REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA
ISSN: 2178-1974
2025, Vol. 15, No.31
DOI 10.23972/det2025iss31pp51-64

PGDESIGN
www.pgdesign.ufrgs.br

A semiótica presente na identificação taxonômica em plataformas de ciência cidadã: um Estudo de caso na Ilha do Bom Jesus

Madalena R. Grimaldi[1]; Daniel J. Mello[1]; Raquel F. Ponte[1]

1 *Programa de Pós-Graduação em Design, Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil*

RESUMO

No universo das ciências biológicas, uma fotografia de um ser vivo desempenha o papel crucial de atestar sua existência no tempo e no espaço, consolidando-se como um registro científico a partir do momento em que o espécime fotografado é identificado em algum nível. Entre as diversas ferramentas utilizadas para esse fim, destacam-se as plataformas de ciência cidadã: sites e aplicativos por meio dos quais o usuário pode obter - ou não – a classificação do espécime. O presente artigo explora como a identificação taxonômica, realizada em plataformas de ciência cidadã, pode ser compreendida a partir da Semiótica, especialmente pela perspectiva de Charles Sanders Peirce. Analisamos o papel da fotografia como signo e como ela contribui para o processo de identificação de espécies, particularmente em um contexto de colaboração online, onde a ciência cidadã se destaca como uma ferramenta importante na catalogação da biodiversidade. Após uma apresentação dos conceitos da Semiótica peirciana que se aplicam à imagem fotográfica, apresentamos as características de cinco plataformas de ciência cidadã bastante populares no Brasil e o funcionamento de seus mecanismos de definição e classificação. Apontamos as principais relações Semióticas observadas nesses mecanismos e apresentamos exemplos práticos de como as características do signo fotográfico determinam o sucesso ou o fracasso do processo nesse contexto. A pesquisa revela como esses processos variam entre os usuários (e seus interpretantes dinâmicos) e os algoritmos de inteligência artificial, que atuam como "mentes interpretadoras". Por fim, o estudo de caso realizado na Ilha do Bom Jesus, no Rio de Janeiro, exemplifica a aplicação prática dessas dinâmicas, onde foram avaliados os registros fotográficos de flora e fauna. Os resultados demonstram a complexidade do processo de identificação, onde a fotografia atua como um signo central, mediando a comunicação entre a realidade observada e o conhecimento científico.

PALAVRAS-CHAVE
Semiótica;
Fotografia;
Taxonomia;
Ciência Cidadã

The semiotics of taxonomic identification on citizen science platforms: a case study on Ilha do Bom Jesus

ABSTRACT

In the realm of biological sciences, a photograph of a living organism plays a crucial role in verifying its existence in time and space, becoming a scientific record once the photographed specimen is identified at some level. Among the various tools used for this purpose, citizen science platforms stand out: websites and apps through which users can obtain—or not—the classification of the specimen. This article explores how taxonomic identification, conducted on citizen science platforms, can be understood through semiotics, particularly from the perspective of Charles Sanders Peirce. We analyze the role of photography as a sign and how it contributes to the process of species identification, particularly in an online collaborative context where citizen science emerges as an important tool for cataloging biodiversity. After presenting the Peircean semiotic concepts that apply to photographic images, we discuss the characteristics of five popular citizen science platforms in Brazil and how their classification mechanisms operate. We identify the main semiotic relationships observed in these mechanisms and provide practical examples of how the characteristics of the photographic sign determine the success or failure of the process in this context. The research reveals how these processes vary among users (and its dynamic interpreters) and artificial intelligence algorithms, which act as "interpreting minds." Finally, a case study conducted on Ilha do Bom Jesus, in Rio de Janeiro, exemplifies the practical application of these dynamics, where photographic records of flora and fauna were evaluated. The results demonstrate the complexity of the identification process, where photography serves as a central sign, mediating communication between observed reality and scientific knowledge.

KEYWORDS
Semiotics;
Photography;
Taxonomy;
Citizen Science

CONTATO: Madalena R. Grimaldi – *mgrimaldi@eba.ufrj.br*

© 2025 – Revista Design & Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

A participação e a colaboração do público geral em pesquisas científicas é uma das muitas definições possíveis do que se convencionou chamar de ciência cidadã (*citizen science*). Tal prática vem crescendo substancialmente ao redor do mundo e no contexto ambiental essa prática se apresenta como uma poderosa ferramenta no enfrentamento a alguns dos desafios mais urgentes, dentre eles a necessidade de se conhecer melhor a biodiversidade do planeta em prol de sua conservação. A construção do conhecimento acerca da nossa biodiversidade — o que inclui a identificação/catalogação de espécies, sua distribuição geográfica, evolução, entre outros parâmetros — é essencial para o desenvolvimento sustentável da humanidade (Martineau et al., 2017). No entanto, estima-se que cerca de 70% das espécies existentes no mundo sequer foram descritas (Toledo, 2013), havendo inclusive o risco de muitas delas serem extintas antes de serem reconhecidas pela ciência.

Em meio a essa problemática, observou-se nas duas últimas décadas o surgimento de plataformas digitais online e colaborativas (websites e aplicativos mobile), destinadas ao compartilhamento de informações e registros de biodiversidade, democratizando a participação de pessoas comuns no processo de construção do conhecimento científico-biológico e potencializando-o significativamente. Nessas plataformas, que aqui serão chamadas genericamente de "plataformas de ciência cidadã", é possível não apenas consultar e compartilhar registros que atestam a ocorrência de organismos no espaço e no tempo, como também obter auxílio para a correta identificação dos seres vivos registrados pelos usuários por meio de fotografias, vídeos ou gravações de áudio.

Neste artigo, o processo de identificação taxonômica a partir de registros fotográficos em plataformas de ciência cidadã é abordado e analisado como um processo semiótico, tendo como referencial teórico a Semiótica de Charles Sanders Peirce (1839-1914). Tal análise leva em consideração as características inerentes aos principais mecanismos utilizados em cinco plataformas de ciência cidadã populares no Brasil (Wikiaves, Merlin Bird ID, iNaturalist, Pl@ntNet e Biofaces), buscando-se determinar e correlacionar os elementos, conceitos e processos semióticos envolvidos em cada um desses mecanismos. Complementando a análise, avaliamos os índices de precisão na identificação taxonômica obtida nas plataformas, com base em fotografias de fauna e flora produzidas na Ilha do Bom Jesus, no Rio de Janeiro.

2. SEMIÓTICA, IMAGEM E FOTOGRAFIA

A Semiótica, ou "ciência dos signos", tem como objeto de investigação as linguagens - verbais e não verbais - enquanto sistemas de produção de sentido (Santaella, 1983, p. 2). Dentro desse campo, uma das linguagens passíveis de investigação é, portanto, a imagem, um tipo de linguagem visual na qual o produto da fotografia, ou seja, a imagem fotográfica se insere. Nesse contexto, a imagem é tratada na qualidade de signo, elemento central da Semiótica, cuja definição pode ser resumida em: "uma coisa que representa outra coisa: seu objeto" (Santaella, 1983, p. 12). No entanto, a conexão entre o signo e seu objeto pressupõe a existência de um terceiro elemento: o interpretante. Este é o efeito gerado na mente de um intérprete, onde a relação de representação que o signo mantém com seu objeto é estabelecida.

Os conceitos de objeto e interpretante, por sua vez, também são subcategorizados na Semiótica peirceana. Em relação ao objeto, apresentam-se as noções de objeto imediato e objeto dinâmico. O primeiro é aquele que está "dentro do signo" e diz respeito ao modo como o segundo (aquilo que o signo substitui) está representado no signo. Para contextualizar com o tema desta pesquisa, tomemos como exemplo uma imagem de um espécime biológico qualquer. O objeto imediato é o conjunto de características visuais desse espécime na imagem (suas cores, formas, luminosidade...) sendo o objeto tal como está representado no signo. O dinâmico, por sua vez, é descoberto pelo intérprete por semelhança, ligando a aparência do objeto no signo fotográfico ao espécime no mundo real.

Quanto às categorias de interpretante, temos primeiramente o interpretante imediato, que consiste na "potencialidade do signo para ser interpretado" (Santaella, 2017, p. 47); o interpretante dinâmico, definido como "aquilo que o signo efetivamente produz na sua, na minha mente, em cada mente singular" (Santaella, 1983, p. 13) e, por fim, o interpretante final, que diz respeito àquilo "que seria finalmente decidido se a interpretação verdadeira e se a consideração do assunto fosse continuada até que uma opinião definitiva resultasse [...] aquele resultado interpretativo ao qual cada intérprete estaria destinado a chegar se o signo for suficientemente considerado" (CP 8.184).

Há também na Semiótica de Peirce uma classificação dos signos segundo a relação que cada um deles estabelece com seu objeto e esta é a tricotomia mais conhecida de sua Semiótica: ícone, índice e símbolo. O ícone é a primeira classificação do signo nessa tricotomia e, de acordo com Santaella (1983), se o signo aparece como simples qualidade na sua relação com seu objeto, ele só pode ser caracterizado como um ícone. Dentro do universo imagético, um exemplo de ícone que Peirce definiria como "ícone puro" seria uma pintura abstrata, na qual o signo é o conjunto de seus elementos plásticos (cores, formas, texturas, etc.), que aparece como simples qualidade, ou seja, não representa nenhuma coisa. Sendo assim, o ícone puro é sempre um quase-signo (Santaella & Nöth, 1997).

Por outro lado, Peirce adota o conceito de hipoícone para se referir a um signo que representa seu objeto por semelhança, em virtude do caráter de sua qualidade. Neste caso, "uma imagem é um hipoícone porque a qualidade de sua aparência é semelhante à qualidade da aparência do objeto que a imagem representa" (Santaella, 1983, p. 14). Esse conceito engloba, portanto, as imagens figurativas e a partir do entendimento de que as imagens fotográficas são signos que representam objetos do mundo real (ainda no exemplo das fotografias de espécimes biológicos), estaremos observando-as quase sempre na qualidade de signos icônicos, posto que a maioria das imagens de caráter científico-biológico envolve representações essencialmente figurativas.

Já o índice é um signo que funciona como tal porque indica necessariamente outra coisa com a qual ele está ligado fisicamente, ou seja, um existente do qual ele é parte. Todo existente, por sua vez, é um índice, pois apresenta uma conexão de fato com o todo do conjunto de que ele é parte. Logo, o índice é sempre dual e só funciona como signo quando uma mente interpretadora estabelece uma constatação física entre existentes (Santaella, 1983). Seppänen & Väliverronen (2003), ao discorrerem sobre a relação entre fotografia e natureza, argumentam que a noção de que uma fotografia fornece uma forte evidência da existência de um objeto (podendo ter, inclusive, a mesma força evidencial que qualquer espécime na natureza) baseia-se nos elementos de metonímia e indexicalidade da fotografia. A indexicalidade da fotografia decorre do fato de que ela é produzida através de um processo causal, onde os raios de luz, emitidos pelo objeto, criam uma reação no filme fotossensível. Essa reação passa por várias etapas químicas e ópticas até resultar na

imagem impressa em papel fotográfico. Desta forma, a metonímia da fotografia pode ser entendida de duas formas interligadas. Primeiro, quando o obturador da câmera se abre, os raios de luz criam uma conexão entre o objeto e a superfície do filme durante o tempo de exposição. Em outras palavras, o filme e o objeto compartilham um espaço material onde as duas extremidades são unidas pelos raios de luz. Quando o obturador se fecha, essa conexão se desfaz: o objeto continua existindo, a luz segue seu curso, e o negativo exposto permanece na câmera. A segunda dimensão da metonímia na fotografia é que ela sempre representa uma parte de uma realidade maior. Ao enquadrar uma pequena porção da cena visível, a fotografia, por metonímia, sugere a totalidade do ambiente representado.

Por essa razão, a fotografia é, na visão dos autores, um signo ou um símbolo (ou mais precisamente, uma entidade composta de diferentes tipos de signos) que se caracteriza por uma relação causal e material com o que ela representa (Seppänen & Väliverronen, 2003). Embora os referidos autores não aprofundem o raciocínio sobre a fotografia como símbolo, essa relação será mais bem esclarecida adiante.

O símbolo é a terceira classificação designada por Peirce na relação signo-objeto. Segundo o autor, "um símbolo é um signo que se refere ao objeto que denota, em virtude de uma lei [convenção ou pacto coletivo], normalmente uma associação de ideias gerais" (CP 2.449). Nessa categoria encontram-se, por exemplo, as palavras. Toda palavra é um símbolo a partir do momento em que não existe uma relação de similaridade (como no ícone), nem existencial (como no índice) entre signo e objeto. A interpretação, neste caso, é dada por uma convenção arbitrária: definiu-se, para uma determinada comunidade, que a palavra X significa o objeto Y. Não fosse "por força da ideia" da mente (cultura, pacto, tratado) que utiliza o símbolo, a conexão entre ele e seu objeto não existiria. Em síntese, o ícone representa seu objeto por semelhança, como uma imagem figurativa. O índice indica necessariamente outra coisa com a qual está ligado fisicamente. O símbolo se refere ao objeto que denota em virtude de uma convenção ou pacto coletivo.

Além da tricotomia ícone, índice e símbolo, Peirce também adota três categorias fenomenológicas universais em sua Semiótica, as quais "formam a composição fundamental de todo e qualquer fenômeno" (Almeida, 2013, p. 10). São elas: primeiridade, secundidade e terceiridade. A Primeiridade, nas palavras de Peirce, "é o modo de ser daquilo que é tal como é, positivamente e sem referência a qualquer outra coisa" (CP 7.551). Já a secundidade, ou "o traço seguinte comum a tudo que é presente à consciência" (CP 1.322), pode ser entendida como a "arena da resistência" do fenômeno enquanto existente, materializado, mas que não tem força representativa, pois "ainda não foi submetido a nenhum tipo de relação interpretativa com um terceiro que o interprete" (Almeida, 2013, p.13). Quando essa relação se estabelece, ou seja, quando é exercido "o papel de mediação entre aquilo que é representado e a ideia que a representação é passível de produzir em uma mente potencial ou existente", tem-se a categoria de Terceiridade; é aqui que o fenômeno se configura como representação (IDEM, p. 15).

2.1 O Signo Fotográfico em Peirce

Em seus estudos, Peirce dedicou certa atenção ao signo fotográfico, onde destacou os aspectos essenciais de sua qualidade sígnica. Nesse sentido, definiu a fotografia ao mesmo tempo como ícone e índice na sua relação com o objeto. Para ele, as fotos são icônicas na medida em que são, até certo ponto, "exatamente como os objetos que elas representam" e indexicais por manterem uma 'ligação física' com seu objeto, porque são "obrigadas fisicamente a corresponder ponto por ponto à natureza" (CP 2.281). Além de Peirce, diversos outros autores que discorreram especificamente sobre a Semiótica na fotografia também destacaram os critérios de iconicidade e indexicalidade dessa técnica de representação gráfica, além do aspecto simbólico que ela pode representar.

Martino (1985) demonstrou a iconicidade da fotografia por meio de métodos geométricos utilizando o conceito de "invariância", que consiste no fato de que a imagem fotográfica é capaz de manter certas características geométricas do objeto tridimensional em sua projeção bidimensional. Barthes (1961, p. 128) admite uma iconicidade relativa da fotografia. Segundo o autor, a imagem fotográfica "não é a realidade, mas, pelo menos, sua perfeita analogia", sendo uma prova existencial do objeto que ela representa. No aspecto indexical da fotografia, Barthes cita algumas características que possibilitam a manifestação do signo fotográfico como um índice. Santaella & Nöth (1997) resumem como: (1) a causalidade da relação imagem-objeto, uma vez que a fotografia é uma emanação do real passado; (2) A temporalidade da função referencial, pois o que ocorreu é um noema da fotografia; (3) A relação *pars pro toto* entre imagem e realidade, visto que a fotografia sempre carrega seus referentes como consequência, e ambos estão interconectados.

Ao mesmo tempo, Barthes argumenta que a fotografia é dotada de relativa arbitrariedade, pois a percepção de imagens fotográficas possui elementos culturais. O aspecto de arbitrariedade da foto também foi levantado por Gubern (1974) e Eco (1984), tendo este dissertado sobre a possibilidade de "manipulação" na produção de imagens fotográficas, o que faz com que as mesmas passem a representar coisas que não existem no mundo real.

Além dos exemplos citados, que por si só seriam suficientes para entender a linguagem fotográfica como também simbólica, cabe lembrar que a arbitrariedade nessa técnica de representação gráfica ocorre no momento em que o seu criador, ou seja, o fotógrafo precisa tomar decisões antes de produzir a imagem. Logo, certas convenções nesta forma de linguagem, como a escolha do equipamento, do ângulo, da iluminação, do enquadramento, entre outros elementos, contribuem para que a foto seja inevitavelmente um recorte, uma leitura ou interpretação do real (natural). Nesse sentido, toda fotografia é também símbolo, embora seja o seu caráter de indexicalidade que "garante" a possibilidade de identificação daquilo que nela está sendo representado.

3. IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA A PARTIR DO SIGNO FOTOGRÁFICO

Etimologicamente, a palavra taxonomia é derivada do grego *taxis*, que tem o significado de "arranjo ou divisão", e *nomos*, que designa "lei". Logo, a taxonomia pode ser entendida como "lei de arranjo e divisão" (Enghoff, 2009, p.442). Quando empregado no campo das ciências biológicas, o termo é normalmente usado como sinônimo para "classificação" e ambos indicam o sistema hierárquico que organiza a diversidade biológica (Rosselló-Móra, 2011). Suas bases encontram-se no trabalho do naturalista sueco Carl Von Linné, mais conhecido como Lineu (1707-1778), considerado o "pai da taxonomia moderna" por ter popularizado o sistema de nomenclatura binominal (gênero-espécie) e criado a classificação biológica dos seres vivos utilizada até os dias atuais (Domínio, Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie). Nesse contexto, o termo táxon (plural taxa)

corresponde a cada um dos grupos que compõem o referido sistema de classificação (grupos taxonômicos).

Analogamente às categorias fenomenológicas de Peirce, um indivíduo (ser vivo) existente e ainda não classificado pode ser entendido como pertencente à secundidade, enquanto o táxon (sua 'nomeação' a partir de uma convenção científica) seria a terceiridade, a partir do momento em que um mediador percebeu nele os padrões capazes de identificá-lo como parte de um grupo, neste caso uma categoria taxonômica. Portanto, identificar taxonomicamente um espécime (indivíduo) a partir de sua fotografia significa, fundamentalmente, reconhecê-lo como pertencente a algum grupo taxonômico com base nas características visuais/morfológicas captadas pelo signo fotográfico, buscando-se sempre a maior especificidade possível.

A definição de "sucesso" (ou precisão) de uma identificação não depende apenas da qualidade representacional da imagem e varia de acordo com o grupo taxonômico em análise. Em relação a muitos animais e plantas, por exemplo, alcançar o nível de gênero ou até mesmo de família, pode ser o máximo que uma imagem fotográfica irá permitir em termos de identificação precisa, mesmo que a qualidade técnica e representacional da imagem seja excelente. Isso ocorre porque as características visuais de certas espécies não são suficientemente "diagnósticas" para que se possa chancelar sua identificação, diferenciando-a de outras espécies similares. Em tais casos, o elemento diagnóstico pode ser, por exemplo, a morfologia interna, o som que a espécie emite ou os órgãos genitais ocultos, entre outros. Todavia, é importante observar que o processo de identificação taxonômica em algumas plataformas de ciência cidadã, conforme discutiremos adiante, pode ser influenciado por outros fatores, como a existência – ou não – de informações complementares fornecidas pelo autor e o nível de experiência dos atores envolvidos.

3.1 Plataformas e Mecanismos de Identificação

Apresentamos a seguir as cinco plataformas de ciência cidadã selecionadas para a análise nesse trabalho.

3.1.1 Wikiaves

O site Wikiaves foi criado em 2008 com o objetivo de "apoiar a comunidade online de biólogos e observadores de aves do Brasil, fornecendo ferramentas para promover a busca pelo conhecimento, a comunicação entre usuários, a divulgação de informações sobre as aves brasileiras com foco na preservação e a formação colaborativa do maior banco de dados sobre aves do Brasil na Internet" (WIKIAVES, 2024). Ainda que seja restrita ao universo da ornitologia, é a plataforma de ciência cidadã brasileira com o maior número de usuários cadastrados (49.101) e registros publicados (5.153.374).

A plataforma possui dois mecanismos para identificação taxonômica a partir de fotografias: um sistema automatizado de reconhecimento das espécies por inteligência artificial e a identificação sugerida pelos usuários (participação da comunidade). No primeiro, o usuário seleciona a opção "Identificar" no momento da publicação do registro fotográfico e, então, o site retorna com sugestões de espécies mais prováveis (exibindo o percentual de "certeza" para cada opção). Já a identificação pela comunidade pode ocorrer quando o usuário submete uma mídia sem identificação (deixando o campo "Espécie" em branco no momento da inclusão do registro). Dessa maneira, a foto passa a ser exibida publicamente com o rótulo "NÃO-IDENTIFICADA [0]", até que tenha uma identificação sugerida e aceita pelo autor. O número entre colchetes está relacionado ao sistema matemático que a plataforma denomina como "peso de ID", que é calculado atribuindo um peso fictício à opinião de cada participante a partir das sugestões de identificação inseridas por eles, com base no status de usuário: peso igual a 1 para iniciantes, igual a 2 para seniores e igual a 5 para moderadores e colaboradores com relevante contribuição na identificação de registros. (WIKIAVES, 2024).

Portanto, todo e qualquer registro publicado no Wikiaves é passível de ter sua identificação taxonômica sugerida, contestada e corrigida pela comunidade, ainda que tenha sido cadastrado inicialmente com uma identificação definida. A taxonomia do site adota como padrão a identificação ao nível de espécie, mas em alguns casos de gêneros que englobam espécies muito similares visualmente, é possível optar apenas pelo gênero. Há também situações em que as fotografias não possuem qualidade representacional que permita qualquer conclusão sobre a espécie fotografada. Nesses casos é possível marcar sua identificação apenas como "Ave sp.".

3.1.2 Merlin Bird

O Merlin Bird ID é um aplicativo mobile criado pelo Laboratório de Ornitologia da Universidade de Cornell, com o objetivo de ser uma ferramenta para auxiliar observadores de aves de todos os níveis a identificar uma ave observada ou fotografada. Para isso, a plataforma possui dois mecanismos distintos: a identificação a partir de perguntas, com as quais o usuário informa características básicas sobre a ave observada (tamanho da ave, formato, cores etc.), ou a partir de fotografias (Photo ID). Este segundo funciona por meio de um sistema de inteligência artificial, baseando-se no banco de dados da plataforma de ciência cidadã eBird, também gerida pelo Cornell Lab of Ornithology, que conta com mais de 1 bilhão de registros (entre anotações e mídias) enviados por cidadãos cientistas de todo o mundo, dentre os quais aproximadamente 49 milhões são registros fotográficos.

Ao clicar no botão "Foto ID", o processo de identificação taxonômica se inicia e o usuário se depara com uma tela na qual há a opção de tirar uma foto com a câmera do celular ou escolher uma foto já armazenada no aparelho. Escolhida a opção desejada, uma segunda tela se abre para que sejam feitos ajustes de enquadramento. Na sequência, uma terceira tela é apresentada, na qual o usuário tem a opção de informar a data e o local onde a foto foi feita.

Por fim, ao clicar no botão "Identificar", o aplicativo retorna com sugestões na tela "Melhores resultados", mostrando uma sequência de espécies nomeadas de acordo com seus nomes populares, seguidas de suas respectivas fotos e outras informações complementares (sons, imagens secundárias, mapa de ocorrência e um breve texto descritivo com as características das espécies). Caso o usuário concorde com alguma das sugestões (clicando no botão "Este é o meu pássaro"), o processo se encerra e o aplicativo o redireciona para a plataforma eBird, na qual ele pode opcionalmente inserir essa informação como um registro pessoal (avistamento de uma espécie associado a uma data e a um local). Se nenhuma das opções apresentadas pela plataforma parecerem válidas no processo de identificação, o usuário pode não as aceitar, clicando em "Reportar não-identificação". Nessa situação, a tentativa de identificação também se dará por encerrada e o aplicativo informa que a decisão ajudará a melhorar a precisão do sistema.

3.1.3 Biofaces

O Biofaces é uma plataforma web de ciência cidadã brasileira e independente, criada em 2014 com o objetivo de "apoiar a biodiversidade em todo o mundo, mostrando a diversidade da vida em nosso planeta." (Biofaces, 2024). Possui como diferencial o fato de permitir a publicação de uma grande

variedade de mídias, sendo também a única plataforma brasileira do gênero a permitir registros da fauna do mundo inteiro. Atualmente, a plataforma conta com 6.735 usuários cadastrados e possui registros de mais de 17 mil espécies de animais (entre anfíbios, aves, peixes, mamíferos, invertebrados e répteis).

O mecanismo de identificação taxonômica do Biofaces é baseado apenas na participação da comunidade. Os registros publicados como 'sem identificação' aparecem na plataforma com um símbolo de interrogação e a partir daí podem ser identificados por um grupo seleto de usuários, os quais possuem o status de "indicador". Para adquirir esse status, o usuário deve manifestar o interesse em seu perfil pessoal e aguardar a aprovação dos moderadores do site, mas os critérios que levam a essa decisão não são informados. O processo de identificação em si funciona como uma edição no registro publicado inicialmente sem identificação, ou seja, não se trabalha com a ideia de sugestão, e sim de alteração. Um detalhe importante é que os registros somente podem ser classificados ao nível taxonômico de espécie.

3.1.4 iNaturalist

O iNaturalist se autodefine como "uma comunidade online que permite que o usuário compartilhe observações para discutir, identificar e criar dados de ciência cidadã com qualidade de pesquisa para a ciência e a conservação" (Inaturalist, 2024, tradução nossa). O website surgiu em 2008 e atualmente é o portal de ciência cidadã mais popular do mundo (Boone & Basille, 2019), contando com o maior número de usuários cadastrados (4.908.637), mídias publicadas (103.022.834) e espécies catalogadas (344.521). Além do site - inaturalist.org - também existe uma versão mobile, disponível para os sistemas Android e IOS.

Seu mecanismo de identificação taxonômica pode ser classificado como "híbrido" (automatizado por inteligência artificial em um primeiro momento e mediado pela comunidade a posteriori). Isso significa que no ato da publicação do registro fotográfico (chamado de "observação" dentro da plataforma), o usuário conta com a ajuda do recurso de inteligência artificial, que indica opções de espécies mais prováveis com base nas características mostradas na imagem. Todavia, caso o autor preencha o campo correspondente ao local do registro, a plataforma "filtra" as principais sugestões, exibindo prioritariamente os táxons que mais correspondem visualmente ao espécime representado na imagem, mas que já foram registrados no entorno da localidade informada. Ao clicar na opção "Incluir sugestões não vistas nas proximidades" a plataforma exibirá todas as espécies prováveis, ignorando o fator biogeográfico. Em um segundo momento, após o usuário escolher o táxon que lhe parece mais correspondente, o registro ainda seguirá marcado com o rótulo "Precisa de ID", para que então a comunidade do iNaturalist possa chancelar ou discordar da identificação feita inicialmente, gerando uma determinada pontuação.

Esse processo é denominado na plataforma como "táxon comunitário" ou "identificação colaborativa". O táxon comunitário no iNaturalist representa a classificação taxonômica que a comunidade acredita ser a mais adequada para uma observação específica. A escolha do táxon é feita quando mais de dois terços dos colaboradores concordam com uma determinada identificação como plausível. Em alguns casos, isso pode levar a uma identificação em um nível taxonômico mais amplo. Por exemplo, se um usuário submeter uma observação que acredita ser de uma jararaca e outro usuário sugerir que é uma cascavel, o algoritmo do iNaturalist pode optar por classificar a observação na subordem Serpentes. Além disso, o algoritmo tende a dar um peso ligeiramente maior à opinião daqueles que contestam uma identificação, pois esses usuários costumam estar corretos com mais frequência.

Resumidamente, uma observação com o rótulo "Precisa de ID" é aquela que possui mídia, localização e data, mas ainda exige consenso da comunidade sobre uma identificação exata, ou seja, foi apenas previamente identificada. Com a chancela da comunidade sobre uma identificação precisa (geralmente ao nível de espécie) a observação é rotulada como "Nível de Pesquisa", o que denota uma maior confiabilidade do registro como dado científico.

3.1.5 Pl@ntNet

Pl@ntNet é uma plataforma participativa "de grande escala" e um "sistema de informação dedicado à produção de dados botânicos por meio da identificação de plantas com base em imagens" (Affouard, et al., 2017), disponível nas versões website (https://identify.plantnet.org/pt) e *mobile* (Android e IOS). Atualmente é a maior e mais famosa plataforma voltada especificamente para o campo da botânica, com mais de 10 milhões de usuários.

Tal como o iNaturalist, o mecanismo de identificação taxonômica do Pl@ntNet é híbrido. Seu recurso de identificação automatizada funciona de maneira similar aos demais citados, ou seja, as imagens submetidas ao Pl@ntNet são comparadas com imagens depositadas em um gigantesco banco de dados, que conta atualmente com 14.756.033 fotografias botânicas, representando 37.499 espécies. Segundo Affouard, et al. (2017, p. 1), um dos principais pontos fortes do Pl@ntNet é que seu conjunto de treinamento para identificação das espécies (aprendizagem de máquina ou *machine learning*) é enriquecido e revisado de forma colaborativa, contando com a ajuda de diferentes ferramentas para validação dos dados: uma plataforma web (IdentiPlante), hospedada pela rede de botânicos Tela Botanica; um aplicativo web 'gamificado' (The Plant Game) e mecanismos de validação incorporados nas próprias versões Android, IOS e Web do Pl@ntNet.

Para fins ilustrativos será aqui apresentado o procedimento referente à versão para dispositivos móveis. Primeiramente, o usuário escolhe entre tirar uma foto ou fazer um upload de arquivo, podendo ou não incluir as coordenadas de GPS do registro. Na sequência, são apresentadas seis opções de seleção do órgão da planta que está sendo evidenciado pela imagem (folha, flor, fruto, casca, tipo biológico/visão geral da planta e "outro"). Ao escolher o item desejado, a plataforma retorna com os resultados da identificação, exibindo as espécies em ordem de mais prováveis para menos prováveis. A partir daí, o usuário tem algumas opções: validar a identificação, ou seja, concordar com alguma das sugestões, adicionar mais imagens para tentar melhorar o resultado (a plataforma pode retornar com sugestões mais precisas), compartilhar a imagem sem uma espécie identificada ou entrar com uma nova espécie não catalogada no banco de dados da plataforma.

Ao concordar com alguma das sugestões ou escolher a opção de compartilhar sem identificação, o usuário é direcionado para uma tela na qual se pode acrescentar detalhes adicionais (comentários) e selecionar um projeto com o qual irá colaborar publicando sua fotografia, que passará então a fazer parte do banco de dados do Pl@ntNet. Essa colaboração, no entanto, é voluntária. No processo de validação, ou seja, de ratificação ou mudança na identificação previamente estabelecida, existem mecanismos no Pl@ntNet que dão mais peso aos usuários de acordo com sua expertise (número de espécies compartilhadas, número de observações

validadas, número de observações revisadas, etc.), de maneira similar ao que ocorre na plataforma Wikiaves.

3.2 Aspectos e Relações Semióticas Observadas

Tendo em vista as características principais de cada uma das plataformas e entendendo-se a fotografia como signo, com base na tricotomia 'ícone, índice e símbolo' da Semiótica peirceana, identificaram-se relações Semióticas gerais. Essas relações são apresentadas abaixo sob a forma de tópicos e, na sequência, sintetizadas em dois diagramas que exemplificam processos de identificação taxonômica a partir de fotografias distintas de uma mesma espécie.

1) A imagem de um espécime fotografado na natureza – cuja existência física foi constatada pelo fotógrafo no ato de sua produção – ao ser direcionada a qualquer uma das plataformas de ciência cidadã para fins de identificação taxonômica configura-se como um signo que assume, simultaneamente, o caráter de hipoícone (posto que é imagem e de cunho figurativo) e de índice, na medida em que: a) representa um objeto singular em momentos definidos no tempo e no espaço (Santaella, 2017); b) apresenta pelo menos uma ou algumas das principais características visuais (quase-signos) de seu objeto dinâmico, ou seja, do espécime fotografado, que, por sua vez, representa, de forma indexical, um grupo taxonômico em algum grau de especificidade.

2) Nos processos de identificação pela comunidade, cada usuário que opina sugerindo um táxon caracteriza-se como um interpretante dinâmico; o interpretante imediato refere-se ao conjunto de possibilidades de interpretação que o signo fotográfico carrega e, por essa razão, os interpretantes dinâmicos podem divergir entre si. Nesse contexto, fotografias que não são dotadas de uma mínima qualidade representacional - enquanto signo icônico e indexical – tendem ao conceito de "ícone puro" (e não um hipoícone), conforme proposto por Peirce. Isso significa dizer que uma imagem altamente desfocada de um espécime ou um "borrão" (captura malsucedida do espécime em movimento), por exemplo, tem seu interpretante imediato limitado e, consequentemente, menor probabilidade de ser associada ao seu objeto (táxon) por intermédio de seu(s) interpretante(s) dinâmico(s). O ponto central nesse processo é a consolidação de um interpretante final: a classificação taxonômica do espécime como consequência da convergência de opiniões.

3) Nos processos de identificação pela inteligência artificial, a "máquina" que sugere o táxon mais provável pode ser classificada como "mente interpretadora" e, portanto, um intérprete. A partir do acesso a um enorme conjunto de interpretantes dinâmicos (banco de dados já estabelecido, composto por imagens que foram previamente classificadas por "mentes pensantes"), a Inteligência Artificial, enquanto intérprete estabelece relações entre eles por meio da comparação visual "pixel a pixel" em busca de um padrão, uma tendência (terceiridade) para sugerir um interpretante final. Neste caso, o interpretante final se consolida a partir do momento em que o próprio usuário que submete a fotografia aceita a sugestão fornecida pela I.A., chancelando-a.

Logo, na grande maioria dos casos, a Inteligência Artificial é um intérprete que atua como elemento mediador no processo de identificação taxonômica. Após essa etapa inicial, a imagem fotográfica passará a ser exibida na plataforma como um novo signo, composto não apenas pelas características intrínsecas à imagem em si, mas também pela informação nominal relativa à espécie à qual foi associado após o usuário escolher uma das opções exibidas pela inteligência artificial (identificação prévia ou temporária, aguardando a "chancela" da comunidade científica).

4) O sucesso da identificação em ambos os mecanismos, independentemente do grau de precisão (grupo taxonômico mais ou menos específico) dependerá, portanto, da qualidade representacional do signo fotográfico em primeiro lugar, ou seja, de sua fidelidade enquanto hipoícone e índice, mas não apenas disso. As informações de caráter temporal e espacial (data e local do registro) podem alterar significativamente a relação signo x interpretante, na medida em que funcionam como elemento de filtragem, ou seja, de exclusão de certas possibilidades, ainda que as características icônicas e indiciais da imagem fotográfica estejam apontando "fortemente" para um táxon específico apenas por seu aspecto visual. Nesse sentido, pode-se dizer que os aspectos espaço-temporais do registro fotográfico também atuam como elementos do signo.

5) A partir do momento em que um espécime fotografado é identificado com base em sua imagem fotográfica, a espécie ou o grupo taxonômico (enquanto conceito) ao qual está sendo relacionado pode também ser considerada como um objeto do signo, pois "todo o conhecimento do mundo que um intérprete tem é um possível objeto de um signo, quando um novo pensamento se refere a ele" (Santaella, 2017, p. 41).

Os esquemas a seguir (Figuras 1 e 2) intentam ilustrar, de maneira resumida, a interpretação Semiótica aqui realizada, tomando como exemplos dois processos de identificação taxonômica hipotéticos a partir de fotografias que representam a mesma espécie (andorinha-pequena / *Pygochelidon Cyanoleuca*), com características sígnicas distintas e, por isso, gerando resultados interpretativos diferentes.

4. ESTUDO DE CASO: ILHA DO BOM JESUS

A Ilha do Bom Jesus era uma das nove ilhas que, após aterramento na década de 1950, uniram-se formando a atual Ilha do Fundão / Cidade Universitária da UFRJ, localizada na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro e inserida na Baía da Guanabara (Honorato, 2019). Hoje, portanto, caracteriza-se como uma península, mas que preservou a alcunha de ilha por ter se consagrado como um local de importância histórica, onde foi erguido no início do século XVIII o complexo da Igreja do Bom Jesus da Coluna (Figura 3). Sua vegetação primitiva foi de floresta tropical subcaducifólia nas partes mais elevadas e manguezais nas áreas alagadas pelas marés (Santoset al., 2000). No entanto, a ocupação humana no local ocasionou transformações severas na paisagem e na vegetação nativa, empobrecendo o ambiente como um todo. Ainda assim, por estar situada no domínio da Mata Atlântica – um '*hotspot*' de biodiversidade global - a Ilha do Bom Jesus continua abrigando espécies importantes da fauna e flora deste bioma.

O estudo de caso aqui apresentado foi parte integrante de um projeto de pesquisa multidisciplinar realizado no Programa de pós-graduação em Design da UFRJ, que culminou com a criação de um website para fins de divulgação científica e educação ambiental sobre as espécies da fauna e flora da Ilha do Bom Jesus e seu entorno imediato.

Durante o período de 27 de janeiro a 30 de novembro de 2022, realizamos 20 visitas a campo, nas quais fizemos o levantamento das espécies encontradas, documentando, quando possível, os animais e plantas por meio de registros audiovisuais.

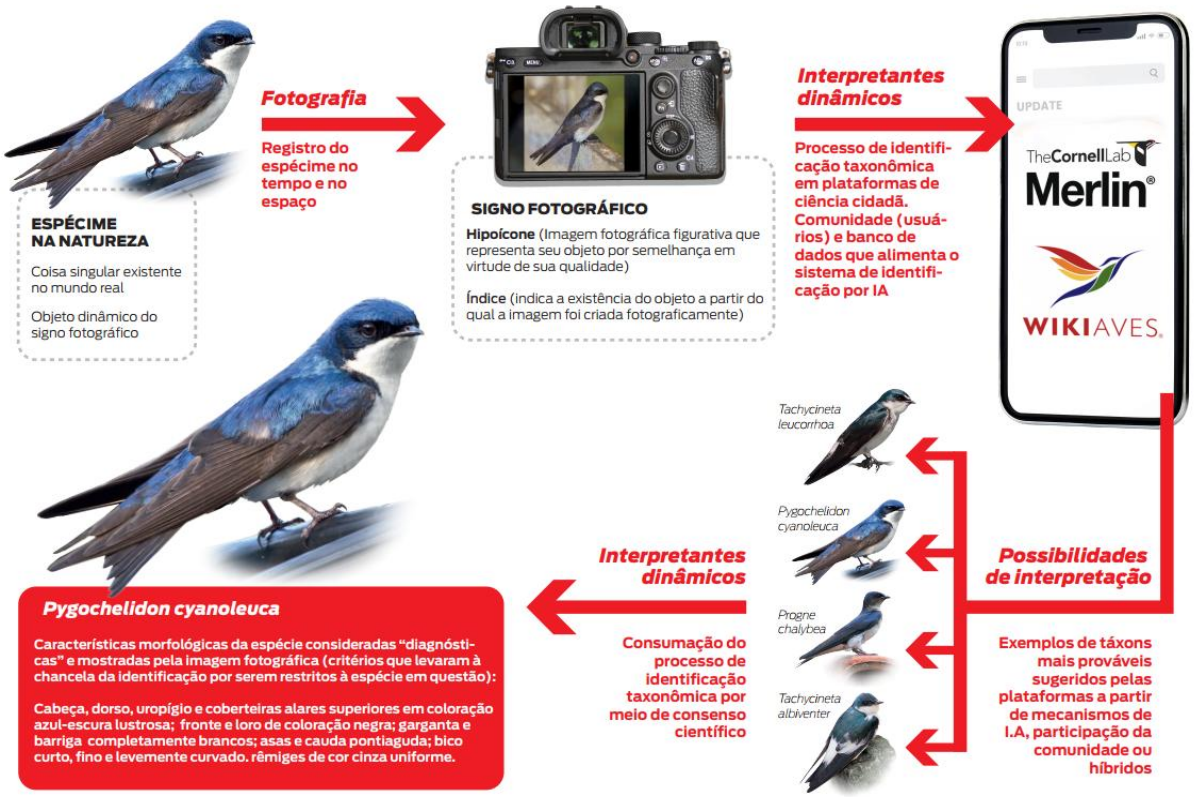


Figura 1 Interpretação Semiótica de um processo de identificação taxonômica bem-sucedido, tendo como base uma fotografia com boa qualidade representacional (Fonte: Elaborado pelos autores).

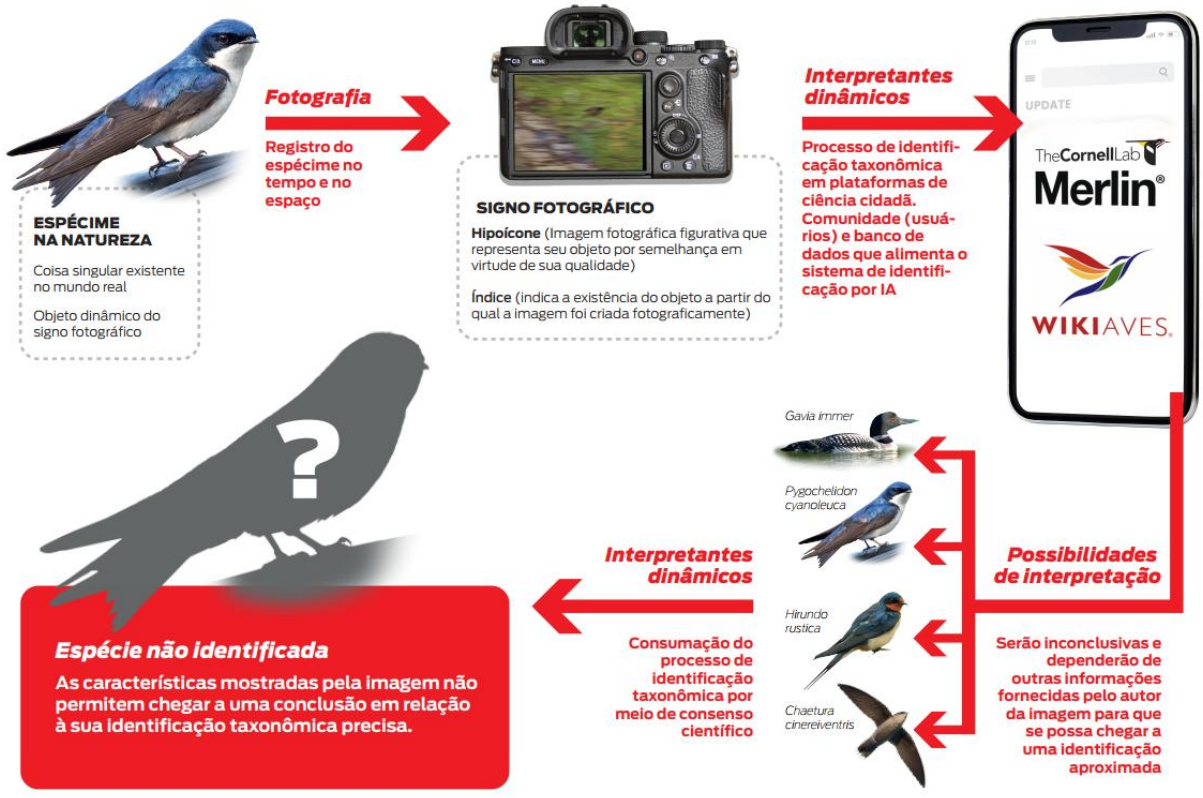


Figura 2 Interpretação Semiótica de um processo de identificação taxonômica malsucedido, tendo como base uma fotografia com baixa qualidade representacional (Fonte: Elaborado pelos autores).

A identificação taxonômica “oficial” foi feita tanto a partir da observação in loco, quanto a partir da análise dos registros fotográficos a posteriori. Para chegar à identificação dos espécimes fotografados, a equipe de Biologia utilizou bibliografias específicas, como chaves de identificação e descrições taxonômicas. Também foram realizadas consultas a materiais depositados em coleções científicas para comparar com os organismos encontrados na Ilha, além da ajuda de especialistas externos que colaboraram com o projeto no sentido de confirmar as identificações realizadas. Vale mencionar que nenhum espécime foi capturado ou removido do seu habitat.



Figura 3 Vista aérea da Ilha dotabela Bom Jesus e as duas construções históricas mais emblemáticas do local: acima e ao centro, a Igreja do Bom Jesus da Coluna; abaixo, as ruínas do Asilo dos Inválidos da Pátria. (Fonte**:**Comissão de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural da Arquidiocese do Rio de Janeiro e de seu Interesse, 2022.

No período mencionado, foram identificados e catalogados 74 táxons do reino vegetal, dentre os quais 52 foram classificados ao nível de espécie. Em relação à fauna, 201 táxons foram levantados, incluindo 97 espécies de aves e 104 táxons referentes a outros grupos de animais (mamíferos, répteis, invertebrados, peixes etc.).

Para obtenção das fotografias, as saídas de campo ocorreram em ambientes terrestres e aquáticos (Figura 4). Na porção terrestre, foram realizadas expedições em duas grandes áreas: na parte sul da Ilha do Bom Jesus (área terrestre 1) e no Parque Tecnológico da UFRJ (área terrestre 2), mais especificamente na área do horto e nos fragmentos de mata/manguezais adjacentes. Na porção aquática, foram navegadas duas áreas distintas: no entorno do Parque Tecnológico e Ilha do Bom Jesus (área costeira 1) e no entorno da Vila Residencial da UFRJ (área costeira 2).



Figura 4 Áreas onde os trabalhos de campo foram realizados (Fonte: dos autores, com base em imagem de satélite do Google Maps, 2023).

No total, foram obtidas mais de cinco mil fotografias, das quais 908 foram escolhidas e tratadas digitalmente para compor o acervo do site Ilha Viva. Para a realização do experimento de identificação nas plataformas de ciência cidadã, foram selecionadas e submetidas 322 imagens. O experimento ocorreu entre os meses de agosto e novembro de 2022.

4.1 Metodologia Aplicada

Após as expedições em campo, as fotografias foram selecionadas e tratadas. A seleção das imagens foi feita com o intuito de escolher a melhor fotografia de cada espécime registrado, não apenas para posterior identificação taxonômica, como também para documentar a ocorrência deste táxon no contexto espacial e temporal do projeto.

Entendendo que cada fotografia selecionada deveria representar um táxon (preferencialmente uma espécie), assumindo, portanto, um caráter ilustrativo e didático, o critério adotado para eleger a melhor fotografia de cada espécime baseou-se em um conceito do campo da ilustração científica, conforme discutido pelo ilustrador e teórico Fernando Correia. Segundo o autor, a ilustração científica de uma espécie trabalha com a ideia de representação de um indivíduo “ideal”, ou seja, capaz de reunir “em si e numa única imagem, o máximo de características taxonômicas que a tipifiquem e facilitem o reconhecimento comparativo de seus pares intraespecíficos” (Correia, 2011, p. 231). Nesse sentido, as imagens selecionadas como “melhores fotografias” foram aquelas nas quais se considerou possível extrair o máximo de informações visuais úteis em termos de representação de características morfológicas do espécime fotografado (cores, formas e estruturas).

A quase totalidade das fotografias produzidas para o presente estudo foi feita em formato RAW (arquivo digital “cru”), necessitando de tratamento para sua “revelação” (conversão para arquivos JPEG). Feita a seleção, os arquivos foram importados para a biblioteca do software Adobe Lightroom Classic para serem tratados digitalmente. A escolha deste software para a manipulação dos arquivos digitais se deu pelo fato de que este possui todas as ferramentas que se consideraram necessárias para trabalhar com fotografias biológicas de caráter científico e, ao mesmo tempo, artístico. Buscou-se trabalhar as imagens de modo a gerar resultados que não se afastassem muito do que foi observado pelo fotógrafo no ato da captura, principalmente em termos de cores, volumes e texturas, mas sem ignorar o fator estético das fotografias, sobretudo na escolha das composições. Sendo assim, a maior parte dos tratamentos envolveu os seguintes recursos: recorte, correção no balanço de branco, correção de luzes/sombras, ajuste de nitidez/redução de ruídos e correções pontuais com a ferramenta “pincel de ajuste”.

Seguindo as palavras de Silva (2015), é essencial ressaltar que os recursos mencionados acima não foram empregados no sentido de “interferir na imagem a ponto de criar ou excluir elementos formais em sua composição, o que atenderia a uma ideia do senso comum deque manipular é sempre ludibriar”, mas sim para “aperfeiçoar e intensificar o impacto estético da imagem como um todo”, buscando, sobretudo, “atingir uma maior mimetização do olhar humano” (Silva,2015, p. 4-5).

Findado este processo, iniciou-se a etapa de verificar a confiabilidade e a eficiência dos sistemas de identificação de cinco diferentes plataformas de ciência cidadã (iNaturalist, Wikiaves, Biofaces, Merlin BirdID e Pl@ntNet) no sentido de fornecerem a identificação do táxon fotografado. A escolha do experimento como método de condução da investigação se

deu por conta das características da pesquisa no contexto do Design, tendo como referência a obra de Santos (2018).

As fotografias foram publicadas nas plataformas escolhendo-se para cada grupo de seres vivos (divididos em "plantas", "aves" e "outros animais") duas plataformas consideradas mais adequadas de modo a se obter a identificação dos espécimes registrados, conforme Tabela 1. Nas plataformas iNaturalist, Wikiaves, Biofaces e Pl@ntNet, fez-se necessário criar um perfil específico para a execução do experimento. Por serem plataformas nas quais a identificação de um táxon publicado é passível de sugestão, confirmação ou questionamento pela comunidade de usuários/moderadores, o pesquisador criou perfis com um nome fictício.

Tabela 1 Plataformas de ciência cidadã utilizadas no experimento de identificação taxonômica a partir de fotografias..

Grupos Taxonômicos	Plataformas
Plantas	iNaturalist e Pl@ntNet
Aves	Wikiaves e Merlin Bird ID
Outros animais	Biofaces e iNaturalist

(Fonte: Elaborado pelos autores)

Nas plataformas que possibilitam a participação da comunidade, estabeleceu-se um prazo de 15 dias contados a partir da data de publicação do registro para dar como encerrado o processo de identificação do espécime representado na fotografia. Especificamente na plataforma Wikiaves, optou-se por considerar o processo como finalizado nos casos em que as fotografias receberam pelo menos três sugestões de identificações iguais por usuários diferentes; este critério foi adotado devido ao fato de que o Wikiaves impossibilita a publicação de novas fotografias quando há cinco registros fotográficos sinalizados como "não identificados" na galeria, o que atrasaria demasiadamente a conclusão do processo de identificação das fotografias de aves.

Entendeu-se como "identificação final" o táxon sugerido pelo maior número de usuários/moderadores. Nos casos em que não houve participação da comunidade (sistemas de identificação por inteligência artificial - IA) considerou-se como identificação final o táxon sugerido como "mais provável" ou a primeira opção de uma lista de táxons possíveis, quando existente. Imagens que não apresentaram nenhuma sugestão de identificação, seja por IA ou pelos usuários dentro do prazo estabelecido, foram consideradas ao final do processo como "não identificadas".

A coleta de dados se deu a partir deste experimento com base nas "respostas" das plataformas no sentido de fornecerem – ou não – a identificação dos espécimes fotografados, bem como a "qualidade" dessa identificação a partir da comparação entre a identificação final obtida nas plataformas e a identificação chancelada pela equipe de biólogas e especialistas do projeto. Adotou-se uma abordagem qualiquantitativa na análise dos resultados (quinta etapa metodológica deste estudo), o que possibilitou estabelecer, entre outros parâmetros, o percentual de fotografias corretamente identificadas, incorretamente identificadas ou potencialmente corretas em cada sistema de identificação, o nível de participação da comunidade enquanto intérprete nesse processo e o desempenho dos sistemas de inteligência artificial. Foram consideradas potencialmente corretas as identificações que estivessem em um nível taxonômico acima daquele que foi chancelado pela equipe do projeto, como, por exemplo, nos casos em que a equipe conseguiu identificar o espécime fotografado no nível de gênero e a plataforma o identificou no nível de espécie, mas pertencente a este mesmo gênero.

4.2 Análise da Identificação Taxonômica

Após a inserção das fotografias nas plataformas iNaturalist, Wikiaves, Merlin Bird ID, Biofaces e Pl@ntNet apresentamos a seguir a análise dos resultados.

4.2.1 Flora

Para a identificação das plantas (Figura 5), 102 fotografias representando 57 táxons foram submetidas às plataformas iNaturalist e Pl@ntNet. Do total de imagens, 77 foram identificadas pela equipe do projeto ao nível de espécie, 14 ao nível de gênero, 6 ao nível de família, três ao nível de classe e duas ao nível de subfamília. Entre as 102 imagens, 18 apresentavam uma visão geral da planta (ervas, lianas, árvores, arbustos etc.), três evidenciavam o tronco, 17 os frutos, 45 as flores e 19 as folhas (eventualmente com flores e/ou frutos na mesma imagem). No que diz respeito à qualidade representacional das imagens submetidas, 69 foram classificadas com QR5, 17 com QR4, 12 com QR3 e 4 com QR2.



Figura 5 Algumas espécies de plantas fotografadas no Projeto. Da esquerda para direita, de cima para baixo: aroeira (*Schinus terebinthifolia*), ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*), clúsia (*Clusia fluminensis*) e pitanga (*Eugenia uniflora*). (Fonte: dos autores).

Na plataforma iNaturalist, adotou-se um processo de identificação híbrido (tanto na identificação da flora quanto da fauna): primeiramente, as fotografias foram publicadas com a sugestão taxonômica fornecida pela inteligência artificial da plataforma, quando se exibe a mensagem "Estamos seguros que seja..." (aqui chamado de identificação inicial). Nesse momento, a plataforma apenas sugere táxons em níveis inferiores ao nível de espécie (por exemplo: família, subfamília, gênero etc.). Posteriormente, com a participação (ou não) da comunidade, chegou-se à identificação final, considerando-se o prazo estabelecido na metodologia. A análise aqui realizada leva em consideração as duas etapas para fins estatísticos.

No processo de identificação automatizada (identificação inicial por IA), das 102 fotografias submetidas, 52 foram corretamente identificadas, sendo 45 ao nível de gênero, três ao nível de subfamília, três ao nível de tribo e uma ao nível de família; seis imagens foram consideradas potencialmente corretas, oito imagens foram identificadas incorretamente e 36 não foram identificadas. No caso das imagens não identificadas, o sistema exibe a seguinte mensagem: "Não temos confiança suficiente para fazer uma recomendação, mas aqui estão as nossas melhores sugestões". Então, é exibida uma lista com alguns táxons possíveis, todos ao nível de espécie.

Das 36 fotografias cujo sistema não tinha confiança suficiente para sugerir um táxon, considerando-se a primeira espécie da lista de melhores sugestões, quatro foram

identificadas corretamente, quatro foram consideradas potencialmente corretas e 28 foram identificadas equivocadamente.

No processo de identificação com participação da comunidade (identificação final), das 102 fotografias publicadas, 58 foram corretamente identificadas, sendo 30 ao nível de gênero, 23 ao nível de espécie, duas ao nível de classe, uma ao nível de tribo, uma ao nível de família e uma ao nível de subfamília; 19 imagens foram consideradas potencialmente corretas e 25 imagens foram identificadas incorretamente.

Quanto à qualidade representacional das 58 imagens corretamente identificadas, 42 estavam classificadas com QR5, oito com QR4, seis com QR3 e duas com QR2; já entre as 25 imagens com identificação final equivocada, 18 estavam classificadas com QR5, cinco com QR4, uma com QR3 e uma com QR2.

Os números sugerem que a plataforma iNaturalist ainda não possui uma base de dados suficientemente robusta em termos de imagens da flora brasileira/sul- americana, capaz de fornecer maior segurança ao seu sistema de inteligência artificial. Constatou-se que o sistema teve mais facilidade em identificar plantas exóticas invasoras ou espécies ornamentais (comuns em diversas regiões do mundo). Todavia, o sistema foi considerado relativamente confiável nos casos em que recomendou um táxon, visto que apenas 13% das imagens foram identificadas incorretamente ao final de todo o processo, enquanto nas fotografias em que o sistema não teve confiança suficiente para recomendar um táxon (e, portanto, adotou-se a primeira das “melhores sugestões”), 47% foram identificadas incorretamente.

A participação da comunidade no geral foi considerada baixa: 70% das imagens publicadas com identificação inicial incorreta não tiveram nenhuma sugestão de correção taxonômica. Além disso, percebeu-se que a qualidade representacional das imagens não teve influência significativa nessa estatística. A combinação desses dados sugere, portanto, que o percentual relativamente baixo de fotografias corretamente identificadas ao final do processo pode estar mais relacionado a uma carência de especialistas nesse grupo de seres vivos dentro da plataforma.

Na plataforma Pl@ntNet, também se adotou um processo de identificação híbrido. As fotografias foram publicadas considerando-se o táxon mais provável sugerido pela IA; a partir desse momento, a identificação poderia ser revista pela comunidade dentro do prazo estabelecido, chegando-se à identificação final. No entanto, diferentemente do iNaturalist, as sugestões de identificação fornecidas pelo Pl@ntNet são sempre ao nível de espécie.

No processo de identificação pela inteligência artificial da plataforma, das 102 fotografias submetidas, 41 foram consideradas corretamente identificadas, 42 identificadas equivocadamente e 19 consideradas potencialmente corretas em sua identificação.

Quanto à qualidade representacional das 41 imagens corretamente identificadas, 28 estavam classificadas com QR5, dez com QR4 e três com QR3; já entre as 42 imagens com sugestão de identificação equivocada, 31 estavam classificadas com QR5, cinco com QR4, três com QR3 e três com QR2.

A média de "certeza" nas sugestões de identificação pelo Pl@ntNet foi de 51,6%, sendo 59,5% para as fotos que foram consideradas corretamente identificadas se 34,3% para as que foram identificadas equivocadamente. Em relação à qualidade representacional das imagens, a média de certeza nas sugestões de identificação foi de 51,6% para fotos classificadas com QR5; 38% para fotos com QR4; 29,3% para fotos com QR3 e 16,2% para QR2.

Com esses dados, é possível estabelecer uma relação direta entre a qualidade representacional das imagens e a confiança do sistema de IA da plataforma em sugerir uma espécie correta. Nos casos em que o sistema exibiu menos de 50% de certeza sobre a espécie sugerida, a quantidade de fotografias que estavam classificadas com QR baixo (3 e 2) foi o dobro em comparação às imagens para as quais o sistema exibiu mais de 50% de certeza. No entanto, em relação às fotografias que foram correta ou incorretamente identificadas, a qualidade representacional das imagens teve uma influência pequena.

Ao final do processo de identificação, a participação da comunidade do Pl@ntNet também foi considerada baixa: de todas as imagens publicadas, apenas 20% tiveram sua identificação taxonômica revista ou validada por outros usuários. Sendo assim, é possível afirmar que a plataforma, até o presente momento, não é eficiente no sentido de chancelar uma identificação previamente estabelecida. Todavia, a média de certeza de quase 60% que o sistema de IA do Pl@ntNet exibiu para as fotos que foram consideradas corretamente identificadas, sugere que o uso do aplicativo é um bom ponto de partida para iniciar um trabalho de identificação a ser finalizado com ajuda de especialistas fora da plataforma.

4.2.2 Fauna - Aves

Para a identificação das aves (**Figura 6**), 112 fotografias representando 74 táxons (todos classificados ao nível de espécie pela equipe do Projeto) foram submetidas às plataformas Wikiaves e Merlin Bird ID. No que diz respeito à qualidade representacional das imagens, 83 foram classificadas com QR5, 18 com QR4, seis com QR3 e cinco com QR2.



Figura 6 Algumas espécies de aves fotografadas no Projeto. Da esquerda para direita, de cima para baixo: choca-listrada (*Thamnophilus palliatus*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogerischiriri*),garça-branca-grande (*Ardeaalba*) emaçarico-pintado (*Actitismacularius*). (Fonte: dos autores).

No processo de identificação pela comunidade do Wikiaves, das 112 fotografias publicadas, 109 foram corretamente identificadas e três foram consideradas não identificadas. No caso das fotografias não identificadas, apenas dois usuários opinaram em cada uma das imagens, sugerindo espécies diferentes. Chancelou-se, portanto, que a identificação foi inconclusiva, na medida em que não houve consenso.

Quanto à qualidade representacional, das três imagens não identificadas, duas estavam classificadas com QR5 e uma rotulada com QR2. Dessas imagens, duas representavam espécies consideradas "críticas" em termos de identificação (facilmente confundíveis com outras espécies visualmente similares), sendo elas *Elaenia flavogaster* (QR5) e *Thalasseus acuflavidus* (QR2).

No teste de identificação pela inteligência artificial do Wikiaves, 108 fotografias foram consideradas corretamente identificadas e quatro foram identificadas equivocadamente. Quanto à qualidade representacional das imagens com sugestão de identificação equivocada, duas estavam classificadas com QR5 e as demais, respectivamente, com QR4 e QR3. Novamente, duas entre as imagens com identificação malsucedida representavam espécies críticas: *Myiarchus ferox* (QR5) e *Elaenia flavogaster* (QR4).

A média de "certeza" nas sugestões de identificação pelo sistema de inteligência artificial foi de 84,8%, sendo 87,6% para as fotos que foram consideradas corretamente identificadas e 53,4% para as que foram identificadas equivocadamente. Em relação à qualidade representacional das imagens, a média de certeza nas sugestões de identificação foi de 88,2% para fotos classificadas com QR 5; 76,2% para fotos com QR 4; 88,9% para fotos com QR 3 e 73,4% para QR 2.

Os dados apresentados indicam que a plataforma Wikiaves pode ser considerada confiável para identificação de fotografias de aves, sobretudo no processo com ajuda da comunidade. No entanto, o uso da plataforma para este fim requer cautela e aguardar pelo menos três opiniões de usuários sugerindo um mesmo táxon mostrou-se uma estratégia eficiente para evitar equívocos.

A participação dos usuários foi considerada boa na grande maioria das fotografias, embora muitas delas tenham sido identificadas pelos mesmos usuários, indicando certa "dependência" desses intérpretes no processo de identificação pela plataforma. Além disso, nos casos de identificação mais complexa (espécies críticas), constatou-se uma falta de segurança por parte dos usuários em opinar. Essas imagens receberam, no geral, poucas sugestões de identificação.

Em relação à inteligência artificial do Wikiaves, os testes demonstraram sua confiabilidade enquanto intérprete no processo de identificação taxonômica, sobretudo nos casos em que o percentual de certeza foi maior do que 70%. Aproximadamente 25% das imagens que tiveram sugestões taxonômicas com menos de 70% de certeza foram identificadas incorretamente, enquanto 100% das imagens que tiveram acima de 70% foram corretamente identificadas.

No processo de identificação pela plataforma Merlin Bird ID (inteligência artificial), das 112 fotografias submetidas, 104 foram consideradas corretamente identificadas, sete foram identificadas equivocadamente e uma foi considerada não identificada. Neste último caso, exibiu-se a mensagem "O Merlin não tem uma sugestão de ave provável". Quanto à qualidade representacional das imagens com sugestão de identificação equivocada, uma foi classificada com QR5, três com QR4, duas com QR3 e três com QR2.

Entre as oito imagens cujo processo de identificação foi malsucedido, cinco representavam espécies que podem ser consideradas críticas: *Elaenia flavogaster*, *Parabuteo unicinctus*, *Stern ahirundinacea, Thalasseus acuflavidus* e *Pitangus sulphuratus*. A imagem cujo sistema não tinha uma sugestão provável representava um bando da espécie *Nannopterum brasilianum* em voo e no contra-luz (QR2).

Esses dados sugerem, portanto, que a IA do Merlin Bird ID ainda necessita ser melhor treinada para proporcionar maior confiabilidade no que diz respeito à identificação de espécies críticas e/ou fotografias com qualidade representacional baixa.

Com relação aos registros de fauna além das aves (Figura 42), foram submetidas para teste 108 fotografias representando 79 táxons. Do total de imagens, 55 foram classificadas pela equipe do projeto ao nível de espécie, 31 ao nível de gênero, 16 ao nível de família, três ao nível de ordem, uma ao nível de tribo, uma ao nível de subtribo e uma ao nível de subfamília. Em relação à qualidade representacional das imagens: 77 foram classificadas com QR5, 24 com QR4, seis com QR3 e uma com QR2.

4.2.3 Fauna – Outros animais

Com relação aos registros de fauna além das aves (Figura 7), foram submetidas para teste 108 fotografias representando 79 táxons. Do total de imagens, 55 foram classificadas pela equipe do projeto ao nível de espécie, 31 ao nível de gênero, 16 ao nível de família, três ao nível de ordem, uma ao nível de tribo, uma ao nível de subtribo e uma ao nível de subfamília. Em relação à qualidade representacional das imagens: 77 foram classificadas com QR5, 24 com QR4, seis com QR3 e uma com QR2.



Figura 7 Algumas espécies da fauna (exceto aves) fotografadas no Projeto. Da esquerda para direita, de cima par abaixo: joaninha (*Cycloneda sanguinea*), chama-maré (*Minuca rapax*), abelha-jataí (*Tetragonisca angustula*) e borboleta-olho-de-pavão (*Junonia evarete*)(Fonte: dos autores).

No que diz respeito à identificação automatizada (identificação inicial por IA), das 108 fotografias submetidas, 83 foram corretamente identificadas, sendo 60 ao nível de gênero, 16 ao nível de família, duas ao nível de superfamília, duas ao nível tribo, duas ao nível de subtribo e uma ao nível de subfamília; dez imagens foram consideradas potencialmente corretas, duas foram identificadas incorretamente e 13 não foram identificadas.

Das 13 fotografias cujo sistema não tinha confiança suficiente para sugerir um táxon, adotando-se a primeira espécie da lista de melhores sugestões, quatro foram consideradas potencialmente corretas e nove foram identificadas equivocadamente.

No processo de identificação com participação da comunidade (identificação final), das 108 fotografias publicadas, 77 foram corretamente identificadas, sendo 33 ao nível de espécie, 31 ao nível de gênero, quatro ao nível de família, três ao nível de tribo, duas ao nível de subtribo, duas ao nível de subfamília, uma ao nível de ordem e uma ao nível de subordem; 22 imagens foram consideradas potencialmente corretas e nove imagens foram identificadas incorretamente.

Quanto à qualidade representacional das 77 imagens corretamente identificadas ao final do processo, 57 estavam classificadas com QR5, 15 com QR4, quatro com QR3 e uma com QR2; já entre as nove imagens com identificação equivocada, cinco estavam classificadas com QR5 e quatro estavam classificadas com QR4.

A partir desses dados, a plataforma iNaturalist demonstrou ser mais eficiente para identificação da fauna do que da flora, especialmente quando se tratam de espécies abundantes no Brasil. Em relação a confiabilidade do seu sistema de IA como intérprete no processo de identificação, o mesmo foi considerado confiável. Entre as imagens que o sistema recomendou um táxon no momento da publicação, apenas 2% das imagens foram consideradas incorretamente identificadas nessa etapa (na qual nenhuma das identificações está ao nível de espécie) e 6% ao final de todo o processo.

A participação da comunidade foi considerada mediana. De 11 imagens publicadas inicialmente com identificação incorreta, sete (ou 63%) foram corrigidas pela comunidade. No entanto, notou-se uma participação maior da comunidade quando comparado ao processo de identificação das fotografias de flora, indicando que os especialistas em zoologia são provavelmente mais atuantes na plataforma do que os especialistas em botânica. A qualidade representacional das imagens não teve influência significativa nos resultados.

Na plataforma Biofaces, dez das 108 fotografias não foram publicadas devido a apresentarem espécimes sem vida, o que não é permitido neste site. Entre as 98 fotografias publicadas, 24 foram corretamente identificadas, cinco foram consideradas com identificação potencialmente correta e 69 não foram identificadas, pois não receberam nenhuma sugestão por parte da comunidade.

Quanto à qualidade representacional das 24 imagens corretamente identificadas, 23 estavam classificadas com QR5 e uma com QR3; já entre as 69 imagens não identificadas, 45 estavam classificadas com QR5, 18 com QR4, 5 com QR3 e uma com QR2.

Com base nos dados coletados, a plataforma Biofaces não demonstrou ser eficiente no sentido de fornecer identificações a partir de fotografias. Contudo, tal fato teve uma relação direta com a baixa participação da comunidade nesse processo, refletindo o pequeno número de usuários indicadores (pessoas autorizadas a identificar mídias), em comparação ao número total de usuários cadastrados. Entre as fotos que receberam identificação, 83% foram identificadas corretamente e 17% foram consideradas potencialmente corretas, sugerindo que os usuários indicadores são confiáveis enquanto intérpretes. A implementação de um sistema de inteligência artificial para fornecer uma identificação inicial poderia proporcionar melhores resultados nessa plataforma.

Para sintetizar os dados obtidos, apresenta-se a Figura 8, que mostra os percentuais de identificação correta, incorreta e potencialmente correta considerando as diferentes classificações taxonômicas (espécie, gênero, família e outros níveis).

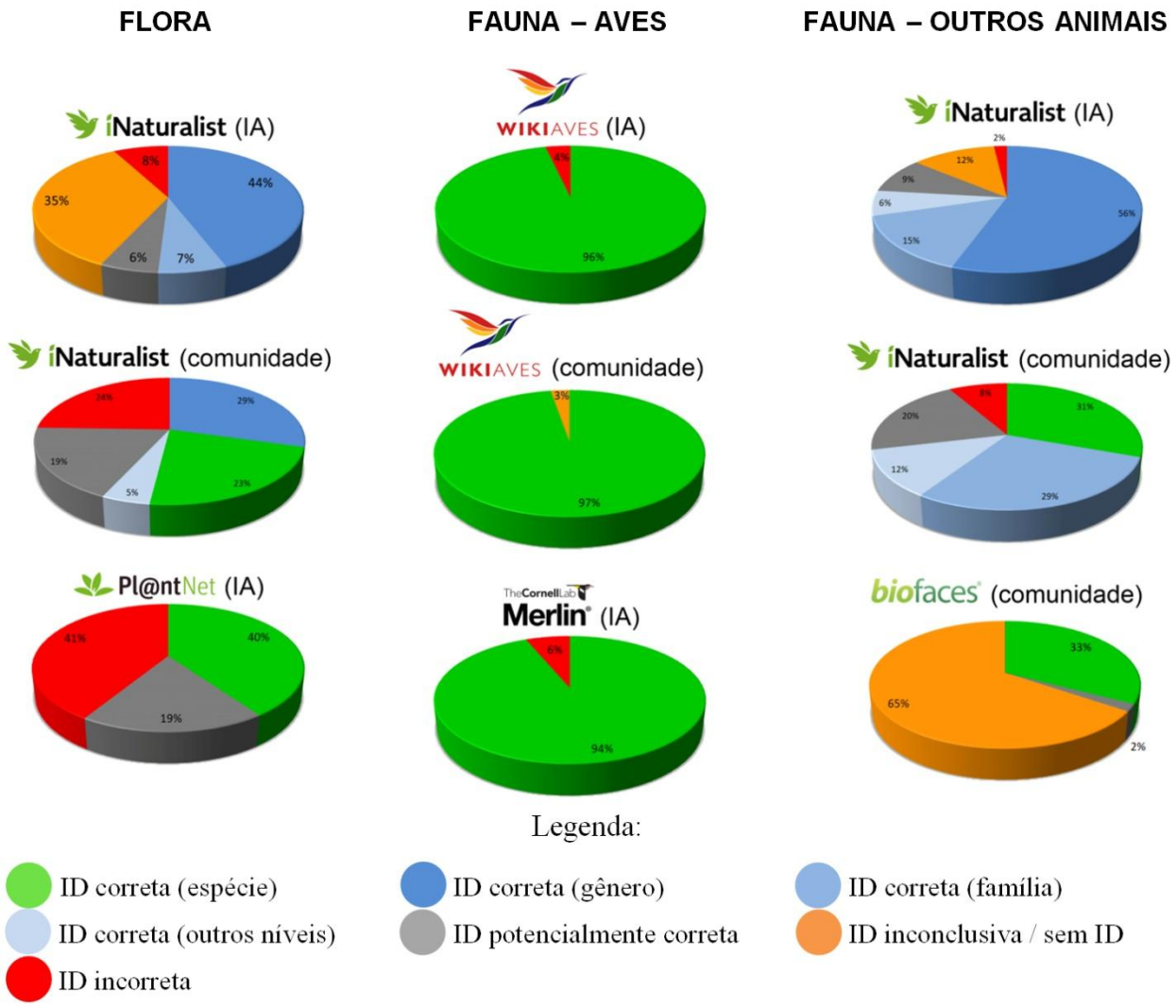


Figura 8 Representação gráfica dos resultados obtidos. (Fonte: dos autores).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das plataformas de ciência cidadã e de seus processos de identificação taxonômica à luz da Semiótica revela uma gama de possibilidades interpretativas. Este artigo busca dar alguns passos em um terreno ainda pouco explorado, demonstrando que a Semiótica peirceana pode fornecer subsídios para um aprofundamento mais extenso, permitindo novas análises e correlações.

Como discutido, as fotografias de espécimes biológicos são signos que representam objetos singulares no tempo e no espaço. A qualidade representacional dessas fotografias, bem como as informações espaço-temporais presentes em cada registro, desempenha um papel fundamental na precisão da identificação. Esses elementos atuam como filtros, refinando o processo até que se alcance o interpretante final, seja com a colaboração da comunidade ou com o auxílio da inteligência artificial. Uma vez classificado em algum nível taxonômico, o espécime representado pela imagem e o táxon a ela associado podem ser considerados objetos do signo, expandindo as informações disponíveis.

Compreender as relações Semióticas presentes neste campo específico da fotografia científica pode ser útil para aqueles que atuam na área e compartilham registros em plataformas de ciência cidadã. Além de representar uma oportunidade de expansão do conhecimento, possibilita o aprimoramento do olhar – tanto no momento da captura quanto no tratamento das imagens – entendendo que o processo de identificação taxonômica é facilitado quando certas características sígnicas da imagem são propositalmente evidenciadas.

Os resultados obtidos, não apenas a partir do experimento aqui realizado, mas com o uso da fotografia no projeto como um todo, permitiram concluir que a fotografia como uma ferramenta metodológica é viável e eficaz para documentar a biodiversidade de modo não invasivo, permitindo sua identificação e posterior catalogação em estudos ambientais onde a coleta de espécimes é desaconselhada. Além disso, a obtenção dos registros fotográficos em formato RAW preserva o máximo de informações relacionadas ao momento da captura, permitindo futuras análises e tratamentos de imagem que vão além do conhecimento e da tecnologia do presente. Desta forma, a fotografia adquire o status de arquivo científico, servindo como prova robusta da ocorrência daquele ser vivo no espaço e no tempo.

Nesse contexto, as plataformas de ciência cidadã, com sua multiplicidade de sistemas de identificação (interpretantes dinâmicos), podem ser consideradas aliadas dos pesquisadores, pois fornecem pistas sobre identificações “em aberto” ou validam uma identificação previamente estabelecida (interpretante final). Embora nem sempre essa identificação alcance o nível de precisão taxonômica ideal, como demonstrado pelo experimento, a publicação de fotografias nessas plataformas é um bom ponto de partida para que o processo possa ser aprofundado dentro ou fora delas, além de ser uma importante contribuição para outros pesquisadores.

Assim como no design participativo, a ciência cidadã promove a co-criação de soluções para problemas específicos (neste caso, a identificação taxonômica), expandindo o conhecimento científico com a participação ativa da comunidade e empoderando pessoas comuns, aproximando-as da ciência e dando-lhes voz e influência sobre decisões que antes se restringiam ao universo técnico/acadêmico. Quando aplicados juntos, esses conceitos podem fortalecer o envolvimento da comunidade em projetos científicos e de design, resultando em soluções mais relevantes e eficazes para os desafios enfrentados.

A realização do experimento com as plataformas de ciência cidadã também comprovou que há um maior engajamento da comunidade quando se trata da identificação de aves, e os sistemas de inteligência artificial para este grupo mostraram ser mais eficientes e precisos. Isso provavelmente reflete o fato de haver no Brasil um grande número de observadores e fotógrafos especializados em aves, com expressiva participação deste nicho nas plataformas. Com isso, não apenas se observa uma atuação mais efetiva de ornitólogos e ornitófilos nos processos de identificação mediados pela comunidade, como também as bases de dados utilizadas para treinar os sistemas de IA são, no geral, mais completas para aves do que para outros grupos de animais ou plantas, devido ao grande volume de registros fotográficos compartilhados.

É importante destacar, no entanto, a alta complexidade envolvida na identificação de seres vivos como artrópodes, aracnídeos e plantas, cujo número de espécies no Brasil é expressivamente maior do que o de aves, muitas delas apresentando alta similaridade visual. Para esses grupos numerosos e complexos em termos de identificação, a fotografia às vezes é insuficiente, e as plataformas ainda carecem de especialistas. Em casos assim, a validação externa por pesquisadores e taxonomistas altamente especializados continua sendo essencial. No experimento realizado, a identificação da flora nativa foi um grande desafio, sendo um bom exemplo das questões aqui colocadas.

Por fim, sugere-se a realização de estudos mais aprofundados, preferencialmente em áreas não antropizadas e com maior riqueza ambiental, para que se possa obter um maior número de imagens representando espécies da fauna e flora nativas do Brasil. A amostragem fotográfica de táxons incomuns ou ausentes em ambientes urbanos pode alterar significativamente as impressões obtidas nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. AFFOUARD, A. et al. Pl@ntNet app in the era of deep learning. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING REPRESENTATIONS (ICLR)*, 2017, Toulon. Anais […]. Toulon, 2017.

2. ALMEIDA, C. Tríades que rumam ao infinito: uma proposta de representação visual diagramática das categorias fenomenológicas em Peirce. *Lumina*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1-18, 2013. DOI: 10.34019/1981-4070.2013.v7.20914.

3. BARTHES, R. Le message photographique. *Communications*, Paris, n. 1, p. 127–138, 1961.

4. BIOFACES, 2024. *Quem somos*. Disponível em: <https://www.biofaces.com/about>. Acesso em: 27 jun. 2024.

5. BOONE, M. E.; BASILLE, M. Using iNaturalist to contribute your nature observations to science. *EDIS*, Gainesville, 2019.

6. *COMISSÃO DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL DA ARQUIDIOCESE DO RIO DE JANEIRO E DE SEU INTERESSE. Igreja do Bom Jesus da Coluna*. Disponível em: https://www.patrimoniohistoricoarqrio.org/product-page/igreja-do-bom-jesus-da-coluna. Acesso em: 18 mai. 2022.

7. CORREIA, F. A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. *Visualidades*, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 221-239, 2011.

8. ENGHOFF, H. What is taxonomy? – An overview with myriapodological examples. *Soil Organisms*, v. 81, n. 3, p. 441–451, 2009.

9. ECO, U. *Semiotics and philosophy of language*. Bloomington: Indiana University Press, 1984.

10. GUBERN, R. Mensajes Icónicos em la Cultura de Masas. Barcelona: Lumen, 1974.

11. HONORATO, M. C. Descrição topográfica e histórica da Ilha de Bom Jesus e do Asilo dos Inválidos da Pátria / Pelo seu capelão Manoel da Costa Honorato. - ed. fac-sím. - Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora - BIBLIEx, 2019. 152 p.

12. INATURALIST, 2024. About. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/pages/about>. Acesso em: 27 jun. 2024.

13. INATURALIST, 2023. What is the CommunityTaxon? Disponível em: <https://help.inaturalist.org/en/support/solutions/articles/151000173076-what-is-the-community-taxon->. Acesso em: 27 jun. 2024.

14. MARTINEAU, M. et al. A survey on image-based insect classification. *Pattern Recognition*, v. 65, p. 273-284. 2017.

15. MARTINO, E. Referenz und Invarianz in der Photographie. *Zeitschrift für Semiotik*, v. 7, p. 9–25, 1985.

16. MERLIN. The story. [s.d.]. Disponível em: <https://merlin.allaboutbirds.org/the-story/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

17. MERREL, F.; QUEIROZ, J. Borges e as categorias lógico-fenomenológicas de Peirce. *Alea*, v. 10, n. 2, p. 288-303, jul./dez. 2008.

18. PEIRCE, C. S. *Collected papers*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931–1958. v. 1–8.

19. PEIRCE, C. S. *Writings of Charles S. Peirce: a chronological edition*. v. 1: 1857–1866; v. 2: 1867–1871**.** Bloomington: Indiana University Press, 1982–1989. (citado como CP, seguido pelo número do volume).

20. ROSSELLÓ-MÓRA, R. Taxonomy. In: MURIEL, G. (ed.). Encyclopedia of Astrobiology. Berlin: Springer-Verlag, 2011. p. 1648–1649.

21. SANTAELLA, L. O que é Semiótica. São Paulo: Brasiliense, 1983.

22. SANTAELLA, L; NÖTH, W. Introdução à Semiótica: passo a passo para compreender os signos e a significação. São Paulo: Paulus, 2017.

23. SANTAELLA, L; NÖTH, W. Imagem: cognição, Semiótica, mídia. São Paulo: Editora Iluminiras, 1997.

24. SANTOS, R.; AGAREZ, F.; NORONHA, F. *Projeto Parque Frei Veloso: levantamento detalhado dos solos campus da Ilha do Fundão UFRJ*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 69 p. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa; n. 19).

25. SILVA, W. S. O Estatuto documental da fotografia na era digital. *Artciencia.com*, 19, p. 1–10, jul-dez. 2015.

26. SEPPÄNEN, J.; VÄLIVERRONEN, E. Visualizing Biodiversity: The Role of Photographs in Environmental Discourse. *Science as Culture*, v. 12, n. 1, p. 59–85, 2003.

27. TOLEDO, K. Ao menos 70% das espécies da Terra são desconhecidas. Agência FAPESP. 2013. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/ao-menos-70-das-especies-da-terra-sao-desconhecidas/16867/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

28. WIKIAVES, 2024. Como o Wikiaves funciona? Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/wikiaves:como_o_wikiaves_funciona>. Acesso em: 27 jun. 2024.