um fator relevante.

Pássaros que voam na vegetação à esquerda são direcionados para as portas de vidro deste edifício por um afloramento rochoso à direita do caminho. Foto por Christine Sheppard, ABC

O vidro espelhado é perigoso a qualquer hora do dia, seja refletindo a vegetação, o céu ou simplesmente o espaço aberto através do qual um pássaro pode tentar voar. Foto por Christine Sheppard, ABC

Jardins em recuos e telhados podem atrair pássaros para proximidade do vidro, o que deve ser evitado.
Chris Sheppard, ABC

O ambiente no entorno dos edifícios e o paisagismo são mais importantes. Características físicas, como caminhos que proporcionam uma trajetória de voo livre em uma paisagem com vegetação, ou obstáculos como afloramentos de rochas ou bermas, podem canalizar as aves em direção ao vidro ou para longe dele e devem ser consideradas no início da fase de projeto. Os padrões de movimentação das aves dentro do habitat circundante podem causar colisões imprevistas. As aves geralmente voam entre os ambientes da paisagem, por exemplo, entre duas árvores e podem se colocar em risco de choque com estruturas ao longo de sua rota.

O vidro que reflete arbustos e árvores causa mais colisões do que o vidro que reflete o piso ou a grama. Estudos que mediram a vegetação na faixa entre 15 a 50 pés (4,5 a 15 metros) distantes de uma fachada levaram ao equívoco de que plantas além de uma certa distância não influenciam colisões, mas a vegetação a distâncias muito maiores pode ser facilmente visível em reflexos. A vegetação ao redor dos edifícios trará mais pássaros para as imediações do edifício; o reflexo dessa vegetação traz mais pássaros para o vidro. Árvores e arbustos mais altos implicam em mais colisões. Deve-se ter em mente que a vegetação nas encostas próximas de um edifício refletirá nas janelas acima do nível do solo. Estudos usando alimentadores de pássaros (Klem et al. 1991) mostraram que colisões fatais acontecem quando os pássaros voam em direção ao vidro acima de alguns metros de distância.

Hora do dia

As colisões tendem a acontecer com mais frequencia quando as aves estão mais ativas. Muitos estudos documentaram que, embora a frequencia de colisões chegue ao pico no início da manhã, elas podem acontecer a praticamente qualquer hora do dia. A maioria dos programas de monitoramento tem se concentrado nas primeiras horas da manhã, antes que as equipes de limpeza tenham varrido as calçadas, devido à maior probabilidade de encontrar pássaros e porque é mais fácil obter pesquisadores voluntários nas horas pré-trabalho.

Telhados e paredes verdes

Os telhados verdes implicam em elementos atraentes para as aves nos níveis mais altos, mas muitas vezes eles estão próximos a estruturas em vidro. No entanto, estudos recentes mostram que telhados verdes bem projetados podem se tornar ecossistemas funcionais, fornecendo alimentos e até mesmo locais de nidificação para aves. A localização de telhados verdes, bem como paredes verdes e jardins na cobertura, devem, portanto, ser cuidadosamente planejados, e vidro adjacente a esses espaços verdes devem ter proteção para as aves.

Telhados e fachadas verdes podem fornecer comida e outros recursos para as aves, mas também podem atrair pássaros para o vidro, que de outra forma não seriam problemáticos. O edifício ACROS, de Emilio Ambasz, em Fukuoka, no Japão, é um exemplo interessante. Foto de Kenta Mobuchi

Este átrio tem mais plantas do que em qualquer local nas proximidades das ruas ao redor, tornando o vidro fatal para as aves que procuram comida ou abrigo nesta área. Foto por Christine Sheppard, ABC

SOLUÇÕES: VIDRO

É possível projetar edifícios que gerem baixa expectativa de mortes de pássaros. Existem numerosos exemplos, não necessariamente projetados com pássaros em mente, mas simplesmente para serem funcionais e atrativos. Esses edifícios podem ter muitas janelas, mas suas telas, treliças, persianas e outros dispositivos externos ou padrões integrados no vidro, servem de aviso para as aves antes que elas colidam. Encontrar tratamentos para o vidro que possam eliminar ou reduzir a mortalidade de aves, além de obscurecer pouco o próprio vidro, tem sido o objetivo de vários pesquisadores, incluindo Martin Rössler, Daniel Klem e Christine Sheppard. Estes trabalhos, discutidos com mais detalhes no capítulo de Ciências, tiveram por foco principalmente o espaçamento, comprimento, largura, opacidade, cor e orientação dos elementos marcados no vidro, e mostrou, sob condições experimentais, que padrões cobrindo menos que 5% da superfície total do vidro pode impedir a maioria das colisões. Estes trabalhos mostraram que, como regra geral, a maioria dos pássaros não tentará voar através de espaços horizontais com menos de 5cm (2 polegadas) de altura ou através de espaços verticais de 10cm (4 polegadas) de largura ou menos. Nós nos referimos a isso como a regra 2 x 4, e isso está claramente relacionado ao tamanho e forma das aves em vôo. (Veja quadro na página 47)

Projetar uma nova estrutura para ser amigável para as aves não implica em restringir a criatividade ou aumentar o custo de construção. Arquitetos em todo o mundo projetaram estruturas fascinantes e importantes que incorporam pouco ou nenhum vidro perigoso. Em alguns casos, a inspiração foi gerada por necessidades funcionais, como sombreamento em climas quentes; em outros, pela estética. Ser amigável para as aves geralmente tem sido incidental. Agora, no entanto, os prédios estão sendo projetados pensando nas aves, e os materiais destinados a esse propósito estão se multiplicando.

Até recentemente, a modernização de edifícios existentes era mais difícil e dispendiosa do que é hoje. No entanto, novos materiais estão surgindo e os custos podem ser controlados pela segmentação de áreas problemáticas, em vez de tratar edifícios inteiros.

(página anterior) A tela de vidro externa do Escritório de Campo Regional da GSA em Houston, Texas, projetada por Page Southerland Page, ajuda a controlar o calor, mas também reduz a probabilidade de colisões. Foto por Timothy Hursley

Materiais e características de design favoráveis aos pássaros geralmente são coincidentes com as funções dos materiais para controlar o calor e a luz, medidas de segurança e detalhes decorativos do projeto. Da mesma forma, as estratégias de projeto de edifícios amigáveis para pássaros se enquadram em três categorias gerais, embora todos os três possam ser combinados em uma única estrutura:

1. Usar o mínimo de vidro (Bronx Call Center, Missão dos EUA nas Nações Unidas)

2. Instalação de vidro atrás de algum tipo de proteção (Young Museum, Cooper Union)

3. Uso de vidro com propriedades inerentes que reduzam as colisões (Centro de Visitantes do Jardim Botânico do Brooklyn; Centro Estudantil da Ryerson University, Toronto; e Catedral de Cristo, a Luz)

Rede, telas, grelhas, persianas, brises e anteparos

Há muitas maneiras de se combinar os benefícios do vidro com o projeto amigável para as aves, incorporando elementos que simultaneamente impedem as colisões e fornecem luz e visibilidade. Alguns arquitetos projetaram fachadas decorativas que envolvem estruturas inteiras. Grades decorativas também fazem parte de muitas tradições arquitetônicas. Telas solares e máscaras externas motorizadas são eficientes para controlar o calor e a luz, aumentar a segurança e podem ser ajustadas para maximizar a visibilidade e a proteção contra pássaros e sol em diferentes momentos. Rede, grades e persianas são elementos comuns que podem tornar o vidro seguro para pássaros em edifícios de qualquer tamanho. Eles podem ser usados em reformas ou ser parte integrante de um projeto original, podendo reduzir significativamente a mortalidade de aves.

O Centro de Visitantes do Jardim Botânico do Brooklyn, projetado por Weiss / Manfredi, foi concebido desde o ínicio para ser amigável para aves - um desafio, pois faz uso extensivo de vidro. Foto @ Alber Vecerka, ESTO

As paredes e portas de vidro do Centro de Visitantes do Jardim Botanico do Brooklyn incluem um padrão geométrico personalizado que atende aos critérios para ser amigável para as aves. O monitoramento de colisões após a construção do prédio indica que o objetivo foi alcançado. Foto por Christine Sheppard, ABC

Os beirais bloqueiam a visualização do vidro de alguns ângulos, mas não eliminam necessariamente os reflexos.
Foto por Christine Sheppard, ABC

Reflexos nesta fachada inclinada podem ser vistos claramente a longa distância, e as aves podem se aproximar do vidro de qualquer ângulo.
Foto por Christine Sheppard, ABC

Antes da onda atual de janelas não abertas, as telas protegiam os pássaros, além de servirem ao seu propósito de impedir a entrada de insetos. As telas ainda estão entre os métodos mais econômicos para proteger as aves e, mesmo onde os insetos não são um problema, normalmente uma tela quase invisível pode ser instalada. Telas e redes devem ser instaladas a alguma distância da janela para que o impacto de uma colisão não deixe as aves atingirem o vidro. Várias empresas vendem telas que podem ser fixadas com ventosas ou ganchos para pequenas áreas de vidro. Outros se especializam em instalações muito maiores. (pesquisar fornecedores em collisions.abcbirds.org).

Toldos e beirais

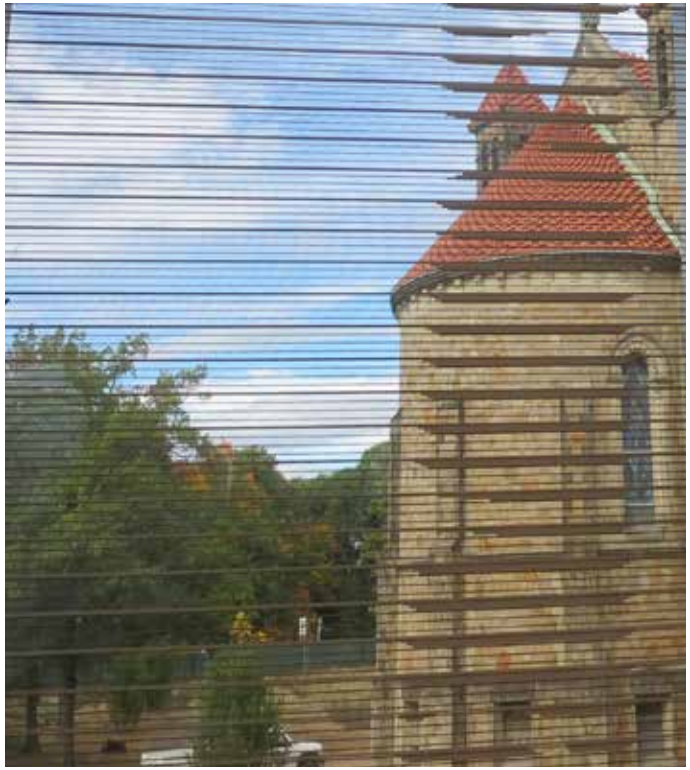
Beirais foram freqüentemente recomendados para reduzir colisões. No entanto, existem muitas situações em que os beirais não eliminam os reflexos, apenas bloqueiam a visão dos pássaros para o vidro quando voam acima dele. Portanto eles são de eficácia limitada como uma estratégia geral. Os beirais funcionam melhor quando o vidro é sombreado por todos os lados. Elementos funcionais como varandas e balaustradas podem bloquear a visão de vidro, protegendo pássaros e ao mesmo tempo que adicionam uma comodidade para os moradores.

Vidro inclinado

Em um estudo (Klem et al., 2004) comparando colisões de aves com painéis verticais de vidro com paineis a 20 e 40 graus, o vidro inclinado resultou em menor mortalidade. Klem especulou que isso acontecia porque o vidro refletia o solo, não a vegetação. Usar o vidro inclinado tornou-se uma recomendação comum como um recurso amigável para pássaros. No entanto, enquanto o vidro em ângulo pode ser útil em circunstâncias especiais, as aves no estudo estavam voando paralelamente ao solo a partir de alimentadores próximos, atingindo o vidro em ângulos agudos, com menos força do que em um choque perpendicular. No entanto, na maioria das situações, as aves podem se aproximar do vidro de qualquer ângulo.

Padrões no vidro

Pontos cerâmicos, outros tipos de padrões geométricos e materiais podem ser estampados, impressos ou aplicados às superfícies dos vidros. Isso é feito usualmente para reduzir a transmissão de luz e calor e também como elemento decorativo de projeto. Em alguns casos, os padrões geométricos dificilmente são perceptíveis, mas quando projetados de acordo com a regra 2 x 4 (ver p. 47), os padrões no vidro também são eficazes para evitar colisões de pássaros. Padrões na superfície externa do vidro previnem colisões de forma mais eficaz porque são sempre visíveis, mesmo na ocorrência com reflexos fortes.



Um padrão geométrico personalizado foi projetado pela Ennead Architects para o prédio da passarela para o Laboratório de Ciencias do Vassar College. Os elementos do padrão geométrico estão em duas superfícies distintas, aumentando a sua visibilidade para as aves em vôo, que perceberão um padrão em constante mudança que parece se mover.
Foto por Christine Sheppard, ABC

Os padrões geométricos atrás do vidro altamente reflexivo podem não ser sempre visíveis. No entanto, em edifícios como na Catedral de Cristo Luz, projetada por Skidmore Owings Merril, o padrão geométrico é sempre visível e o padrão aparece como uma barreira virtual, impedindo os pássaros de tentar voar para ele.
Foto por Christine Sheppard, ABC

Apesar de alguns padrões internos ao vidro se tornarem não visíveis devido aos reflexos, o padrão na sede da Frank Gehry em Manhattan é tão denso que o vidro parece opaco. Foto por Christine Sheppard, ABC

O padrão de Ornilux Mikado reflete os comprimentos de onda UV. O efeito "teia de aranha" é visível apenas a partir de ângulos de visão muito específicos.
Foto cedida por Arnold Glass

Este tipo de detalhe, utilizado principalmente em construções novas, é atualmente mais comum na Europa e na Ásia, mas está sendo oferecido por um número crescente de fabricantes nos Estados Unidos. As novas tecnologias que permitem a impressão de tintas cerâmicas na superfície exterior do vidro podem aumentar grandemente as opções para o design amigável para aves nos EUA.

De modo geral, o padrão é aplicado à superfície interna de esquadrias de vidro duplo com isolamento termo-acústico. Este tipo de solução pode não ser visível se a quantidade de luz refletida pelo padrão geométrico for insuficiente para superar os reflexos na superfície externa do vidro ou se o padrão for aplicado como pontos abaixo do limiar visual das aves. Alguns padrões internos somente podem superar os reflexos quando vistos de alguns ângulos e em certas condições de luz. No entanto, com a combinação certa de refletividade de superfície e aplicação do padrão, um padrão interno ainda pode ser eficaz. A sede da empresa de internet IAC na cidade de Nova York, projetada por Frank Gehry, é composta inteiramente de vidro com padrões geométricos, a maioria de alta densidade e sempre visível. Nenhuma fatalidade por colisão foi observada neste prédio após dois anos de monitoramento pela Audubon da cidade de Nova York. O Centro Jacob Javits, projeto da FXFOWLE, também em Manhattan, reduziu as colisões em até 90% com uma reforma que eliminou alguns vidros perigosos e substituiu outros vidros por um padrão geométrico visível. Outro exemplo de um padrão geométrico interno visível é o da Catedral de Cristo Luz, projeto de Skidmore Owings Merril, em Oakland, Califórnia

Vidro com padrões UV

Pássaros canoros, gaivotas, papagaios e outras aves podem ver o espectro de luz ultravioleta (UV), uma faixa essencialmente invisível para os seres humanos (veja a página 41). Outros tipos de aves, incluindo aves de rapina, maçaricos, beija-flores e pombos, são menos sensíveis aos raios UV. Os padrões reflexivos e/ou de absorção ultravioleta "invisíveis aos seres humanos, mas visíveis às aves" são freqüentemente sugeridos como a solução ideal para muitos problemas de colisão de aves, mas poucos produtos estavam disponíveis comercialmente em 2015. O avanço no desenvolvimento de vidros UV amigáveis às aves têm sido lentos, mas como a legislação em vários locais está exigindo o projeto amigável para as aves, os fabricantes e distribuidores de vidro, e tambem os fabricantes de películas para janelas, estão tendo um papel ativo no desenvolvimento de novas soluções para estas aplicações. Pesquisas indicam que os padrões de UV precisam de contraste forte para serem efetivos, especialmente no início da manhã e no final da tarde, quando os raios UV da luz do sol estão fracos. Além disto, os padrões em UV podem ser ineficazes para muitas espécies que são vítimas frequentes de colisões com vidro, incluindo beija-flores, papa-moscas, galinholas e pica-paus.

Vidro opaco e translúcido

Vidro opaco, gravado, manchado ou fosco e bloco de vidro são excelentes opções para reduzir ou eliminar colisões, na forma de muitas soluções arquitetônicas interessantes. Podem ser usados em reformas, mas são mais comumente usados em construções novas. O vidro fosco é criado por aplicação de ácido ou jateamento em vidro transparente. Áreas foscas são translúcidas, mas vários acabamentos estão disponíveis com diferentes níveis de transmissão de luz. Pode ser inteiramente fosco ou com padrões parcialmente foscos. Os padrões devem obedecer a regra 2 x 4 descrita na página 47. Para reformas, pode ser usado também o jateamento de areia para tornar o vidro fosco. Vitrais são tipicamente utilizados em áreas relativamente pequenas, mas podem ser extremamente atraentes e não são propícios para colisões. Blocos de vidro são versáteis, podendo ser usados como detalhe decorativo ou como material de construção principal, e também é improvável que provoque colisões. Outro material promissor é o vidro fotovoltaico, que tem sido utilizado em vitrais e barreiras acústicas rodoviárias. Essa solução é especialmente interessante, porque as barreiras acústicas transparentes da rodovia podem causar colisões, sendo que essas barreiras estão começando a ser instaladas nos Estados Unidos.

O Edifício de Ciência e Tecnologia de Wexford, na Filadélfia, projetado por Zimmer, Gunsul, Frasca, usa vidro translúcido para fornecer luz sem ofuscamento, tornando-o seguro para as aves. Foto cedida por Walker Glass

Películas de janela

A maioria das películas de janela com padrões geométricos foi desenvolvida inicialmente para uso interno, como elemento decorativo ou para privacidade. Recentemente chegaram ao mercado versões para aplicação em exterior, destinadas a reduzir colisões de pássaros, e algumas se mostraram muito eficazes e populares. Os produtos mais antigos apresentam uma superfície branca opaca quando visualizadas pelo lado de fora do vidro, mas ainda apresenta transparência por dentro. Desenhos podem ser impressos neste material, embora imagens de árvores e outros desenhos atrativos não sejam recomendados. Um filme com um padrão de listras horizontais estreitas eliminou colisões na exposição Bear Country do Zoo da Filadelphia por mais de cinco anos (ver foto ao lado) e tem sido bem sucedido também em outras instalações onde foi aplicado a superfícies externas de vidro. Nestes casos, o resultado tem sido positivo. Outra opção é aplicar padrões vinílicos similares aos filmes de janela, com a película transparente removida.

Soluções aplicadas a vidro interno

Cortinas de tons claros têm sido recomendados como forma de impedir colisões. No entanto, mesmo quando visíveis, eles não reduzem efetivamente os reflexos, que podem torná-las completamente invisíveis. As persianas fechadas têm os mesmos problemas, mas se visíveis e parcialmente abertas, podem produzir a aparência de um padrão 2 x 4. Se uma solução externa não for possível e forem aplicadas fitas adesivas no interior das janelas, verifique a janela em vários horários do dia para garantir que os mesmos estejam visíveis.

Decalques e fitas

Decalques são provavelmente a solução mais familiar para evitar colisões de pássaros, mas sua eficácia é amplamente mal compreendida. As aves não reconhecem os decalques como silhuetas de falcões, teias de aranha ou outros objetos naturais, mas simplesmente como obstáculos que eles podem contornar.

Uma "cortina aérea" (Zen Wind Curtain) é uma maneira barata, mas extremamente eficaz, de evitar colisões. Pedaços de corda de paraquedas ou materiais semelhantes são amarrados verticalmente, a cada 10 cm, em frente ao vidro problemático, criando uma barreira física e vsual. Fto por Glenn Phillips

ABC BirdTape

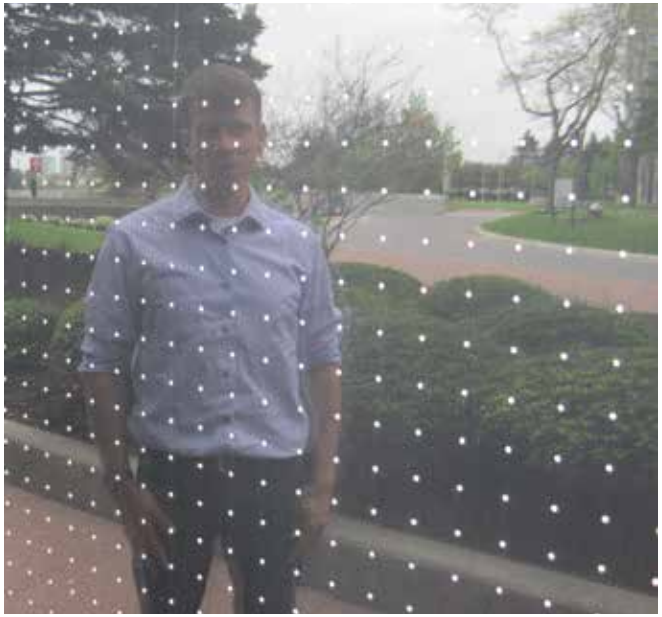
A ABC, com o apoio da Fundação da Familia Rusinow, desenvolveu e produz a ABC BirdTape para tornar as janelas de vidro mais seguras para os pássaros. Esta fita é fácil de aplicar e permite que as aves vejam o vidro, permitindo a visão do exterior, é facilmente aplicada e dura até quatro anos. Para mais informações, visite abcbirdtape.org

Fotos por Dariusz Zdziebkowski, ABC

Decalques podem ser muito eficazes se aplicados seguindo a regra 2 x 4 do lado de fora do vidro, mas normalmente requerem substituição frequente, pelo menos anualmente. A fita adesiva é geralmente mais econômica e mais rápida de aplicar, mas a maioria das fitas adesivas caseiras não suporta bem o desgaste climático. Fitas para aplicação no exterior do vidro com durabilidade de vários anos são disponíveis comercialmente e eficazes quando aplicadas seguindo o padrão 2 x 4.

Soluções temporárias

Em algumas situações, especialmente em residências e prédios pequenos, soluções temporárias rápidas e de baixo custo,



As torres Consilium, um complexo em vidro espelhado em Toronto, já foi causador da morte de milhares de aves por ano. Depois de serem levados à justiça, os seus proprietários aplicaram nos 18 metros (60 pés) inferiores do vidro um padrão de pontos da Feather Friendly , que reduziu grandemente a mortalidade de aves. No reflexo do vidro está Michael Mesure, fundador do Fatal Light Awareness Program (Programa de prevenção contra luz fatal) de Toronto. Fotos por Christine Sheppard, ABC

tais como desenhar padrões no vidro com tinta, adesivos ou mesmo post-its podem ser muito eficazes a curto prazo. Mesmo soluções simples podem reduzir a quantidade de colisões. Tais medidas podem ser aplicadas quando necessário e são mais eficazes se seguirem a regra 2 x 4. (Para mais informações, veja o panfleto da ABC "You Can Save Birds from Flying into Windows" (Você pode Salvar pássaros) e outras fontes em collisions.abcbirds.org).

O BirdTape da ABC foi efetivo na Reserva Florestal Migratória de Forest Beach, em Wisconsin (esquerda), e também teve bom desempenho em testes de túnel realizados na Áustria. Foto por Christine Sheppard, ABC

ESTUDO DE CASO DE REMEDIAÇÃO:
Javits Center

Em 2009, a Sociedade Audubon de Nova York identificou o Centro de Convenções Jacob K. Javits como tendo uma das maiores taxas de mortalidade de aves por colisão na cidade de Nova York.

Em 2014 foram concluídas uma grande reforma e expansão, projetadas pela firma de arquitetura FXFOWLE. Alguns vidros especialmente mortíferos no nível da rua foram substituídos por painéis opacos. Grandes painéis de vidro transparente com diferentes padrões geométricos foram testados no local e comparados para definir a combinação mais adequada para pássaros e pessoas.

Foi adicionada ao edifício uma cobertura verde de 6,75 acres (aprox. 27.300m2), com vidros adjacentes translúcidos, e já está fornecendo abrigo e alimento para as aves.

O melhor de tudo, as colisões em um local atualmente muito maior que o original, foram reduzidas em 90%.

De longe, o Javits Center aparenta ser uma ameaça potencial para as aves.

De perto, um padrão geométrico visível de circulos quebra reflexos, tornando o vidro seguro para as aves. Fotos de Glenn Phillips

ILUMINAÇÃO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Luminárias como essas reduzem a poluição luminosa, economizam energia e dinheiro e reduzem os impactos negativos para as aves. Foto de Dariusz Zdziebkowski, ABC

As aves desenvolveram complexos sistemas complementares para orientação e visão muito antes de os humanos desenvolverem iluminação artificial. Ainda temos muito a aprender, mas recentemente a ciência começou a entender como a iluminação artificial representa uma ameaça para as aves, especialmente os migrantes noturnos. Embora a maioria das colisões de vidro ocorra durante o dia, a iluminação artificial noturna desempenha um importante papel na quantidade da distribuição espacial de colisões em todo o ambiente construído. Infelizmente, os detalhes de como os pássaros respondem à iluminação noturna são menos compreendidos do que se costuma acreditar.

Muitas vítimas de colisão, especialmente aves canoras, estão normalmente ativas durante o dia e têm olhos especializados para visão de cores e luz forte. Mas apesar de migrarem à noite, essas aves têm uma visão noturna ruim. Entretanto, os pássaros têm sentidos sensíveis a campos magnéticos que lhes permitem navegar usando o campo magnético da Terra. Um destes sentidos está localizado na retina e requer luz natural azul fraca para funcionar. Os comprimentos de onda vermelhos encontrados na maioria das luzes artificiais mostraram ser capazes de perturbar esse sentido do campo magnético. Estudos na Alemanha e na Rússia documentaram desvios de curso dos voos dos pássaros voando através de feixes de luz desde alguns graus até voos em um círculo completo. Áreas com poluição luminosa significativa podem ser completamente desorientadoras para as aves.

As aves são atraídas pelo brilho relativo e, durante o dia, muitas vezes se orientam pelo sol. Se uma ave entra voando em uma casa, escurecer o ambiente e abrir uma janela fortemente iluminada é a melhor maneira de liberá-la. Acredita-se que os pássaros sejam atraídos pela luz artificial à noite, mas não sabemos qual a quantidade de luz e qual a distância que são suficientes para causar atração ou outros impactos comportamentais. Gauthreaux e Belser, discutindo os impactos da iluminação noturna nas aves, especularam se, de fato, as aves são afetadas pela iluminação noturna ou podem simplesmente estar tentando passar por cima das luzes, não necessariamente sendo atraídas à distância. Marquenie e Van de Laar, estudando pássaros e luzes em uma plataforma de perfuração no Mar do Norte, constataram que, quando todas as luzes da plataforma estavam acesas, elas afetavam as aves a uma distância de 3 a 5 quilômetros, fazendo com que muitas delas voassem em círculos ao redor da plataforma.

A ciência não é conclusiva: luzes podem ter impacto somente nas aves ao final de uma etapa da migração e quando se aproximam do ambiente construído, ou as luzes podem desviar pássaros que normalmente estão de passagem. O mau tempo pode fazer com que os pássaros voem mais baixo e mais perto das luzes, ao mesmo tempo que elimina quaisquer outros estímulos visuais. As condições que produzem colisões devido a emissões de luz podem ser efetivas somente se relativamente próximas. A interferencia da radiação eletromagnética no mecanismo de orientação magnética seria efetiva somente quando as aves chegassem perto de uma fonte de luz.

Prédios excessivamente iluminados desperdiçam energia elétrica e aumentam as emissões de gases de efeito estufa e a poluição do ar. Representam também uma ameaça para as aves. Foto de Matthew Haines

Skyline de Houston à noite. Foto por Jeff Woodman

Exemplos de equipamentos de iluminação aceitáveis / inadequados

Reprinted courtesy of DarkSkySociety.org

Algumas combinações de atração e desorientação podem resultar em números maiores de aves nas proximidades de edifícios mais iluminados e, portanto, em mais colisões. Curiosamente, parece não haver relatos de luzes atraírem ou desorientarem migrantes quando estes partem em uma nova fase migratória. Existe uma tendência de associar eventos de colisão a estruturas muito altas, embora os relatos publicados documentem claramente o impacto da luz em todos os níveis. Os primeiros relatos desse fenômeno vieram de faróis. Relatos contemporâneos de eventos de circulação associados à luz são comuns em plataformas de perfuração oceânicas, e a desorientação de aves têm sido relatadas em estações de esqui noturno. Um estudo em Toronto, usando a quantidade de janelas iluminadas em uma série de edifícios como um índice de luz emitida, evidenciou que a quantidade de luz emitida, e não a altura do edifício, seria o melhor preditor de mortalidade de aves.

Soluções

Equipamentos de iluminação externos mal projetados ou mal instalados aumentam em mais de US $ 1 bilhão os custos de energia elétrica nos Estados Unidos a cada ano, segundo a International Dark Skies Association (Associação Internacional de Ceus Escuros). Estudos recentes estimam que mais de dois terços da população mundial não conseguem mais ver a Via Láctea, uma das maravilhas noturnas que conectam as pessoas à natureza. O brilho de luminárias mal blindadas ao ar livre diminui a visibilidade e pode criar condições perigosas, especialmente para as pessoas mais velhas, e estudos recentes sugerem que, a longo prazo, a exposição à iluminação noturna pode aumentar o risco de câncer de mama, depressão, diabetes, obesidade e distúrbios do sono. No conjunto, os impactos ecológicos, financeiros e culturais da iluminação excessiva de edifícios são razões imperiosas para reduzir e melhorar o uso de luzes.

A redução da iluminação externa dos edifícios e seu entorno tem se mostrado eficaz na redução da mortalidade de migrantes noturnos em edifícios individualmente, mas a obtenção de uma redução geral das colisões requer a aplicação desses princípios em uma escala mais ampla.

Ao mesmo tempo, essas medidas reduzem os custos de energia em edifícios e diminuem a poluição do ar e luminosa. O projeto eficiente de sistemas de iluminação, além de estratégias operacionais para reduzir vazamento ou excesso de luz de edifícios, enquanto maximiza a luz útil, são ambas estratégias importantes. Além disso, um crescente corpo de evidências mostra que a luz vermelha e a luz branca (que contém comprimentos de onda vermelhos) confundem as aves, enquanto a luz verde e azul podem ter um impacto muito menor.

A poluição luminosa é, em grande parte, o resultado de uma iluminação exterior ineficiente, e a melhoria do projeto de iluminação geralmente produz uma economia maior que o custo das mudanças. Por exemplo, luminárias globo permitem pouco controle da luz, que lança luz em todas as direções, resultando em uma perda de até 50% da energia, bem como pouca iluminação. Anteparos podem reduzir a perda de iluminação e permitir o uso de lâmpadas de mais baixa potência. A maioria das luzes de puro embelezamento é desnecessária. No entanto, quando usadas, o direcionamento para baixo causa menos escape do que a iluminação direcionada para cima. Onde a iluminação é necessária para proteção e segurança, reduzir a quantidade de luz fora das áreas onde são necessárias pode ajudar, eliminando as sombras. Holofotes e feixes luminosos não devem ser usados durante a migração de pássaros. As comunidades que implementaram programas para reduzir a poluição luminosa não constataram um aumento na criminalidade.

O uso de controles automáticos, tais como temporizadores, fotossensores e detectores de infravermelho e de movimento, é muito mais eficaz do que depender de funcionários para desligar as luzes. Esses dispositivos geralmente se pagam em economia de energia em menos de um ano. A iluminação do espaço de trabalho deve ser instalada onde for realmente necessária, em vez de em grandes áreas. Em locais onde as luzes internas deverão estar acesas à noite, minimizar a iluminação do perímetro e / ou cerrar cortinas depois de escurecer. Executar a limpeza de prédios de escritórios durante o dia é uma maneira simples de reduzir a necessidade de iluminação e, ao mesmo tempo, reduzir custos.

Programas de luzes apagadas

Apesar da dificuldade para se reduzir as colisões de aves com o vidro, existe uma maneira simples de diminuir a mortalidade: desligar as luzes. Nos Estados Unidos e no Canadá, os programas “Lights Out” municipais e estaduais incentivam os proprietários e ocupantes de edifícios a desligar as luzes visíveis externamente durante a migração de primavera e outono. O primeiro deles, o “Lights Out” de Chicago, foi iniciado em 1995, seguido por Toronto em 1997. Os programas são variados. Alguns são dirigidos por grupos ambientalistas, outros por

Poderosos feixes de luz, mesmo em uma paisagem de grande poluição luminosa urbana, podem aprisionar aves migratórias, vistas aqui circulando nos feixes do Memorial em Tributo ao 11 de Setembro, em Nova York. Como as aves podem permanecer circulando por horas, monitores observam ao longo da noite, e os feixes de luz são temporariamente desligados para liberar grandes concentrações de pássaros. Foto de Jason Napolitano

departamentos governamentais e outros por parcerias de organizações. Na maioria deles a participação é voluntária, como em Houston. O de Minnesota exige que as luzes sejam apagadas em prédios estatais, próprios e alugados.

Muitas jurisdições exigem monitoramento. Os programas de monitoramento podem fornecer informações importantes além de quantificação dos níveis de colisão e documentar as soluções. De forma ideal, os programas de apagamento de luz deveriam vigorar todo o ano e seriam aplicados de forma ampla, poupando vidas de pássaros, economizando custos e energia e reduzindo as emissões de gases do efeito estufa. A ABC está disponível para ajudar a desenvolver novos programas e para apoiar e expandir programas existentes.

SOLUÇÕES: POLÍTICAS

Legislação

Mudar o comportamento humano é geralmente um processo lento, mesmo quando a mudança é incontroversa. A legislação pode ser uma ferramenta poderosa para modificar o comportamento. A legislação de conservação criou reservas, reduziu a poluição e protegeu espécies e ecossistemas ameaçados.

Políticas que promovem os projetos amigos das aves e a redução da poluição luminosa proliferaram recentemente nos Estados Unidos e no Canadá, seguindo os exemplos iniciais de Toronto e San Francisco. Eles variam consideravelmente em escopo e detalhes, frequentemente refletindo a política local. (Um banco de dados em tempo real de leis e outros instrumentos legais que determinam ou promovem ações favoráveis aos pássaros, incluindo links para o idioma original, pode ser encontrado em collisions.abcbirds.org).

Um desafio inicial na criação de uma legislação eficaz foi a falta de parametros objetivos que os arquitetos poderiam usar para realizar sua tarefa. Por exemplo, uma recomendação comum, a de se "aumentar o ruído visual", era difícil para que arquitetos e planejadores soubessem se um projeto em particular estava de acordo com os requisitos ou não, porque era indefinido e não quantificado. O teste de materiais (veja a p. 45) tornou possível atribuir fatores de ameaça relativos a vários materiais de fachada do edifício e usar essas pontuações para criar diretrizes e critérios quantitativos.

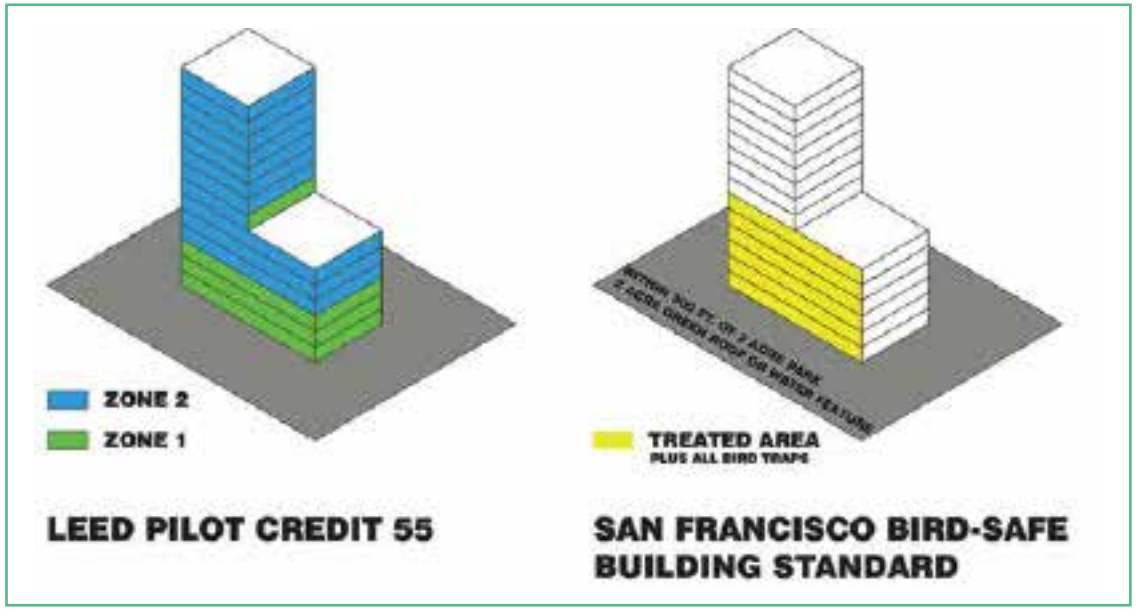
A ilustração à direita compara amplamente o padrão de construção seguro para pássaros de São Francisco com o crédito-piloto LEED 55, ambos baseados no uso de materiais com níveis de ameaça quantificados. O padrão de São Francisco aplica-se geralmente para novas construções e é restrito a fachadas localizadas a menos de 300 pés (90 metros) de um parque ou lago com menos de dois acres (8100 m2). O sistema de crédito LEED é intencionalmente muito flexível. Aplica-se a todas as fachadas de edifícios e permite quantidades restritas de vidro de elevado grau de ameaça, ou grandes quantidades de vidro "amigo das aves". Considerando que as aves são encontradas em todo o ambiente construído, a ABC tem preferência pelo modelo LEED. (A legislação modelo da ABC pode ser encontrada na página 35.).

Página anterior: Capitólio dos Estados Unidos, Washington, D.C. foto por stock.xchng

Os protetores de pássaros em todo os Estados Unidos estão propondo projetos de legislação favoráveis a pássaros nos níveis local e estadual. A ABC está pronta para apoiar ativamente esses esforços. Tanto os instrumentos obrigatórios quanto os voluntários podem ser eficazes. As diretrizes voluntárias são mais fáceis de modificar se mostrarem ter consequências não intencionais e podem levar a uma obrigatoriedade, mas também podem ser ignoradas. Geralmente, o ABC recomenda diretrizes obrigatórias, começando com um pequeno subconjunto de construções e expandindo à medida que o suporte da comunidade aumenta e a resistência inicial diminui.

Incorporar requisitos de design amigáveis aos pássaros às políticas locais de sustentabilidade são uma outra maneira de impulsionar a mudança. Um exemplo interessante disso é o Condado de Fairfax, Virginia, denominado "proffer system" . Nele se exige que nos novos projetos de construção se leve

O projeto do Audubon Center Grange Insurance, em Columbus, Ohio, inclui muitos painéis de vidro, pintados com as silhuetas de várias espécies de pássaros em vôo. Foto por Christine Sheppard, ABC



Cortesia de Deborah Laurel

Para o seu novo Centro de Visitantes em Sempach, inaugurado em maio de 2015, o Instituto Ornitológico da Suíça projetou uma mandala de silhuetas de aves (abaixo) que foi aplicada no interior de todos os vidros usando impressão digitalizada. O design fornece 40-50% de cobertura e gera muitos comentários entre os visitantes, perdendo importância apenas para o objetivo de se evitar colisões de aves.

Fotos por Hans Schmid

em conta uma série de questões de sustentabilidade, incluindo a mortalidade potencial das aves, devendo descrever, ou como estas medidas serão abordadas pelo projeto, ou explicações por que tal ação não é possível.

Prioridades para diretrizes políticas

De modo geral a ABC recomenda que não se tente mapear locais onde é necessário um design amigável para as aves, porque pássaros podem ser encontrados em quase todos os ambientes, mesmo nos aparentemente inóspitos. No entanto, pode haver ocasiões em que é necessário haver negociação para se estabelecer a legislação. Em tais casos, deve ser reconhecido que a proximidade de terrenos não urbanizados, áreas agrícolas, parques e corpos d'água freqüentemente correspondem ao aumento de populações e, portanto, risco maior de colisões. Além disso, as áreas localizadas entre espaços propícios para as aves também podem representar riscos mais elevados. Por exemplo, em Nova York, algumas evidências sugerem que aves se aproximam do Central Park pelo sul durante a migração da primavera, criando uma zona de maior risco diretamente ao sul do parque. Além disso, características de construção como coberturas verdes também devem ser consideradas ao se determinar zonas de risco maiores para fins de legislação.

Programas de certificação de sustentabilidade

Outro impulsionador das políticas favoráveis às aves consiste em programas de classificação de sustentabilidade como o Programa LEED, do Conselho do Green Building, o Green Globes, o Living Building Challenge e outros. Existe um consenso geral de que construções sustentáveis não devem matar pássaros. Este princípio aparece com diferentes níveis de robustez em diferentes sistemas, sendo o mais específico o programa LEED, que concede o Crédito Piloto 55: Bird Collision Deterrence. O crédito é calculado usando uma média ponderada da classificação de ameaça relativa de cada material na fachada de um edifício. O crédito atraiu muita atenção, com muitos projetos se candidatando a ele. A nova Passarela Vassar para o Laboratório de Ciências, na capa desta publicação, foi uma das primeiras a ser projetada com o crédito em mente e para obter o crédito. Como vários prédios com paredes de vidro receberam a certificação LEED no mais alto nível, em determinado momento havia a preocupação de que o design sustentável não fosse compatível com o design amigo das aves. Isso foi irônico, pois, além de fornecer luz natural, o vidro em edifícios sustentáveis destina-se a ligar as pessoas no interior com o mundo natural do lado de fora. No entanto, de acordo com a ASHRAE e a ICC, os custos de aquecimento e resfriamento aumentam quando a superfície total do vidro excede 30-40% da área total do edifício, dependendo do clima. Isso é mais do que suficiente para fornecer luz e acesso visual quando a colocação de vidro é considerada com cuidado. Este é um ótimo argumento para balizar o projeto de uma estrutura amiga dos pássaros.

A fachada do edifício WÜRTH, na Suíça, é em sua maioria de vidro, com laminas de um tecido que é escuro pelo lado de dentro, mas revestido de alumínio por fora. A superfície interna oferece boa visibilidade e o tecido fornece sombra e efeitos visuais interessantes quando visto do exterior. Estudos preliminares do Instituto Suíço de Ornitologia sugerem que os materiais usados neste edifício também podem impedir colisões de aves. Foto de Hans Schmid

Regulamento modelo para construção amigável para aves

[Nome do REGULAMENTO] Patrocinado por: [Lista de nomes]

CONSIDERANDO QUE as aves tem funções ecológicas valiosas e importantes,

CONSIDERANDO QUE [local] tem registros de [] espécies de aves residentes e migratórias,

CONSIDERANDO QUE a observação de pássaros é uma atividade desfrutada por 64 milhões de americanos e gera mais de US $ 40 bilhões por ano em atividade econômica nos Estados Unidos,

CONSIDERANDO QUE até um bilhão de aves podem ser mortas por colisões com janelas todos os anos nos Estados Unidos,

CONSIDERANDO QUE, a redução da poluição luminosa tem mostrado que reduzir as mortes de pássaros por colisões com janelas,

CONSIDERANDO QUE, novos edifícios podem ser projetados para reduzir as mortes de aves de colisões sem custo adicional,

CONSIDERANDO QUE existem estratégias para mitigar a quantidade de colisões em edifícios existentes,

CONSIDERANDO QUE, acima de 30% de vidro em uma fachada geralmente aumenta os custos de aquecimento e resfriamento

CONSIDERANDO QUE, as práticas amigáveis às aves freqüentemente andam de mãos dadas com as melhorias de eficiência energética,

E CONSIDERANDO QUE [quaisquer adições específicas para o local específico]

AGORA, PORTANTO, SEJA ORDENADO, por [órgão público] [título da legislação e outra linguagem necessária]

(a) Nesta seção, o termo "Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (Liderança em Energia e Design Ambiental em tradução livre) significa um sistema de classificação de construção verde promulgado pelo United States Green Building Council (USGBC) (Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos – em tradução livre) que fornece princípios e práticas específicos, alguns obrigatórios, mas a maioria discricionários, que podem ser aplicados durante as fases de projeto, construção e operação, que permitem que o edifício receba pontos de padrões de eficiência ambiental para que possa obter a certificação LEED do USGBC como um edifício "verde".

b) [Orgão] decide por meio do [departamento de atuação] tomar as medidas necessárias para assegurar que todos os edifícios recém-construídos e todas as reformas e acréscimos planejados para melhoria de capital em prédios existentes sejam projetados, construídos e operados de acordo com os padrões e requisitos do Crédito Piloto 55: Bird Collision Deterrence.

(c) O USGBC libera versões revisadas do LEED Green Building Rating System (Sistema de Pontuação de Prédios Verdes – em tradução livre) regularmente; e [departamento de atuação] deve se referir à versão mais atual do LEED ao iniciar um novo projeto de licença de construção ou renovação.

(d) Novos projetos de construção e grandes obras de reforma devem incorporar materiais de construção e características de design favoráveis às aves, incluindo, mas não se limitando a, aqueles recomendados pela publicação Bird-FriendlyBuilding Design da American Bird Conservancy (Projetos de edificações amigáveis para pássaros da American Bird Conservancy).

(e) [departamento de atuação] tornará os edifícios existentes favoráveis às aves, quando praticável.

O Aqua Tower do Studio Gang, em Chicago, foi projetado pensando nos pássaros. As estratégias incluíram vidro com padrões geométricos e projeções em balanço. Foto de Tim Bloomquist

A CIÊNCIA DAS COLISÕES DE AVES

Centenas de espécies de aves são mortas por colisões. Essas aves foram coletadas por monitores da FLAP em Toronto, Canadá. Foto de Kenneth Herdy

Magnitude de mortes por colisão

O número de aves mortas por colisões com o vidro a cada ano é astronômico. No entanto, quantificar os níveis de mortalidade e os impactos nas populações têm sido difícil. Até recentemente, os estudos locais de mortalidade - apesar de gerarem informações valiosas – eram mais voltadas para documentar a mortalidade do que para quantificá-la, não se seguiam protocolos. Loss et al. (2012) criaram metodologia e técnicas de análise para determinar a magnitude da mortalidade antropogênica, utilizando os conjuntos de dados existentes.

Os autores reuniram de forma abrangente, publicações e conjuntos de dados não publicados sobre colisões em edifícios (Loss et al., 2013). Os conjuntos de dados foram filtrados usando uma variedade de critérios para garantir que eles pudessem ser usados em análises amplas. Loss et al. (2014b) também descreveram de forma abrangente como coletar dados significativos sobre colisões. Os autores calcularam a media da mortalidade anual em residências em 253 milhões, ou seja, 2,1 aves por estrutura. As residências urbanas sem alimentadores respondem por 33% dessa mortalidade, pois existem muitas residências, embora residências com alimentadores produzam mais colisões individualmente. Residências rurais sem alimentadores respondem por 31% da mortalidade residencial, seguidas de residências urbanas com alimentadores (19%) e residências rurais com alimentadores (17%). A mortalidade média em edifícios baixos (4 a 11 andares), calculada a partir de dois conjuntos de dados, foi calculada em 339 milhões, ou 21,7 aves por prédio. Arranha-céus, embora coletivamente causassem a menor mortalidade (508.000), individualmente tiveram a maior taxa média, de 24,3 colisões de aves por edifício. O conjunto de todas as classes de edificações resulta em uma estimativa de 365 e 988 (mediana 599) milhões de aves mortas anualmente nos Estados Unidos.

Machtans, et al. (2013) estimam que cerca de 25 milhões (variando de 16 a 42 milhões) de aves são mortas colidindo com janelas no Canadá anualmente, com 90% das mortes relacionadas a edificações causadas por residências, pouco menos de 10% por edifícios baixos, e aproximadamente 1% por edifícios altos. Em ambos os casos, a mortalidade total causada pelas casas é uma função do seu grande número em comparação com as outras duas classes de edificações.

Anteriormente, Dunn (1993) entrevistou 5.500 pessoas que alimentam aves em suas casas e registravam colisões de janelas. Ela obteve uma estimativa de 0,65 a 7,7 mortes de aves por lar por ano na América do Norte. Klem (1990) estimou que cada edifício nos Estados Unidos mata de uma a dez aves por ano. Usando dados do censo dos EUA de 1986, ele combinou números de casas, escolas e edifícios comerciais para um total máximo de 97.563.626 edifícios, resultando em uma estimativa de 100 milhões a um bilhão de aves mortas anualmente.

Klem et al. (2009a) utilizaram dados da Audubon de Nova Iorque no monitoramento de 73 fachadas de edifícios de Manhattan para estimar 0,5 mortes por colisão por acre por ano em ambientes urbanos, gerando uma estimativa de 34 milhões de aves migratórias colidindo anualmente com

Esta Andorinha de Bando ilustra o tipo de vôo acrobático que pode fazer com que as andorinhas sejam vítimas freqüentes de colisão. Apesar de as aves identificarem o vidro como uma barreira a curta distância, talvez por movimentos de ar ou por sinais sonoros, a maioria das espécies parece ser incapaz de reagir com rapidez suficiente para evitar atingir o obstáculo. Foto por Keith Ringland

Uma amostra de vítimas de colisão de Baltimore. Foto de Daniel J. Lebbin, ABC

Gavião miudo. Foto por Ted Ardley

edifícios em cidades nos Estados Unidos. No entanto, pode haver grandes diferenças nos padrões de colisão nas cidades dos Estados Unidos, e esses números devem ser confirmados usando dados de locais adicionais. No American Bird Conservancy Guide to Bird Conservation (Lebbin et al., 2010) os autores afirmam "… chegamos a um ponto na história em que os impactos das atividades humanas são tão profundos e de tão longo alcance que, a partir de agora, será sempre impossível distinguir completamente os declínios naturais daqueles que são parcial ou completamente antropogênicos. A partir de um ponto de vista da conservação, de qualquer forma, isto é em grande parte irrelevante. Qualquer estresse causado por pessoas sobre as populações das espécies em declínio que possamos aliviar podem potencialmente beneficiar sua população, portanto devemos agir para diminuir esse estresse." Isso é particularmente verdadeiro para a mortalidade de aves causada pelos vidros, porque existem ações que as pessoas, individualmente, em maioria ou de forma coletiva podem tomar, diretamente, para reduzir a mortalidade causada pelo vidro.

Padrões de mortalidade

É difícil se obter uma imagem completa e precisa da mortalidade de aves causada por colisões com vidro. Mortes por colisão podem ocorrer a qualquer hora do dia ou época do ano. Os programas de monitoramento se concentram nas cidades, e até mesmo os programas intensivos de monitoramento cobrem apenas uma parte da cidade, geralmente visitando o nível do solo de um determinado local no máximo uma vez por dia e, muitas vezes, apenas durante as estações de migração. Muitos edifícios da cidade possuem cantos nas coberturas que são inacessíveis às equipes de monitoramento. Alguns estudos se concentraram em relatos de proprietários de casas com quintal (Klem, 1989; Dunn, 1993) ou na mortalidade de migrantes em um ambiente urbano (Gelb e Delacretaz, 2009; Klem et al., 2009a; Newton, 1999). Outros analisaram vítimas de colisão produzidas por incidentes únicos de grande magnitude (Sealy, 1985) ou que se tornaram parte de coleções de museus (Snyder, 1946; Blem et al., 1998; Codoner, 1995). Há consenso geral do fato de que as aves mortas em colisões não foram diferenciadas por idade, sexo, tamanho ou saúde (por exemplo: Blem e Willis, 1998; Codoner, 1995; Fink e French, 1971; Hager et al., 2008 Klem, 1989), e também de que a maior parte dos trabalhos focou nos dados obtidos durante os períodos migratórios, principalmente a leste do rio Mississippi.

Espécies em risco

Snyder (1946), ao examinar as mortes causadas por colisões em janelas no Museu Real de Ontário, observou que a maioria era de migrantes e "voadores de túneis" (tunnel flyers) - espécies que frequentemente voam por pequenos espaços em denso habitat de sub-bosque. Por outro lado, espécies residentes bem adaptadas e comuns em áreas urbanas, como o Pardal e o Estorninho-europeu, não são destaque nas listas de fatalidades, possivelmente porque os indivíduos que sobrevivem à primeira colisão podem ensinar aos filhotes a evitar janelas.

É bem conhecido que aves de zoológico em exposições com paredes de vidro aprendem sobre partes específicas de vidro, mas as aves não aprendem sobre o vidro como um conceito genérico.

Dr. Daniel Klem mantém estatísticas do número de espécies com relato de eventos de colisão em países ao redor do mundo. (Esta informação pode ser encontrada em http://tinyurl.com/ob3nc4s). Em 2015, o site tinha registro de 868 espécies a nivel global, com 274 espécies dos Estados Unidos. A intensidade dos programas de monitoramento e relatório varia muito de país para país, no entanto.

Hager et al. (2008) comparou o número de espécies e aves individuais mortas em edifícios no Augustana College, em Illinois, com a densidade e diversidade de espécies de aves na área do entorno. Os autores concluíram que a área total de janelas, o ambiente imediatamente adjacente às janelas e as diferenças de comportamento entre as espécies foram os

melhores indicadores dos padrões de mortalidade, em lugar do mero tamanho e composição da população local de aves. Kahle et al. (2015) chegaram a conclusões semelhantes em uma análise de cinco anos de dados na Academia de Ciências da Califórnia, descobrindo também que os migrantes não compõem a preponderância de pássaros mortos e que os machos estão super-representados em relação à sua abundância em habitats adjacentes ao museu. Dunn (1993), analisando dados de inverno de residências com alimentadores de pássaros, descobriu que a distribuição de freqüência de aves nos alimentadores era muito semelhante à distribuição de espécies mortas por janelas próximas. Dunn encontrou poucas colisões em janelas de menos de um metro quadrado e um aumento nas colisões com um aumento no tamanho da janela.

Espécies como o pardal-de-garganta-branca, Ovenbird e Yellowthroat comum aparecem consistentemente nas listas entre as 10 vitimas mais frequentes. É possível que essas espécies respondam mais prontamente à luz e, portanto, tenham maior probabilidade de terminar os estágios migratórios no ambiente urbano, mas isso precisa ser confirmado. Além disso, Loss et al. (2013) observaram que o toutinegra de asas douradas, o estaminho pintado, o toutinegra do Canadá, o Wood thrush, o toutinegra de Kentucky e o toutinegra comedora de minhocas - espécies identificadas como de estado de conservação preocupante - também foram desproporcionalmente representados nas listas de mortandade em edificações. Hager (2009) observou que a mortalidade por choque em janelas foi relatada para 45% das espécies de aves de rapina encontradas com frequência em áreas urbanas dos Estados Unidos e foi a principal fonte de mortalidade para os falcões Sharpshinned, Cooper, Merlins e Peregrinos. Como a maioria dos dados sobre colisões de vidro é da metade oriental dos Estados Unidos, essas listas são presumivelmente influenciadas por espécies que ocorrem nessa região.

Garganta Amarela Comum. Foto de Owen Deutsch

Características dos edifícios

Quantidade de vidro

De um estudo abrangendo vários edifícios em Manhattan, Klem et al. (2009a) concluíram que tanto a proporção quanto quantidade absoluta de vidro na fachada dos prédios são os melhores indicadores de taxas de mortalidade, calculando que para cada aumento de 10% na área em vidro corresponde um aumento de 19% na mortalidade de aves na primavera e 32% no outono. Essas correlações ainda precisam ser verificadas para a taxa de mortalidade para outras cidades. Collins e Horn (2008), na Millikin University em Illinois,, estudando colisões, concluíram que a área total de vidro e a presença / ausência de grandes extensões de vidro previram corretamente o nível de mortalidade. Hager et al. (2008, 2014) chegou à mesma conclusão, assim como Dunn (1993) e Kahle et al. (2015). No entanto, o "grau de irregularidade" de uma fachada - quantas peças, seu tamanho, como elas são separadas, etc. (outra maneira de dizer "ruído visual") - ainda não foi estudado em detalhes, mas poderia ser relevante.

A fachada do prédio do New York Times, por FXFOWLE e Renzo Piano, é composta por hastes de cerâmica, espaçadas para proporcionar visibilidade para os ocupantes ao mesmo tempo que minimizam a extensão do vidro exposto - bom para controlar o calor e a luz, e seguro para as aves. Foto por Christine Sheppard, ABC

O Student Learning Centre de Snohetta, da Universidade Ryerson, é um dos primeiros construídos segundo a lei de edificações de Toronto. Foto de Rick Ligthelm

Hora do dia

A maioria dos programas de monitoramento se concentra nas primeiras horas da manhã para documentar a mortalidade durante a migração, muitas vezes iniciando as rotas de monitoramento ao amanhecer, antes que as calçadas sejam limpas. Isso pode, no entanto, levar à percepção errônea de que os migrantes que viajam à noite estão colidindo com edifícios iluminados à noite, ou apenas no início da manhã, quando na verdade a maioria das colisões ocorre durante o dia. Deve-se notar que "amanhecer" é um tempo que varia entre as espécies (Thomas et al. (2002), com algumas espécies de aves ativas antes dos humanos começarem a ver luz no céu.

Hager e Craig (2014), em um estudo de colisões de população residente no noroeste de Illinois entre junho e início agosto, constatou que 66% das aves morreram entre o nascer do sol e as 16:00, sem colisões entre as 16:00 horas. e pôr do sol. Delacretaz e Gelb (2006) encontraram colisões desde a manhã até o meio da tarde, mas com um pico durante as horas da manhã. Esta descoberta é confirmada por programas de monitoramento como o da Pensilvânia Audubon, onde as rotas foram seguidas três vezes todos os dias, com pássaros encontrados em cada passagem (Keith Russell, com. Pess.) e onde as pessoas vivem ou trabalham em edifícios relatam colisões nas horas da tarde (Olson, comentário pessoal).

Paisagem local

Gelb e Delacretaz (2006, 2009) avaliaram dados de mortalidade por colisão em fachadas de edifícios de Manhattan. Eles descobriram que locais onde o vidro refletia muita vegetação estavam associados a mais colisões do que o vidro que refletia pouca ou nenhuma vegetação. Dos 10 edifícios responsáveis pela maioria das colisões, quatro eram baixos. Klem (2009) correlacionou variáveis do espaço nas proximidades das fachadas de edifícios em Manhattan como fatores de risco para colisões. Tanto o aumento da altura das árvores, quanto o aumento da altura da vegetação aumentaram o risco de colisões no outono. Acréscimos de dez por cento na altura das árvores e na altura da vegetação corresponderam a aumentos de 30% e 13% nas colisões no outono. Na primavera, apenas a altura das árvores teve influência significativa, com um aumento de 10%, correspondendo a um aumento de 22% nas colisões. Mas estranhamente, o aumento do afastamento, definida como a distância até a estrutura mais próxima, implicou em um grande aumento de colisões na primavera e uma redução de colisões no outono. Possivelmente a vegetação aumenta o risco pelo fato de atrair mais pássaros para uma área quando refletida no vidro.

Bayne et al. (2012) confirmaram que o risco de colisão entre pássaros e janelas varia de acordo com a localização (urbano versus rural, casa versus edifício de apartamentos, com ou sem alimentadores e idade da ocupação). Eles usaram pesquisas on-line e determinaram que as residências rurais provocam mais colisões do que as urbanas e as residências com alimentadores provocam quase o dobro de colisões do que as sem alimentadores. Para as moradias urbanas, a incidência de colisões aumenta com a idade da ocupação, associada à presença de árvores maduras. A frequência de colisões variou sazonalmente: 24% no outono, 35% no verão, 25% na primavera e 16% no inverno. Os padrões de mortalidade foram semelhantes: 26% no outono, 31% no verão, 26% na primavera, 17% no inverno. Quarenta e oito espécies foram observadas.

Hager et al. (2013) observaram que estimativas de mortalidade por colisão de aves frequentemente partem do princípio de uma faixa relativamente constante de colisões em todos os edifícios (por exemplo, Klem, 1990). No entanto, eles sugerem que cada edifício em um ambiente tem sua própria "assinatura" de mortalidade, baseada não só nas características da estrutura, mas também na distribuição de recursos no ambiente local, incluindo cobertura do solo, tipo de habitat, água e pavimento. Sua metodologia selecionou edifícios aleatoriamente e foi recentemente expandido para vários outros locais na América do Norte.

Visão das aves e colisões

Espécies de pássaros como os falcões são famosas por sua visão aguda, mas ter uma visão panorâmica é muito mais complicado do que parece. Para começar, a visão humana depende de três tipos de sensores, enquanto as aves têm quatro, além de um conjunto de filtros coloridos que permitem às aves discriminar muito mais cores do que pessoas (Varela et al. 1993) (veja a figura nesta página).

Existe também variação de visão entre diferentes grupos de pássaros. Enquanto algumas aves vêem apenas até a faixa de luz Violeta, muitas aves, incluindo a maioria dos passeriformes (Ödeen e Håstad, 2003, 2013) enxergam o espectro ultravioleta (espécies UVS).

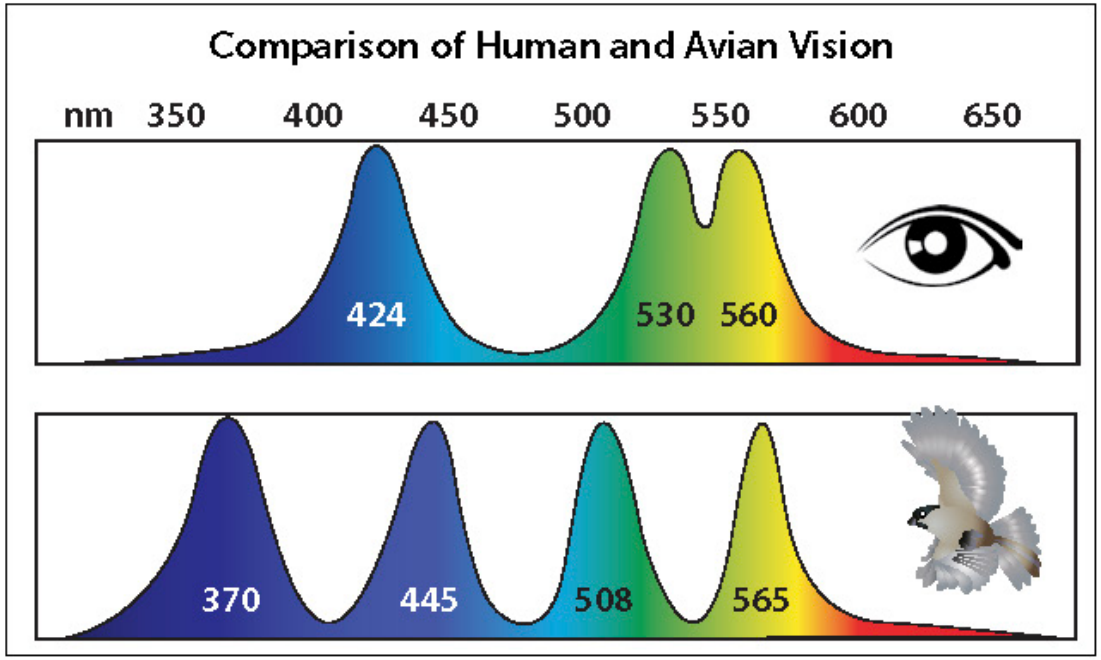
O ultravioleta pode ser percebido associado a qualquer cor (Cuthill et al. 2000). Enquanto os humanos vêem vermelho, amarelo ou vermelho + amarelo, os pássaros podem ver vermelho + amarelo, mas também vermelho + ultravioleta, amarelo + ultravioleta e vermelho + amarelo + ultravioleta— cores para as quais não temos nomes.

Cada objeto absorve, reflete e transmite a luz ultravioleta de modo similar aos outros comprimentos de onda no espectro visível. Desenhos ou padrões em UV no vidro são frequentemente citados como soluções desejáveis para evitar colisões - visíveis para as aves, mas não para os humanos. No entanto, além da complexidade de fabricação, muitos táxons de aves que colidem freqüentemente com vidro, incluindo aves de rapina, pombos, pica-paus e beija-flores, podem não ser capazes de perceber os padrões UV (Håstad e Ödeen, 2014). Além disso, as aves geralmente estão ativas no início da manhã, quando os níveis de luz UV são baixos.

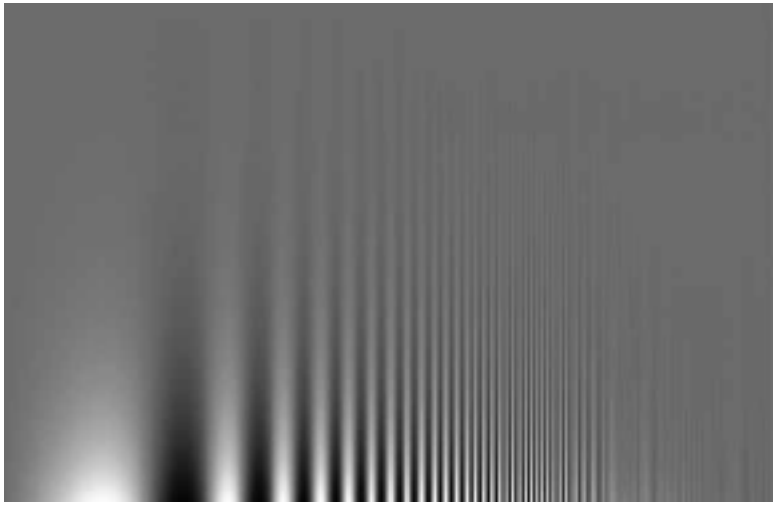
Humanos e outros primatas têm faces relativamente planas, com os olhos próximos. A sobreposição de campos visuais significa que os humanos têm uma boa percepção de profundidade e uma tendência para se concentrar no que está à frente. A maioria das aves tem olhos nas laterais da cabeça, o que lhes confere excelente visão periférica, mas pouca percepção de profundidade, muitas vezes limitada ao comprimento de seus bicos, presumivelmente para avaliar possíveis alimentos. Eles podem estar muito menos atentos ao que está diante deles (Martin 2011, 2012), mas capazes de observar possíveis predadores para o lado ou atrás deles. A visão mais aguda de muitas espécies é lateral. Sem muita visão em 3D, as aves usam um mecanismo chamado "campos de fluxo visual" para avaliar sua velocidade e taxa de progresso em vôo pela passagem de características ambientais nas laterais (Bhagavatula et al. 2011).

As colisões com vidro podem ser em parte resultante do fato das aves presumirem espaço aberto à frente, combinadas com uma visão frontal relativamente fraca. Aves processam imagens mais rapidamente que os humanos; onde percebemos movimento contínuo em um filme, as aves percebem imagens bruxuleantes (D'Eath, 1998; Greenwood et al. 2004; Evans et al.2006). Esta velocidade ajuda muitos pássaros a manobrarem rapidamente em resposta a obstáculos inesperados quando voam através de ambientes complexos.

Painted Bunting. Foto por Ted Ardley



Baseado no trabalho de Sheri Williamson



A sensibilidade ao contraste é uma medida do limite de visibilidade para padrões de baixo contraste. A sensibilidade ao contraste de cada pessoa pode ser medida pelo que ela pode ver nas barras que formam um arco nesta fotografia. A localização exata do pico da curva varia com a distância da imagem; a área dentro do arco é maior quando se está mais perto. Para uma determinada distância, a área sob o arco é menor para as aves. Imagem cortesia de Izumi Ozawa, Laboratório de Neurociência de Berkeley

Em um aspecto, no entanto - sensibilidade espacial ao contraste - a visão humana supera a das aves (Ghim e Hodos, 2006). A sensibilidade ao contraste é "a capacidade do observador de discriminar entre estímulos adjacentes com base em suas diferenças de luminosidade relativa (contraste) ao invés de suas luminâncias absolutas". A falta de sensibilidade ao contraste nas aves pode ser um fator de dificuldade para que se criem sinais eficazes para evitar colisões para as aves, mas que não sejam visualmente intrusivas aos humanos.

Orientação das aves e o campo magnético da Terra

Na década de 1960, descobriu-se que as aves migratórias possuem a capacidade de se orientar usando a luz do sol, a polarização da luz, as estrelas, o campo magnético da Terra, marcos visuais e possivelmente até odores para encontrar sua rota. Exatamente como isso funciona - e provavelmente varia entre as espécies - ainda está sendo investigado. (Para uma revisão abrangente dos mecanismos envolvidos na orientação aviária, ver Wiltschko e Wiltschko, 2009).

O campo magnético da Terra pode fornecer informações tanto direcionais quanto de posição. Parece que as aves migrantes noturnas, e talvez todas as espécies de aves, têm estruturas de detecção de campo magnético na retina que dependem de luz para seu funcionamento e fornecer a orientação. Este sentido magnético é dependente do comprimento de onda da luz. Experimentos mostraram que a bússola é prejudicada por luz de comprimento de onda longa, necessitando de luz de baixa intensidade e de comprimento de onda curto (Wiltschko et al. 2007). Esta pesquisa foi realizada apenas em laboratório, e é importante determinar como ela se traduz no mundo real. Além disso, foi recentemente demonstrado que a orientação desta bússola magnética em tordos europeus é prejudicada por ruído eletrônico antropogênico de intensidades muito baixas, encontrado em todos os ambientes urbanos (Engels et al. 2014). Essa descoberta pode ter sérias implicações para estratégias que visam reduzir as colisões, pela simples redução da iluminação artificial noturna e deve ser uma prioridade para trabalho adicional.

Um segundo mecanismo magnético, fornecendo informações posicionais às aves, tem sido postulado, mas seus detalhes não foram determinados. (Para uma revisão da magnetorecepção e seu uso na migração aviária, ver Mouritsen, 2015.)

Aves e poluição luminosa

Os primeiros relatos de mortalidade em massa causada por luzes eram causados por faróis, mas essa fonte de mortalidade praticamente desapareceu quando as luzes constantes foram substituídas por feixes rotativos (Jones e Francis, 2003). Os raios intermitentes ou interrompidos aparentemente permitiam que as aves continuassem a navegar, o que também foi constatado mais recentemente em torres de telefonia celular com iluminação estroboscópica (Gehring et al. 2009). A ênfase nas estruturas altas dos programas Lights Out ignora o fato de que a luz de muitas fontes da expansão urbana e de estacionamentos podem afetar o comportamento das aves e potencialmente prender as aves ao ambiente construído (Gauthreaux e Belser, 2006). Evans-Ogden (2002) mostrou que os

níveis de emissão de luz de 16 edifícios, com alturas variando entre 8 a 72 andares e indexados pelo número de janelas iluminadas observadas à noite, correlacionam diretamente com a mortalidade das aves, e que a quantidade de luz emitida por uma estrutura foi um preditor de nível de mortalidade melhor do que a altura do edifício, embora a altura tenha sido um fator. Parkins et al. (2015) fez descobertas semelhantes.

Eventos de colisões em massa de migrantes, associados à luz e muitas vezes com neblina ou tempestades, têm sido freqüentemente relatados (Weir, 1976; Avery et al., 1977; Avery et al. 1978; Crawford, 1981a, 1981b; Gauthreaux e Belser, 2006; Newton, 2007). Mas essas não são mais as fontes predominantes de mortalidade, possivelmente porque a paisagem noturna mudou radicalmente desde os primeiros relatos de eventos de colisões de massa em estruturas altas como o Monumento de Washington e a Estátua da Liberdade. Essas e outras estruturas já foram balizas em áreas de relativa escuridão, mas agora estão circundadas por quilômetros quadrados de poluição luminosa. Enquanto colisões em estruturas como torres de celular continuam a acontecer à noite, a maioria das colisões com edifícios agora ocorre durante o dia. (Hager, 2014; Kahle et al., 2015; Olson, com. Pess.)

No entanto, os padrões de intensidade da luz parecem desempenhar um papel importante na distribuição das colisões no ambiente construído. Aves podem pousar em padrões ditados pelo padrão de intensidade de luz em uma área, então os edifícios mais iluminados são os mais propensos a causar colisões no início do dia. À medida que as aves se movem pelo ambiente em busca de comida, aparecem padrões relacionados à distribuição da vegetação. Estudos usando radar para mapear o movimento das aves através do ambiente construído estão começando a aparecer, mas precisamos de informações no nível de espécies e indivíduos para realmente entender como a luz está impactando as aves.

Costuma-se dizer que as aves são atraídas pelas luzes à noite (Gauthreaux e Belser, 2006; Poot et al. 2008). No entanto, não temos evidências diretas de que as aves são, de fato, atraídas pelas luzes; eles podem simplesmente responder às luzes que encontram. Gauthreaux e Belser citam Verheijen como sugerindo que a "captura" pode ser uma palavra melhor para descrever a resposta das aves à iluminação noturna.

Embora a "captura" ou aprisionamento pareçam apropriados para descrever o fenômeno dos pássaros circulando plataformas de perfuração, ou as luzes do Memorial Luminoso de Tributo do 11 de setembro em Manhattan, a "desorientação " é um termo que parece descrever melhor o espectro de comportamentos observados quando os pássaros interagem com luz à noite. Gauthreaux e Belser (2006), relatando dados não publicados, afirmaram que "a exposição a um campo de luz causa alteração direta de uma trajetória de vôo (por exemplo pairando, desacelerando, mudando de direção ou circulando)", e isso foi relatado por outros autores.

Larkin e Frase (1988, em Gauthreaux e Belser, 2006) usaram radar de rastreamento portátil para registrar as rotas de voo de aves perto de uma torre de transmissão em Michigan. As aves mostravam uma gama de respostas, desde circulação, arcos até um voo linear. Haupt e Schillemeit (2011) descreveram os caminhos de 213 pássaros voando através de iluminação dirigida para o alto de vários esquemas de iluminação externa diferentes. Apenas 7,5% não apresentaram mudança de comportamento, enquanto o restante apresentou desvios de seus cursos em graus variados, com desvio mínimo de curso até padrão circular. Não se sabe se as diferenças de resposta são relacionadas às espécies.

Bolshakov et al. (2010) desenvolveu um Dispositivo Ótico-Eletrônico para estudar os comportamentos noturnos de migração de pássaros canoros. Inspirado pelas técnicas mais limitadas de observação ao luar e observação de aves cruzando os feixes de luz de ceilômetros, o dispositivo usa holofotes para iluminar os pássaros a partir do solo, enquanto uma unidade de registro documenta os movimentos das aves. Com essa técnica, eles podem

Tordo de Swainson. Photo by Owen Deutsch

As paredes de vidro deste átrio, associado à iluminação noturna, criam um perigo extremo de colisão para as aves. Foto cortesia de New York City Audubon

Mariquita do Canadá. Foto por Ted Ardley

estudar 1) velocidade no solo e no ar; 2) compensação para a deriva do vento com base em medições diretas de trajetória e direção de voo de aves individuais; 3) padrão de batida de asa e sua variação dependendo da direção e velocidade do vento. Em alguns casos, as espécies puderam ser identificadas. Bolshakov et al. (2013) examinaram os efeitos das condições do vento no número de aves no ar e nas trajetórias de voo de aves que atravessam o feixe de luz do aparelho. Eles constataram que o número de aves realmente varia com a força do vento, mas que as aves podem ser atraídas para o feixe de luz em condições de pouco vento. Eles também descobriram que o feixe de luz perturba as trajetórias de vôo, especialmente em condições de vento calmo. Modelos de regressão sugerem que a probabilidade de alteração das trajetórias de voo é maior para aves pequenas, especialmente quando há pouca ou nenhuma lua.

Bulyuk et al. (2014) usaram o mesmo dispositivo para comparar comportamentos de passeriformes migrantes noturnos sob iluminação noturna natural (no Courish Spit do Mar Báltico) com pássaros passando por um ambiente de luz urbana (dentro dos limites da cidade de São Petersburgo, Rússia). Os pássaros canoros foram identificados como pequenos passeriformes ou tordos. O fundo iluminado causou uma diminuição na qualidade da imagem. As trajetórias de voo foram comparadas para os dois grupos, e uma proporção maior de pequenos pássaros canoros mudou a trajetória de vôo enquanto cruzava a luz. Isso pode ser explicado pelo tipo de voo ou velocidade de vôo. A proporção de pássaros mudando a trajetória de vôo na condição de mais luz era muito menor do que sob a condição de escuridão.

Para entender exatamente como a luz afeta as aves e quais ações devem ser tomadas para reduzir esses efeitos, precisamos pesquisar muito mais. Por exemplo, a que distância (horizontal e vertical) e em que condições as aves se sentem perturbadas pela luz e que intensidade e composição de comprimento de onda? Como esses fatores mudam seu comportamento? A iluminação noturna tem algum efeito sobre as aves no início dos estágios migratórios? Os pássaros realmente mudam de rumo para se deslocar em direção a uma fonte de luz brilhante?

Cores das luzes e orientação das aves

A partir dos anos 1940, os ceilômetros - poderosos feixes de luz usados para medir a altura da cobertura de nuvens – entraram em uso e foram associados a eventos significativos de mortalidade de aves. Filtrando-se comprimentos de onda longos (vermelhos) e o uso da a faixa azul-verde reduziu muito a mortalidade, embora não se saiba se as intensidades dessas duas cores de luzes eram iguais. Posteriormente, a substituição de ceilômetros de feixe fixo por feixes rotativos praticamente eliminou o impacto nas aves migratórias (Laskey, 1960). Uma série complexa de estudos de laboratório nos anos 90 demonstrou que as aves precisam de luz para sentir o campo magnético da Terra. As aves podiam orientar-se corretamente sob luz azul ou verde monocromática, mas comprimentos de onda mais longos (amarelo e vermelho) causavam desorientação (Rappli et al., 2000; Wiltschko et al., 1993, 2003, 2007). Wiltschko et al. (2007) mostraram que acima de certos limiares de intensidade, que diminuem do verde para o UV, as aves apresentam desorientação. A desorientação ocorre em níveis de iluminação que ainda são relativamente baixos, equivalentes à luz que ocorre no período de menos de meia hora antes do nascer do sol sob o céu claro.

Poot et al. (2008) demonstraram que as aves migratórias expostas a várias luzes coloridas no campo responderam da mesma forma que no laboratório. Os pássaros responderam fortemente às luzes brancas e vermelhas e pareciam desorientados por eles, especialmente sob o céu nublado. A luz verde provocou menos resposta e desorientação mínima; a luz azul atraiu poucos pássaros e não desorientou àqueles que atraiu. As aves não foram atraídas pela luz infravermelha. Evans et al. (2007) também testaram diferentes cores de luz, mas não viram agregação sob luz vermelha. No entanto, eles determinaram que a intensidade da luz vermelha usada era menor do que para outros

comprimentos de onda, e quando se repetiu a avaliação com maior intensidade de vermelho, eles perceberam agregação (Evans, com. pess. 2011).
Cientistas trabalhando no Golfo do México (Russell, 2005), no Atlântico Norte (Wiese et al. 2001) e no Mar do Norte (Poot et al. 2008) relatam que as luzes brilhantes das plataformas de perfuração oceânicas induzem o comportamento de circulação e a mortalidade de pássaros à noite. Trabalhando em uma plataforma no Mar do Norte, Marquenie et al. (2013), estimaram que aves foram afetadas a até cinco quilômetros de distância. A substituição de cerca de metade das luzes por lâmpadas novas que emitem menos luz vermelha reduziu o comportamento de circulação em cerca de 50%. Os autores especulam que a substituição completa da iluminação da plataforma reduziria a atração das aves em 90%. Gehring et al. (2009) demonstraram que a mortalidade em torres de comunicação seria bastante reduzida se iluminação estroboscópica fosse usada em lugar de luzes brancas e especialmente as vermelhas, permanentemente acesas.

No Memorial Tribute in Light de 11 de Setembro, em Manhattan, quando as aves se agrupam e circulam nos feixes de luz, os vigias desligam as luzes brevemente, liberando os pássaros (Elbin, 2015, com. Pess.). Intervalos curtos e regulares de escuridão, ou substituição de luzes de advertência constantes por luzes intermitentes são excelentes opções para proteger as aves, e a utilização de cores também é promissora, embora sejam necessários ensaios de campo adicionais para luzes coloridas.

Pesquisa: evitando colisões

Esforços sistemáticos para identificar sinais que podem ser usados para tornar o vidro visível para as aves começaram com o trabalho de Dr. Daniel Klem em 1989. Testando painéis de vidro no campo e usando um protocolo de escolha dicotômica em um aviário, Klem (1990) demonstrou que dispositivos populares como silhuetas de "falcões em voo", somente eram efetivos se fossem aplicados densamente, espaçados de cinco a dez centímetros de distância. Chamarizes de corujas , luzes intermitentes e

Painéis de vidro sendo testados no Túnel Powdermill, visto pelo lado de fora. Foto por Christine Sheppard, ABC

Susan Elbin testa um pássaro no túnel na estação de anilhagem Powdermill do Carnegie Museum, no sudoeste da Pensilvânia. Foto por Christine Sheppard, ABC

O túnel: um aparelho para testar com segurança a eficácia de materiais e projetos para impedir colisões de pássaros. Foto por Christine Sheppard, ABC

Uma visão do vidro pelo pássaro no túnel. Foto por Christine Sheppard, ABC

desenhos de olhos de vertebrados estavam entre os itens considerados ineficazes. Padrões de grade e listras feitos de material branco, com uma polegada de largura, foram testados em diferentes intervalos de espaçamento. Apenas três foram eficazes: uma grade de 7 x 10 centímetros (3 x 4 polegadas); listras verticais espaçadas a 10 centímetros (4 polegadas); e listras horizontais espaçadas em cerca de 2,5 centímetros (uma polegada) de distância em toda a superfície. (Um resumo dos resultados do Klem pode ser encontrado em collisions.abcbirds.org).

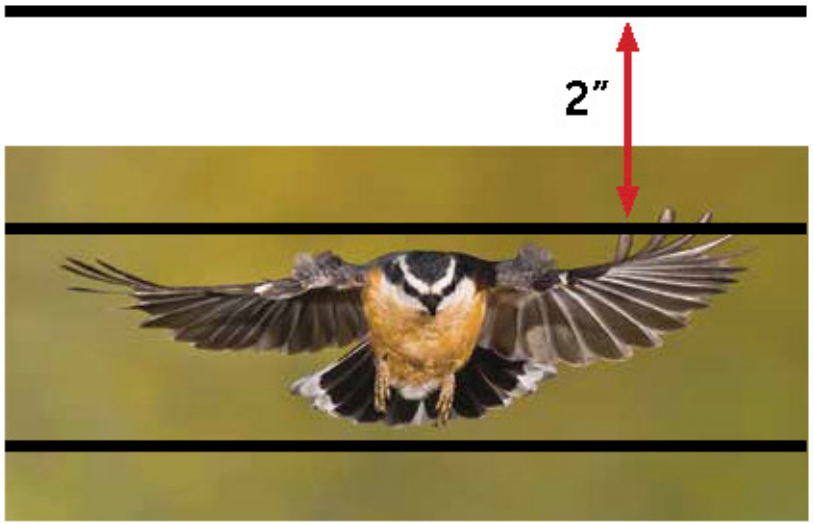
Com base nas descobertas de Klem, Rössler desenvolveu um programa de testes na Áustria que iniciou em 2004 e continua até o presente (Rössler e Zuna-Kratky, 2004; Rössler, 2005; Rössler, et al., 2007; Rössler e Laube, 2008; Rössler, 2010; Rössler, 2012; Rössler, 2013). O centro de anilhamento da Estação Biológica de Hohenau Ringelsdorf, nos arredores de Viena, na Áustria, ofereceu uma grande amostra de aves para cada teste, em alguns casos permitindo comparações de um padrão particular sob diferentes intensidades de iluminação. Este programa se concentrou principalmente em padrões geométricos, avaliando o impacto de espaçamento, orientação e dimensões. As aves são colocadas em um "Túnel", onde eles podem ver dois pedaços de vidro: um não modificado (o controle) e outro com o padrão a ser testado.
Os pássaros voam pelo túnel e são computadas as tentativas de sair pelo vidro de controle ou pelo vidro com o padrão em teste. Uma rede de neblina (tipo de rede/tela usado por ornitólogos) impede que a ave bata no vidro e em seguida é libertada. O projeto se concentra não apenas em encontrar padrões eficazes para impedir colisões, mas também em padrões efetivos que cubram uma parte mínima da área do vidro. Até o presente momento foram identificados alguns padrões que cobrem apenas 5% do vidro e que foram considerados altamente eficazes. (Um resumo dos resultados de Rössler pode ser encontrado em collisions.abcbirds.org).
Com base no trabalho de Rössler, a ABC colaborou com a Wildlife Conservation Society, a Audubon da cidade de Nova York e o Museu Carnegie para construir um túnel de teste na estação de anilhamento na Reserva Natural de Powdermill, com o objetivo principal de testar materiais comercialmente disponíveis. Os resultados da primeira temporada mostraram que tornar uma superfície inteira refletiva ao UV não era uma maneira eficaz de intimidar as aves. Com materiais UV, o contraste parece ser importante.
O vidro com padrões geométricos de acordo com a regra 2 x 4, no entanto, teve bom desempenho. (Um resumo dos resultados em Powdermill pode ser encontrado em collisions.abcbirds.org). A maioria dos vidros claros feitos nos Estados Unidos transmite 96% da luz e reflete cerca de 4% que incide perpendicularmente à superfície externa.

O túnel em Powdermill, mostrando o quadro onde o fundo será montado.
Foto por Christine Sheppard, ABC

A quantidade de luz refletida aumenta em ângulos mais agudos: o vidro transparente reflete cerca de 50% da luz que incide em ângulos superiores a 70 graus. A relação entre a quantidade de luz proveniente do lado interno do vidro em relação à quantidade de luz externa que é refletida pelo vidro, bem como o ângulo de visão são os fatores que determinam se o vidro se apresenta transparente ou se reflete o ambiente externo.

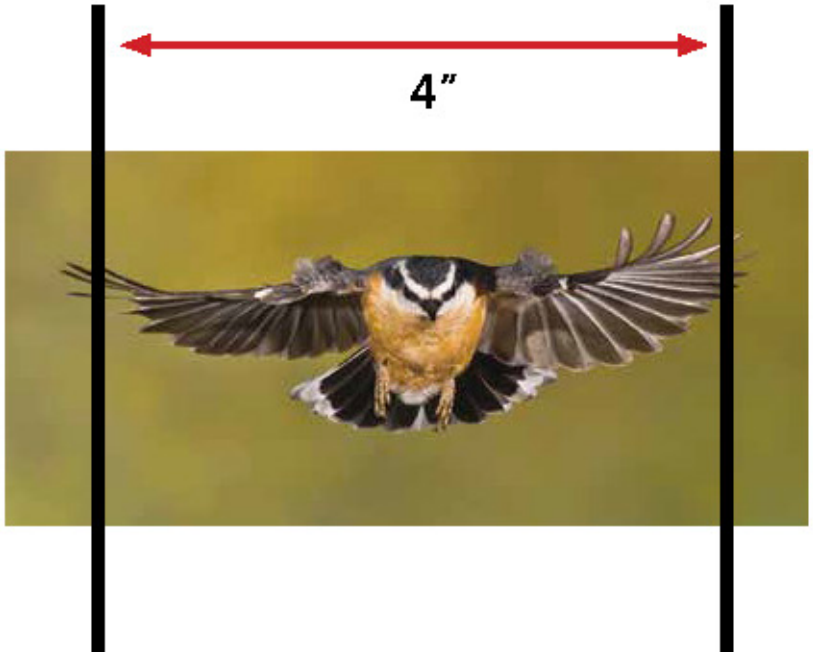
Gravações nas superfícies internas de vidro e objetos do lado interno do vidro nem sempre são visíveis. Estas propriedades ópticas variáveis dão força ao argumento de que os padrões aplicados à superfície externa do vidro são mais eficazes do que as gravações aplicadas na superfície interna.Estão sendo feitas tentativas de se obter modelos de comportamento levando em conta o vidro isolado, o vidro instalado em um prédio e reflexos em vidros. (O protocolo de teste para o vidro isolado, desenvolvido em Hohenau, e os protocolos de teste usados no Powdermill podem ser encontrados em collisions.abcbirds.org).

Horizontal lines with a maximum spacing of 2 inches



Red-breasted Nuthatch. Photo by Roy Hancliff

Vertical lines with a maximum spacing of 4 inches



A regra 2 x 4 (ou 5 x 10 cm)

Pesquisas sobre aves canoras, as vítimas mais numerosas de colisões, mostraram que as linhas horizontais devem estar espaçadas de 5 centímetros ou menos para impedir colisões da maioria das aves. Os espaçamentos verticais devem ser de no máximo 10 centímetros. Esta diferença provavelmente tem a ver com a forma de um pássaro em voo. (Espaçamentos menores são necessários para impedir colisões por beija-flores.) Schiffner et al. (2014) mostraram que os psitacídeos (papagaios e periquitos) têm uma boa noção de suas próprias dimensões físicas. Treinados para voar em um túnel, estes pássaros foram submetidos a testes para passar por espaços cada vez menores. Eles foram capazes de avaliar a largura dos espaços em relação ao tamanho do próprio corpo e ajustaram o comportamento de vôo adequadamente. Parece provável que esta seja uma característca geral das aves, útilizado para voar em ambientes complexos. Bhagavatula et al. (2011) usaram a mesma configuração de túnel para investigar como as pistas visuais afetam o vôo. Há indícios de que as aves buscam o equilíbrio das velocidades das imagens percebidas por ambos os olhos, ou seja, imagens das suas laterais. Isso reforça a sugestão de Martin (2011) de que os seres humanos veem o mundo como algo à frente deles, enquanto que para os pássaros em vôo, o que está à frente deles não é necessariamente o foco principal.

AVALIANDO PROBLEMAS DE COLISÕES:

um kit de ferramentas para proprietários de edifícios

Maçaricos (American Woodcock ou Scolopax minor) são vítimas frequentes de colisões. Este pássaro atingiu uma janela em Washington, D.C., em março de 2011, e foi salvo por Jason Berry da ABC. Foto de Dariusz Zdziebkowski, ABC

Muitas vezes, apenas algumas partes de um edifício são responsáveis pela maioria das colisões. Avaliação e documentação podem ajudar no desenvolvimento de um programa de prevenção voltado para essas partes. Ações preventivas podem ser quase tão eficazes como modificar todo o edifício, e são menos dispendiosas. Ter documentação dos padrões de mortalidade e características ambientais que podem estar contribuindo para as colisões é essencial. O pessoal de operações geralmente é uma boa fonte de informação para edifícios comerciais, pois eles podem se deparar com carcaças de aves enquanto realizam atividades regulares de manutenção. As pessoas que trabalham perto das janelas costumam perceber quando os pássaros as atingem.

O monitoramento regular não apenas produz dados sobre a magnitude e padrões de mortalidade, mas é também uma referencia para demonstrar as melhorias obtidas. Os melhores programas de monitoramento apresentam um esforço consistente, documentação cuidadosa de locais de colisão e identificação precisa das vítimas. O monitoramento efetivo deve documentar pelo menos 18 meses de colisões antes da tentativa de mitigação, a menos que a mortalidade seja muito alta. (Ferramentas para monitoramento, desde simples até sofisticadas, podem ser encontrados em collisions.abcbirds.org).

Soluções

Muitos fatores entram em jogo na seleção de soluções para tornar o vidro seguro para as aves. A tabela abaixo compara soluções comuns de acordo com a sua eficácia, aparência, custo relativo, facilidade de aplicação, longevidade, e manutenção necessária. Padrões efetivos na superfície externa do vidro irão combater a reflexão, transparência e efeito de passagem. Dentro das diretrizes 2 x 4, no entanto, uma variação considerável é possível ao se projetar padrões amigos das aves. Recomendamos que as linhas tenham pelo menos 7mm (¼ de polegada) de largura, mas não é necessário que eles sejam apenas verticais ou horizontais. O contraste entre padrão e o fundo é importante, no entanto, os projetistas devem estar cientes de que o fundo - o interior da edificação, o céu, a vegetação - pode mudar de aparência ao longo do dia.

Essa grade de segurança cria um padrão que impedirá que os pássaros voem para reflexos.
Foto por Christine Sheppard, ABC

COMPARAÇÃO DAS OPÇÕES DE RETROFIT

MATERIAL	EFETIVIDADE	CUSTO	APLICAÇÃO	APARÊNCIA	DURABILIDADE	MANUTENÇÃO
Sazonal, soluções temporárias	*****	$	*	*	na	na
Redes	*****	$$	**	***	****	***
Filmes adesivos	*****	$$$	****	*****	***	****
Telas	*****	$$	***	****	*****	****
Persianas	*****	$$$	***	****	*****	****
Grades	*****	$$$	****	*****	*****	****
Substituição do vidro	*****	$$$$$	*****	*****	*****	****
5 estrelas/$	muito efetivo	custo alto	fácil	atrativo	longa duração	mínima

O nevoeiro aumenta o perigo relacionado à iluminação, fazendo com que as aves voem mais baixo e por refratar a luz, de modo que ela seja visível sobre uma área maior.
Foto por Christine Sheppard, ABC

As perguntas a seguir podem orientar o processo de avaliação e documentação, ajudando a identificar características possívelmente causadoras de colisões e outros fatores importantes.

Estações do ano

As colisões acontecem principalmente durante a migração ou no períodos de emplumação, no inverno ou durante o ano todo? Se as colisões ocorrerem apenas durante um curto período de tempo, talvez seja possível aplicar soluções temporárias e baratas durante esse período e removê-las pelo resto do ano. Alguns pássaros atacarão seus próprios reflexos, especialmente na primavera. Isto não é uma colisão. Os machos de espécies territoriais, especialmente os tordos e cardeais do norte, percebem seu reflexo como um macho rival. É improvável que se machuquem, sendo que o bloqueio temporário de reflexos na janela problemática (e as próximas) pelo lado de fora deve resolver o problema. Tiras de papel e manchas de sabão em pasta também podem ser eficazes.

Clima

As colisões coincidem com condições climáticas específicas, como dias com neblina ou nublados? Tais colisões podem estar relacionadas à condição de luz, e neste caso é aconselhável um sistema de notificação por e-mail, pedindo que o pessoal da edificação desligue as luzes quando houver previsão de mau tempo.

Hora do dia

As colisões acontecem em uma determinada hora do dia? A aparência do vidro pode mudar significativamente com diferentes níveis de iluminação, direta ou indireta e ângulos do Sol. Pode ser possível simplesmente usar cortinas ou persianas durante momentos críticos.

Acredita-se que as janelas do piso inferior sejam mais perigosas para as aves, porque elas têm maior probabilidade de refletir a vegetação.
Foto por Christine Sheppard, ABC

Localização

Existem janelas, grupos de janelas ou fachadas de edifícios específicos que respondem pela maioria das colisões? Se for o caso, pode ser mais barato modificar apenas os vidros das áreas problemáticas . O vidro está localizado onde os pássaros voam entre locais de nidificação ou de nidificação e alimentação? Existem áreas onde as plantas podem ser vistas através do vidro - por exemplo, um átrio, pátio, ou passarelas em vidro? Existem características arquitetônicas ou paisagísticas que tendem a direcionar as aves para o vidro? Tais características podem incluir um afloramento de parede ou rocha ou um caminho cercado por vegetação densa. As soluções incluem o uso de telas ou treliças para desviar rotas de voo. Há árvores frutíferas, arbustos de bagas ou outras plantas perto de janelas que possam atrair as aves para mais perto do vidro? Essas janelas devem ter alta prioridade para remediação. O vidro em si pode ser modificado, mas também pode ser possível usar elementos paisagísticos vivos ou inanimados para bloquear as linhas de visão entre as fontes de alimento e as janelas.

População local de aves

Quais tipos de pássaros são geralmente encontrados em uma área? Grupos de observadores de aves locais ou voluntários podem ajudar a caracterizar populações de aves locais e transitórias, bem como as rotas mais prováveis para as aves que fazem voos curtos no entorno. A American Birding Association, a Bird Watchers Digest, as seções locais da Audubon, a página Birding.com e no Brasil o site da Wikiaves são bons lugares para começar a encontrar essas informações. Universidades, faculdades e museus também podem ser úteis.

Monitoramento pós-mitigação

Os esforços de monitoramento devem continuar por pelo menos 18 meses após a mitigação ser concluída, por pelo menos duas estações de pico de colisões (muitas vezes o outono nas áreas urbanas, mas a primavera e o verão também podem ser épocas de pico em locais mais rurais). As taxas de colisão variam de acordo com as populações locais de aves, já que um ano de alta população e altas colisões pode ser seguido por um ano de baixas populações e baixo número de colisões, independentemente da eficácia de qualquer mitigação.

Este Ovenbird sobreviveu a uma colisão e foi recuperado vivo durante um trabalho de monitoramento do "Lights Out" em Baltimore, Maryland. Foto de Daniel J. Lebbin, ABC

O uso de vidro com um padrão geométrico horizontal altamente eficaz, em conjunto com os pára-sóis, valeu a este edifício reformado no campus da SUNY Brockport o crédito de "dissuasão de colisão" LEED. Foto de Paul Tankel

REFERÊNCIAS

Um uso dramático de blocos de vidro caracteriza o Hecht Warehouse em Washington, D.C., projetado por Abbott e Merkt. Foto de Sandra Cohen-Rose / Colin Rose

Avery, M.L., P.F. Springer and J.F. Cassel, 1977. Weather influences on nocturnal bird mortality at a North Dakota tower (Influências meteorológicas na mortalidade noturna de aves em uma torre em Dakota do Norte). *Wilson Bulletin* 89(2):291-299.

Avery, M.L., P.F. Springer and N. S. Daily, 1978. Avian mortality at man-made structures, an annotated bibliography (Mortalidade aviária em estruturas feitas pelo homem, uma bibliografia anotada). Fish and Wildlife Service, U.S. Dept. of the Interior: Washington, D.C. 108 pp.

Bayne, Erin M., Corey A. Scobie and Michael Rawson, 2012. Factors influencing the annual risk of bird–window collisions at residential structures in Alberta, Canada (Fatores que influenciam o risco anual de colisões entre pássaros e janelas em estruturas residenciais em Alberta, Canadá). *Wildlife Research* http://dx.doi.org/10.1071/WR11179

Bhagavatula, Partha S., Charles Claudianos, Michael R. Ibbotson and Mandyam V. Srinivasan, 2011. Optic Flow Cues Guide Flight in Birds (Vôo dos pássaros guiado por "sugestões" do fluxo ótico). *Current Biology* 21:1794-1799.

Blem, C.R. and B.A.Willis.1998. Seasonal variation of human-caused mortality of birds in the Richmond area (Variação sazonal de mortalidade de aves causada por humanos na área de Richmond). *Raven* 69(1):3-8.

Bolshakov, Casimir V., Michael V. Vorotkov, Alexandra Y. Sinelschikova, Victor N. Bulyuk and Martin Griffiths, 2010. Application of the Optical-Electronic Device for the study of specific aspects of nocturnal passerine migration (Aplicação de dispositivo óptico-eletrônico para o estudo de aspectos específicos de migração noturna de passeriformes). *Avian Ecol. Behav.* 18: 23-51.

Bolshakov, Casimir V., Victor N. Bulyuk, Alexandra Y. Sinelschikova and Michael V. Vorotkov, 2013. Influence of the vertical light beam on numbers and flight trajectories of night-migrating songbirds (Influência do feixe de luz vertical na quantidade e trajetória de vôo de aves migratórias noturnas). *Avian Ecol. Behav.* 24: 35-49.

Bulyuk, Victor N., Casimir V. Bolshakov, Alexandra Y. Sinelschikova and Michael V. Vorotkov, 2014. Does the reaction of nocturnally migrating songbirds to the local light source depend on backlighting of the sky? (A reação de aves noturnas migratórias a uma fonte de luz local depende da luz de fundo do céu?) *Avian Ecol. Behav*. 25:21-26.

Codoner, N.A. 1995. Mortality of Connecticut birds on roads and at buildings (Mortalidade de aves em estradas e edificações em Connecticut). *Connecticut Warbler* 15(3):89-98.

Collins and Horn, 2008. Bird-window collisions and factors influencing their frequency at Millikin University in Decatur, Illinois (Colisões de pássaros em janelas na Millikin Universidade em Decatur, Illinois, e fatores que influem na sua frequência). *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 101(supplement):50.

Crawford, R.L, 1981a. Bird kills at a lighted manmade structure: often on nights close to a full moon (Mortes de pássaros em uma estrutura humana iluminada: mais frequentes em noites de lua cheia). *American Birds* (35):913-914.

Crawford, R.L, 1981b. Weather, migration and autumn bird kills at a North Florida TV tower (Clima, migração e outono causam mortes de pássaros em uma torre de TV do norte da Flórida). *Wison Bulletin*, 93(2):189-195.

Cuthill, I.C., J.C. Partridge, A.T.D. Bennett, C.D. Church, N.S. Hart and S. Hunt, 2000. Ultraviolet vision in birds (Visão de ultravioleta em aves). *Advances in the Study of Behavior* 29:159-215.

Davila, A.F., G. Fleissner, M. Winklhofer and N. Petersen, 2003. A new model for a magnetoreceptor in homing pigeons based on interacting clusters of superparamagnetic magnetite (Um novo modelo para um magnetorreceptor em pombos-correio baseado em interatividade de clusters de magnetita superparamagnética). *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts A/B/C 28: 647-652.

Dunn, E.H. 1993. Bird mortality from striking residential windows in winter (Mortalidade de aves por colisões em janelas residenciais no inverno). *Journal of Field Ornithology* 64(3):302-309.

D'Eath, R.B., 1998. Can video images imitate real stimuli in animal behaviour experiments? (Podem as imagens de vídeo imitar estímulos reais em experimentos de comportamento animal?) *Biological Review* 73(3):267–292.

Elbin, Susan, 2015. Pers. comm.

Evans, W.R., Y. Akashi, N.S. Altman, A.M. Manville II, 2007. Response of night-migrating songbirds in cloud to colored and flashing light (Resposta de aves canoras migratórias em nuvens à luz colorida e intermitente). *North American Birds* 60, 476-488.

Evans, W.R., 2011 Pers. comm.

Evans, J.E., I.C. and A.T. Cuthill, D. Bennett, 2006. The effect of flicker from fluorescent lights on mate choice in captive birds (O efeito de flicker de luzes fluorescentes na escolha de parceiros em aves em cativeiro). *Animal Behaviour* 72:393-400.

Evans-Ogden, 2002. Effect of Light Reduction on Collision of Migratory Birds. Special Report for the Fatal

Light Awareness Program (FLAP) (Efeito da redução de luz em Colisão de Aves Migratórias. Relatório especial para o Programa de Conscientização da Luz Fatal)
Fink, L.C. and T.W. French. 1971. Birds in downtown Atlanta—Fall, 1970. *Oriole* 36(2):13-20.

Fleissner, G., E.Holtkamp-Rötzler, M. Hanzlik, M. Winklhofer, G. Fleissner, N. Petersen and W. Wiltschko, 2003. Ultrastructural analysis of a putative magnetoreceptor in the beak of homing pigeons (Análise ultraestrutural de um magnetoreceptor putativo no bico dos pombos-correio). *The Journal of Comparative Neurology* 458(4):350-360.

Fleissner, G., B. Stahl, P. Thalau, G. Falkenberg and G. Fleissner, 2007. A novel concept of Fe-mineral-based magnetoreception: histological and physicochemical data from the upper beak of homing pigeons (Um novo conceito de magnetorecepção baseada em minerais ferrosos: informações histológicas e
e psico-químicas do parte superior do bico de pombos-correio). *Naturwissenschaften* 94(8): 631-642.

O World Trade Center de Nova Orleans, projetado por Edward Durrell em 2013. Stone usa uma estratégia simples para evitar choques de pássaros; quase todas as janelas têm persianas parasois exteriores. Foto por Christine Sheppard, ABC

Gauthreaux, S.A. and C.G. Belser, 2006. Effects of Artificial Night Light on Migrating Birds (Efeitos da luz artificial noturna em pássaros em migração) in Rich, C. and T. Longcore, eds, 2006. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press. Washington, DC. 259 pp.

Gauthreaux, Sidney A. Jr. and Carroll G. Belser, 2006. Effects of Artificial Night Lighting on Migrating Birds in Ecological Consequences of Artificial Night Lighting (Efeitos da Iluminação Noturna Artificial nos Pássaros em Migração em "Conseqüências Ecológicas de Iluminação Artificial Noturna"), Catherine Rich and Travis Longcore eds. Island Press, Washington, D.C. 458 pages.

Gehring, J., P. Kerlinger, and A.M. Manville. 2009. Communication towers, lights, and birds: successful methods of reducing the frequency of avian collisions (Torres de comunicação, luzes e pássaros: métodos de sucesso na redução da frequência de colisões das aves). *Ecological Applications* 19:505–514.

Gelb, Y. and N. Delacretaz. 2006. Avian window strike mortality at an urban office building (Mortalidade de aves por colisão em um prédio de escritórios urbano). *Kingbird*
56(3):190-198.

Ghim, Mimi M., and William J. Hodos, 2006. Spatial contrast sensitivity of birds (Sensibilidade espacial ao contraste das aves). J *Comp Physiol A*
192: 523–534

Gochfeld , M.,1973. Confused nocturnal behavior of a flock of migrating yellow wagtails (Comportamento noturno confuso de um bando migratório de wagtails) amarelos). *Condor* 75(2):252-253. Página 54
Greenwood, V., E.L. Smith, A.R. Goldsmith, I.C. Cuthill, L.H. Crisp, M.B.W. Swan and A.T.D. Bennett, 2004. Does the flicker frequency of fluorescent lighting affect the welfare of captive European starlings? (A frequência de flicker da iluminação fluorescente afeta o bem-estar de estorninhos europeus cativos?) *Applied Animal Behaviour Science* 86: 145-159.

Hager, S.B., H. Trudell, K.J. McKay, S.M. Crandall, L. Mayer. 2008. Bird density and mortality at windows (Densidade de aves e mortalidade em janelas). *Wilson Journal of Ornithology* 120(3):550-564.

Hager, Stephen B., 2009. Human-related threats to urban raptors (Ameaças relacionadas ao homem para aves de rapina urbanas). *J. Raptor Res*. 43(3):210–226.

Hager S.B., Cosentino B.J., McKay K.J., Monson C., Zuurdeeg W., and B. Blevins, 2013. Window Area and Development Drive Spatial Variation in Bird-Window Collisions in an Urban Landscape (Área de Janelas e desenvolvimento urbano influem na variação espacial das colisões de aves em janelas em uma paisagem urbana). PLoS ONE 8(1): e53371. doi:10.1371/journal pone.0053371. Disponível para download em: http://people.hws.edu/cosentino/ publications_files/PLoS%20 ONE%202013%20Hager.pdf

Hager S.B., Craig M.E. (2014). Bird-window collisions in the summer breeding season (Colisões de aves em janelas em uma estação de reprodução de verão). *Peer* J 2:e460 https://dx.doi.org/10.7717/peerj.460

Haupt, H. and U. Schillemeit, 2011. Skybeamer und Gebäudeanstrahlungen bringen Zugvögel vom Kurs ab: Neue Untersuchungen und eine rechtliche

Bewertung dieser Lichtanlagen. NuL 43 (6), 2011, 165-170. (Search/spot Lights and Building Lighting Divert Migratory Birds Off Course: New investigations and a legal evaluation of these lighting systems (Refletores/Projetores e Iluminação de Edifícios desviam aves Migratórias de seu curso: Novas investigações e uma avaliação legal desses sistemas de iluminação))

Herbert, A.D., 1970. Spatial Disorientation in Birds (Desorientação Espacial em Aves). *Wilson Bulletin* 82(4):400-419.

Jones, J. and C. M. Francis, 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses (Os efeitos da característica da iluminação na mortalidade aviária em faróis). *Journal of Avian Biology* 34: 328–333.

Kahle, Logan Q., Maureen E. Flannery and John P. Dumbacher, 2015. Bird-window collisions at a west coast urban parkland: analyses of bird biology and window attributes from Golden Gate Park, San Francisco (Colisões de pássaros em janelas em um parque urbano da costa oeste: análises da biologia de aves e características das janelas no Golden Gate Park, San Francisco). In press, *PLOS One*.

Kerlinger, P., 2009. How Birds Migrate (Como as aves migram), second edition, revisions by Ingrid Johnson. Stackpole Books, Mechanicsville, PA. 230 pp.

Klem, D., Jr., 1990. Collisions between birds and windows: Mortality and prevention (Colisões de aves em janelas: Mortalidade e prevenção). *Journal of Field Ornithology* 61(1):120-128.

Klem, D., Jr., 1989. Bird-window collisions (Colisões de aves em janelas). *Wilson Bulletin* 101(4):606-620.

Klem, D., Jr., 1991. Glass and bird kills: An overview and suggested planning and design methods of preventing a fatal hazard (O vidro e a mortalidade de aves: visão geral e sugestão de planejamento e métodos de projeto para prevenção de um risco fatal). Pp. 99-104 in L. W. Adams and D. L. Leedy (Eds.), Wildlife Conservation in Metropolitan Environments. Natl. Inst. Urban Wildl. Symp. Ser. 2, Columbia, MD.

Klem, Daniel Jr., and Peter G. Saenger, 2013. Evaluating the Effectiveness of Select Visual Signals to Prevent Bird-window Collisions (Avaliando a efetividade de uma seleção de sinais visuais para evitar colisões de pássaros em janelas). *The Wilson Journal of Ornithology* 125(2):406–41. Download at: http://www.muhlenberg.edu/main/academics/biology/faculty/klem/aco/Bird-window.html

Klem, D. Jr., D.C. Keck, K.L. Marty, A.J. Miller Ball, E.E. Niciu, C.T. Platt. 2004. Effects of window angling, feeder placement, and scavengers on avian mortality at plate glass (Efeitos da angulação de janelas, locação de alimentadores e necrófagos na mortalidade aviária em vidros planos). *Wilson Bulletin* 116(1):69-73.

Klem, D. Jr., C.J. Farmer, N. Delacretaz, Y. Gelb and P.G. Saenger, 2009a. Architectural and Landscape Risk Factors Associated with Bird-Glass Collisions in an Urban Environment (Fatores de risco arquitetônicos e paisagisticos associados a colisões de pássaros com vidro em um ambiente urbano). *Wilson Journal of Ornithology* 121(1):126-134.

Klem, D. Jr., 2009. Preventing Bird-Window Collisions (Prevenção de Colisões de pássaros em janelas). *Wilson Journal of Ornithology* 121(2):314–321.

Laskey, A.,1960. Bird migration casualties and weather conditions (Perdas durante a migração de aves e condições climáticas), Autumns 1958, 1959, 1960. *The Migrant* 31(4): 61-65.

Lebbin, Daniel J., Michael J. Parr and George H. Fenwick, 2010. T*he American Bird Conservancy Guide to Bird Conservation* (Guia da American Bird Conservancy para a preservação das aves). University of Chicago Press, Chicago. 447 pages.

Longcore, Travis, Catherine Rich, Pierre Mineau, Beau MacDonald, Daniel G. Bert, Lauren M. Sullivan, Erin Mutrie, Sidney A. Gauthreaux Jr, Michael L. Avery, Robert L. Crawford, Albert M. Manville II, Emilie R. Travis and David Drake, 2012. An estimate of avian mortality at communication towers in the United States and Canada (Uma estimativa da mortalidade de aves nas torres de comunicação nos Estados Unidos e no Canadá).

Longcore, Travis, Catherine Rich, Pierre Mineau, Beau MacDonald, Daniel G. Bert, Lauren M. Sullivan, Erin Mutrie, Sidney A. Gauthreaux Jr., Michael L. Avery, Robert L. Crawford, Albert M. Manville II, Emilie R. Travis, and David Drake, Avian mortality at communication towers in the United States and Canada: which species, how many, and where? (Mortalidade de aves em torres de comunicação nos Estados Unidos e no Canadá: quais espécies, quantos e onde?) *Biological Conservation* 158:410–419.

Loss, Scott R., Tom Will and Peter P. Marra, 2012 Direct human-caused mortality of birds: improving quantification of magnitude and assessment of population impact (Mortalidade de aves por causa humana direta: melhorando a quantificação da magnitude e avaliação de impacto nas populações). *Frontiers in Ecology and the Environment*, September, Vol. 10, No. 7: 357-364

Loss, Scott R., Tom Will, Sara S. Loss and Peter P. Marra, 2014. Bird–building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability (Colisões de pássaros em edificações nos Estados Unidos: estimativas de mortalidade anual e vulnerabilidade de espécies). *Condor* 116:8-23.

Loss, S.R., Loss, S.S., Will, T., Marra, P.P. 2014. Best practices for data collection in studies of bird-window collisions (Melhores práticas de coleta de dados em estudos de colisões de pássaros em janelas). Available at http://abcbirds.org/?p=10399

Machtans, Craig S., Christopher H.R. Wedeles and Erin M. Bayne, 2013. A First Estimate for Canada of the Number of Birds Killed by Colliding with Building Windows (Uma primeira estimativa para o Canadá do número de aves mortas por colisão com janelas de edifícios). *Avian Conservation and Ecology* 8(2): 6. http://dx.doi.org/10.5751/ ACE-00568-080206

Muheim, R., J.B. Phillips and S. Akesson, 2006. Polarized Light Cues Underlie Compass Calibration in Migratory Songbirds (Luz polarizada está na base do ajuste da bússola em aves canoras migratórias). *Science* 313 no. 5788 pp. 837-839.

Muheim, R., 2011. Behavioural and physiological mechanisms of polarized light sensitivity in birds (Mecanismos comportamentais e fisiológicos de sensibilidade à luz polarizada em aves). Phil Trans R Soc B 12 March 2011: 763-77.

Marquenie, J., and F.J.T. van de Laar, 2004. Protecting migrating birds from offshore production (Protegendo aves migratórias da produção offshore). Shell E&P Newsletter: January issue.

Marquenie, J.M., M. Donners, H. Poot and Steckel, 2013. Adapting the Spectral Composition of Artificial Lighting to Safeguard the Environment (Adaptando a Composição Espectral da Iluminação Artificial para Proteger o Meio Ambiente). *Industry Applications Magazine*, IEEE 19(2):56-62.

Mouritsen, H., 2015. Magnetoreception in Birds and Its Use for Long-Distance Migration (Magnetorecepção em aves e sua utilização na migração de longa distância). Pp. 113-133 in *Sturkie's Avian Physiology*, sixth edition, Colin G. Scanes ed. Academic Press, Waltham, MA, 1028 pp.

Newton, I., 2007. Weather-related mass-mortality events in migrants (Mortalidade relacionada a eventos climáticos em migrantes). Ibis 149:453-467.
Newton, I., I. Wyllie, and L. Dale, 1999. Trends in the numbers and mortality patterns of Sparrowhawks (*Accipiter nisus*) and Kestrels (*Falco tinnunculus*) in Britain, as revealed by carcass analyses (Tendências na quantidade e padrões de mortalidade de gavião-da-europa (*Accipiter nisus*) e Peneireiro (*Falco tinnunculus*) na Grã-Bretanha, a partir de análises de carcaças). *Journal of Zoology* 248:139-147.

Ödeen and Håstad, 2003. Complex Distribution of Avian Color Vision Systems Revealed by Sequencing the SWS1 Opsin from Total DNA (Distribuição Complexa de Sistemas de visão de cores nas aves revelados por sequenciamento da Opsina SWS1 do DNA Total). *Mol. Biol. Evol.* 20(6):855–861. 2003.

Ödeen and Håstad, BMC Evolutionary Biology 2013, 13:36. The Phylogenetic Distribution of Ultraviolet Vision in Birds (A Distribuição Filogenética de Visão ultravioleta em aves) www.biomedcentral. com/1471-2148/13/36

Håstad and Ödeen (2014), A vision physiological estimation of ultraviolet window marking visibility to birds (Uma estimativa da visibilidade fisiológica de padrões ultravioleta em janelas para os pássaros). PeerJ 2:e621; DOI 10.7717/peerj.621

O'Connell, T. J. 2001. Avian window strike mortality at a suburban office park (Mortalidade por colisões de aves em janelas em um conjunto de escritórios suburbanos). *Raven* 72(2):141-149.

Parkins, Kaitlyn L, Susan B. Elbin and Elle Barnes, 2015. Light, Glass, and Bird–building Collisions in an Urban Park (Luz, Vidro e Colisões de pássaros em Edifícios em um parque urbano). *Northeastern Naturalist* 22(1): 84-94. http://dx.doi.org/10.1656/045.022.0113

Poot, H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand, and J. M. Marquenie, 2008. Green light for nocturnally migrating birds (Luz Verde para aves migratórias noturnas). *Ecology and Society* 13(2): 47.

Rappli,, R., R. Wiltschko, P. Weindler, P. Berthold, and W. Wiltschko, 2000. Orientation behavior of Garden Warblers (Sylvia borin) under monochromatic light of various wavelengths (Comportamento de Orientação de Garden Warblers (Sylvia borin) sob luz monocromática de vários comprimentos de onda). *The Auk* 117(1):256-260.

Rich, C. and T. Longcore, eds, 2006. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (Consequências Ecológicas da Iluminação Noturna Artificial). Island Press. Washington, DC.

Richardson, W.J., 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review (Momento da migração e quantidade de aves em relação ao clima: uma revisão). *Oikos* 30:224-272.

Rössler and Zuna-Kratky, 2004 Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Experimentelle Versuche zur Wirksamkeit verschiedener Glas-Markierungen bei Wildvögeln. Bilogische Station Hohenau-Ringelsdorf. Disponível para download em www.windowscollisions.info

Rössler, M. and T. Zuna-Kratky. 2004. Avoidance of bird impacts on glass: Experimental investigation, with wild birds, of the effectiveness of different patterns applied to glass (Evitando impactos de aves em vidro:

investigação experimental, com aves selvagens, da eficácia de diferentes padrões aplicados ao vidro). Estação Biológica de Hohenau-Ringelsdorf – relatório não publicado (Tradução para o inglês disponível pela ABC)

Rössler, 2005. Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Weitere Experimente mit 9 Markierungstypen im unbeleuchteten Versuchstunnel. Wiener Umweltanwaltschaft. Bilogische Station Hohenau-Ringelsdorf. Disponível para download em www.windowscollisions.info

Rössler, M. 2005. Avoidance of bird impact at glass areas: Further experiments with nine marking types in the unlighted tunnel (Evitando impactos de aves em vidro: experimentos adicionais com nove novos padrões no túnel não iluminado). Estação Biológica de Hohenau-Ringelsdorf – relatório não publicado (Tradução para o inglês disponível pela ABC)

Rössler, M., W. Laube, and P. Weihs. 2007. Investigations of the effectiveness of patterns on glass, on avoidance of bird strikes, under natural light conditions in Flight Tunnel II (Investigações da efetividade de padrões em vidro, em evitar colisões de pássaros, sob condições de luz natural no túnel de vôo II). Estação Biológica de Hohenau-Ringelsdorf – relatório não publicado. (Tradução para o inglês disponível para download em www.windowscollisions.info)

Rössler, M. and W. Laube. 2008. Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Farben, Glasdekorfolie, getöntes Plexiglas: 12 weitere Experimente im Flugtunnel II (). Bilogische Station Hohenau-Ringelsdorf. Disponível para download em www.windowscollisions.info

Rössler M. and W. Laube. 2008. Avoidance of bird impacts on glass. Colors, decorative windowfilm, and noise-damping plexiglass: Twelve further experiments in flight tunnel II (Evitando impactos de aves no vidro. Cores, filme de janela decorativo, e plexiglass de amortecimento de ruído: Doze outras experiências no túnel de voo II). Estação Biológica de Hohenau-Ringelsdorf – relatório não publicado. (Tradução para o inglês disponível pela ABC)

Rössler, M., 2010. Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen: Schwarze Punkte, Schwarz-orange Markierungen, Eckelt 4Bird®, Evonik Soundstop® , XT BirdGuard. (Evitando o impacto das aves em superfícies de vidro: Marcações de pontos pretos, preto-laranja, Eckelt 4Bird®, Evonik Soundstop®, XT BirdGuard.) (disponível para download em www.windowscollisions.info)

Russell, K., 2009. Pers comm. (Conversas)

Russell, Keith, 2015. Conversation on August 13. (Conversa em 13 de agosto)

Russell, R.W. 2005. Interactions between migrating birds and offshore oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico: Final Report (Interações entre aves migratórias e plataformas offshore de petróleo e gás no Norte do Golfo do México: relatório final). U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2005-009. 348 pp. www.data.boem.gov/PI/PDFImages/ESPIS/2/2955.pdf

Schiffner, Ingo, Hong, D Vo, Panna S. Bhagavatula and Mandyam V Srinivasan, 2014. Minding the gap: in-flight body awareness in birds (Mentalizando o intervalo ou a passagem: consciência corporal em vôo em aves). *Frontiers in Zoology* 2014, 11:64 http://www.frontiersinzoology.com/content/11/1/64

Sealy, S.G.,1985. Analysis of a sample of Tennessee Warblers window-killed during spring migration in Manitoba (Análise de uma amostra de Toutinegras do Tennessee vitimadas por janelas durante a migração da primavera em Manitoba). *North American Bird Bander* 10(4):121-124.

Snyder, L.L., 1946. "Tunnel fliers" and window fatalities ("Tunnel fliers" e fatalidades em janelas). *Condor* 48(6):278.

Thomas, Robert J., Tamas Szekely, Innes C. Cuthill, David G. C. Harper, Stuart E. Newson, Tim D. Frayling and Paul D. Wallis, 2002. Eye size in birds and the timing of song at dawn (Tamanho dos olhos em pássaros e o momento do canto ao amanhecer). *Proc. R. Soc. Lond. B* (2002) 269, 831-837. DOI 10.1098/rspb.2001.1941

Van De Laar, F.J.T., 2007. Green Light to Birds, Investigation into the Effect of Bird-friendly Lighting. (Luz Verde para Aves, Investigação sobre o efeito da iluminação amiga das aves.) Nederlandse Aardolie Maatschappij (), The Netherlands. 24pp.

Varela, F.J., A.G. Palacios and T.H. Goldsmith, 1993. Color vision of birds. In *Vision, Brain, and Behavior in Birds*, (Visão colorida das aves. Em Visão, Cérebro e Comportamento das Aves) H. P. Zeigler and H. Bischof eds., chapter 5.

Weir, R.D.,1976. Annotated bibliography of bird kills at man-made obstacles: a review of the state of the art and solutions.(Bibliografia anotada sobre mortandade de aves em obstáculos criados pelo homem: uma revisão do estado da arte e soluções) Department of Fisheries and the Environment, Canadian Wildlife Service, Ontario Region, 1976.

Wiese, Francis K., W.A. Montevecchi, G.K. Davoren, F. Huettman, A.W. Diamond and J. Linke, 2001. Seabirds at Risk around Off-shore Oil Platforms in the North-west Atlantic.(Aves maritimas em risco no entorno das Plataformas de Petróleo no Noroeste do Atlantico) *Marine Pollution Bulletin* 42(12):1285-1290.

Wiltschko, W., R. Wiltschko and U. Munro, 2000. Light-dependent magnetoreception in birds: the effect of intensity of 565-nm green light. (Magnetorecepção dependente da luz em aves: o efeito da intensidade da luz verde de 565-nm) *Naturwissenschaften* 87:366-369.

Wiltschko, W.,U. Monro, H. Ford and R. Wiltschko, 2003. Magnetic orientation in birds: non-compass responses under monochromatic light of increased intensity (Orientação por magnetismo das aves: Respostas não direcionais sob intensidades crescentes de luz monocromática). P*roc. R. Soc. Lond*. B:270, 2133–2140.

Wiltschko, W.,U. Monro, H. Ford and R. Wiltschko, 2006. Bird navigation: what type of information does the magnetite-based receptor provide? (Navegação das aves: que tipo de informação os receptores baseados em magnetita produzem?) *Proc. R. Soc. B* 22 November 2006 vol. 273 no. 1603 2815-2820.

Wiltschko, W. and R. Wiltschko, 2007.Magnetoreception in birds: two receptors for two different tasks. (Magnetorecepção em aves: dois receptores para duas tarefas diferentes) J. Ornithology 148, Supplement 1:61-76.

Wiltschko, R., K. Stapput, H. Bischof and W.Wiltschko, 2007. Light-dependent magnetoreception in birds: increasing intensity of monochromatic light changes the nature of the response. (Magnetopercepção dependente da luz: A mudança na intensidade da luz monocromática altera a resposta ao estímulo) Frontiers in Zoology 2007 4:5. doi: 10.1186/1742-9994-4-5
Wiltschko, R., U. Monro, H. Ford, K. Stapput and W. Wiltschko, 2008. Light-dependent magnetoreception: orientation behaviour of migratory birds under dim red light. (Magnetopercepção dependente da luz: comportamento orientacional de aves migratórias sob luz vermelha suave) *The Journal of Experimental Biology* 211, 3344-3350.

Wiltschko, R. and W. Wiltschko, 2009. Avian Navigation (Navegação das Aves). *The Auk* 126(4):717–743.

Na Academia Langley em Berkshire, Reino Unido, a Foster + Partners usou brise-soleil para controlar a luz e a ventilação, tornando o edifício seguro para as aves. Photo by Chris Phippen Ofis

Autores e Editores

Redigido por Dr. Christine Sheppard, Gerente de Campanha de Colisões de Pássaros e Glenn Phillips, Administrador de Desenvolvimento para Colisões de Pássaros

Contribuições adicionais: Anne Law e Mike Parr.
Editado por: George Fenwick, Clare Nielsen, Mike Parr, Darin Schroeder, Mary Jane Kaplan e Barbara Kancelbaum
Desenhado Diagramado por: Gemma Radko

Citação recomendada

Christine Sheppard and Glenn Phillips. *Bird-Friendly Building Design*, (Projeto de Edificações Amigáveis para Pássaros) 2nd Ed. (The Plains, VA: American Bird Conservancy, 2015)

Agradecimentos

American Bird Conservancy (ABC) gostaria de agradecer a ajuda na preparação deste documento:
Susan Elbin e os funcionários da New York City Audubon, Sociedade de Conservação da Vida Selvagem, Fundação de Vidro Seguro para Pássaros, Associação Internacional de Céus Escuros,
Programa de Conscientização da Luz Fatal, Joanna Eckles, Deborah Laurel, Guy Maxwell, Dan Piselli, Bruce Fowle, Marcia Fowle e Stefan Knust.
Somos especialmente gratos à Leon Levy Foundation pelo apoio contínuo ao Programa de Colisões da ABC.

Este documento é baseado em diretrizes publicadas pela New York City Audubon Society, Inc., em maio de 2007, com o apoio do US Fish & Wildlife Service através do Neotropical Migratory Bird Conservation Act

Aviso legal

Esta publicação é apresentada de boa fé e destina-se apenas à orientação geral. O material foi extraído de muitas fontes; todo esforço foi feito para citar essas fontes, e quaisquer omissões são involuntárias. O conteúdo desta publicação não pretende ser um conselho profissional. A ABC, os autores e a Audubon de Nova York não fazem nenhuma representação ou garantia, expressa ou implícita, quanto à integridade ou precisão do conteúdo.
Os usuários dessas diretrizes devem fazer determinações independentes quanto à adequação ou aplicabilidade das informações para sua própria situação ou propósitos; a informação aqui contida não se destina a ser um substituto de conselhos ou serviços específicos, técnicos ou profissionais.
Em nenhum caso os editores ou autores serão responsáveis por danos de qualquer natureza ou tipo que resultem da distribuição, uso ou confiança no conteúdo desta publicação.

© American Bird Conservancy, 2015

O Institut Arabe du Monde em Paris, França, proporciona a entrada de luz no interior do edifício sem usar vidro. Foto de Joseph Radko, Jr.

American Bird Conservancy é dedicada à preservação de aves no Hemisfério Ocidental - a única organização com um compromisso único e firme de alcançar resultados de preservação para aves nativas e seus habitats em todas as Américas. Com foco na eficiência e trabalhando em parcerias, enfrentamos os problemas mais difíceis enfrentados atualmente pelas aves, inovando e construindo uma base científica sólida para evitar extinções, proteger habitats, eliminar ameaças e desenvolver conhecimento para a preservação de aves.

AMERICAN BIRD CONSERVANCY

American Bird Conservancy
4249 Loudoun Avenue, P.O. Box 249
The Plains, VA 20198
540-253-5780
abcbirds.org

O Cubo Laranja, um complexo comercial e cultural, foi projetado por Jacob + McFarlane Arquitetos como parte do revitalização do porto em Lion, França. A fachada praticamente elimina as ameaças às aves, ao mesmo tempo que permite iluminação do interior e a visão do exterior para os que estão dentro. Foto © Nicolas Borel

Recomendação de construção favorável a pássaros da American Bird Conservancy

Resumidamente, um edifício amigo das aves é aquele em que:

• Pelo menos 90% do material na fachada exposta do nível do solo até 12 metros (40') (a principal zona de colisão de aves) tem uma pontuação de ameaça de 30 ou menos, baseado em experimentos controlados.

• Pelo menos 60% do material da fachada exposta acima da zona de colisão atende ao mesmo padrão.

• Todos os vidros circundantes dos átrios ou pátios atendem ao padrão acima.

• Não há bordas ou "passagens" transparentes.

• A iluminação externa é apropriadamente blindada e direcionada para minimizar atração de aves noturnas locais ou em migração.

• A iluminação interior é desligada à noite se não estiver em uso e projetada para minimizar o vasamento de luz através das janelas durante a operação noturna.

• O paisagismo é projetado sem características conhecidas que propiciem colisões.

• A mortalidade real de aves é monitorada e compensada (por exemplo, na forma de preservação ou criação de habitat em outro local, ou por redução de mortalidade de outras origens, etc.).

O Burj Qatar, projetado por Jean Nouvel, foi eleito em 2012 o Melhor Edifício Alto ou Arranhacéu em todo o mundo. A fachada, criada com telas multi-camadas, reflete a cultura local, proporcionando proteção contra altas temperaturas e areia. Foto de Marc Desbordes

Os custos de impressão da publicação original, em inglês, foram gentilmente cobertos por um doador anônimo

Tradução: ECOAVIS - Ecologia e Observação de Aves

Apoio: Coordenadoria Estadual de Defesa da Fauna
Ministério Público de Minas Gerais

A expansão David Chipperfield do Museu de Anchorage tem uma superfície de vidro espelhado, executada em um padrão geométrico amigável para os pássaros, em conformidade com o critério 2 x 4. A equipe do museu confirma que, embora colisões ocorram na região ao redor, o museu tem poucas ocorrências, se tanto. Foto de Larry Vincent

ecoavis
ECOLOGIA E OBSERVAÇÃO DE AVES

AMERICAN BIRD CONSERVANCY

NEW YORK CITY AUDUBON