



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

MARIA VITTÓRIA ALVES DE SANTANA

**O FLICKR PODE SER USADO COMO UMA FERRAMENTA DE CONSERVAÇÃO
DA CAATINGA? UM ESTUDO DE CASO USANDO DEEP LEARNING**

RECIFE, 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCIÊNCIAS

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

MARIA VITTÓRIA ALVES DE SANTANA

**O FLICKR PODE SER USADO COMO UMA FERRAMENTA DE CONSERVAÇÃO
DA CAATINGA? UM ESTUDO DE CASO USANDO DEEP LEARNING**

TCC apresentado ao Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque – Departamento de Botânica (UFPE)

Coorientador(a): Me. Danilo Vicente Batista de Oliveira – Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza (UFRPE)

RECIFE, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do
SIB/UFPE

Santana, Maria Vitória Alves de .

O Flickr pode ser usado como uma ferramenta de conservação da caatinga?
Um estudo de caso com deep learning. / Maria Vitória Alves de Santana. -
Recife, 2023.

43: il., tab.

Orientador (a): Ulysses Paulino de Albuquerque

Cooorientador (a): Danilo Vicente Batista de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2023.
Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Culturômica. 2. Conservação. 3. Serviços Ecossistêmicos Culturais . 4. Deep
Learning. 5. Redes Sociais. I. Albuquerque, Ulysses Paulino de . (Orientação).
II. Oliveira, Danilo Vicente Batista de . (Coorientação). III. Título.

570 CDD (22.ed.)

MARIA VITTÓRIA ALVES DE SANTANA

**O Flickr Pode Ser Usado Como Uma Ferramenta De Conservação Da Caatinga? Um
Estudo De Caso Usando Deep Learning**

TCC apresentado ao Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 01/09/2023

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Francisco Igor Ribeiro dos Santos (1º Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza

Me. Edwine Soares de Oliveira (2º Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza

Me. Aníbal da Silva Cantalice (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza

AGRADECIMENTOS

Acredito que minha trajetória acadêmica foi cheia de altos e baixos, com muitos momentos de tristezas e incertezas, mas principalmente momentos felizes, em que pude pela primeira vez ser quem eu realmente sou. A UFPE me trouxe uma família imensa, que eu nem sei se merecia ganhar. Uma família que não é de sangue, mas é de coração.

Falando de sangue, sem minha mãe, Rosilda Alves, eu não estaria aqui, literalmente; ela me ajudou em toda essa jornada e me ensinou a correr atrás dos meus sonhos e desejos, me ensinou a viver o mundo real e me apoiou em todos os momentos difíceis que passei durante a graduação. Obrigada, mãe, por fazer tudo que você já fez por mim e eu espero que um dia possa retribuir por tudo. Aos meus irmãos, Paloma, Viviane, Pamela, Jorginho e Pedro, eu sei que vocês nunca entenderam muito bem por que eu escolhi um curso que "não dá dinheiro", mas a biologia é o que eu amo, e nunca faria algo diferente, obrigada por me desafiar durante todo esse caminho e gerar uma faísca de ambição dentro de mim. Ao meu falecido pai, Josenildo Gomes, obrigada pela sua proteção, sinto sua presença em muitos momentos e sei que posso não ter você no plano material, mas um ser de luz não precisa de matéria para se propagar.

Falando de luz, entrar nesta universidade me deixou completamente no escuro, um mundo novo que eu teria que descobrir sozinha, bom, pelo menos era o que eu pensava. À minha primeira amiga nesse lugar, Alana Rayanne, obrigada por ter ficado ao meu lado desde início, e por algum tempo éramos apenas duas, e do nada viramos uma família. À Priscyla Leite, minha parceira de todos os momentos, sem você esse lugar não tem graça, obrigada por ser quem você é e por estar na minha vida, conhecer você mudou a minha forma de pensar. À minha família Bocas de Me Dê (um apelido carinhoso para jovens esfomeados), Alana Rayanne, Priscyla Leite, Márcio Luan, Bruna Isabel, Ágata Vieira e Maria Eduarda, obrigada por estarem comigo até o fim, nossos caminhos se ramificaram e sinto falta da nossa convivência, viemos de uma mesma "semente" e agora iremos expandir nossas "raízes", mas nunca deixaremos de estar conectados.

Falando de planta, uma segunda família formada, os Jardineiros, surgiu pelo amor em comum pelas plantas, Igor César, Arthur Ivan, Caio César, Vitor Furlan, Vitória Camilo e Priscyla Leite (minha parceira em todo canto, ta vendo?!); obrigada por todos momentos loucos que nós vivemos juntos, meu último ano da graduação foi marcado por vocês e eu não mudaria nada, mas reviveria tudo novamente.

Porém, tudo tem um ciclo, a semente plantada germinou dentro do Diretório Acadêmico MangueTown, que eu me agarrei e fiquei do 2º período até agora. Agradeço por todos os momentos que pude compartilhar com Márcio Luan, Carolina Paiva, Maria Julia, Beatriz Luna e Rafael Melo, em que todos choramos e rimos juntos, mas principalmente, tentamos fazer algo

especial e significativo para o curso.

A árvore se tornou forte e amadureceu dentro do LEA, nesse laboratório eu aprendi que investir em mim mesma não é um problema, e que as nossas diferenças nos tornam únicas dentro de um ambiente. Aos meus Leanes, Antônio Carlos, Yasmim Costa e Paula Mata, agradeço vocês por conseguirem deixar uma jornada tortuosa mais leve, e me trouxeram tantos momentos divertidos no meio de tanta seriedade e disciplina. Mas tudo isso foi necessário para me deixar mais forte, agradeço também ao professor Ulysses Paulino de Albuquerque, meu pai científico, que me ajudou a aperfeiçoar minhas habilidades e me acolheu durante minhas dificuldades; agradeço também à Danilo Vicente, que me ensinou coisas que nunca achei ser capaz de aprender.

A flor desabrocha dentro do SAFE, em que eu compartilho e discuto novas ideias; À Samarina Fernandes, Mirella Ribeiro, Luís Romário, Renilson Luna, Johny Lopes e Adel Santana, agradeço por expandir minha mente e aumentar minha vontade de plantar novas sementinhas em outros lugares.

Mas para crescer, a planta precisou de nutrientes, pessoas especiais que me ajudaram durante essa trajetória. Agradeço à Gian Felipe, por estar comigo desde o ensino médio e por ter me ajudado a observar esse trabalho de uma forma totalmente nova. Agradeço ao meu companheiro, Ícaro Pedro, por estar comigo dentro e fora da UFPE, por me incentivar sempre que estou triste, por cuidar de mim em meus momentos mais difíceis, por me apoiar nas decisões mais malucas e por me ensinar uma nova visão sobre a vida, você é o meu jardineiro.

Agradeço também à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento deste projeto com uma bolsa de pesquisa (BCT-0454-2.01/21).

A jornada da graduação termina com o fruto, fruto este que está descrito nas próximas páginas. Por fim, o encerramento de um ciclo é o início de outro, e este é só o primeiro de muitos frutos.

RESUMO

O interesse público pela natureza pode ser promovido e medido por meio das redes sociais, avaliando a importância de uma espécie para as pessoas e identificando novos símbolos de apelo conservacionista. Nosso objetivo foi avaliar o interesse público a partir dos serviços ecossistêmicos culturais na Caatinga obtidos nas fotografias do Flickr e testar o uso do Deep Learning para classificação de serviços culturais. Classificamos os serviços ecossistêmicos com base em 488 fotografias postadas no Flickr. Essas fotografias foram analisadas por meio de abordagens manuais e de aprendizado profundo (Deep Learning - DL). As categorias mais observadas em ambas as abordagens foram "Apreciação da Paisagem" (36,8%), "Apreciação da Natureza - Animais" (25,6%) e "Atividades Sociais" (19,3%). Os nossos resultados indicam o valor estético e recreativo associado a Caatinga e ressaltam a importância de promover esses serviços como uma estratégia de conservação. O uso do Flickr como fonte de dados pode não ter sido o mais adequado, sendo interessante a inclusão de outras redes sociais para complementar os dados referentes à caatinga. Encontramos diferenças significativas entre as classificações manuais e de DL, a classificação de DL demonstrou ser promissora para a avaliação de serviços ecossistêmicos culturais, entretanto, existe a necessidade de ajustes e melhorias na abordagem de DL. Apesar das limitações, o uso de mídias sociais e técnicas de deep learning pode ser promissor para avaliar o interesse público em relação à conservação da Caatinga e identificar áreas de enfoque para ações de conservação.

Palavras-chave: Culturômica, Caatinga, Serviços Culturais, Rede Social, Redes Neurais Convolucionais.

ABSTRACT

Public interest in nature can be promoted and measured through social media by assessing the importance of a species to people and identifying new symbols of conservation appeal. Our goal was to assess public interest in cultural ecosystem services in the Caatinga obtained from Flickr photographs and test the use of Deep Learning for the classification of cultural services. We classified ecosystem services based on 488 photographs posted on Flickr. These photographs were analyzed using both manual and deep learning (DL) approaches. The most observed categories in both approaches were "Landscape Appreciation" (36.8%), "Nature Appreciation - Animals" (25.6%), and "Social Activities" (19.3%). Our results indicate the aesthetic and recreational value associated with the Caatinga and emphasize the importance of promoting these services as a conservation strategy. The use of Flickr as a data source may not have been the most suitable, and it would be interesting to include other social networks to complement the data related to the Caatinga. We found significant differences between manual and DL classifications, with DL classification showing promise for assessing cultural ecosystem services; however, adjustments and improvements in the DL approach are needed. Despite the limitations, the use of social media and deep learning techniques can be promising for assessing public interest in Caatinga conservation and identifying focus areas for conservation actions.

Keywords: Culturomics, Caatinga, Cultural Services, Social Network, Convolutional Neural Networks.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 CATEGORIAS ANALISADAS	13
3.2 COLETA E LIMPEZA DE DADOS	14
3.3 CLASSIFICAÇÃO MANUAL E DEEP LEARNING	14
3.3.1 MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	14
3.4 COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÕES	15
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSSÃO	17
5.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS CULTURAIS NA CAATINGA	17
5.2 CLASSIFICAÇÃO DEEP LEARNING	18
5.3 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	19
6. CONCLUSÃO	20
7. REFERÊNCIAS	21
8. MATERIAL SUPLEMENTAR	27
9. ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA	28

O PRESENTE TRABALHO ESTÁ APRESENTADO NO FORMATO DE ARTIGO REQUERIDO PELA REVISTA **JOURNAL FOR NATURE CONSERVATION**, CUJAS NORMAS PARA SUBMISSÃO SE ENCONTRAM NO ANEXO A.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma região semiárida no nordeste do Brasil que possui uma rica biodiversidade e alta endemidade (LEAL *et al.*, 2005). No entanto, sua diversidade está ameaçada por vários fatores, especialmente as mudanças climáticas (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017). LESSA e colaboradores (2019) demonstraram as dificuldades no planejamento da conservação na Caatinga como a grande lacuna em áreas da caatinga mais remotas, causadas principalmente pela dificuldade em chegar até esses locais, e também falta de incentivos financeiros, demonstrados pelo fato da caatinga só possuir 8,8% de sua área protegida (WWF, 2019) e grande parte da sua extensão em risco de desertificação (SILVA *et al.*, 2017a). Assim, abordagens que auxiliem a superar essas dificuldades são necessárias.

Uma abordagem emergente com grande potencial diante dessa questão é a culturômica de conservação, que pode ser definida como o estudo da cultura humana por meio da análise em grandes corpos de texto e imagem, que auxiliem a gerar informações para ações de conservação (LADLE *et al.*, 2016). A culturômica pode ser utilizada para promover e demonstrar o interesse público pela natureza, fornecer novas métricas e ferramentas para monitorar as interações humanas com o ambiente, e também avaliar o impacto de intervenção de conservação (LADLE *et al.*, 2016). Uma forma de coletar dados sobre a cultura humana é através da internet, que é amplamente utilizada na maioria dos países e inclui plataformas de mídia social, que contêm grandes quantidades de dados digitais representando as interações das pessoas com seu ambiente (DI MININ *et al.*, 2015). Nas mídias sociais os seres humanos expõem seus gostos e preferências e compartilham suas experiências diariamente. Por conta disso, esses dados podem servir como um *proxy* para observar o interesse público pela Caatinga.

Para entender o interesse das pessoas na natureza é necessário entender de que forma a natureza pode atrair e beneficiar os humanos. A natureza nos oferece diversos recursos, porém alguns deles estão relacionados ao nosso ser cultural, benefícios não materiais que influenciam diretamente na qualidade de vida, como recreação, diversão, estética e espiritualidade (PLIENINGER *et al.*, 2013; BRAGAGNOLO *et al.*, 2017; CHENG *et al.*, 2019). Esses

benefícios podem ser definidos como serviços ecossistêmicos culturais, e são os mais adequados para avaliar o interesse público, pois se trata de bens não materiais que os humanos obtêm da natureza (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017).

Estudos com serviços ecossistêmicos culturais utilizando a análise de fotos postadas e compartilhadas no Flickr têm recebido atenção especial nos últimos anos (DI MININ *et al.* 2015; LADLE *et al.*, 2016; THIAGARAJAH *et al.*, 2015). O Flickr é uma plataforma de compartilhamento de imagens e é frequentemente usado para compartilhar informações relacionadas à natureza, sendo amplamente utilizado em pesquisas para estudar recreação na natureza e serviços ecossistêmicos culturais (DI MININ *et al.*, 2015 e TOIVONEN *et al.*, 2019), principalmente pela facilidade em acessar os dados dessa rede social. Apesar das abordagens tradicionais para capturar os serviços culturais serem geralmente demoradas e dispendiosas (TOIVONEN *et al.*, 2019), as análises manuais de fotografias retiradas de mídias sociais podem ser complementadas por métodos automatizados de análise de conteúdo visual, auxiliando na interpretação do conteúdo e facilitando a tarefa do ser humano analista (DI MININ *et al.*, 2015).

Ferramentas de visão computacional são o que permitem a análise desses dados, e possibilita, a compreensão automática de imagens, dentre essas ferramentas, o aprendizado profundo ou Deep Learning (DL) alcançou bons resultados para classificação do conteúdo de fotos (TOIVONEN *et al.*, 2019). O Deep Learning (DL) pode ser entendido como uma classe de técnicas de aprendizado de máquina que explora várias camadas de informações e envolve a aprendizagem de múltiplos níveis de representação que ajudam a compreender os dados, como imagens, sons e texto (ALMEIDA *et al.*, 2018). Entre essas técnicas de aprendizado profundo, as redes neurais convolucionais (RNC) são particularmente promissoras porque podem aprender a identificar semelhanças no conteúdo da informação em uma imagem de forma semelhante a um cérebro biológico (CARDOSO *et al.*, 2022).

Este estudo teve como objetivo observar quais SEC são mais interessantes para o público dessa mídia social, avaliando o uso do Flickr e do Deep Learning para obter dados sobre o interesse público em relação à Caatinga. Em particular, identificamos manualmente os SEC na Caatinga a partir de postagens no Flickr e depois avaliamos a viabilidade do uso de técnicas de DL, buscando ver as semelhanças entre as classificações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A culturômica de conservação pode ser definida como o estudo da cultura humana por meio da análise em grandes corpos de texto e imagem, que auxiliam a gerar informações para

ações de conservação (LADLE *et al.*, 2016). A culturômica de conservação juntamente com outras áreas emergentes como a Conservação Digital e a IEcology (TOIVONEN *et al.*, 2019; ARTS *et al.*, 2015; DI MININ *et al.*, 2015; LADLE *et al.*, 2016) utilizam as mídias sociais como fontes de dados, para potencialmente auxiliar como ferramenta no planejamento de conservação. A mídia social se refere a serviços baseados na web que permitem a indivíduos, comunidades e organizações colaborar, se conectar, interagir e construir uma comunidade por meio do envolvimento com conteúdo gerado pelo usuário (MCCAY-PEET e QUAN HAASE, 2017). O uso das mídias sociais vem crescendo rapidamente, e isso se dá principalmente porque a análise de conteúdo de mídia social permite que os cientistas avaliem e mapeiem as interações entre o humano e a natureza em várias escalas e resoluções e de maneira direta e econômica (RICHARDS e FRIESS, 2015).

Para avaliar o interesse das pessoas na natureza é necessário entender de que forma a natureza pode atrair e beneficiar os humanos. A natureza nos oferece diversas coisas e estas podem ser definidas como serviços ecossistêmicos, esses serviços são os sistemas de suporte natural que mantêm a vida humana e são benefícios fundamentais gerados pelos ecossistemas (MMA, 2022). Esses serviços são divididos em regulação e manutenção (regulação das condições químicas, físicas e biológicas), provisão (fornecimento de recursos naturais) e culturais (provisão de oportunidades para o desenvolvimento cognitivo) (CICES, 2022). Os serviços ecossistêmicos refletem o que as pessoas obtêm do ambiente natural, e, portanto, aumentam a conscientização e a motivação do público para proteção ambiental (ORENSTEIN, 2013, OPDAM *et al.*, 2015, PLIENINGER *et al.*, 2015).

Os serviços ecossistêmicos culturais (SEC), são os mais adequados para avaliar o interesse público pois se tratam de bens não materiais que os humanos obtêm da natureza (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017). A avaliação do SEC pode ser mal compreendida, pois os SEC são 'intangíveis', 'imateriais' e 'invisíveis' em comparação com outros serviços materiais (MARTÍN-LÓPEZ *et al.*, 2009; TILLIGER *et al.*, 2015). Porém, com o uso das mídias sociais é possível observar os SEC de forma facilitada, obtendo informações sobre as atividades e preferências das pessoas que visitam as áreas protegidas, e superando as limitações relacionadas ao tamanho da amostra, restrições de tempo e localização, tipicamente encontradas nos métodos tradicionais para avaliar os serviços culturais (HAUSSMANN *et al.*, 2018, DI MININ *et al.*, 2015, MAYER-SCHÖNBERGER & CUKIER 2013). É importante explorar os dados de mídia social, pois eles podem fornecer dados substanciais e econômicos em resolução espacial e temporal que possam ser usados para monitorar atividades humanas e as preferências das pessoas por atividades baseadas na natureza (DI MININ *et al.*, 2015). Entretanto, é necessário levar em consideração a potencial imprecisão da localização das postagens, o comportamento

tendencioso das pessoas nas mídias sociais e a representatividade da população que usa as mídias sociais (TUFEKCI, 2014).

A análise de fotos postadas e compartilhadas em plataformas de mídia social, como o Flickr, tem recebido atenção especial (DI MININ *et al.*, 2015; LADLE *et al.*, 2016; THIAGARAJAH *et al.*, 2015). O Flickr é uma plataforma de compartilhamento de imagens, o conteúdo da imagem geralmente contém fotografias tiradas pelo usuário, mas também pode conter memes, infográficos e outros tipos de visualizações (TOIVONEN *et al.*, 2019). Embora o site não seja tão popular medido em número de usuários, é frequentemente usado para compartilhar informações relacionadas à natureza, sendo bastante popular entre os fotógrafos da natureza (DI MININ *et al.*, 2015). Além disso, o Flickr tem sido amplamente utilizado em pesquisas para estudar recreação na natureza e serviços ecossistêmicos culturais por conta de sua ampla distribuição geográfica e pela facilitação ao acesso de dados compartilhados nessa rede social (DI MININ *et al.*, 2015 e TOIVONEN *et al.*, 2019).

DI MININ e colaboradores (2015) exploraram em seus estudos o uso das mídias sociais dentro do contexto da conservação de forma geral, demonstrando seu potencial como recurso para informações espaciais ausentes utilizando postagens georreferenciadas; analisar as tendências temporais nos padrões de visita dos turistas em parques nacionais e também, avaliar a atenção recebida por espécies ou ecossistemas. Entretanto, eles deixam claro que existem desafios no uso de mídias sociais, como a pequena quantidade de usuários ativos que geram grandes quantidades de dados, as localizações geográficas potencialmente incorretas ou ausentes, e também esclarece que as interpretações feitas devem ser consideradas com base nas limitações de dados e vieses causados pelo fato de que nem todos usam mídias sociais.

Estudos mais aprofundados como o de HAUSSMANN e colaboradores (2018) testaram se os dados de mídias sociais poderiam ser usados para entender as preferências de turistas em experiências na natureza dentro do Parque Nacional Kruger na África do Sul, utilizando o Instagram e o Flickr. Eles demonstraram que os dados de mídia social também podem ser usados para entender quais atividades as pessoas se envolvem ao visitar áreas protegidas. Explorando também as diferenças no público de cada mídia social, no Flickr os usuários costumam postar sobre a biodiversidade e no Instagram os usuários costumam compartilhar fotos sobre pessoas, como atividades e poses. RETKA e colaboradores (2019) avaliaram os SEC na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais buscando entender as preferências dos usuários e a distribuição temporal e espacial desses serviços dentro da área de proteção. Foi observado que o serviço com mais preferência é apreciação da paisagem; foi possível ver o período de maior atividade no parque, sendo os meses de abril e janeiro os mais visitados; além disso foi possível observar os pontos onde foram compartilhadas mais fotos, esses locais eram

próximos de pontos de comércio e de atividades ao ar livre.

A classificação adequada e a interpretação do conteúdo da mídia social requer um ser humano analista, avaliar os conteúdos manualmente é, no entanto, uma tarefa trabalhosa (DI MININ *et al.*, 2015). Felizmente as ferramentas para classificação automática de dados que podem ajudar na análise de conteúdo das mídias sociais estão se desenvolvendo rapidamente, um exemplo disso é o uso da visão computacional. A visão computacional é um campo amplo e interdisciplinar que estuda o processamento automático e compreensão de imagens (TOIVONEN *et al.*, 2019). O conteúdo visual pode ser analisado, seja para monitorar espécies e ecossistemas, detectar quais espécies ou produtos da vida selvagem estão sendo negociados ilegalmente nas mídias sociais e também para identificar serviços ecossistêmicos culturais (TOIVONEN *et al.*, 2019). Dentre as ferramentas de visão computacional, o aprendizado profundo ou Deep Learning (DL) alcançou bons resultados para classificação de conteúdo de fotos, encontrando objetos e identificando seus contornos e gerando descrições de imagens inteiras ou suas partes (TOIVONEN *et al.*, 2019). O Deep Learning (DL) pode ser entendido como uma classe de técnicas de aprendizado de máquina que explora várias camadas de informações e envolve a aprendizagem de múltiplos níveis de representação e abstração que ajudam a compreender os dados, como imagens, sons e texto (ALMEIDA *et al.*, 2018). Entre essas técnicas de aprendizado profundo, as redes neurais convolucionais (RNC) são particularmente promissoras porque podem aprender a identificar semelhanças no conteúdo da informação em uma imagem de forma semelhante a um cérebro biológico. As RNC são formadas por camadas que simulam grupos de neurônios, detectam atributos da imagem apresentada e os organizam hierarquicamente e de maneira abstrata para gerar informações (CARDOSO *et al.*, 2022).

MOUTTAKI e colaboradores (2022) demonstraram o uso do deep learning para classificar elementos humanos e naturais em fotografias da Costa da Lituânia retiradas do Flickr; a maioria dos usuários compartilhou fotografias representando valorização da paisagem e recreação social, reconhecendo também padrões de paisagens mais presentes nas fotografias como o mar e dunas de areia. Também foi demonstrado que alguns serviços culturais como monumentos históricos e expressões religiosas e espirituais não costumam ser documentadas pelos usuários do Flickr, podendo gerar vieses na interpretação na avaliação dos serviços culturais daquele local.

CARDOSO e colaboradores (2022) também testaram o uso de mídias sociais (Flickr e Wikiloc) e deep learning para classificar serviços ecossistêmicos culturais em Peneda-Gerês (Portugal) e Serra Nevada (Espanha). Foi observada uma acurácia de 80% no modelo deep learning aplicado nas fotografias de Peneda-Gerês, que tiveram apreciação da paisagem como

serviço preferido, e uma acurácia de 60% no modelo deep learning para Serra Nevada que tiveram expressão cultural e religiosa como serviço preferido. Demonstrando que a combinação de classificações manuais, abordagem utilizando deep learning e conjuntos de dados locais pré-treinados podem ser úteis para identificar elementos naturais e humanos relevantes para os SEC em grandes regiões.

O uso combinado de mídias sociais e técnicas de deep learning como as redes neurais convolucionais podem obter resultados promissores dentro de estudos que avaliam os serviços ecossistêmicos culturais, sendo relevante o seu uso e aplicação em diferentes locais e contextos. A intenção desse trabalho é observar se essas técnicas podem ser aplicadas dentro do bioma da Caatinga, testando o uso do Flickr como banco de dados para análise e as redes neurais convolucionais como classificador dos serviços ecossistêmicos culturais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desse estudo, primeiramente foram definidas as categorias de SEC que seriam analisadas, depois ocorreu a coleta e limpeza dos dados do Flickr para análise. Após isso, montamos um banco de imagens para treinamento e teste do modelo de classificação de imagens, que seria criado posteriormente dentro do Google Collaboratory. Realizamos a classificação manual e deep learning das fotografias coletadas no Flickr e após isso realizamos a comparação entre as duas classificações a fim de ver as semelhanças e diferenças entre os resultados.

3.1 CATEGORIAS ANALISADAS

As categorias analisadas neste trabalho foram adaptadas de outros estudos semelhantes (RICHARDS & FRIESS, 2015; JEPSON *et al.*, 2017; RETKA *et al.*, 2019). A categoria "Apreciação da Natureza" foi dividida em duas, uma enfocando plantas e outra enfocando animais. A categoria "Apreciação da Paisagem" (fotografias focadas em vistas amplas em grande escala da paisagem) inclui "Monumentos Naturais e Estruturas" e "Expressão Artística e Cultural" (fotografias representando manifestações artísticas e/ou culturais e produtos de criação humana - pinturas, esculturas, música e arquitetura), que inclui "Monumentos Históricos". "Atividades Sociais" (fotografias com foco em grupos de pessoas envolvidas em atividades sociais, formais ou informais) inclui "Recreação Social", "Atividades Religiosas ou Espirituais", "Pesquisa e Educação" e "Recreação Esportiva". Essas alterações foram feitas para reduzir o viés dos dados durante a classificação, pois achamos mais apropriado mesclar algumas

categorias (Tabela 1).

Tabela 1. Categorias de Serviços Ecossistêmicos Culturais.

Categorias (SEC)	Descrição das fotografias
1. Apreciação da Natureza - Animais	Fotografias com foco em animais.
2. Apreciação da Natureza - Plantas	Fotografias com foco em plantas.
3. Apreciação da Paisagem	Fotografias cujo foco principal é uma visão ampla e em grande escala da paisagem.
4. Atividades Sociais	Fotografias com foco em grupos de pessoas em atividades sociais, seja de cunho formal ou informal.
5. Expressão Artística e Cultural	Fotografias que representam manifestações artísticas e/ou culturais, e/ou produtos da criação humana.

Fonte: autores (2022).

3.2 COLETA E LIMPEZA DE DADOS

Os dados foram baixados usando o RStudio v 4.2.0. (RSTUDIO, 2020), com a ajuda da interface de programação de aplicativos (API) do Flickr fornecida por RICHARDS e FRIESS (2015). A API permite a coleta de dados dentro da rede social, retornando apenas 500 fotografias por coleção. As "tags" usadas para a pesquisa foram "Caatinga", "Natureza", "Biodiversidade", "Paisagem", "Plantas", "Animais" e "Cultura". Essas "tags" foram selecionadas para diversificar os resultados e obter fotografias de diferentes serviços ecossistêmicos culturais. Realizamos o download de fotografias georreferenciadas e não georreferenciadas pelos usuários no ano de 2012 a 2022, utilizando as mesmas "tags" para obter a maior quantidade de dados para análise.. Coletamos 1.500 fotografias, das quais

analisamos 488, pois durante a limpeza constatamos que aproximadamente 68% das fotografias coletadas eram repetições, pois a API do Flickr não filtra os dados já coletados.

3.3 CLASSIFICAÇÃO MANUAL E DEEP LEARNING

Utilizamos duas abordagens de classificação para observar a eficiência do modelo deep learning em relação a um analista humano. A classificação manual foi realizada pelos autores com base na análise visual das fotografias, usando as descrições citadas para cada SEC como critério de seleção. Para a classificação DL, criamos um modelo de classificação de imagens que categorizou os dados com base no treinamento com dados semelhantes às categorias analisadas.

3.3.1 MODELO DE CLASSIFICAÇÃO IMAGENS

Para o modelo de classificação de imagens, primeiramente definimos os conjuntos de imagens para treinamento e outro conjunto para validação. Esse conjunto de imagens foi obtido em sites de livre acesso a partir de navegadores como o Google, usando uma palavra-chave referente a cada categoria juntamente com a palavra "Caatinga" ou "Sertão" ou "Nordeste" (por exemplo, Apreciação da Paisagem = "Paisagem da Caatinga"). Para o treinamento, foram coletadas 650 fotografias; para a validação, foram coletadas 225 fotografias. A fase de treinamento e validação do modelo é uma das mais importantes, pois na fase de treinamento, o modelo aprende o que cada categoria selecionada representa; na fase de validação, o modelo testa o conhecimento aprendido em um banco de dados diferente do conjunto de treinamento. A classificação dos dados em análise foi baseada no que foi ensinado pelo banco de treinamento, que foi coletado seguindo os critérios descritos para cada categoria.

O modelo foi adaptado do script relatado por DOUST *et al.*, (2021) usando o Google Collaboratory (<https://colab.research.google.com/>). O modelo de classificação de imagens consiste em pré-processamento e padronização de dados, redes neurais convolucionais (RNC), treinamento e validação. Nesse script utilizamos os pacotes Tensorflow (ABADI *et al.*, 2015), Matplotlib (HUNTER, 2007), Numpy (HARRIS *et al.*, 2020), PIL (CLARK, 2015) e Keras (CHOLLET, 2015). O modelo começa com o pré-processamento de dados que analisa o número de pixels nas fotografias. Em seguida, os dados são padronizados, o que cria um padrão no tamanho das imagens que serão usadas. O ponto principal do modelo é formado pelas redes neurais convolucionais que vai combinar atributos e informações da imagem, após isso o modelo passou pela fase de aprendizado com o conjunto de treinamento e depois pela fase de

teste com o conjunto de validação. Após essas duas fases, foram impressos gráficos mostrando o desempenho do modelo (precisão e perda). Adicionamos funções de aumento de dados para expor o modelo a mais aspectos dos dados e a generalizar melhor, e evitar o superajuste. O overfitting ou superajuste ocorre quando o modelo aprende detalhes indesejados das imagens treinadas e só consegue categorizar bem os dados de treinamento, o que afeta a eficiência do modelo (DOUST *et al.*, 2021). Por fim, adicionamos os dados para análise na forma de um diretório para realizar a classificação.

3.4 COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÕES

Realizamos a comparação das classificações manual e deep learning a partir do agrupamento dos resultados em uma tabela de contingência, a qual aplicamos o teste Qui-Quadrado de Pearson para observar se existiam diferenças significativas entre as classificações. Após isso, realizamos uma análise post hoc para identificar quais categorias eram significativamente diferentes entre as classificações, caso o valor do teste do qui-quadrado fosse significativo ($p < 0,05$). As análises foram realizadas utilizando o RStudio v. 4.2.1 (RSTUDIO, 2020).

4. RESULTADOS

A categoria "Apreciação da Paisagem" foi o primeiro serviço na classificação manual (180) e o segundo na classificação DL (125); as paisagens mais observadas eram do Parque Nacional do Catimbau em Pernambuco e da Serra da Capivara no Piauí. "Apreciação da Natureza - Animais" foi o segundo serviço na classificação manual (125) e primeiro na classificação DL (135), observou-se que a maioria dos animais eram aves como *Nyctidromus albicollis* e *Anodorhynchus leari*, e também mamíferos, como *Callithrix jacchus*. A categoria "Atividades Sociais" foi o terceiro serviço na classificação manual (94) e quarto na classificação DL (58); as atividades sociais mais comuns vinham de iniciativas educacionais, além de outras atividades em grupo, como trilhas, pesca e ciclismo. A categoria "Apreciação da Natureza - Plantas" foi o quarto serviço na classificação manual (65) e quinto na classificação DL (47); a maioria das plantas observadas eram cactos, como o *Melocactus zehntneri*, *Opuntia cochenillifera*, *Cereus jamacaru*, e algumas espécies de árvores, como *Spondias tuberosa* e *Ceiba glaziovii*, a maioria das fotografias de plantas focava em partes como flores e frutos. A categoria "Expressão Artística e Cultural" foi o quinto serviço na classificação manual (24) e o terceiro na classificação DL (123), a maioria das fotografias eram em povoados e centros

urbanos (ver Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de fotografias em que cada SEC foi observado, utilizando a classificação Manual e a classificação com Deep Learning (DL).

SEC	Classificação Manual	Classificação DL
Apreciação da Natureza - Animais	125	135
Apreciação da Natureza - Plantas	65	47
Apreciação da Paisagem	180	125
Atividades Sociais	94	58
Expressão Artística e Cultural	24	123
Total	488	488

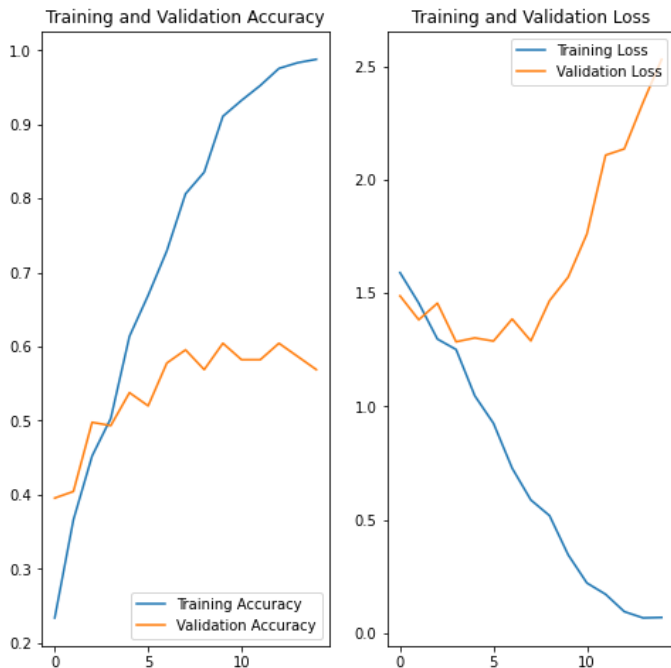
Fonte: autores (2023).

A comparação entre as abordagens de classificação usando o teste qui-quadrado demonstrou que os resultados eram significativamente diferentes ($\chi^2 = 84,535$ e $p < 0,0001$). Para a análise post hoc, observamos que as categorias "Apreciação da Paisagem" ($p < 0,005$) e "Expressão Artística e Cultural" ($p < 0,05$) eram significativamente diferentes entre as abordagens manual e de DL.

O modelo de DL obteve uma precisão de 100% usando os dados de treinamento e 59% usando os dados de validação (Fig. 1). Após as funções de aumento e abandono de dados, o modelo atingiu uma precisão de 100% no treinamento e 63% de precisão na validação (Fig. 2).

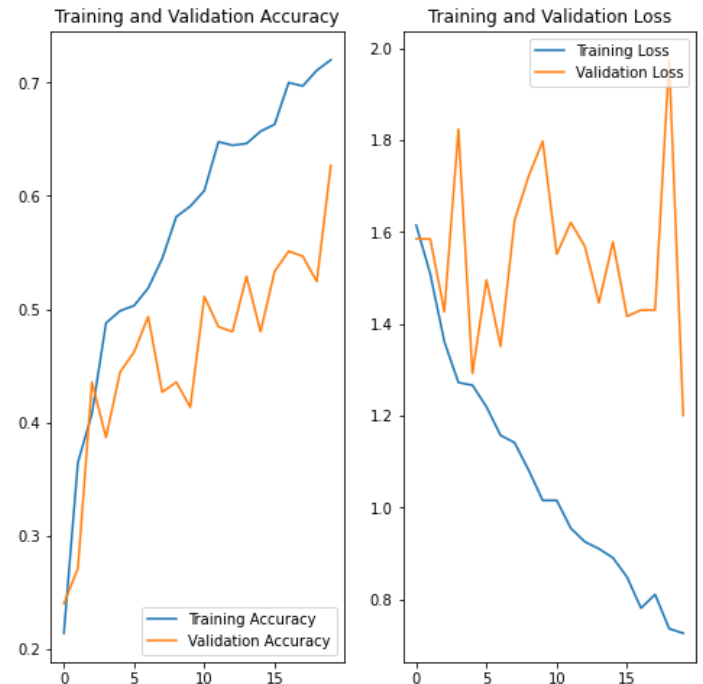
Figura 1: Eficiência do modelo Deep Learning. A esquerda, gráfico de acurácia; A direita, gráfico de perdas.

Linha azul representa o treinamento e linha laranja representa validação.



Fonte: print screen do Google Colab gerado pelos autores (2022).

Figura 2: Eficiência do modelo Deep Learning com funções de aumento e abandono de dados. A esquerda, gráfico de acurácia; A direita, gráfico de perdas. Linha azul representa o treinamento e linha laranja representa validação.



Fonte: print screen do Google Colab gerado pelos autores (2022).

5. DISCUSSÃO

5.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS CULTURAIS NA CAATINGA

Os SEC são considerados cada vez mais relevantes para as agendas de conservação e desenvolvimento sustentável, pois promovem receitas de recreação, ajudam a moldar a identidade e as tradições humanas e motivam ações de conservação (DI MININ *et al.*, 2015). As agendas e intervenções conservacionistas podem beneficiar-se do conhecimento da cultura e do envolvimento humano com a natureza (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017). As avaliações de SEC fornecem uma interface ciência-política em que as contribuições dos ecossistemas para o bem-estar humano podem ser medidas para alcançar objetivos políticos sustentáveis (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017). Os nossos resultados indicam o valor estético e recreativo

associado a Caatinga e ressaltam a importância de promover esses serviços como uma estratégia de conservação.

A estética da paisagem gera um grande valor cultural para o bem-estar humano (HAVINGA *et al.*, 2021). Atividades recreativas como caminhadas são realizadas por pessoas que buscam experiências estéticas relacionadas à naturalidade e à natureza selvagem percebida de uma paisagem (GOBSTER *et al.*, 2007). Como consequência, as contribuições estéticas dos ecossistemas geradas durante a recreação ao ar livre das pessoas são um importante fator que contribui para a saúde física e mental das pessoas (ABRAHAM *et al.*, 2010). A recreação é, portanto, uma característica fundamental na conservação ambiental, e explica também por que essas foram as categorias com maior interesse.

Em relação à categoria de apreciação dos animais, sabe-se que o flickr possui um público que compartilha muitas fotos relacionadas à natureza (DI MININ *et al.*, 2015). Cerca de 70% das fotografias coletadas eram de aves, o que pode ser uma particularidade dos usuários dentro dessa plataforma. Entretanto, os resultados refletem o interesse por esses animais, e isso pode estar relacionado a estudos científicos, ao uso desses organismos pelos seres humanos ou ao valor estético que eles possuem, visto que tanto aves como mamíferos são animais mais carismáticos.

As paisagens mais encontradas foram as do parque nacional do catimbau e do parque nacional da serra da capivara, e ambos os parques investem em atividades de ecoturismo como a trilhas e visitas a sítios arqueológicos, além de contar com diversos pontos de observação de animais e locais para acampamento. Portanto, estratégias de conservação que levem em consideração a criação de atividades que promovam a participação das pessoas, seriam a melhor opção para obter o apoio da população e aumentar a resiliência da unidade de conservação.

5.2 CLASSIFICAÇÃO DEEP LEARNING

A comparação entre a classificação manual e a classificação de DL revelou diferenças significativas nos resultados. Embora ambas as abordagens tenham identificado as mesmas categorias principais, as proporções variaram. A abordagem manual identificou uma porcentagem maior de fotografias na categoria "Apreciação da Paisagem", enquanto a abordagem de DL identificou uma porcentagem maior na categoria "Expressão Artística e Cultural". Isso pode ser explicado pela dificuldade em categorizar as imagens usando o modelo de DL devido à complexidade do problema e à necessidade de um conjunto de treinamento maior e mais diversificado. Acreditamos que essa diferença ocorreu devido ao fato do modelo DL não ter compreendido a subjetividade dentro do banco de treinamento da categoria

“Expressão Artística e Cultural”. A compreensão desse serviço pode ter sido desafiadora devido aos diferentes elementos que compõem a imagem e também a interação desses elementos, como cores, formatos, texturas; diferentemente de uma imagem de um animal ou uma planta.

É importante levar em consideração que nosso estudo inovou em fazer uma análise com múltiplas categorias e também por escolher uma área de estudo maior, como é o caso da Caatinga, o que aumentou a complexidade da classificação; diferente de outros estudos de SEC e DL que optam por análises binárias (humano ou natureza) e costumam trabalhar com unidades de conservação (ver CARDOSO *et al.*, 2022 e MOUTTAKI *et al.*, 2022).

Embora a abordagem de DL tenha mostrado uma precisão de 63% na classificação, acreditamos que ainda é possível obter melhorias no modelo deep learning. Um alto nível de complexidade é exigido por um algoritmo de aprendizado profundo para identificar a interação humana - natureza ou uma diversidade de elementos naturais relacionados com ao SEC (MOUTTAKI *et al.*, 2022), tornando mais difícil inferir as construções sociais subjacentes aos serviços culturais a um modelo deep learning. Porém, isso não inviabiliza seu uso, visto que seu uso possui uma grande vantagem quando se trata da automatização de processos que levavam muito tempo, a facilitação do acesso e compartilhamento de dados, ao uso de dados de redes sociais de forma mais concisa, contando com funções que fazem limpeza dos seus dados e o mais importante, tudo isso de forma gratuita (TOIVONEN *et al.*, 2019). No trabalho de LINGUA e colaboradores (2022) foi obtido de 70 a 87% de acurácia, utilizando a combinação de diversas arquiteturas de deep learning e técnicas de transferência de aprendizado, trabalhando com elementos da apreciação estética e recreação na província da Colúmbia Britânica no Canadá, no qual observaram que os elementos estéticos com maior preferência eram a neve, o céu e água, e na recreação as maiores preferências foram trilhas, esqui, e pedalar.

5.3 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este estudo apresenta algumas limitações que podem ser exploradas em futuras pesquisas. Em primeiro lugar, a coleta de dados foi restrita ao Flickr, o que pode limitar a representatividade do interesse público na Caatinga. Outras plataformas de mídia social, como o Instagram e o Twitter, podem fornecer uma visão mais ampla e diversificada, porém, é importante entender que estas plataformas não oferecem o acesso a seus dados da mesma forma que o Flickr. A incorporação de abordagens mais participativas, como a análise de sentimentos e a análise de palavras-chave, pode fornecer insights adicionais sobre as percepções e atitudes das pessoas em relação aos SEC na Caatinga.

A classificação manual das fotografias foi baseada em critérios pré-estabelecidos, o que pode introduzir viés e limitar a compreensão das nuances do interesse público. A utilização de bancos de treinamento maiores e técnicas de transferência de aprendizagem podem melhorar a aprendizagem do modelo deep learning, e também a redução ou simplificação das categorias analisadas ajude a responder melhor o problema. Além disso, é importante ressaltar que este estudo se concentrou em analisar o interesse público nos SEC na Caatinga, mas não abordou diretamente as questões de conservação e manejo desses serviços. Futuras pesquisas podem explorar como as informações obtidas por meio de análises de mídia social podem ser aplicadas na tomada de decisões e no planejamento de conservação da Caatinga, identificando áreas prioritárias e estratégias de envolvimento da comunidade.

6. CONCLUSÃO

Este estudo explorou o uso do Flickr como uma ferramenta para avaliar o interesse público nos serviços culturais ecossistêmicos na Caatinga. Observamos que os serviços culturais encontrados refletem a necessidade da incorporação de atividades de recreação e participação da comunidade como uma estratégia de conservação. O uso do Flickr como fonte de dados pode não ter sido o mais adequado, sendo interessante a inclusão de outras redes sociais que possuam mais dados referentes a caatinga. A classificação de DL demonstrou ser promissora para a avaliação de serviços ecossistêmicos culturais, entretanto, existe a necessidade de ajustes e melhorias na abordagem de DL. Apesar das limitações, o uso de mídias sociais e técnicas de deep learning pode ser promissor para avaliar o interesse público em relação à conservação da Caatinga e identificar áreas de enfoque para ações de conservação.

7. REFERÊNCIAS

- ABADI M. 2022. **TensorFlow**: Large-scale machine learning on heterogeneous systems. Disponível em: <www.tensorflow.org>. Acesso em: 25 Set. 2021.
- ABRACD. Overfitting e underfitting em Machine Learning. **ABRACD - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE DADOS**, 21 ago. 2020. Disponível em: <<https://abracd.org/overfitting-e-underfitting-em-machine-learning/>>.
- ABRAHAM, A.; SOMMERHALDER, K.; ABEL, T. Landscape and well-being: a scoping study on the health-promoting impact of outdoor environments. **International Journal of Public Health**, 19 set. 2009. v. 55, n. 1, p. 59–69.
- ALMEIDA MHB, GOMES RC, ALMEIDA OCP, BALLARIN AW. Desempenho da técnica deep learning na análise e categorização de imagens de defeito de madeira. **Revista Energia na Agricultura**. 2018. 33: 284-291. doi: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2018v33n3p284-29>
- ARTS, K.; WAL, R. VAN DER; ADAMS, W. M. Digital technology and the conservation of nature. **Ambio**, 27 out. 2015. v. 44, n. S4, p. 661–673.
- BRAGAGNOLO, C. *et al.* Cultural Services in the Caatinga. 1 jan. 2017. p. 335–355. Acesso em: 17 maio 2023.
- CARDOSO, A. S. *et al.* Classifying the content of social media images to support cultural ecosystem service assessments using deep learning models. **Ecosystem Services**, abr. 2022. v. 54, p. 101410. Acesso em: 1º mar. 2022.
- CHENG, X. *et al.* Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods. **Ecosystem Services**, jun. 2019. v. 37, p. 100925.
- CHOLLET F . 2015. **Keras**. <https://github.com/fchollet/keras>. 18 Ago. 2021.
- CICES, **Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos**. 2022. <https://cices.eu/cices-structure/>. 05 Jan. 2022.

- CIESIELSKI M, STEREŃCZAK K. . Using Flickr data and selected environmental features to analyze the temporal and spatial distribution of activities in forest areas. 2021. **Forest Policy and Economy** **120**. doi: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102509>
- CLARK A. 2015. **Pillow (PIL Fork) Documentation, read the docs**. Disponível em: <<https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/pillow/latest/pillow.pdf>>. Acesso em: 30 Out. 2021.
- DAOUST, M. *et al.*, 2021. **Image classification**. Disponível em: <https://www.tensorflow.org/tutorials/images/classification?hl=pt-br> . Acesso em: 21 Set. 2021.
- DI MININ, E.; TENKANEN, H.; TOIVONEN, T. Prospects and challenges for social media data in conservation science. **Frontiers in Environmental Science**, 9 set. 2015. v. 3.
- EQUIPE RSTUDIO. 2020. **RStudio: Desenvolvimento Integrado para R**. RStudio, PBC, Boston, MA. Disponível em: <<http://www.rstudio.com/>>. Acesso em: 21 Set. 2021.
- FLICKR, 2014. **Flickr API Guide**. Disponível em: <<https://www.flickr.com/services/api/flickr.photos.search.html>>. Acesso em: 21 Set. 2021.
- GOBSTER, P. H. *et al.* The shared landscape: what does aesthetics have to do with ecology? **Landscape Ecology**, 24 maio. 2007. v. 22, n. 7, p. 959–972. Acesso em: 9 jun. 2019.
- GOOGLE, 2022. **Google**. Disponível em: <www.google.com>. Acesso em: 29 Set. 2021.
- GOOGLE COLLABORATORY, 2021. **Olá, este é o Collaboratory**. Disponível em: <<https://colab.research.google.com/>>. Acesso em: 25 Out. 2021.
- HARRIS, C. R. *et al.* Array programming with NumPy. **Nature**, 16 set. 2020. v. 585, n. 7825, p. 357–362.
- HAUSMANN, A. *et al.* Social Media Data Can Be Used to Understand Tourists' Preferences for Nature-Based Experiences in Protected Areas. **Conservation Letters**, 22 fev. 2017. v. 11, n. 1, p. e12343.
- HAVINGA, I. *et al.* Social media and deep learning capture the aesthetic quality of the

landscape. **Scientific Reports**, 8 out. 2021. v. 11, n. 1. Acesso em: 2 abr. 2022.

HUNTER JD. 2007. "**Matplotlib: A 2D Graphics Environment**", Computing in Science & Engineering 9: 90-95.

JEPSON, P. *et al.* Protected area asset stewardship. **Biological Conservation**, 1 ago. 2017. v. 212, p. 183–190. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320716304979?via%3Dihub>>. Acesso em: 16 maio 2021.

LADLE, R. J. *et al.* Conservation culturomics. **Frontiers in Ecology and the Environment**, jun. 2016. v. 14, n. 5, p. 269–275. Acesso em: 2 abr. 2021.

LEAL, I. R.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C.; TABARELLI, M. "Plant-animal interactions in the Caatinga: overview and perspectives" In: Silva, J. M. C.; Leal, I. R.; Tabarelli, M. (eds.) Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America. Cham: **Springer International Publishing**, 2017, p. 255-278.

LESSA, T. *et al.* Known unknowns: Filling the gaps in scientific knowledge production in the Caatinga. **PLOS ONE**, 3 jul. 2019. v. 14, n. 7, p. e0219359–e0219359. Acesso em: 17 set. 2023.

LINGUA, F.; COOPS, N. C.; GRIESS, V. C. Valuing cultural ecosystem services combining deep learning and benefit transfer approach. **Ecosystem Services**, dez. 2022. v. 58, p. 101487.

MARTÍN-LÓPEZ, B. *et al.* Effects of spatial and temporal scales on cultural services valuation. **Journal of Environmental Management**, fev. 2009. v. 90, n. 2, p. 1050–1059. Acesso em: 2 mar. 2021.

MAYER-SCHÖNBERGER, V.; CUKIER, K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. **Organizacija znanja**, 2013. v. 18, n. 1-4, p. 47–49.

MCCAY-PEET L, QUAN-HAASE A. 2017. What is social media and what questions can social media research help us answer? In: Sloan, L., Quan-Haase, A. (Eds.), **The SAGE Handbook of Social Media Research Methods**. SAGE 13–26.

MMA, 2022. Serviços Eossistêmicos. Disponível em:

<<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossistemicos#:~:text=Os%20serviços%20ecossistêmicos%20são%20benefícios,qualidade%20de%20vida%20das%20pessoas>>. Acesso em: 15 Abr. 2022.

MOUTTAKI, I. *et al.* Classifying and Mapping Cultural Ecosystem Services Using Artificial Intelligence and Social Media Data. **Wetlands**, out. 2022. v. 42, n. 7. Acesso em: 16 nov. 2022.

OPDAM, P. *et al.* Ecosystem services for connecting actors – lessons from a symposium. **Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems**, 1 jan. 2015. v. 2, n. 1. Acesso em: 8 fev. 2022.

ORENSTEIN, D. More than Language Is Needed in Valuing Ecosystem Services. **BioScience**, dez. 2013. v. 63, n. 12, p. 913–913. Acesso em: 20 nov. 2019.

PLIENINGER, T. *et al.* Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. **Land Use Policy**, jul. 2013. v. 33, p. 118–129. Acesso em: 16 fev. 2020.

PLIENINGER, T. *et al.* 2015. The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14, 28–33.

RETKA, J. *et al.* Assessing cultural ecosystem services of a large marine protected area through social media photographs. **Ocean & Coastal Management**, jun. 2019. v. 176, p. 40–48. Acesso em: 30 set. 2021.

RICHARDS, D. R.; FRIESS, D. A. A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. **Ecological Indicators**, jun. 2015. v. 53, p. 187–195. Acesso em: 27 maio 2022.

SILVA, M. *et al.* **Caatinga : The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

TANAKA, M. Classificação de imagens com deep learning e TensorFlow. **iMasters - We are Developers**, 20 jun. 2018. Disponível em:

<<https://imasters.com.br/back-end/classificacao-de-imagens-com-deep-learning-e-tensorflow>>.

THIAGARAJAH, J. *et al.* Historical and contemporary cultural ecosystem service values in the rapidly urbanizing city state of Singapore. **Ambio**, 8 abr. 2015. v. 44, n. 7, p. 666–677. Acesso em: 29 out. 2019.

TILLIGER, B. *et al.* Disentangling Values in the Interrelations between Cultural Ecosystem Services and Landscape Conservation—A Case Study of the Ifugao Rice Terraces in the Philippines. **Land**, 23 set. 2015. v. 4, n. 3, p. 888–913. Acesso em: 2 abr. 2020.

TOIVONEN, T. *et al.* Social media data for conservation science: A methodological overview. **Biological Conservation**, 1 maio. 2019. v. 233, p. 298–315. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0006320718317609?token=FC5BA4EC1D9FF5741C9ADD94F30D65ED06BB1EC8F1E7247FC93015A6896DAAA42F0317C7D1138FE291DBDDC84AFFF7C5>>.

UTSCH, K. **Uso De Redes Neurais Convolucionais para classificação de imagens digitais de lesões de pele**. Universidade Federal do Espírito Santo: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://ele.ufes.br/sites/engenhariaeletrica.ufes.br/files/field/anexo/kaio_g_utsch.pdf>.

WWF. **Unidades de Conservação no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_uc_tema03_v2.pdf>.

ZEYNEP TUFEKCI. Big Questions for Social Media Big Data: Representativeness, Validity and Other Methodological Pitfalls. **arXiv (Cornell University)**, 16 maio. 2014. v. 8, n. 1, p. 505–514. Acesso em: 18 set. 2023.

ZHANG, J. *et al.* Medical image classification using synergic deep learning. **Medical Image Analysis**, maio. 2019. v. 54, p. 10–19. Acesso em: 18 set. 2019.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Material suplementar 1 - script R utilizado para coleta de dados dos serviços ecossistêmicos culturais no Flickr:

<https://drive.google.com/drive/folders/1r7ZCs1RCF1kY49lWkrw40rk0YjfVUFXL?usp=sharing>

Material suplementar 2 - Script Google Collaboratory para classificação de imagem:

https://drive.google.com/drive/folders/1H9vOhg11m1FaZQ-OFoY_6YqF-hBS49YM?usp=sharing

Material suplementar 3 - Banco de Treino e Validação:

<https://drive.google.com/drive/folders/19QvFkw4JBYPmg2oDxlQNze2nsgcSAvTu?usp=sharing>

Material suplementar 4 - Banco de fotografias do Flickr analisadas:

<https://drive.google.com/drive/folders/1e5obZDZGvcx59PacF3ze7KwX7vObcmSB?usp=sharing>

ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA

A seguir estão presentes as normas de publicação de artigos da revista **JOURNAL FOR NATURE CONSERVATION**:



JOURNAL FOR NATURE CONSERVATION

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Abstracting	p.1
•	and Indexing	p.1
•	Editorial Board	p.3
•	Guide for Authors	



ISSN: 1617-1381

DESCRIPTION

The *Journal for Nature Conservation* addresses concepts, methods and techniques for nature conservation. This international and interdisciplinary journal encourages collaboration between scientists and practitioners, including the integration of biodiversity issues with social and economic concepts. Therefore, conceptual, technical and methodological papers, as well as reviews, research papers, and short communications are welcomed from a wide range of disciplines, including theoretical ecology, landscape ecology, restoration ecology, ecological modelling, and others, provided that there is a clear connection and immediate relevance to nature conservation.

Manuscripts without any immediate conservation context, such as inventories, distribution modelling, genetic studies, animal behaviour, plant physiology, will not be considered for this journal; though such data may be useful for conservationists and managers in the future, this is outside of the current scope of the journal.

AUDIENCE

Scientists and practitioners in ecology and nature conservation

ABSTRACTING AND INDEXING

BIOSIS Biological Abstracts
 CAB International
 Cambridge Scientific Abstracts
 Ecological Abstracts
 Elsevier BIOBASE
 Engineering Village - GEOBASE
 Scopus

EDITORIAL BOARD

Editors-in-Chief

Nir Becker, Tel-Hai College, Upper Galilee, Israel
Maria Vanessa Lencinas, National Scientific and Technical Research Council, Buenos Aires, Argentina
Angel Pérez-Ruzafa, University of Murcia, Department of Ecology and Hydrology, Murcia, Spain
Stefan Schindler, Environment Agency Austria, Vienna, Austria

Managing Editor

Cathal O'Mahony, University College Cork, MaREI Centre, Cork, Ireland

Editorial Board

Giovanni Amori, National Research Council, Roma, Italy
Pedro Aragón Carrera, Spanish Scientific Research Council, Madrid, Spain
Jose Ramon Arevalo, University of La Laguna Sciences Faculty, Santa Cruz de Tenerife, Spain
Arne Arnberger, Institute for Landscape Development, Recreation and Conservation Planning University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Wien, Austria
Omar Attum, Indiana University Southeast, New Albany, Indiana, United States of America
Gordana Beltram, Government of the Republic of Slovenia, Ministry of the Environment and Spatial Planning, Ljubljana, Slovenia
Ruslan O. Butovsky, FSBI All-Russian Research Institute of Environmental Protection, Moscow, Russian Federation
Singarayer Florentine, Federation University Australia, Ballarat, Australia
Markus Franzén, Lund University, Lund, Sweden
Eeva R. Furman, Finnish Environment Institute, HELSINKI, Finland
José Gallardo-Cruz, Ibero American University, Ciudad de México, Mexico
Juan G. Navedo, University Austral of Chile, Valdivia, Chile
Ettore Randi, Agency for Environmental Protection and Technical Services Branch of Ozzano dell'Emilia, Ozzano dell' Emilia, Italy
Carlos A. Rodríguez, Tropenbos Colombia, Bogotá, Colombia
Luís Rosalino, University of Lisbon, Faculty of Sciences, Lisboa, Portugal
Gregor Torkar, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
Marcus Zisenis, European Centre for Nature Conservation, Tilburg, Netherland

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The *Journal for Nature Conservation* deals with the application of science in the concepts, methods and techniques for nature conservation. This international and interdisciplinary journal offers a forum for the communication of modern approaches to nature conservation. It aims to provide both scientists and practitioners in conservation theory, policy and management with comprehensive and applicable information. In particular, the journal encourages cooperation between scientists and practitioners, including the integration of biodiversity issues with social and economic concepts. Therefore, review and research papers, conceptual, technical and methodological papers, as well as short communications are welcomed from a wide range of disciplines. This might include theoretical ecology, landscape ecology, restoration ecology, ecological modeling, ecological economics, ecosystem services, population genetics, land-use planning, conservation biology, wildlife

management, environmental planning, monitoring, policy making and environmental education. The key criteria are that all submissions are focused on nature conservation and contribute relevant knowledge of general interest to the wider conservation community.

For questions about manuscript submission, please contact the Editorial Office: Editorial Office-Journal for Nature Conservation, Cathal O'Mahony – Managing Editor, Coastal & Marine Resources Centre, University College Cork, Haulbowline Naval Base, Cobh, Co. Cork, Ireland, Tel.: +353(0)21-4703111, Fax: +353(0)21-4703132, E-mail: c.omahony@ucc.ie

Page charges

This journal has no page charges.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print *Graphical Abstracts / Highlights files* (where applicable) *Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements
- We strongly encourage authors to check the existing evidences for their case at [Conservation Evidence](#). The introduction of the paper should include a sentence highlighting whether any evidence is already available or not with corresponding references.

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information on [Ethics in publishing](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Research Council's [Guide for the Care and Use of Laboratory Animals](#) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of competing interest

Corresponding authors, on behalf of all the authors of a submission, must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. All authors, including those *without* competing interests to declare, should provide the relevant information to the corresponding author (which, where relevant, may specify they have nothing to declare). Corresponding authors should then use [this tool](#) to create a shared statement and upload to the submission system at the Attach Files step. **Please do not convert the .docx template to another file type. Author signatures are not required.**

Declaration of generative AI in scientific writing

The below guidance only refers to the writing process, and not to the use of AI tools to analyse and draw insights from data as part of the research process.

Where authors use generative artificial intelligence (AI) and AI-assisted technologies in the writing process, authors should only use these technologies to improve readability and language. Applying the technology should be done with human oversight and control, and authors should carefully review and edit the result, as AI can generate authoritative-sounding output that can be incorrect, incomplete or biased. AI and AI-assisted technologies should not be listed as an author or co-author, or be cited as an author. Authorship implies responsibilities and tasks that can only be attributed to and performed by humans, as outlined in Elsevier's [AI policy for authors](#).

Authors should disclose in their manuscript the use of AI and AI-assisted technologies in the writing process by following the instructions below. A statement will appear in the published work. Please note that authors are ultimately responsible and accountable for the contents of the work.

Disclosure instructions

Authors must disclose the use of generative AI and AI-assisted technologies in the writing process by adding a statement at the end of their manuscript in the core manuscript file, before the References list. The statement should be placed in a new section entitled 'Declaration of Generative AI and AI- assisted technologies in the writing process'.

Statement: During the preparation of this work the author(s) used [NAME TOOL / SERVICE] in order to [REASON]. After using this tool/service, the author(s) reviewed and edited the content as needed and take(s) full responsibility for the content of the publication.

This declaration does not apply to the use of basic tools for checking grammar, spelling, references etc. If there is nothing to disclose, there is no need to add a statement.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright- holder. To verify compliance, your article may be checked by [Crossref Similarity Check](#) and other originality or duplicate checking software.

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information)

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Reporting sex- and gender-based analyses

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/ sponsor requirements and best practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). Authors can refer to the [Sex and Gender Equity in Research \(SAGER\) guidelines](#) and the [SAGER guidelines checklist](#). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation - however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view themselves and each other, how they behave and interact and

how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous—thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, the [resources on this page](#) offer further insight around sex and gender in research studies.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service to find the best home for your manuscript. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated [Scientific Managing Editor](#), a tool assisted recommendation, or a combination. If you agree, your manuscript will be transferred, though you will have the opportunity to make changes to the manuscript before the submission is complete. Please note that your manuscript will be independently reviewed by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.editorialmanager.com/jnc/default.aspx>.

Manuscripts are reviewed by two members of the Editorial Board, appropriate referees, the Editors and the Editor-in-Chief. The final decision to accept or reject a manuscript is made by the Editors and the Editor-in-Chief. The Editorial Office will inform authors on acceptance, revision, or rejection of manuscripts.

Editor's Note: The JNC focuses on directly linked studies or applications to nature conservation, provided they are of scientific quality and are not mere the reporting of projects of only local interest. Contributions should be involved mainly and directly with conservation, have a wide outreach and tell something new or useful to our international audience. See our editorial policy at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1617138110000178>.

PREPARATION

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) or for technical support on submissions, please visit our [Support Center](#).

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - unnumbered sections

Divide your article into clearly defined sections. Each subsection is given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Subsections should be used as much as possible when cross-referencing text: refer to the subsection by heading as opposed to simply 'the text'.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, it is recommended to include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.

- Number the illustrations according to their sequence in the text.
 - Use a logical naming convention for your artwork files.
 - Provide captions to illustrations separately.
 - Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
 - Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi. TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4, copies of which may be [ordered online](#).

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, Article e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style* (4th ed.). Longman (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Powertech Systems. (2015). *Lithium-ion vs lead-acid cost analysis*. Retrieved from <http://www.powertechsystems.eu/home/tech-corner/lithium-ion-vs-lead-acid-cost-analysis/>. Accessed January 6, 2016

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., & Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese*

oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). *The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales*. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Reference to software:

Coon, E., Berndt, M., Jan, A., Svyatsky, D., Atchley, A., Kikinzon, E., Harp, D., Manzini, G., Shelef, E., Lipnikov, K., Garimella, R., Xu, C., Moulton, D., Karra, S., Painter, S., Jafarov, E., & Molins, S. (2020, March 25). *Advanced Terrestrial Simulator (ATS) v0.88 (Version 0.88)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3727209>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal requires and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings, which may also include software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. When sharing data in one of these ways, you are expected to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data page](#).

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link

your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Research Elements

This journal enables you to publish research objects related to your original research – such as data, methods, protocols, software and hardware – as an additional paper in a [Research Elements journal](#).

Research Elements is a suite of peer-reviewed, open access journals which make your research objects findable, accessible and reusable. Articles place research objects into context by providing detailed descriptions of objects and their application, and linking to the associated original research articles. Research Elements articles can be prepared by you, or by one of your collaborators.

During submission, you will be alerted to the opportunity to prepare and submit a manuscript to one of the Research Elements journals.

More information can be found on the [Research Elements page](#).

Data statement

To foster transparency, we require you to state the availability of your data in your submission if your data is unavailable to access or unsuitable to post. This may also be a requirement of your funding body or institution. You will have the opportunity to provide a data statement during the submission process. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from

Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).