

Conservação da fauna urbana: o problema das colisões de aves em vidros

Conservación de la fauna urbana: el problema de las colisiones de aves en vidrio

Mateus Ricardo Nogueira Vilanova

Professor Doutor, UNESP/FEG, Brasil.
mateus.vilanova@unesp.br

José Alexandre Matelli

Professor Doutor, UNESP/FEG, Brasil.
jose.a.matelli@unesp.br

José Antônio Perrella Balestieri

Professor Doutor, UNESP/FEG, Brasil.
jose.perrella@unesp.br

Paulo Valladares Soares

Professor Doutor, UNESP/FEG, Brasil.
paulo.valladares@unesp.br

RESUMO

Colisões com vidros são uma das principais causas de mortes de aves em ambientes construídos, vitimando bilhões de animais anualmente, somente na América do Norte. Este trabalho discute as principais causas, e as formas de evitar o problema, a partir de uma revisão da literatura. Os fatores que influencia os índices de colisões vão desde a proporção de vidro utilizada nos edifícios, passando pela sazonalidade, até a presença de vegetação e comedouros. Quando não é possível atuar sobre os fatores de risco, pode-se aplicar aos vidros diversas formas de redução das colisões, que, em linhas gerais, consistem na inserção de elementos que tornem esta barreira visível para as aves.

PALAVRAS-CHAVE: Cidades sustentáveis. Avifauna. Janelas de vidro.

RESUMEN

Las colisiones con vidrio son una de las principales causas de muerte de aves en entornos construidos y se cobran la vida de miles de millones de animales anualmente solo en América del Norte. Este artículo discute las principales causas y formas de evitar el problema, con base en una revisión de la literatura. Los factores que influyen en las tasas de colisión van desde la proporción de vidrio utilizado en los edificios, pasando por la estacionalidad, hasta la presencia de vegetación y comederos. Cuando no es posible actuar sobre los factores de riesgo, se pueden aplicar al vidrio diferentes formas de reducir las colisiones que, en general, consisten en la inserción de elementos que hagan visible esta barrera para las aves.

PALABRAS CLAVE: Cidades sostenibles. Avifauna. Ventanas de vidrio.

1 INTRODUÇÃO

A colisão com vidros é uma das principais causas antrópicas de mortes de aves (HAGER et al., 2013; KLEM, 2015; REBOLO-IFRÁN; DI VIRGILIO; LAMBERTUCCI, 2019; RIDING; O'CONNELL; LOSS, 2021), havendo estimativas de que ocorram, anualmente, quase um bilhão de mortes por esse motivo apenas nos Estados Unidos e Canadá (REBOLO-IFRÁN; DI VIRGILIO; LAMBERTUCCI, 2019). Apesar de significativos, tais números provavelmente são ainda maiores, devido a fatores como a remoção das carcaças de aves colididas por animais catadores/carneiros, antes da sua contabilização (BRACEY et al., 2016; KUMMER et al., 2016; POWERS et al., 2021; RIDING; LOSS, 2018).

O vidro é um material amplamente utilizado na engenharia civil e na arquitetura moderna. Apesar de apresentar vantagens estéticas e benefícios energéticos (por exemplo, permite a iluminação natural), as mortes de aves decorrentes do uso deste material (sem os devidos cuidados) comprometem a sustentabilidade das edificações que o utilizam.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é discutir o problema das colisões de aves em vidros (sobretudo, em janelas e outros componentes arquitetônicos similares), analisando as suas causas e, principalmente, as tecnologias e métodos para a sua solução.

Este artigo foi elaborado dentro das atividades do projeto de extensão universitária “Passarinhando na FEG: Ciência cidadã, engenharia sustentável e ações participativas para a conservação da avifauna urbana”¹.

3 METODOLOGIA

O trabalho se baseou em uma revisão da literatura utilizando, majoritariamente, a base Scopus. Os termos de busca considerados foram “*bird*” e “*collision*”, restritos ao título da publicação. Os resultados da busca foram classificados segundo o número de citações e, posteriormente, a data de publicação, tendo sido considerados os artigos mais citados e os mais recentes. Foram avaliados, também, documentos de referência e páginas sobre a temática.

4 RESULTADOS

4.1 Fatores de risco para colisões

Baseados em outros autores, Machtans et al. (2013) estabelecem os dois principais mecanismos responsáveis pelas colisões diurnas de aves com vidros: a transparência e a reflexividade (Figura 1). Em condições de transparência, a colisão ocorre pela não percepção do obstáculo vítreo na trajetória de voo. Já em condições reflexivas, a ave voa, propositalmente, em direção às imagens da paisagem refletidas pelo vidro (por exemplo, vegetação e céu aberto).

¹ <https://sites.google.com/unesp.br/passarinhandonafeg/>

Diversos são os fatores que influenciam as taxas de colisões de aves com vidros, a partir dos dois mecanismos básicos. Utilizando dados de ciência cidadã do projeto “*Birds and Windows*” da Universidade de Alberta (Canadá), Kummer et al. (2016) aprofundaram o entendimento destes fatores para as condições locais, nos níveis/escalas de bairro, jardim, casa e janela. Dentre os principais resultados de Kummer et al. (2016), destaca-se que a presença de comedouros nos jardins, e a altura da vegetação nesse local, são as variáveis mais importantes para a previsão de colisões, resultado condizente com os de outros estudos sobre a temática.

Figura 1 – Vidros transparentes (a) e reflexivos (b)



Fonte: autoria propria.

Riding et al. (2021) investigaram os padrões de colisões de aves em vidros em Oklahoma (EUA), em diversas escalas temporais, concluindo que: (1) independente a estação do ano, a noite e as primeiras horas da manhã são os períodos de maior ocorrência de colisões; (2) a quantidade de colisões está fortemente associada às estações do ano, mais especificamente,

aos períodos de migração, havendo uma diferenciação da frequência de colisões de diferentes grupos de aves (residentes e migratórias) conforme o período do ano.

A partir de um estudo conduzido na Argentina, Rebolo-Ifrán et al. (2019) apresentaram importantes conclusões sobre o problema das colisões de aves em vidros, do ponto de vista arquitetônico e urbanístico, dentre elas: (1) a quantidade de janelas e a presença de vegetação refletida nelas são fatores determinantes e diretamente proporcionais à frequência de colisões e (2) edifícios cercados por árvores altas apresentam maior risco de colisões do que aqueles localizadas em localidades mais urbanizadas.

A seguir, são detalhados alguns dos principais fatores influentes sobre os índices de colisão de aves em vidros.

4.1.1 Sazonalidade

Diversos trabalhos (e.g. (CUSA; JACKSON; MESURE, 2015; HAGER et al., 2017; KUMMER; BAYNE; MACHTANS, 2016; LOSS et al., 2019; RIDING; O'CONNELL; LOSS, 2021) demonstram haver uma relação evidente entre as taxas de colisões de aves em vidros e as estações do ano, fato muitas vezes associado às migrações (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020; BRISQUE; CAMPOS-SILVA; PIRATELLI, 2017; EMERSON et al., 2022; MACHTANS; WEDELES; BAYNE, 2013; RIGGS; JOSHI; LOSS, 2022; WITTIG et al., 2017). Em princípio, existe a percepção de que espécies migratórias são mais susceptíveis a colisões do que espécies residentes. Tal percepção é confirmada por trabalhos desenvolvidos, sobretudo, no hemisfério norte. Por outro lado, Ribeiro e Piratelli (2020) (baseados em seus próprios experimentos e nos resultados de outros autores), indicam que, no hemisfério sul, os índices de colisões não se correlacionam com as estações do ano, e também, que espécies residentes são as maiores vítimas de colisões neste hemisfério.

4.1.2 Presença e características da vegetação

A presença de vegetação é considerada um dos principais fatores de risco para colisões de aves em vidros. A vegetação influencia as colisões de duas maneiras: (1) devido à sua reflexão nos vidros, que atrai as aves em direção à estrutura, causando as colisões e (2) servindo de habitat e fonte de alimento para algumas espécies (LOSS et al., 2019), o que aumenta a densidade da avifauna próxima a edifícios e, conseqüentemente, a probabilidade de colisões.

A partir de um estudo conduzido em Manhattan (Nova Iorque), Gelb e Delacretaz (2009) concluíram que a maioria das colisões ocorreram nos andares mais baixos dos edifícios, durante o dia, em vidros refletindo vegetação abundante. Outro mecanismo também reportado por Gelb e Delacretaz (2009) foi a colisão em vidros transparentes, que permitiam a visualização de vegetação localizada no interior dos prédios.

Os índices de colisões associados à presença de edificações tendem a aumentar proporcionalmente com a idade das construções, tendo em vista o crescimento da vegetação ao longo do tempo (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020).

4.1.3 Presença de comedouros

A alimentação de aves em comedouros domésticos é uma das principais formas de interação entre os seres humanos e a vida selvagem, que pode trazer consequências positivas e negativas para a ecologia e para o comportamento desses animais (DAYER et al., 2019).

A presença e o posicionamento de comedouros em relação a janelas tem se mostrado fatores influentes sobre as taxas de colisão de aves em vidros (KUMMER; BAYNE, 2015). Apesar de a simples presença de comedouros aumentar a frequência de colisões, a intensidade deste aumento está associada ao contexto, mais especificamente, das características das casas e das janelas.

4.1.4 Causas secundárias de mortes devido a colisões: predação

Ao colidirem com vidros, algumas aves não morrem instantaneamente, nem apresentam lesões grandes. Neste caso, o efeito da colisão é o atordoamento do animal, que pode se recuperar caso haja tempo. Trabalhos (REBOLO-IFRÁN; DI VIRGILIO; LAMBERTUCCI, 2019; REBOLO-IFRÁN; ZAMORA-NASCA; LAMBERTUCCI, 2021) demonstram que a predação de aves colididas por animais domésticos (cães e gatos) é uma causa secundária importante de mortandade após as colisões, que deve ser considerada quando por ocasião da realização de ações contra o problema.

4.2 Tecnologias e diretrizes construtivas contra colisões de aves em vidros

Diversas são as alternativas para evitar as colisões de aves em vidros já existentes e novos. Tais alternativas variam em termos de tecnologia utilizada, simplicidade de aplicação e custos, conforme detalhado a seguir. Em linhas gerais, o manual “Projetos de edificações amigáveis para pássaros” (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020) apresenta a regra 2” x 4”, ou 5 cm x 10 cm, que estabelece que marcações e/ou obstáculos lineares e paralelos em vidros, para evitar colisões de aves, devem ser espaçados no máximo 2” (aproximadamente 5 cm) para linhas horizontais, e 4” (aproximadamente 10 cm) para linhas verticais. Recomenda-se, também, que as linhas possuam, no mínimo, 0,25” (7 mm) de largura (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020).

Além do espaçamento e dimensões, a eficácia dos padrões é aumentada quanto maior for o seu contraste, e a sua aplicação ocorre no lado externo do vidro (onde a visibilidade pela ave é mais facilmente garantida) (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020).

4.2.1 Adesivos, decalques e pinturas

Rössler et al. (2015) testaram a eficiência de doze padrões acromáticos de marcações em vidros contra colisões de aves, através de experimentos em um túnel de voo. As principais conclusões destes autores são de que

“ [...] a eficácia de um padrão de dissuasão não depende necessariamente do tamanho da área de superfície da marcação, mas da orientação, espaçamento e dimensão dos

elementos de marcação. [...] Doze marcações foram testadas; destas, onze efetivamente reduziram colisões. No entanto, houve diferenças consideráveis entre os padrões testados. Cobrindo menos de 7%, as listras de 2 mm de largura foram tão eficazes quanto as de 13 mm de largura cobrindo 50% da superfície do vidro. Listras verticais com 10 cm de distância foram significativamente mais eficazes do que o mesmo padrão na orientação horizontal. Para criar marcações de proteção de aves em vidro, os projetistas devem considerar tanto os limites de percepção quanto as respostas comportamentais das aves relacionadas ao padrão.” (RÖSSLER; NEMETH; BRUCKNER, 2015).

Ribeiro e Piratelli (2020) testaram adesivos circulares, com 1,8 cm de diâmetro e 10 cm de espaçamento em janelas da Universidade Federal de São Carlos, demonstrando que esse padrão é eficiente em evitar colisões.

Algumas iniciativas envolvem a aplicação de adesivos com silhuetas de aves de rapina em vidros, na expectativa que essas imagens possam afugentar outras aves, evitando as colisões. Alguns estudos (BRISQUE; CAMPOS-SILVA; PIRATELLI, 2017; RIBEIRO; PIRATELLI, 2020) sugerem que este efeito não é obtido através de adesivos com tais silhuetas, reforçando que o espaçamento e as dimensões das marcações são, de fato, os fatores que determinam a eficiência dos padrões em evitar colisões de aves.

A partir de um estudo conduzido na Polônia, Zyśk-Gorczyńska et al. (2020) demonstraram que a presença de desenhos, e mesmo de poeira, diminuíram significativamente o índice de colisões em abrigos de ônibus transparentes. Como sugestão, os autores indicaram o uso de desenhos artísticos e a fixação de cartazes (por exemplo, mapas da cidade) como formas alternativas de reduzir as colisões de aves neste tipo de estrutura.

4.2.2 Tecnologias baseadas em ultravioleta (UV)

Várias espécies de aves (porém, não todas) possuem boa percepção visual à faixa ultravioleta, sendo tecnologias baseadas nesta faixa comumente mencionadas como alternativa contra colisões (AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON, 2020). A vantagem destas tecnologias tem natureza estética, uma vez que são invisíveis para os seres humanos.

Em seu experimento, Klem e Saenger (2013) concluíram que padrões UV são eficientes para evitar colisões quando refletem, no mínimo, 20 a 40% das ondas na faixa de 300 a 400 nm.

4.2.4 Outras alternativas

Uma forma simples de se evitar colisões de aves em vidros (que pode, inclusive, ser confeccionada da forma artesanal) é a utilização de cordas e/ou fios como obstáculos na frente dos vidros. Klem e Saenger (2013) demonstraram que cordas de 3,175 mm posicionadas em frente a vidros/janelas transparentes e refletivas separadas, espaçadas de 10,8 cm e 8,9 cm, são eficazes em evitar colisões.

A proporção de vidros em relação à de outros materiais em fachadas de edifícios influencia diretamente a taxa de colisões, conforme demonstrado por Klem et al. (2009). Sendo assim, a redução do uso de vidro é uma das maneiras mais diretas de se minimizar o problema, sobretudo, durante a construção de novas edificações. Este tipo de ação exige, porém, profundas mudanças nas concepções arquitetônicas e de projeto, conforme mencionado por

Zyśk-Gorczyńska et al. (2020), no contexto de colisões de aves em abrigos transparentes de pontos de ônibus.

Klem et al. (2009) destacam que a mudança da altura da vegetação, ou a sua supressão da frente de edifícios com materiais reflexivos, é uma medida que pode reduzir significativamente a quantidade de colisões.

No que se refere às colisões associadas à presença de comedouros, uma forma simples de se reduzir a sua letalidade é instalá-los próximos aos vidros/janelas (em geral, a menos de 1 metro), o que diminui significativamente a intensidade do impacto de possíveis colisões (KLEM, 2015; KUMMER; BAYNE, 2015).

5 CONCLUSÃO

As colisões de aves em vidros de edificações é um problema ambiental que demanda atenção de engenheiros, arquitetos e legisladores. Sem a sua solução, não é possível projetar edificações e cidades efetivamente sustentáveis, comprometendo o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Para vidros/edifícios já existentes, qualquer intervenção que torne o obstáculo visível pode ser efetiva para reduzir as colisões de aves, desde que os seus elementos atendam os critérios de dimensão, espaçamento e contraste/visibilidade. Tais soluções vão desde produtos prontos e mais avançados do ponto de vista tecnológico (por exemplo, soluções baseadas na faixa espectral UV), até alternativas caseiras/artesanais, do tipo “faça você mesmo” (como pinturas, cordões, dentre outros). No caso de novas edificações, e mesmo do planejamento de cidades, a consideração dos principais fatores de risco e das soluções tecnológicas deve ser prevista tanto na escala dos projetos, quanto das políticas públicas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN BIRD CONSERVANCY; NEW YORK CITY AUDUBON. **Projetos de edificações amigáveis para pássaros**. Belo Horizonte: ECOAVIS, 2020.

BRACEY, A. M.; ETTERSON, M. A.; NIEMI, G. J.; GREEN, R. F. Variation in bird-window collision mortality and scavenging rates within an urban landscape. **The Wilson Journal of Ornithology**, [s. l.], v. 128, n. 2, p. 355, 2016. Disponível em: <<https://bioone.org/journals/the-wilson-journal-of-ornithology/volume-128/issue-2/wils-128-02-355-367.1/Variation-in-bird-window-collision-mortality-and-scavenging-rates-within/10.1676/wils-128-02-355-367.1.full>>

BRISQUE, T.; CAMPOS-SILVA, L. A.; PIRATELLI, A. J. Relationship between bird-of-prey decals and bird-window collisions on a Brazilian university campus. **Zoologia**, [s. l.], v. 34, p. 1–8, 2017.

CUSA, M.; JACKSON, D. A.; MESURE, M. Window collisions by migratory bird species: urban geographical patterns and habitat associations. **Urban Ecosystems**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1427–1446, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11252-015-0459-3>>

DAYER, A. A.; ROSENBLATT, C.; BONTER, D. N.; FAULKNER, H.; HALL, R. J.; HOCHACHKA, W. M.; PHILLIPS, T. B.; HAWLEY, D. M. Observations at backyard bird feeders influence the emotions and actions of people that feed birds. **People and Nature**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. pan3.17, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pan3.17>>

EMERSON, L. C.; THADY, R. G.; ROBERTSON, B. A.; SWADDLE, J. P. Do lighting conditions influence bird–window collisions? **Avian Conservation and Ecology**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. art3, 2022. Disponível em: <<http://www.ace-eco.org/vol17/iss2/art3/>>

GELB, Y.; DELACRETAZ, N. Windows and Vegetation: Primary Factors in Manhattan Bird Collisions. **Northeastern Naturalist**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 455–470, 2009. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1656/045.016.n312>>

- HAGER, S. B. et al. Continent-wide analysis of how urbanization affects bird-window collision mortality in North America. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 212, n. June, p. 209–215, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.014>>
- HAGER, S. B.; COSENTINO, B. J.; MCKAY, K. J.; MONSON, C.; ZUURDEEG, W.; BLEVINS, B. Window Area and Development Drive Spatial Variation in Bird-Window Collisions in an Urban Landscape. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. e53371, 2013. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0053371>>
- KLEM, D. Bird-Window Collisions: A Critical Animal Welfare and Conservation Issue. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, [s. l.], v. 18, n. sup1, p. S11–S17, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10888705.2015.1075832>>
- KLEM, D.; FARMER, C. J.; DELACRETAZ, N.; GELB, Y.; SAENGER, P. G. Architectural and Landscape Risk Factors Associated with Bird-glass Collisions in an Urban Environment. **The Wilson Journal of Ornithology**, [s. l.], v. 121, n. 1, p. 126–134, 2009. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1676/08-068.1>>
- KLEM, D.; SAENGER, P. G. Evaluating the Effectiveness of Select Visual Signals to Prevent Bird-window Collisions. **The Wilson Journal of Ornithology**, [s. l.], v. 125, n. 2, p. 406–411, 2013. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1676/12-106.1>>
- KUMMER, J. A.; BAYNE, E. M. Bird feeders and their effects on bird-window collisions at residential houses. **Avian Conservation and Ecology**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. art6, 2015. Disponível em: <<http://www.ace-eco.org/vol10/iss2/art6/>>
- KUMMER, J. A.; BAYNE, E. M.; MACHTANS, C. S. Use of citizen science to identify factors affecting bird-window collision risk at houses. **The Condor**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 624–639, 2016. Disponível em: <<https://academic.oup.com/condor/article/118/3/624-639/5153278>>
- KUMMER, J. A.; NORDELL, C. J.; BERRY, T. M.; COLLINS, C. V.; TSE, C. R. L.; BAYNE, E. M. Use of bird carcass removals by urban scavengers to adjust bird-window collision estimates. **Avian Conservation and Ecology**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. art12, 2016. Disponível em: <<http://www.ace-eco.org/vol11/iss2/art12/>>
- LOSS, S. R.; LAO, S.; ECKLES, J. W.; ANDERSON, A. W.; BLAIR, R. B.; TURNER, R. J. Factors influencing bird-building collisions in the downtown area of a major North American city. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 11, p. e0224164, 2019. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0224164>>
- MACHTANS, C. S.; WEDELES, C. H. R.; BAYNE, E. M. A First Estimate for Canada of the Number of Birds Killed by Colliding with Building Windows. **Avian Conservation and Ecology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. art6, 2013. Disponível em: <<http://www.ace-eco.org/vol8/iss2/art6/>>
- POWERS, K. E.; BURROUGHS, L. A.; HARRIS, N. I.; HARRIS, R. C. Biases in Bird-Window Collisions: A Focus on Scavengers and Detection Rates by Observers. **Southeastern Naturalist**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 293–307, 2021. Disponível em: <<https://bioone.org/journals/southeastern-naturalist/volume-20/issue-2/058.020.0207/Biases-in-Bird-Window-Collisions--A-Focus-on-Scavengers/10.1656/058.020.0207.full>>
- REBOLO-IFRÁN, N.; DI VIRGILIO, A.; LAMBERTUCCI, S. A. Drivers of bird-window collisions in southern South America: a two-scale assessment applying citizen science. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 18148, 2019. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/s41598-019-54351-3>>
- REBOLO-IFRÁN, N.; ZAMORA-NASCA, L.; LAMBERTUCCI, S. A. Cat and dog predation on birds: The importance of indirect predation after bird-window collisions. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 293–299, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.05.003>>
- RIBEIRO, B. C.; PIRATELLI, A. J. Circular-shaped decals prevent bird-window collisions. **Ornithology Research**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 69–73, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s43388-020-00007-0>>
- RIDING, C. S.; LOSS, S. R. Factors influencing experimental estimation of scavenger removal and observer detection in bird-window collision surveys. **Ecological Applications**, [s. l.], v. 28, n. 8, p. 2119–2129, 2018. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1800>>
- RIDING, C. S.; O'CONNELL, T. J.; LOSS, S. R. Multi-scale temporal variation in bird-window collisions in the central United States. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 11062, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-021-89875-0>>
- RIGGS, G. J.; JOSHI, O.; LOSS, S. R. Stakeholder perceptions of bird-window collisions. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. e0263447, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0263447>>
- RÖSSLER, M.; NEMETH, E.; BRUCKNER, A. Glass pane markings to prevent bird-window collisions: less can be more. **Biologia**, [s. l.], v. 70, n. 4, p. 535–541, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1515/biolog-2015-0057>>
- WITTIG, T. W.; CAGLE, N. L.; OCAMPO-PEÑUELA, N.; WINTON, R. S.; ZAMBELLO, E.; LICHTNEGER, Z. Species traits

and local abundance affect bird-window collision frequency. **Avian Conservation and Ecology**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. art17, 2017. Disponível em: <<http://www.ace-eco.org/vol12/iss1/art17/>>

ZYŚK-GORCZYŃSKA, E.; SKÓRKA, P.; ŻMIHORSKI, M. Graffiti saves birds: A year-round pattern of bird collisions with glass bus shelters. **Landscape and Urban Planning**, [s. l.], v. 193, n. October 2019, p. 103680, 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204618313628>>