

Levantamento da conservação do solo e das aves do Zoológico de Varginha-MG, Brasil: um estudo de caso

Arlinda de Jesus Rodrigues Resende¹, Lara Beatriz Lombardi¹, Nathan Gonçalves de Oliveira¹ e Debora Zumkeller Sabonaro²

¹Universidade Federal de Alfenas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Campus Sede. Av. Deputado Renato Azevedo, 2299. Padre Chico. Campo do Meio-MG, Brasil (CEP 37165-000).

²Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Centro. Alfenas-MG, Brasil (CEP 37130-001). E-mail: dzsabonaro@gmail.com.

Resumo. Objetivando ao seu crescimento e à sua evolução econômica, o ser humano acabou degradando ambientes naturais e com isso inúmeras espécies nativas acabaram desaparecendo. A degradação do solo resulta em perda de espécies como insetos e parte da flora. Tendo em vista esse problema e uma maior interação entre humanos e animais, os zoológicos tornaram-se reservas naturais de grandes centros urbanos. O Zoológico de Varginha, Estado de Minas Gerais, Brasil, surgiu com os animais do Gran Circo Africano que passava por dificuldade financeira e foram comprados, bem como o território em que se situa o parque, pelo médico Mário Frota. Um dos grandes propósitos deste local é a preservação dos animais nativos do resquício da Mata Atlântica. Com o intuito de conhecer as espécies presentes foi realizado um levantamento das aves através da visualização e canto, resultando em uma tabela com 30 aves vistas ou ouvidas no mês de janeiro de 2023 e sua ausência ou presença no mês de junho do mesmo ano. Além disso, as condições do solo local foram verificadas. A ausência de algumas aves pode ser resultado da falta de alimentos como insetos pela degradação do solo, levando a um desequilíbrio da cadeia alimentar desde a sua base até os animais de topo. Através desse trabalho foi possível concluir que o método apesar de muito utilizado precisa ser melhorado tornando-o mais eficaz.

Palavras-chaves: Conservação; Degradação antrópica; Ecologia; Desequilíbrio ambiental.

Abstract. *Survey of soil and birds conservation at the Varginha Zoo, State of Minas Gerais, Brazil: A case study.* Aiming at growth and economic evolution, human beings ended up

Recebido
03/07/2023

Aceito
20/08/2023

Publicado
31/08/2023



Acesso aberto



ORCID

0000-0001-9287-7376
Arlinda de Jesus
Rodrigues Resende
0009-0002-4704-8004
Lara Beatriz Lombardi
0009-0000-7663-6230
Nathan Gonçalves de
Oliveira

degrading natural environments and with that countless native species ended up disappearing. Soil degradation results in the loss of species such as insects and part of the flora. In view of this problem and greater interaction between humans and animals, zoos have become natural reserves in large urban centers. The Zoo of Varginha, State of Minas Gerais, Brazil, came up with the animals from the Gran Circo Africano that were going through financial difficulties and were bought, as well as the territory in which the park is located, by the doctor Mário Frota. One of the great purposes of this place is the preservation of native animals from the remnants of the Atlantic Forest. In order to know the species present, a survey of birds was carried out through visualization and singing, resulting in a table with thirty birds seen or heard in January and their absence or presence in June. In addition, the local soil conditions were checked. The absence of some birds may be the result of a lack of food such as insects due to soil degradation, leading to an imbalance in the food chain from its base to the top animals. Through this work it was possible to conclude that the method, despite being widely used, needs to be improved making it more effective.

0000-0001-8604-7712
Debora Zumkeller
Sabonaro

Keywords: Conservation; Anthropogenic degradation; Ecology; Environmental imbalance.

Introdução

O crescimento populacional e a evolução econômica são as principais fontes de degradação da cobertura vegetal. Porém essas ações antrópicas além de prejudicar a resiliência do meio ambiente, impactam na saúde dos próprios seres humanos e na qualidade do ecossistema. Essa degradação pode ser caracterizada por desmatamentos, derrubada de florestas e queima da vegetação (Silva e Ribeiro, 2004).

Neste sentido, a mensuração da conservação do solo tem sido realizada a partir de diferentes perspectivas, incluindo principalmente modelos empíricos e observação de campo. Dentre os modelos empíricos usualmente utilizado para avaliar a conservação do solo e situações de erosão estão o modelo USLE (Fu et al., 2011), o SWAT (Yang e Lu, 2018) e o WaTEM/SEDEM (Fang, 2021). Por outro lado, a observação de campo inclui aplicação de dados sobre o escoamento hídrico, conteúdo e transporte de sedimentos com base na inspeção visual e dados publicados (Deng et al., 2019).

Na contemporaneidade, os zoológicos deixaram de ser locais com o objetivo de expor animais e passaram a ser locais de conservação e pesquisa. Como unidades de conservação, esses locais visam à preservação de fauna e flora nativa, induz o ser humano a manter maior contato com a natureza local, além de incentivar a educação ambiental, trazendo inúmeros benefícios em relação à preservação e melhorando a qualidade de vida da população (Hopper, 2017).

Entre os compromissos assumidos em junho de 1992 na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro (Rio'92), estava incluído a construção de indicadores com a finalidade de quantificar o desenvolvimento sustentável (Agenda 21, 1992). Desde então, vários indicadores de sustentabilidade foram criados voltados para fornecer assistência na tomada de decisão, seguido de sua disseminação no desenvolvimento internacional (Dahl, 2012). Em tempos contemporâneos a medição dos eventos por meio de indicadores tem

sido amplamente utilizada pelas comunidades científicas, governos, setores privados e o público em geral (Agol et al., 2014; Kamari et al., 2017).

Devido a fatores como a diversidade taxonômica das aves, sua disseminação mundial e resistências a fatores climáticos, esses animais estão sendo empregados como uma ferramenta adicional para realizar monitoramento ambiental (Gutiérrez, 2008). Nesse contexto, o Zoológico de Varginha, localizado em Minas Gerais, destaca-se devido a sua importância espacial para a proteção da fauna e flora, servindo-se de estudos para as associações ecossistemas. A cidade é constituída por plantações de café e pastagens. A cobertura vegetal que recobria o local era a mata atlântica, os fragmentos existentes foram muito impactados pela ação humana, reduzindo-se a pequenas ilhas e poucos metros de largura ao redor do Rio Verde (Lopes, 2016).

O levantamento da conservação do Zoológico de Varginha é de grande importância, diante da sua enorme contribuição para a preservação da diversidade de espécies da região. Dito isso, o presente estudo de caso objetiva analisar através da observação as condições de solo da unidade de conservação, bem como proporcionar assistência na tomada de decisões para situações que requerem atenção. De modo complementar, foi realizado um levantamento de espécies de aves de vida livre presente no zoológico. Por meio da inspeção aviária gerado nos meses de janeiro e junho de 2023, foi possível identificar algumas espécies e monitorar o bem-estar desses animais. Por fim, este trabalho busca diagnosticar, organizar e promover o desenvolvimento sustentável do Zoológico de Varginha-MG, dotando a cidade de um patrimônio natural que preserve suas belezas naturais e proporcione lazer, conforto e oportunidades de interação com o ambiente.

Fundamentação teórica

Erosão por atividade humana no solo de zoológicos

O desmatamento, urbanização, queimadas, práticas agrícolas e exploração de minérios, a erosão do solo é um processo natural que pode ser acelerado pela ação humana. Outras consequências da erosão do solo incluem o aumento do nível de ácidos no solo, pois sua estrutura biológica fica danificada. A erosão também pode aumentar a poluição e sedimentação de riachos e rios, provocando uma diminuição das espécies que ali vivem como perca de minhocas e insetos por exemplo.

Segundo Reinhart et al. (2016) os aterros sanitários, utilizados como destino de resíduos da maioria dos zoológicos, contribuem para o aumento de danos ambientais, devido a presença de elementos como o nitrogênio amoniacal, matéria orgânica recalcitrante e gases tóxicos.

Observa-se que em muitos locais opta-se pela incineração desse material, que também contribui para a poluição do ar, e as cinzas geradas também possui problemas com o seu descarte (Souza et al., 2021). Dessa forma, é notório que as questões ambientais, principalmente aquelas relacionadas à produção e destinação dos resíduos sólidos ainda são problemas recorrentes nos zoológicos brasileiros, sejam eles públicos ou privados.

Unidades de conservação

Unidades de conservação são definidas como áreas protegidas, incluindo seus recursos ambientais e as águas jurisdicionais. São criados com a finalidade de proporcionar conservação e limitações definidas para territórios com características naturais relevantes, sendo resguardados legalmente pelo Poder Público e paramentados com a garantia de proteção apropriada (Brasil, 2000). Diante da extensão das unidades de conservação, elas podem ser classificadas nos grupos de unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável.

As unidades de proteção integral são estruturas destinadas à conservação da biodiversidade com restrições definidas. São categorizadas em estação ecológica, reserva biológica, parque nacional ou estadual, monumento natural, refúgio de vida silvestre. Seu acesso requer autorização do órgão responsável para realizar atividades referentes a pesquisas científicas, turismo e atividades educacionais ambientais. Sendo vetado o consumo, coleta, extração de produtos madeireiros ou minerais e permanência da população em geral, com exceção dos monumentos naturais e refúgios da vida silvestre (Veríssimo et al., 2011).

As unidades de uso sustentável, por outro lado, são mais flexíveis. São destinadas à preservação da biodiversidade com autorização para extração racional dos recursos naturais. Portanto, é de livre acesso o turismo, educação ambiental, extrações de produtos florestais em geral, com base no manejo sustentável e permissão da permanência do público em geral, desde que realizem atividades seguindo o respectivo plano de manejo da unidade. São categorizadas em área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico, floresta nacional ou estadual, reserva extrativista, reserva da fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva particular do patrimônio natural (Veríssimo et al., 2011).

Foram desenvolvidas diante do panorama mundial da conservação ambiental, com influência do desenvolvimento científico e industrial, ampliação do interesse social, pressão internacional e a implementação de políticas sustentáveis por gestores. Dentre as funções associadas às unidades de conservação estão inclusas a qualidade da água para consumo e fonte energética, fornecimento de recursos naturais para a produção de fármacos e cosméticos, conservação de recursos naturais, contribuindo com a redução de ocorrência de desastres naturais, além de outras aplicações (Manetta et al., 2015).

Apesar de suas atribuições sustentáveis, estudos recentes evidenciam impactos ocasionados na conservação ambiental. Concluindo-se que as unidades de conservação por si só, não são eficazes o suficiente para salvaguardar espécies em risco na conjuntura atual e futura. Tais eventos podem ser explicados pela maior intensidade e extensão do uso da terra em regiões protegidas por unidades de conservação e por áreas desprotegidas. Diante da grande devastação, várias espécies ou recursos naturais tornam-se altamente vulneráveis à extinção ou escassez (Velazco et al., 2019). Medidas mais integrativas devem ser tomadas, em busca da conservação da fauna e flora no ambiente desprotegido ou protegido por áreas de conservação.

Impactos do zoológico na fauna e na flora

Os zoológicos existem há centenas de anos e ao longo da história foi um espaço que sempre representou a relação humana com os animais, sendo atribuídas a esse espaço diferentes funções socioculturais. Desse modo, Oliveira (2017) indica que, atualmente, para além da conservação de espécies, os zoológicos também se associam às atividades de educação ambiental, pesquisas científicas e manejo integrado de espécies.

Porém, esse perfil ecológico e com ênfase na conservação natural das espécies e no bem-estar de cada espécie passou a ser observado somente a partir do século XX. De acordo com Leira et al. (2017), inicialmente os zoológicos foram criados com o objetivo de expor espécies exóticas de animais à sociedade, sendo, portanto, considerados locais que ofereciam ameaça à fauna e à flora nativa. Observa-se, no entanto, que os objetivos desse espaço também se transformaram com o tempo, deixando de ser meramente um local de entretenimento e voltando-se para a educação ambiental e reabilitação de animais oriundos de maus tratos ou do tráfico ilegal de animais silvestres.

É válido ressaltar que a maioria das espécies que estão hoje em zoológicos brasileiros foi confiscada do tráfico ou resgatada de condições precárias. Assim, Pereira et al. (2021) indicam que os zoológicos possuem uma grande importância para a conservação de animais ameaçados de extinção, preservando a espécie *ex situ*. De acordo com os

autores, essas instituições também reabilitam os animais resgatados para que, sempre que possível, esses retornem à Natureza na forma eficaz *in situ*. Complementa-se que a integração das ações *in situ* e *ex situ* são essenciais, visto que o armazenamento de materiais genéticos e os manejos reprodutivos e ambientais realizados pelos zoológicos são técnicas fundamentais para evitar a extinção de espécies.

Desde a instituição da Lei nº 7.735/1989 (Brasil, 1989) os zoológicos brasileiros foram obrigados a melhorarem a sua estrutura física e sanitária e a Instrução Normativa IBAMA nº 04/2002 (Brasil, 2002) fixou a obrigatoriedade de manutenção de profissionais capacitados e os critérios para efetivação dos programas de pesquisa e educação ambiental. Nesse contexto, os zoológicos possuem um enorme potencial e constituem como uma ferramenta importante para a conservação da fauna e flora natural.

A *World Association of Zoos and Aquaria* (WAZA, 2005) demonstra que a conscientização da comunidade sobre o mundo natural e a importância de conservá-lo pode ser explorada nos zoológicos, promovendo um enriquecimento cultural quanto à fauna nativa e ao desenvolvimento de um sentimento de respeito e admiração pela vida silvestre. Sob essa mesma ótica, Pereira et al. (2021) observam que, com as ameaças ambientais e a redução na perda da biodiversidade em função das ações antrópicas, resultam na necessidade de ações educativas que sensibilizem a população quanto à importância da manutenção dos ecossistemas, e, nesse sentido, os zoológicos tornam-se um espaço importante para o estímulo da formação de hábitos e atitudes positivas quanto à conservação ambiental.

Por fim, evidencia-se que, enquanto existirem espécies ameaçadas e degradação ambiental, os zoológicos tornar-se-ão mais necessários para o estudo e preservação do que ainda resta. Ao que Oliveira (2017) complementa que frente à atual situação de degradação que os ecossistemas encontram-se, os zoológicos apresentam função de destaque para a conservação da diversidade biológica, constituindo-se como um local de possibilidade de sobrevivência das espécies da fauna e da flora no futuro.

Metodologia

O presente trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa de modo a produzir um estudo de caso sobre o levantamento de alguns aspectos da conservação ambiental. Para a execução deste estudo, foi avaliado as condições do solo em diferentes áreas da unidade do zoológico municipal. Foi realizada uma visita de campo com o objetivo de registrar fotos de mata preservada e ambientes prejudicados pela ação antropogênica. Além disso, foi efetuado um levantamento da avifauna durante o mês de janeiro utilizando o método de contagem de pontos no Zoológico Municipal de Varginha. Com base na observação visual e sonora presentes no ambiente da unidade de conservação, foram realizadas anotações durante a inspeção em um caderno de campo. Esse levantamento foi repetido durante o mês de junho. Após a sondagem, os dados foram organizados em uma tabela com a família, gênero e espécie correspondente a cada ave, representado na Tabela 1. Com base nos dados obtidos através dos registros das áreas do zoológico, além da análise do levantamento aviário e os dados disponíveis na literatura, foi possível ter um dimensionamento das condições ecológicas do Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota.

Resultados

O Município de Varginha está situado no sudeste do Estado de Minas Gerais, sua área total é de 395,396 km², possui 137.608 habitantes (IBGE, 2022). O PIB *per capita* é de R\$ 45.797,14 (IBGE, 2020). A cidade possui um clima quente e temperado, sendo constituído por um resquício da mata atlântica.

O Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota foi tombado pela Prefeitura Municipal de Varginha, em 3 de março de 2000. De acordo com os dados fornecidos pela Fundação Cultural de Varginha, o local surgiu em 1963, sob a iniciativa do médico Mário Frota, que à época comprou o terreno para abrigar os animais do Gran Circo Africano e teve a sua inauguração em 1966. De acordo com Gabrielli et al. (2020), o Parque Zoobotânico de Varginha constitui um dos principais atrativos turísticos da região, possuindo uma área de cinco hectares.

O número de animais e de espécies não é bem definido. De acordo com alguns autores, no parque estão dispostos cerca de 50 espécies e um total aproximado de 350 animais (Gabrielli et al., 2020). Batista (2021), por sua vez, indica a presença 300 animais e 36 espécies, sendo elas ema, veado catingueiro, aves, maracanã nobre, ouriço, jiboia, cateto, guaxinim, jaguatirica, tigre siberiano, onça parda, jabuti-tinga, gavião carcará, jacaré do papo amarelo, seriema, gato mourisco, águia chilena, tartaruga (*Trachemys scripta*, *T. dorbigni*, *T. hilari*), pavão azul, avestruz, maracanã verdadeira, furão, macaca prego, píton albina, paca, lobo guará, onça pintada, leão, cachorro do mato, jabuti-piranga, gavião de rabo branco, tucano, quati e urubu rei.

Estima-se que em 2017 o parque tenha recebido 36 mil visitantes, que corresponde a 26% da população da cidade (Ferreira et al., 2020), que indica a importância do parque zoobotânico para o município. Os autores complementam que o espaço é dividido em 10 setores abertos para visitação e outros que não são abertos, porém são de extrema importância para o funcionamento do local, dentre eles citam-se o setor de nutrição, onde os animais são preparados e recebidos, com uma dieta baseada em carne bovina, frango, ração comercial, ovos e vegetais e o setor veterinário, para onde os animais são avaliados e tratados.

No período de 2009 a 2015 o parque zoobotânico permaneceu fechado em função de irregularidades relacionadas à sua estrutura física (Ferreira et al., 2020). É válido ressaltar que a Lei nº 7.173/1983 (Brasil, 1983) dispõe sobre as dimensões mínimas dos recintos, de modo que esses atendam aos requisitos mínimos de habitabilidade, sanidade e segurança, de acordo com a demanda da espécie. Ferreira et al. (2020) apontam que, atualmente, grande parte das espécies que compõem o zoológico é fruto de apreensões pelos órgãos públicos ou oriundos de manejo reprodutivo realizado na própria instituição.

Para que o espaço seja mantido dentro das normas legislativas, promovendo a conservação das espécies da fauna e da flora, o Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota conta com uma equipe interdisciplinar composta por 19 funcionários, os quais são responsáveis por garantir o bem-estar animal (Ferreira et al., 2020). Nesse sentido, o parque é responsável pela realização de diversas pesquisas, em especial nas áreas de etologia e enriquecimento ambiental. Segundo o parque zoobotânico, a unidade conta também com um programa de educação ambiental com diferentes modalidades ofertadas a sociedade em geral, tal como a visita guiada, visita técnica, zôo vai à escola e aula viva.

Visto os intensos esforços sustentáveis na fauna e flora no zoológico o parque torna-se um ambiente excelente para práticas educacionais. As atividades desempenhadas pelos funcionários provocam maior interação entre os visitantes com a natureza ali existente, de modo a formar novas reflexões sobre a importância da conservação. Diante de tal relevância para o município e região, o estudo buscou diagnosticar a conservação do zoológico do Município de Varginha, Minas Gerais, analisando a conservação do solo. Para viabilizar o estudo, foi realizada uma visita de campo, com o objetivo de fotodocumentar áreas pertencentes ao zoológico.

Na Figura 1 mostra alguns aspectos negativos que chamaram a atenção durante a visitação. Não foi informada a causa original do corte da árvore mostrdo na Figura 1a, mas foi possível observar que o galho poderia estar ali já algum tempo, visto o crescimento vegetal ao seu redor. A forma adequada de descarte dos resíduos do zoológico é recolhimento com manifesto ou incineração, porém no Zoológico em Varginha-MG ainda é

efetuado de forma inadequada e é descartado como lixo convencional desde o resto dos alimentos, lixo dos recintos e fezes. Desse modo pode causar problemas como a contaminação e a degradação do solo e dos organismos nele contido.

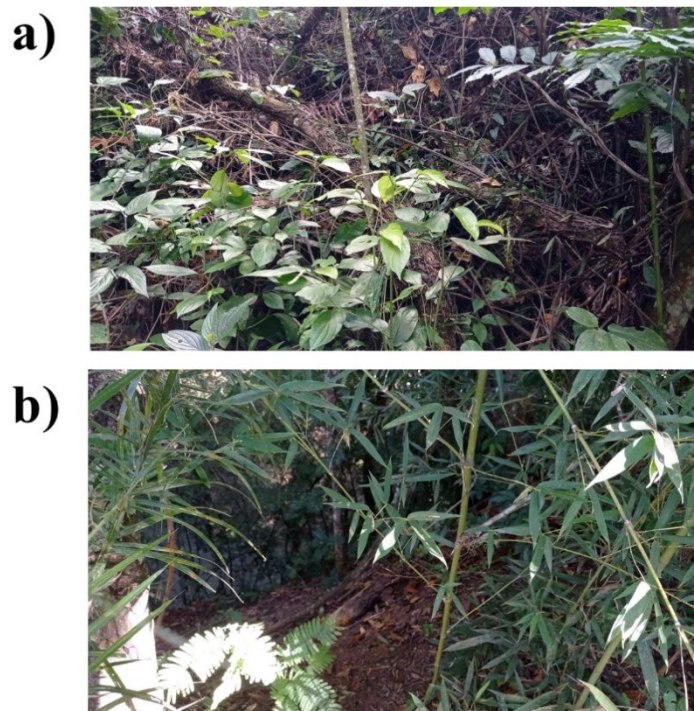


Figura 1. Fotodocumentação dos aspectos negativos. a) Árvores cortadas descartadas de modo indevido na vegetação nativa. b) Solo degradado com plantas nativas ao seu redor. Junho de 2023.

Corroborando, dentre as soluções para a destinação dos resíduos sólidos oriundos das atividades dos zoológicos, Souza et al. (2021) recomendam o uso integrado de biodigestores e compostagem, os quais resultam na economia de combustíveis fósseis, na redução da emissão de gases e na obtenção de um aproveitamento adequado da matéria orgânica, estabelecendo-se, portanto, como um sistema autossustentável.

Foram observados ambientes com características originais de relevo, mas com solo degradado na (Figura 1b). Entretanto, em condições iguais a essa não necessariamente são indicadas ações intensas de melhoria das condições nutricionais do solo, devido à matéria orgânica ali presente. É indicado corrigir problemas de acidez ou demandas químicas que a matéria orgânica existente não atende. Pode requerer, além disso, conforme o contexto, que se faça o controle do banco de sementes de espécies exóticas, bem como de espécies invasoras, nativas e outras.

O pior cenário de conservação foi uma erosão do solo registrado pela Figura 2. Consistente em um fenômeno natural que possui como origem a ação eólica (ventos) ou pela ação hídrica (escoamento superficial). Na atualidade, o evento vem sendo agravado devido práticas errôneas e não conservacionistas do solo. Também é influenciada por características naturais do solo, bem como o relevo, precipitação. A influência antrópica está diretamente associada ao fenômeno, como o desmatamento da mata nativa e a falta de gerenciamento para o controle de erosão. Desde modo, o solo sofre desestruturação,

carreamento e transporte, assoreamento e a deposição das partículas do solo ao longo da inclinação formada (Siqueira, 2019).

Para a recuperação de áreas em estado de erosão, o uso de espécies forrageiras que proporcionam uma rápida e ampla cobertura do solo é o mais indicado. De modo que proteja contra os danos da chuva, evitando a pior desagregação superficial e colaborando com a infiltração da água diante do papel das raízes de aumentar a porosidade da subsuperfície do solo. Espécies leguminosas são extremamente importantes em ambientes com erosão, devido sua capacidade em fixar o nitrogênio da atmosfera (Silva, 2018).



Figura 2. Fotodocumentação de área com degradação ambiental, erosão, no Zoológico de Varginha, Minas Gerais. Junho de 2023.

Apesar das constatações de falhas na conservação de alguns ambientes do zoológico, é válido ressaltar ambientes que apresentam uma boa cobertura vegetal, com vegetação nativa densa, grandes árvores que formam uma mata fechada, bem como é retratado na Figura 3. Florestas naturais maduras são extremamente importantes, devido seu potencial máximo de desempenho para todos os serviços ecossistêmicos, incluindo a produção de água e a regulação do regime de fluxo (Lima et al., 2012). O equilíbrio dinâmico é essencial para boas taxas de evapotranspiração, fator relevante para o controle climático ambiental o qual influencia na qualidade do ecossistema.



Figura 3. Fotodocumentação de mata fechada localizada nas dependências do Zoológico de Varginha, Minas Gerais. Junho de 2023.

O monitoramento ambiental utilizando sistemas biológicos como indicadores através do comportamento animal, sua diversidade e níveis populacionais vem sendo utilizada para avaliar a qualidade do ecossistema, de modo que possa identificar as prioridades de conservação e orientação para a deliberação adequada (McComb et al., 2010; Sutter et al., 2015). Dentre os animais, as aves despertam grande interesse como alvos de monitoramento devido à sua ampla distribuição em diferentes ambientes, além de apresentar uma maior resistência a fatores climáticos em comparação a outros táxons. Por esses motivos, estudos vêm utilizando espécies de aves como organismos modelo, tendo em vista a variedade de dados que podem ser obtidos com possibilidade de métodos quantitativos diferentes da ornitologia (Gutiérrez, 2008; Furnas e Callas, 2015).

Tradicionalmente, o monitoramento da diversidade aviária tem sido retratado por contagem de pontos. Consiste em um método simples, com necessidade de um especialista para identificar e contar visualmente e auditivamente os pássaros existentes em um ambiente amostral, em um ponto fixo, por tempo determinado (Wimmer et al., 2013). O resultado da contagem de pontos pode sofrer influência na identificação de espécies, a depender, por exemplo, das condições climáticas, como nevoeiros vigorosos, durante chuva ou ventanias intensas (Ralph et al., 1995).

O controle acústico por outro lado depende de estudos como a ecologia da paisagem sonora, a qual analisa a coleção de sons antropogênicos, biológicos e geológicos de um ambiente acústico que são variáveis no espaço e no tempo (Pijanowski et al., 2011). Ecoacústica é o estudo que investiga os sons naturais e antropogênicos, dado a relação com o meio ambiente com variação temporal, espacial, populações, comunidades e paisagens (Sueur e Farina, 2015). Deste modo, a bioacústica contribui com informações comportamentais de sinais intraespecífico e interespecífico, enquanto a ecoacústica entende o papel do som em dimensões sociais maiores. Por este motivo, o som possui grande competência para assumir um papel central na investigação ecológica, como indicador do estado de conservação (Eldridge et al., 2018).

Portanto, o monitoramento acústico através da coleta e análise de gravações sonoras em grande escala, fornece maior dimensionamento sobre as particularidades da biodiversidade. No entanto, o grande conjunto de dados gerados no processo do método sonoro, torna-se inviável a análise para o pesquisador (Eldridge et al., 2018). Além disso, o método falha quanto a componentes visuais, tornando a identificação de espécies mais dificultosa e diminuindo a confiabilidade das estimativas dos dados obtidos. Diante disso, o monitoramento acústico é frequentemente indicado como uma ferramenta adicional na contagem de pontos, e não como um método substitutivo (Tegeler et al., 2012; Furnas e Callas, 2015). Durante o levantamento de avifauna nativa local foram vistas 30 espécies, que foram organizadas na Tabela 1, discriminando se foram vistas em janeiro e junho.

Tabela 1. Levantamento de avifauna nativa de vida livre do zoológico municipal de Varginha-MG de janeiro e junho de 2023.

Nome popular	Família	Gênero	Espécie	Animais vistos ou ouvidos em janeiro	Animais vistos ou ouvidos em junho
Alma de gato	Cuculidae	<i>Piaya</i>	<i>Piaya cayana</i>	Sim	Sim
Arapuçú escamoso	Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes</i>	<i>Lepidocolaptes squamatus</i>	Sim	Não
Ariramba da cauda ruiva	Galbulidae	<i>Galbula</i>	<i>Galbula ruficauda</i>	Sim	Não
Bigodinho	Thraupidae	<i>Sporophila</i>	<i>Sporophila lineola</i>	Sim	Não
Cambacica	Thraupidae	<i>Coereba</i>	<i>Coereba flaveola</i>	Sim	Sim
Canário da terra	Thraupidae	<i>Sicalis</i>	<i>Sicalis flaveola</i>	Sim	Sim
Coró coró	Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis</i>	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Sim	Com menor frequência
Ferreirinho relógio	Rhynchocyclidae	<i>Todirostrum</i>	<i>Todirostrum cinereum</i>	Sim	Não
Fim fim	Fringillidae	<i>Euphonia</i>	<i>Euphonia chlorotica</i>	Sim	Sim
Gavião carcará	Falconidae	<i>Caracara</i>	<i>Caracara plancus</i>	Sim	Sim
Gralha picaça	Corvidae	<i>Cyanocorax</i>	<i>Cyanocorax chrysops</i>	Sim	Sim
Jacuguaçu	Cracidae	<i>Penelope</i>	<i>Penelope obscura</i>	Sim	Sim
Lavadeira mascarada	Tyrannidae	<i>Fluvicola</i>	<i>Fluvicola nengeta</i>	Sim	Sim
Pardal	Passeridae	<i>Passer</i>	<i>Passer domesticus</i>	Sim	Sim
Pássaro preto	Icteridae	<i>Gnorimopsar</i>	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Sim	Sim
Pomba galega	Columbidae	<i>Patagioenas</i>	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Sim	Não

Tabela 1. Continuação.

Nome popular	Família	Gênero	Espécie	Animais vistos ou ouvidos em janeiro	Animais vistos ou ouvidos em junho
Pula pula	Parulidae	<i>Basileuterus</i>	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Sim	Sim
Rabo branco acanelado	Trochilidae	<i>Phaethornis</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	Sim	Não
Rolinha roxa	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina talpacoti</i>	Sim	Sim
Sabiá barranco	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	Sim	Sim
Sabiá laranjeira	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus rufiventris</i>	Sim	Sim
Sabiá do campo	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus saturninus</i>	Sim	Sim
Saf azul	Thraupidae	<i>Dacnis</i>	<i>Dacnis cayana</i>	Sim	Sim
Sanhaço cinzento	Thraupidae	<i>Thraupis</i>	<i>Thraupis sayaca</i>	Sim	Sim
Sanhaço do coqueiro	Thraupidae	<i>Thraupis</i>	<i>Thraupis palmarum</i>	Sim	Não
Saracura do mato	Rallidae	<i>Aramides</i>	<i>Aramides saracura</i>	Sim	Sim
Tico tico	Passerellidae	<i>Zonotrichia</i>	<i>Zonotrichia capensis</i>	Sim	Sim
Tico tico de bico amarelo	Passerellidae	<i>Arremon</i>	<i>Arremon flavirostris</i>	Sim	Não
Tucanuçu	Ramphastidae	<i>Ramphastos</i>	<i>Ramphastos toco</i>	Sim	Sim
Urubu preto	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i>	Sim	Sim

É notório a grande diversidade de aves existentes na reserva do zoológico, visto a variedade de animais registrados em alguns minutos de observação. Vale ressaltar que o método apesar de facilitado, apresenta falhas ao tentar capturar de modo preciso a presença de mais de uma ave, devido a possibilidade de sobrecarga de informações simultâneas para apenas um especialista. Apesar disso, o levantamento da avifauna demonstrou que 70% das aves presentes na inspeção de janeiro, foram avistadas em junho. Ainda que o método utilizado exiba lacunas quanto a precisão dos dados, é inegável que seja uma ferramenta benéfica para o gerenciamento da conservação de unidades, com baixo custo, alta disponibilidade de dados e com fornecimento de resultados rápidos. Com base na presença permanente de diferentes espécies de aves, como foi fotodocumentado o pássaro popularmente conhecido por fim fim (Figura 4), o Parque Zoobotânico de Varginha apresenta boas condições de preservação, visto a segurança animal de desenvolvimento da espécie.

Para um monitoramento aviário mais aguçado pode ser indicado um método mais sofisticado como a aplicação de microchips e anilhas. Os microchips são sensores que podem atuar com duplo propósito, seja para medir a temperatura corporal instantânea e para monitorar os animais. Atuam pela transmissão de um sinal de rádio, o qual é receptado por um dispositivo (Chen e White, 2006), deste modo são designados para aves com alto desempenho. Anilhas são amplamente utilizadas para identificar qualquer tipo de

raça animal devido sua acessível aplicação, podem ser acopladas em aves de diferentes estágios de desenvolvimento e habitat (Ahamed et al., 2021).

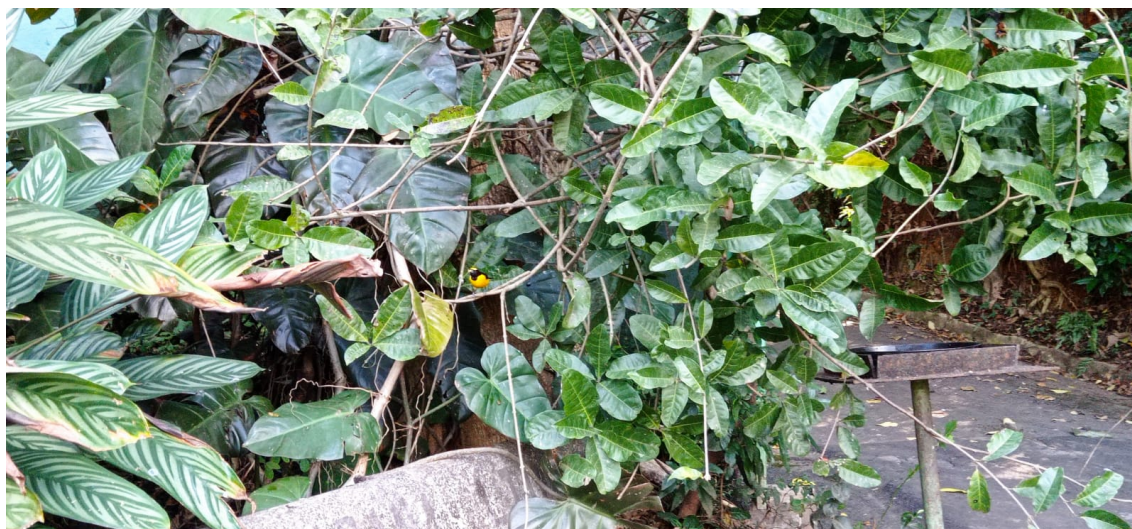


Figura 4. Fotodocumentação da presença de *Euphonia chlorotica*, popularmente conhecida por fim fim no Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota. Junho de 2023.

Diferentes fatores podem explicar a ausência das aves no mês de junho. As maiores ameaças à avifauna são a destruição do habitat, diante da grande expansão do uso da terra para a agricultura e da pecuária resultando no inevitável desmatamento. Além dessas ações antrópicas, outro fator diretamente associado a mortalidade direta desse táxon é a caça ilegal. Esses animais são capturados com diferentes finalidades, seja para alimentação, cativeiro, recreação ou superstições. Além de fatores ligados indiretamente, como o envenenamento devido ao uso de agrotóxicos ou fármacos, intoxicação por chumbo, eletrocussão na colisão com linhas elétricas, atropelamento, turbinas eólicas e outras estruturas (McClure et al., 2018).

Além disso, a degradação do solo pode ser indicada através da fauna edáfica, pois esse organismo é sensível ao uso e manejo do solo. Há um risco de impacto ambiental ao utilizar resíduos desde origem animal à origem vegetal, tendo em vista, que os organismos presentes como colêmbolos, enquitreídeos, minhocas e isópodes servem de bioindicadores da qualidade do solo (Baretta, 2007). É necessário fazer esse estudo de macro e mesofauna do solo, pois eles influenciam diretamente na presença e na ausência da avifauna ao servirem de alimento, polinizadores de plantas que servem de alimento entre outras funções ecológicas. Desta maneira, os fatores associados estão intimamente correlacionados.

Considerações finais

A pesquisa constatou que o Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota do Município de Varginha-MG apresentou uma boa conservação em torno de suas dependências. Entretanto, com necessidades de implementações de soluções sustentáveis com relação a sua demanda de descarte e recuperação de algumas áreas com degradação de solo. Para tais problemas, a implementação de biodigestores e composteiras, além do uso de espécies

forrageiras e leguminosas foram sugeridas como soluções sustentáveis mais viáveis devido aos seus benefícios em curto tempo e com menores custos.

É fortemente recomendado um estudo intensificado na fauna edáfica dos solos da unidade, como um parâmetro de qualidade do solo e indiretamente como indicador de conservação ambiental do local, visto a alta correlação entre os organismos presentes no solo, com a vegetação, os animais e o homem. Esse tipo de fauna é base da cadeia alimentar e tem forte influência com a alimentação de algumas aves que podem ter sua ausência justificada por falta de alimento. Isso gera um desequilíbrio até as espécies de topo da cadeia.

Foi possível concluir também, que a forma mais eficaz de realizar o monitoramento da fauna seria através do microchip ou a utilização de anilhas, para um controle mais preciso de espécies. A influência da sazonalidade demonstrou-se pouco relevante nas observações de janeiro para junho, pois a mudança de estação significativa começou a ocorrer no presente mês, com exceção do bigodinho, que nas épocas de inverno faz a migração para estados quentes do Nordeste. Portanto, o presente trabalho é importante não apenas para a conscientização do órgão responsável pelo zoológico, mas também para a conscientização e mobilização social de modo a alcançar a conservação dos recursos naturais, visto a importância do zoológico para a fauna e flora, dentro ou fora de suas dependências.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

Agenda 21. Programme of action for sustainable development. The United Nations Conference on Environment and Development, 1992.

Agol, D.; Latawiec, A. E.; Strassburg, B. B. N. Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: Opportunities and challenges. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 48, n. 1, p. 1-9, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.04.001>

Ahamed, A.; Nusrathali, N.; Mufteeth, M.; Ranaweera, K.; Majeed, U. Breeds distribution and management practices of pigeon farming in Sri Lanka. **Journal of Bangladesh Agricultural University**, v. 19, n. 4, p. 477-485, 2021. <https://doi.org/10.5455/jbau.97504>

Baretta, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

Batista, G. P. **Educação ambiental por meio de QR code**. Varginha: Centro Universitário Sul de Minas, 2021. (Trabalho de conclusão de curso).

Brasil. **Gestão de resíduos orgânicos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2017.

Brasil. **Instrução Normativa IBAMA nº 4, de 4 de março de 2002**. Dispõe sobre o registro de jardins zoológicos públicos ou privados. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-4-2002_74695.htm>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Brasil. **Lei nº 7.173, de 14 de dezembro de 1983**. Dispõe sobre o estabelecimento e funcionamento de jardins zoológicos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/17173.htm>. Acesso em: 06 jun. 2023.

Brasil. **Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989**. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17735.htm>. Acesso em: 06 jun. 2023.

Brasil. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 07 jun. 2023.

Chen, P. H.; White, C. E. Comparison of rectal, microchip transponder, and infrared thermometry techniques for obtaining body temperature in the laboratory rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 45, n. 1, p. 57-63, 2006.

Dahl, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 14-19, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.032>

Deng, L.; Kim, D. G.; Li, M.; Huang, C.; Liu, Q.; Cheng, M.; Shangguan, Z.; Peng, C. Land-use changes driven by 'Grain for Green' program reduced carbon loss induced by soil erosion on the Loess Plateau of China. **Global and Planetary Change**, v. 177, n. 1, p. 101-115, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.03.017>

Eldridge, A.; Guyot, P.; Moscoso, P.; Johnston, A.; Eyre-Walker, Y.; Peck, M. Sounding out ecoacoustic metrics: Avian species richness is predicted by acoustic indices in temperate but not tropical habitats. **Ecological Indicators**, v. 95, n. 1, p. 939-952, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.012>

Fang, H. Using WaTEM/SEDEM to configure catchment soil conservation measures for the Black Soil Region, Northeastern China. **Sustainability**, v. 13, n. 18, 10421, 2021. <https://doi.org/10.3390/su131810421>

Ferreira, A. S.; Belato, B. C. A.; Silva, D. A.; Santos, J. R. C.; Correa, T. H. C.; Gonçalves, E. S.; Leira, M. H.; Guedes, E. Bem-estar animal no zoológico: estudo de caso do Zoológico de Varginha - Parque Zoobotânico Dr. Mário Frota. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2020.

Fu, B.; Liu, Y.; Lü, Y.; He, C.; Zeng, Y.; Wu, B. Assessing the soil erosion control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China. **Ecological Complexity**, v. 8, n. 4, p. 284-293, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2011.07.003>

Furnas, B. J.; Callas, R. L. Using automated recorders and occupancy models to monitor common forest birds across a large geographic region. **Journal of Wildlife Management**, v. 79, n. 2, p. 325-337, 2015. <https://doi.org/10.1002/jwmg.821>

Gabrielli, J. R. M.; Santoyo, A. H.; Rezende, M. L. Valoración económica ambiental del Parque Zoobotánico de Varginha: Aplicación del Método de Costo de Viaje. **Coodes**, v. 8, n. 2, p. 230-249, 2020.

Gutiérrez, R. J. Spotted owl research: A quarter century of contributions to education, ornithology, ecology, and wildlife management. **The Condor**, v. 110, n. 4, p. 792-798, 2008. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8615>

- Hopper, L. M. Cognitive research in zoos. **Current Opinion in Behavioral Sciences**, v. 16, n. 1, p. 100-110, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.04.006>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial dos municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/varginha.html>>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto interno bruto**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/varginha.html>>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- Kamari, A.; Corrao, R.; Kirkegaard, P. H. Sustainability focused decision-making in building renovation. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 6, n. 2, p. 330-350, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.05.001>
- Leira, M.; Leira, M. H.; Reghim, L. S.; Cunha, L. T.; Ortiz, L. S.; Paiva, C. O.; Botelho, H. A.; Ciacchi, L. S.; Braz, M. S.; Dias, N. P. P. Bem-estar dos animais nos zoológicos e a bioética ambiental. **PubVet**, v. 11, n. 6, p. 545-553, 2017.
- Lima, W. P.; Laprovitera, R.; Ferraz, S. F. B.; Rodrigues, C. B.; Silva, M. M. Forest plantations and water consumption: A strategy for hydrosolidarity. **International Journal of Forestry Research**, v. 2012, n. 1, p. 1-8, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/908465>
- Lopes, L. E. As aves da região de Varginha e Elói Mendes, sul de Minas Gerais, Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 28, n. 1, p. 46-54, 2006.
- Manetta, B. A. R.; Barroso, B. R.; Lipiani, G. O.; Azevedo, J. B.; Arrais, T. C.; Nunes, T. E. S. Unidades de conservação. **Engenharias On-Line**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2015.
- McClure, C. J. W.; Martinson, L.; Allison, T. D. Automated monitoring for birds in flight: Proof of concept with eagles at a wind power facility. **Biological Conservation**, v. 224, p. 26-33, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.041>
- McComb, B.; Zuckerberg, B.; Vesely, D.; Jordan, C. **Monitoring animal populations and their habitats: A practitioner's guide**. Corvallis: Oregon State University, 2010.
- Oliveira, V. P. **O uso do zoológico como instrumento pedagógico na educação ambiental (não) formal**. Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017. (Dissertação de mestrado).
- Pereira, L. C. P.; Silva, L. B.; Abrantes, G. P.; Xavier, L.; Nunes, R. P.; Scherer, A. Importância do zoológico na conservação de espécies. **PubVet**, v. 15, n. 12, p. 1-11, 2021.
- Pijanowski, B. C.; Villanueva-Rivera, L. J.; Dumyahn, S. L.; Farina, A.; Krause, B. L.; Napoletano, B. M.; Gage, S. H.; Pieretti, N. Soundscape ecology: The science of sound in the landscape. **BioScience**, v. 61, n. 3, p. 203-216, 2011. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>
- Ralph, C. J.; Sauer, J. R.; Droege, S. **Monitoring bird populations by point counts**. Albany: Pacific Southwest Research Station, 1995.
- Reinhart, D.; Bolyard, S. C.; Berge, N. Grand challenges: Management of municipal solid waste. **Waste Management**, v. 49, p. 1-2, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.04.007>
- Silva, R. G.; Ribeiro, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **RER**, v. 42, n. 1, p. 91-101, 2004.

Silva, S. K. **Fixação e transferência de nitrogênio em cultivos consorciados e solteiros de gramíneas e leguminosas**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018. (Dissertação de mestrado).

Siqueira, H. E. **Identificação de áreas para conservação do solo e da água na área de proteção ambiental do Rio Uberaba com geoprocessamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2019. (Tese de doutorado).

Souza, B. W.; Cardoso, R. H.; Santos, P. B. R. E. Avaliação da gestão de resíduos sólidos e soluções para a sua destinação em zoológicos: revisão de literatura. In: Silva, E. (Org.). **Ciências biológicas: realidades e virtualidades**. Ponta Grossa: Atena, 2021. <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112073>

Souza, L. H. N.; Arruda, R. O. M.; Rosini, E. F.; Pontes, D. D. Diagnóstico da qualidade ambiental dos lagos e nascentes do Zoológico de Guarulhos, Município de Guarulhos (SP). **Revista Geociências UNG-Ser**, v. 18, n. 1, p. 12-18, 2019. <https://doi.org/10.33947/1981-7428-v18n1-4078>

Sueur, J.; Farina, A. Ecoacoustics: The ecological investigation and interpretation of environmental sound. **Biosemiotics**, v. 8, n. 3, p. 493-502, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12304-015-9248-x>

Sutter, R. D.; Wainscott, S. B.; Boetsch, J. R.; Palmer, C. J.; Rugg, D. J. Practical guidance for integrating data management into long-term ecological monitoring projects. **Wildlife Society Bulletin**, v. 39, n. 3, p. 451-463, 2015. <https://doi.org/10.1002/wsb.548>

Tegeler, A. K.; Morrison, M. L.; Szewczak, J. M. Using extended-duration audio recordings to survey avian species. **Wildlife Society Bulletin**, v. 36, n. 1, p. 21-29, 2012. <https://doi.org/10.1002/wsb.112>

Velazco, S. J. E.; Villalobos, F.; Galvão, F.; Marco Júnior, P. A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. **Diversity and Distributions**, v. 25, n. 4, p. 660-673, 2019. <https://doi.org/10.1111/ddi.12886>

Veríssimo, A.; Rolla, A.; Vedoveto, M.; Futada, S. M. **Áreas protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios**. Belém: Imazon; São Paulo: ISA, 2011.

WAZA - World Association of Zoos and Aquariums. **Building a future for wildlife: The world zoo and aquarium conservation strategy**. Basileia: WAZA, 2005.

Wimmer, J.; Towsey, M.; Roe, P.; Williamson, I. Sampling environmental acoustic recordings to determine bird species richness. **Ecological Applications**, v. 23, n. 6, p. 1419-1428, 2013. <https://doi.org/10.1890/12-2088>

Yang, K.; Lu, C. Evaluation of land-use change effects on runoff and soil erosion of a hilly basin: The Yanhe River in the Chinese Loess Plateau. **Land Degradation and Development**, v. 29, n. 4, p. 1211-1221, 2018. <https://doi.org/10.1002/ldr.2873>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.