

Ações do CEPERJ para o registro, coleta e monitoramento de fauna silvestre em Unidades de Conservação e rodovias do estado do Rio de Janeiro

CEPERJ's actions to record, collect and monitor wildlife in Conservation Units and highways in the State of Rio de Janeiro, Brazil

Yuri G. Maia
Fernanda Menezes
Vanessa Domingues
Anderson Namen
Natalie Olifiers
Vanessa Ingrid Carvalho Saraiva
Cecilia Bueno

Resumo

Os órgãos ambientais e de fiscalização do estado do Rio de Janeiro são carentes de instrumentos para a aquisição e integração de dados sobre biodiversidade. O uso de tecnologias na construção desses instrumentos e a integração com a ciência-cidadã e grupos de pesquisa científica podem otimizar o trabalho, impulsionando a aquisição de conhecimento por intermédio de redes colaborativas. Neste artigo, são apresentados produtos para obtenção e tratamento de dados para monitoramento da fauna atropelada, e aplicativos para a aquisição, tratamento e integração de dados sobre a biodiversidade no estado do Rio de Janeiro. Estas ferramentas têm aplicabilidade particularmente importante para Unidades de Conservação e seus arredores. Para a definição dos requisitos dos aplicativos desenvolvidos, foram identificados os atores e seus papéis junto ao aplicativo móvel de monitoramento de fauna atropelada, assim como os casos de uso com os quais estes interagem. O aplicativo móvel "RJ é o Bicho" permite o monitoramento sobre a fauna do estado do Rio de Janeiro, com entrada de dados em três linhas: monitoramento de animais atropelados, monitoramento de fauna e acervo de espécimes. É fundamental fomentar a integração de informações, a formação de redes colaborativas e a aplicação de tecnologias para que o conhecimento adquirido possa ser efetivamente utilizado para a conservação e manejo da biodiversidade no estado.

Palavras-chave

Monitoramento de Fauna. Atropelamento de Fauna. Ciência Cidadã. Ecologia de Estradas. Mata Atlântica. Unidades de Conservação. Áreas Protegidas.

Abstract

Public environmental agencies of the state of Rio de Janeiro lack instruments for the acquisition and integration of data on biodiversity. The use of technologies in the construction of these instruments and the integration with citizen science and scientific research groups can optimize the work, boosting the acquisition of knowledge through collaborative networks. We developed products for acquiring and processing data for monitoring roadkilled fauna, and applications for acquiring, processing and integrating data on biodiversity in the state of Rio de Janeiro. These tools have particularly important applicability for Conservation Units and their surroundings. In order to define the requirements of the developed applications, the actors and their roles in the mobile app for monitoring roadkill were identified, as well as the use cases with which they interact. The mobile application "RJ é o Bicho" allows the monitoring of the fauna of the state of Rio de Janeiro, with data entry in three lines: monitoring of roadkilled vertebrates, monitoring of fauna and specimen collections. It is essential to encourage the integration of information, the formation of collaborative networks, and the application of technologies so that the acquired knowledge can be effectively used for the conservation and management of biodiversity in the state.

Keywords

Wildlife monitoring. Fauna Roadkill. Citizen Science. Road Ecology. Atlantic Forest. Conservation units. Protected Areas.

1. Introdução

As Unidades de Conservação (UCs) exercem papel fundamental, uma vez que promovem a proteção de espécies ameaçadas de extinção, a preservação e a restauração da biodiversidade, proporcionam meios para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental, reintrodução e reprodução de espécies nativas, entre outros (Henry-Silva, 2005). Todavia, muitas vezes as informações sobre a biodiversidade dessas UCs estão fragmentadas, dificultando a obtenção e análise de dados para a proposição e implementação de estratégias de conservação da biodiversidade. Atualmente, não há padronização e armazenagem de dados pelo estado, o que dificulta a criação de planos, elaboração ou adequação de políticas públicas e planejamento em nível estratégico.

Cicchi *et al.* (2018) apontam que o monitoramento da fauna é um procedimento fundamental para auxiliar nas estratégias que visam a conservação de espécies em áreas ameaçadas.

Dentre os diversos impactos sofridos pelas áreas naturais – inclusive UCs – estão as rodovias e estradas que cortam ou margeiam estas áreas. As rodovias e estradas geram impactos diversos sobre a fauna, como interferência na procura por novos territórios, na reprodução, e na busca por recursos alimentares e água pois, ao cortarem o território, convertem-se em barreiras físicas (Bueno *et al.*, 2012; Bager, 2013; Johnson *et al.*, 2022; Marques *et al.*, 2022). O atropelamento se torna ainda mais prejudicial para as espécies que se encontram em ameaça de extinção e com populações reduzidas (Forman; Alexander, 1998). Neste sentido, o monitoramento da fauna atropelada é essencial para a prevenção e mitigação de acidentes envolvendo animais silvestres. É crucial que as rodovias apresentem segurança para os motoristas e que sua gestão esteja voltada não somente para a mitigação de acidentes por causas naturais e falhas humanas, mas também por causas decorrentes de interações das estradas com a fauna silvestre. Embora diversas UCs sejam cortadas ou margeadas por rodovias, o monitoramento de fauna atropelada muitas vezes ou não é realizado, ou não há uma metodologia padronizada para a coleta de informação, tampouco uma estrutura para que os dados sejam integrados e disponibilizados aos interessados na gestão e conservação da biodiversidade. Assim, além de sofrerem vários impactos de origem antrópica, a ausência de um banco de dados único sobre biodiversidade dificulta a integração de informações obtidas nas UCs e seus arredores.

2. Contextualização e o desenvolvimento do aplicativo

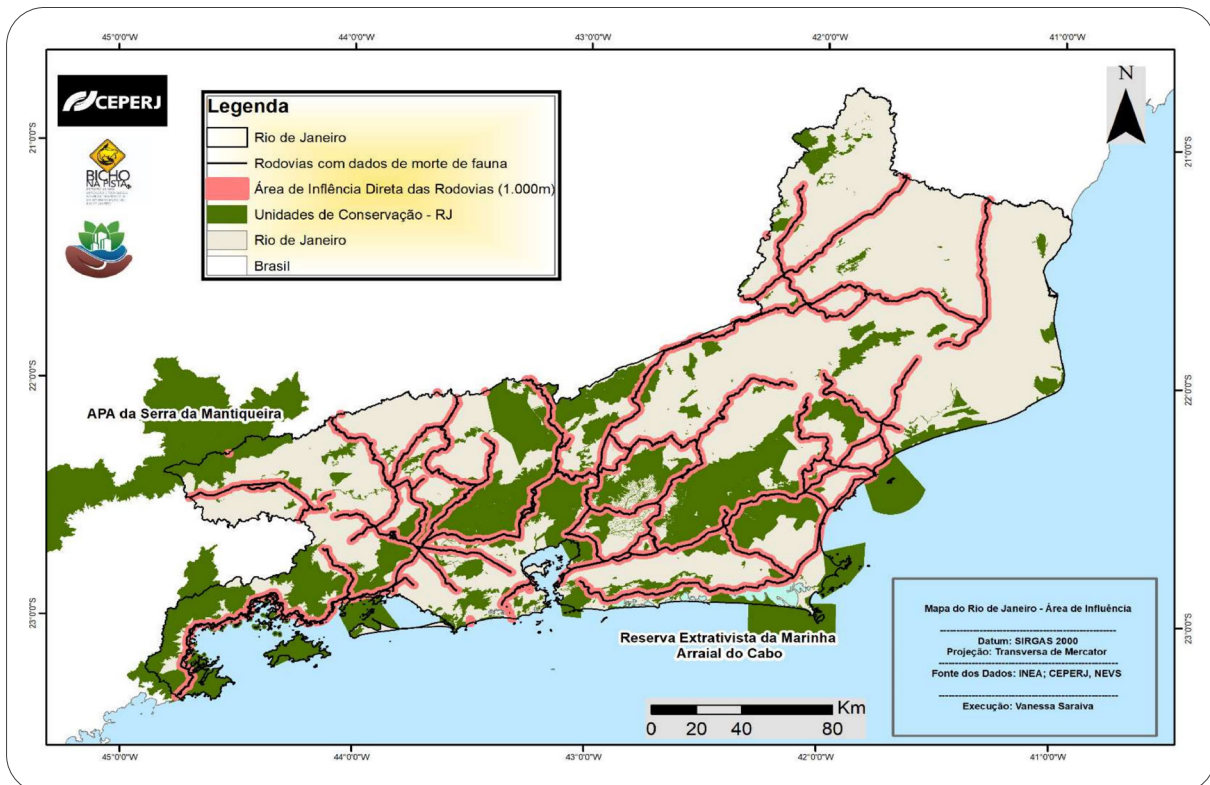
A criação e implantação de UCs compõem um dos elementos centrais de estratégias de conservação da natureza. A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabeleceu critérios e normas para a criação destas áreas protegidas. Para que uma UC cumpra seus objetivos, é preciso que ela seja implantada e corretamente manejada, sendo o Plano de Manejo uma ferramenta indispensável.

O Plano de Manejo é o instrumento norteador das atividades a serem desenvolvidas na UC e na sua zona de amortecimento. Definido no artigo 2º da Lei Federal nº 9.985/2000 como "documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade", é por meio dele que o gestor baseia suas decisões. Portanto, o Plano de Manejo apresenta a sistematização do conhecimento sobre o meio físico e biológico da UC, assim como informações referentes às características sociais e econômicas que a envolvem. O conhecimento gerado subsidia a definição das ações necessárias para a implantação da UC, proporcionando o cumprimento dos objetivos definidos para a sua criação. Ressalta-se que, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013) o plano de manejo deve ser elaborado em um prazo máximo de cinco anos, após a criação de uma UC. Toda unidade deve ter um plano de manejo, que deve ser elaborado em função dos objetivos gerais pelos quais ela foi criada.

Conforme o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2022), o planejamento do plano deverá ser gradativo, contínuo, flexível e participativo, pois a evolução dos conhecimentos sobre os recursos da UC condiciona a ampliação e o aprofundamento das ações de manejo sobre os seus recursos. É contínuo, porque cada nova fase sempre englobará os conhecimentos e as ações da fase precedente. Ainda, o plano caracteriza-se por ser flexível ou adaptativo, porque sua estrutura apresenta a possibilidade de agregar novos conhecimentos e eventuais correções ao manejo durante a implementação de qualquer das fases. E, finalmente, é participativo, porque sua elaboração prevê o envolvimento da sociedade, através das Oficinas de Planejamento. Além disso, no caso de UCs, sua estrutura prevê ações no entorno das unidades visando à interação das populações vizinhas e à melhoria da sua qualidade de vida. Segundo os dados do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS Ecológico), em 2022 o estado do Rio de Janeiro apresentou 621 UCs, das quais 324 eram municipais; do total, 87% não apresentaram planos de manejo (FUNDAÇÃO CEPERJ, 2022). O monitoramento da fauna nas UCs é particularmente importante, não só pela relevância dessas áreas para a conservação das espécies silvestres, como contribui para a atualização constante de planos e medidas efetivas, além de compor requisitos científicos e de objetivos internacionais, como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Muitas UCs são cortadas ou margeadas por estradas e/ou rodovias, que afetam os ecossistemas nativos (Figura 1). O estado do Rio de Janeiro (ERJ) possui mais de 6 mil quilômetros de rede rodoviária e, apesar de ser relativamente pequeno em relação a outros estados do Sudeste como São Paulo e Minas Gerais, possui elevado fluxo de veículos, especialmente em épocas de feriados, apresentando uma frota de 7.239.984 veículos, o que representa a terceira maior frota estadual do Brasil (Ministério das Cidades, 2021). Na Figura 1, as rodovias apresentam uma área de influência direta de 1.000 metros, como sugerido por Forman *et al.* (2003), que entenderam que a abertura e uso de uma rodovia exerce impactos mais amplos do que apenas as faixas e pistas existentes.

Figura 1 – Mapa das Rodovias Estaduais e Federais do ERJ, com suas áreas de influência, que possuem dados de monitoramento de fauna silvestre atropelada, e as UCs do entorno e próximas

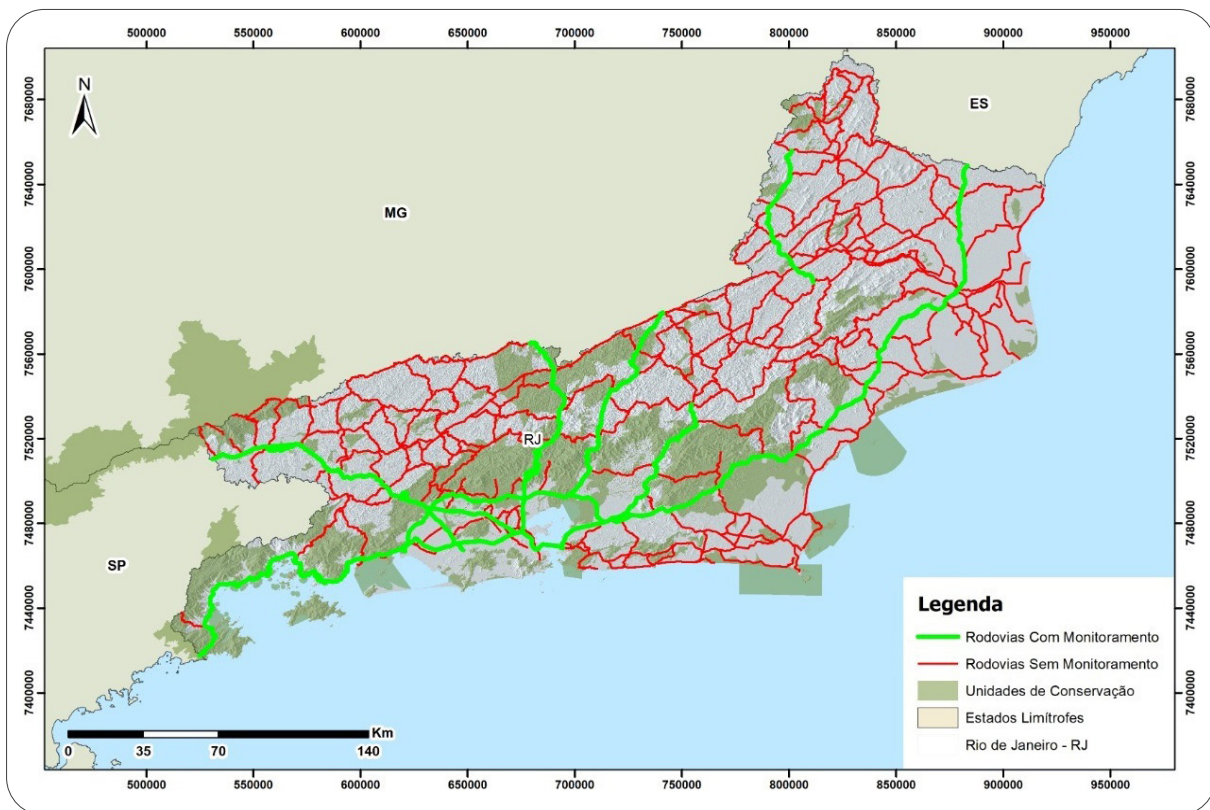


Fonte: CEPERJ (2022)

O atropelamento de animais silvestres tem impactos diversos nas populações desses animais, podendo contribuir para a extinção local de espécies (Grillo *et al.*, 2021). Estima-se que ocorram 17 atropelamentos por segundo, 1.300.000 por dia, e 475.000.000 nos 1,7 milhões de quilômetros de estradas existentes em todo o Brasil, sendo mais de 50% na região Sudeste (ENVIRONBIT, 2021). Vertebrados silvestres terrestres (mamíferos, aves, répteis e anfíbios) costumam ser especialmente afetados, com maior frequência de atropelamentos de espécies de pequeno a médio porte, e maiores prejuízos e fatalidades humanas nos casos de animais de médio a grande porte. Os custos anuais com acidentes causados pelo atropelamento de fauna são altos. Só no estado de São Paulo, por exemplo, os prejuízos anuais com atropelamento de fauna silvestre e doméstica é de R\$ 56.550.642 (Abra *et al.*, 2019).

Ainda são poucos os monitoramentos de fauna silvestre atropelada realizados no estado (Figura 2), e os que são feitos costumam ser desempenhados por grupos de pesquisa independentes. Esta escassez dificulta o controle e a ação que devem ser feitos para mitigar os atropelamentos. As estratégias de mitigação, quando existem, geralmente são realizadas pelas próprias concessionárias das rodovias ou UCs em que ocorrem os atropelamentos. O conhecimento sobre os atropelamentos de fauna silvestre no estado do Rio de Janeiro favorece a gestão da conservação de sua biodiversidade e fornece informações importantes para a gestão das UCs, tanto em relação à presença de espécies exóticas e introduzidas como para a gestão das rodovias.

Figura 2 – Comparativo de rodovias com monitoramento de atropelamento de fauna no estado do Rio de Janeiro (2010-2022)



Fonte: CEPERJ (2022)

A falta de um banco de dados único, comum a órgãos públicos e privados e pesquisadores, dificulta a integração, produção e disseminação de informações, por vezes consolidadas por pesquisadores e por vezes por órgãos públicos. Atualmente, não há padronização e armazenamento de dados pelo estado, dificultando ainda mais a criação de planos, elaboração ou adequação de políticas públicas e planejamento em nível estratégico. Considerando as diferentes esferas de gestão e quadros reduzidos de servidores para monitorar as UCs, fica evidente a necessidade do uso de tecnologias para auxiliar a gestão e acelerar o pro-

cesso de obtenção de informação. A colaboração entre órgãos de gestão e academia pode maximizar não somente a produção científica, como também contribuir para o gerenciamento adequado das áreas protegidas e para a conservação da biodiversidade. Além disso, considerando também o apoio da sociedade civil, uma rede colaborativa pode aumentar significativamente o conhecimento sobre a questão, ampliando o repertório de abordagens e a obtenção de dados primários, e provendo o acesso mais fácil à comunidade científica, além de envolver diretamente a população interessada. Neste contexto, as novas tecnologias surgem com diversas possibilidades, incluindo redes de colaboração e ciência cidadã.

Nessa perspectiva, os produtos gerados pelos projetos "Bicho na Pista" e "Rio de Janeiro é o Bicho", desenvolvidos no âmbito da Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ), em 2020 e 2021, se aplicam à obtenção e tratamento de dados de biodiversidade em UCs e em rodovias do estado do Rio de Janeiro. O material e as tecnologias para a obtenção, armazenamento, organização e tratamento de dados relacionados ao atropelamento de fauna e acervo de biodiversidade são descritos a seguir.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto foram realizados estudos metodológicos (Bager; Rosa, 2011; Collinson *et al.*, 2014; Brasil, 2023) nas áreas de monitoramento de fauna silvestre atropelada e sistemas de informação e apoio à decisão.

3.1 Monitoramento de fauna silvestre atropelada

Foi proposta uma metodologia padronizada para a obtenção de dados para monitoramento da fauna atropelada nas rodovias, com aplicabilidade inclusive aos trechos que cortam ou margeiam UCs. Nesse sentido, optou-se por realizar treinamentos de guarda-parques, gestores de UCs, secretários de meio ambiente, guardas florestais e demais envolvidos na conservação de fauna do ERJ. Para apoiar esse treinamento, foi produzido um formulário para o registro padronizado dos vertebrados atropelados (Figura 3).

Figura 3 – Formulário para o registro de atropelamento de espécimes da fauna de vertebrados desenvolvido durante o projeto *Bicho na Pista*

FORMULÁRIO PARA O REGISTRO DE ATROPELAMENTO DE ESPÉCIMES DA FAUNA

Nome do empreendimento: _____

Nome do coletor: _____ **Nº do formulário:** _____

Data de coleta: _____ **Horário:** _____ **Tipo de registro:** _____

Sentido da via: _____ **Km:** _____

Município: _____ **UF:** _____

Coordenadas: **Latitude (S)** _____ **Longitude (O)** _____

Tipo de via: _____ **Número de pistas:** _____ **Número total de faixas:** _____

Tipo de pavimento: Pavimento rígido (concreto, asfalto) Não pavimentada (estrada de terra ou similar)

Divisão entre pistas: Sem divisão Canteiro divisorio Defesa metálica Barreira rígida (New Jersey)

Monitoramento realizado: A pé Bicicleta Veículo motorizado

Número de pessoas monitorando: _____ **Velocidade de monitoramento:** _____ **Velocidade máxima permitida no trecho:** _____

Trecho com alguma intervenção? Sim Não **Se sim, qual?** _____

Vazamento de granel alimentício na pista? Sim Não **Se sim, qual?** _____

Grupo taxonômico: Anfíbio Réptil Ave Mamífero Não sei

Nome científico: _____ **Nome comum:** _____

Sexo: Macho Fêmea Não sei

Animal em UC? Sim Não **Se sim, qual?** _____

Condição do animal: Vivo Morto

Encontrado em: Pista de rolamento Retorno/acesso Acostamento Refúgio

Animal vivo: Visualização na via Afugentamento/Realocação

Causa da morte: Atropelamento Outras razões _____

Destinação: Atendimento veterinário Descarte Instituição depositária

Se encaminhado à instituição, qual? _____

Condições do tempo: Sem chuva Chuva fina Chuva forte

Presença de lago, rio ou riacho? Sim Não **Não sei** _____

Vegetação no entorno: Vegetação baixa Capim alto Arbustos e árvores Floresta Sem vegetação

Fotos: _____

Observações gerais: _____

Fonte: Acervo CEPERJ, 2021

3.1.1 Sistemas de informação e apoio à decisão

3.1.1.1 Definição dos requisitos do aplicativo móvel para coleta de dados de fauna, atropelamentos de fauna e acervo

Para a definição dos requisitos do aplicativo móvel desenvolvido, inicialmente foram identificados três diferentes atores que interagem com o aplicativo :

1) Cidadão Coletor: usuário que deseja registrar informações de avistamento de fauna silvestre e de ocorrências de atropelamento, não possuindo, necessariamente, conhecimentos mais aprofundados sobre as espécies. Sua identificação é opcional e seu perfil é caracterizado pelo desejo de coletar os dados da forma mais simples e ágil possível, sem a necessidade de preenchimento de muitos dados. De modo geral, são usuários que se integram ao conceito de ciência cidadã e que buscam auxiliar os pesquisadores ao registrar e compartilhar informações, sem necessariamente possuir conhecimentos sobre a temática;

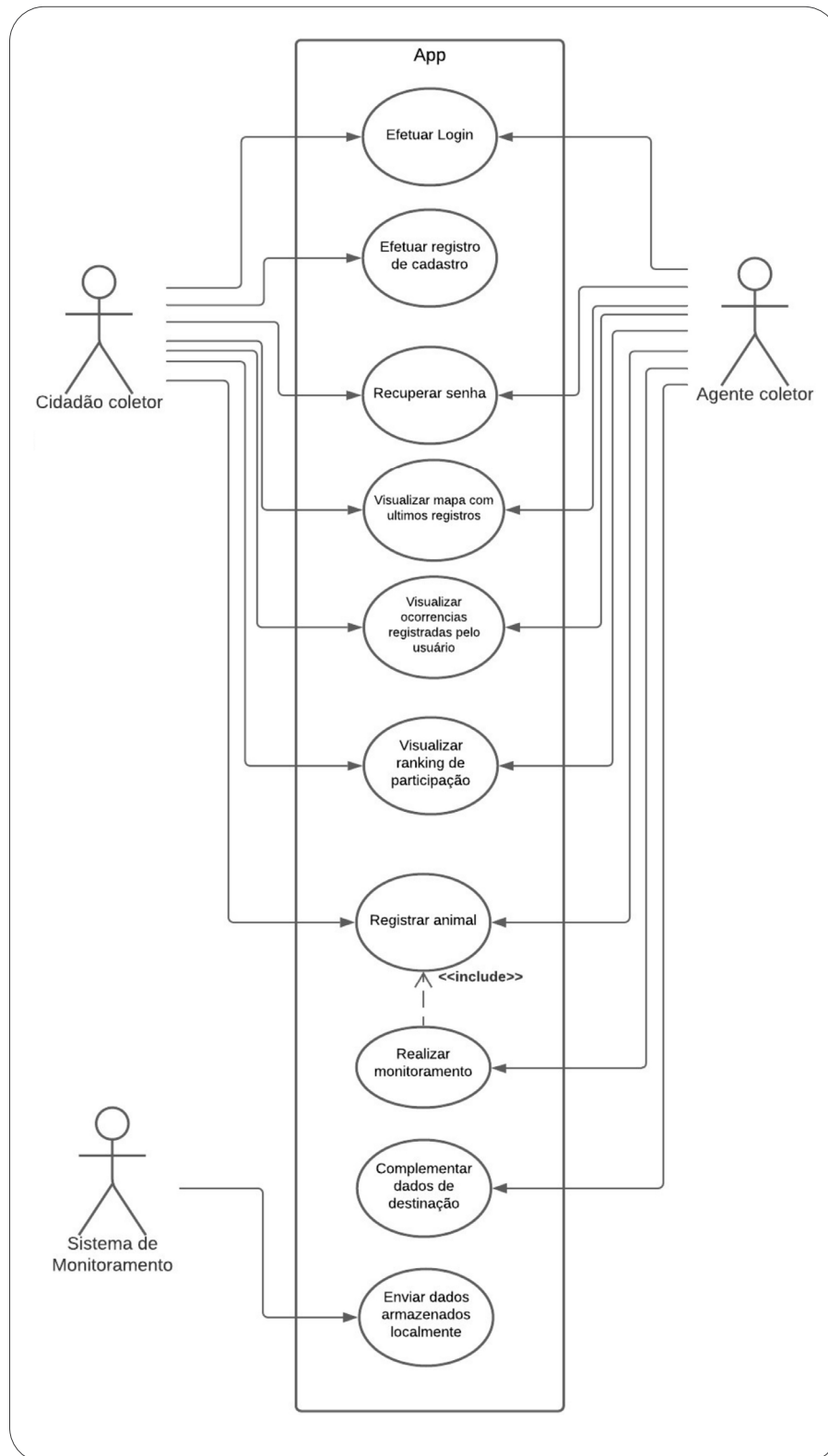
2) Agente Coletor: usuário obrigatoriamente cadastrado e previamente validado pelo administrador do sistema (identificado pelo respectivo login), que possui a função de coletar dados que registrem, em detalhes, as informações sobre as ocorrências registradas, como classe taxonômica, nome científico/comum da espécie e detalhes do local do avistamento/atropelamento. Estes atores devem ser capacitados previamente para a utilização da ferramenta. Podem ser pesquisadores, agentes públicos (por exemplo, policiais rodoviários) ou funcionários que atuam em funções operacionais nas rodovias.

3) Gestor de conectividade: componente não humano que realiza as funções de gerenciamento de questões relacionadas à disponibilidade de conexão com a rede. Trata-se de um processo que fica ativo no sistema, sendo por isso considerado um ator não humano, de modo que possa identificar se há ou não rede disponível, permitindo decidir se os dados devem ser gravados no dispositivo local (*smartphone*), em caso de falta de conexão, ou se, a partir da retomada da conexão, os dados devem ser enviados para armazenamento na nuvem. Mais informações sobre atores não humanos podem ser encontradas em Larman (2007) e Pressman e Maxim (2016).

Cabe ressaltar que, além desses três atores, considera-se a existência de um integrante adicional, que não realiza uma interação direta com o aplicativo móvel, mas que tem o papel de validar os dados registrados pelos usuários do aplicativo móvel, especialmente no que tange à identificação das espécies registradas nos atropelamentos. Esse ator precisa ter conhecimento amplo de fauna silvestre e realizará a validação por intermédio de um *website*, apresentado em 4.1, que possibilita o acesso aos dados registrados pelo aplicativo móvel. Pelo fato de não interagir diretamente com o aplicativo móvel, mas sim com outra plataforma de interação (*website*), o papel desse indivíduo será detalhado adiante.

O processo de identificação de requisitos na engenharia de software utiliza, como uma de suas principais técnicas, o artefato denominado Caso de Uso (CDU), que consiste em uma sequência de eventos necessários para a concretização de um determinado processo relacionado ao domínio considerado na solução sistêmica a ser desenhada. Um dos primeiros passos, para a obtenção de uma visão geral do escopo do sistema a ser desenvolvido, consiste na criação de Diagramas de CDUs. Estes diagramas ilustram o conjunto de CDUs para um sistema, os atores e a relação entre os últimos e os primeiros (Pressman; Maxim, 2016). Neste tipo de diagrama, os CDUs são ilustrados em elipses e os atores como figuras de traço simples (palitos), e constam também linhas de comunicação entre ambos, indicando quais atores podem interagir com os CDUs. O diagrama que ilustra o escopo do aplicativo de coleta de dados é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Diagrama de CDUs – Aplicativo de coleta de dados



Fonte: CEPERJ

3.1.1.2 Infraestrutura disponibilizada para apoio aos sistemas de informação desenvolvidos

A infraestrutura computacional utilizada pela Fundação CEPERJ baseia-se na plataforma de computação em nuvem Microsoft Azure. Em relação ao *website* desenvolvido, optou-se por representar o portal em duas versões. Uma pública, com informações que podem ser disponibilizadas ao público em geral, na qual

as informações são limitadas conforme definido pela equipe da Coordenadoria de Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (COOPRUA). A outra versão do portal, privada, é mais completa, com informações detalhadas, visando alcançar um público técnico a ser definido pela coordenação. Para acesso a esta versão o usuário precisa de login e senha distribuídos pela equipe técnica a ser definida pela Fundação CEPERJ.

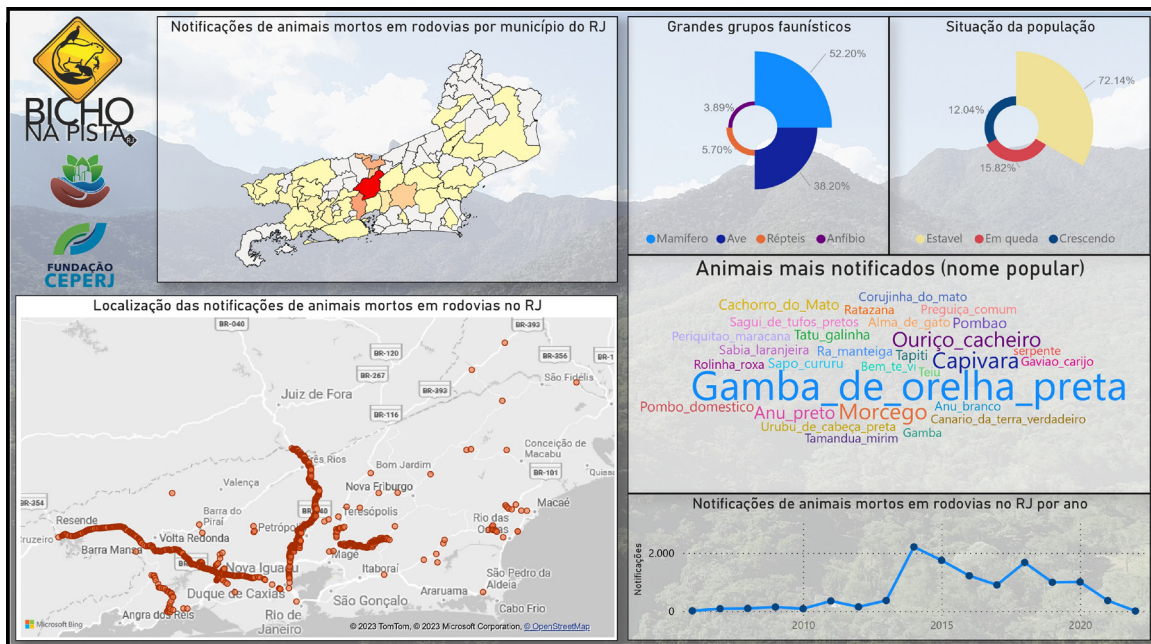
4. Resultados e Discussão

Em novembro e dezembro de 2021, foram realizados treinamentos com aproximadamente 17 atores, como guarda-parques, gestores de UCs, secretários de meio ambiente, guardas florestais e demais envolvidos na conservação de fauna do estado do Rio de Janeiro: Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima; Reserva de Vida Silvestre Serra da Estrela; Reserva Biológica Araras; Parque Estadual dos Três Picos; Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis. O material didático para o treinamento foi produzido no projeto Bicho na Pista e disponibilizado no treinamento realizado em 2022 (<https://www.ceperj.rj.gov.br/>). O treinamento envolveu todos os passos necessários para o monitoramento, registro e coleta de informações e espécimes atropelados em vias que cortam ou margeiam UCs no estado, sendo utilizado o formulário de fauna atropelada (Figura 3). Esse formulário foi inserido em um Manual de Capacitação para Monitoramento de Fauna Atropelada (<https://projetos.ceperj.rj.gov.br/rj-e-o-bicho/>), que explica todos os procedimentos de coleta de dados, desde a visualização do animal atropelado até o seu destino, esteja este vivo ou morto.

4.1 Sistemas de informação e de apoio à decisão

Num primeiro levantamento, realizado em 2021, foram identificadas as espécies atropeladas através dos dados cedidos por pesquisadores e concessionárias, e estes foram reunidos e tabulados, o que gerou um primeiro banco de dados. Foram disponibilizados painéis de análise (*dashboards*) através da ferramenta Power BI, possibilitando interações, realização de filtros sobre os dados e análises exploratórias diversas (Figura 5) através de acesso direto e interação com o site, pelo endereço: <https://projetos.ceperj.rj.gov.br/>.

Figura 5 – Dashboard com registros de atropelamento por grupo faunístico



Fonte: Site CEPERJ, 2021

Cabe ressaltar que os *dashboards* desenvolvidos até a publicação deste artigo apresentam informações consolidadas que permitem a identificação de algumas tendências como, por exemplo, maior concentração de atropelamentos de espécies em determinados locais. Espera-se, em um segundo momento, a partir da coleta

de dados pelo aplicativo desenvolvido, obter maior detalhamento das informações, o que permitirá realizar análises de outras variáveis para apoiar a tomada de decisão. Nesse sentido será possível, por exemplo, relacionar os atropelamentos com as condições do entorno do local da ocorrência (velocidade máxima permitida no local, se havia chuva no momento do atropelamento, se há acostamento ou cerca no entorno, se houve vazamento de carga de caminhão antes do atropelamento, entre outras informações). Espera-se também, em um momento posterior da pesquisa, a realização de análises georreferenciadas mais aprofundadas, o que possibilitará fazer correlações entre os atropelamentos de determinadas espécies e as características ambientais no entorno (por exemplo, existência de córregos/rios, características da vegetação, existência de vales/montanhas etc.).

Objetivando a coleta e a classificação de dados, foi criado um aplicativo móvel para a interação da população, denominado *RJ é o BICHO*, que conta com entradas de dados do cidadão coletor (informações públicas) e técnicos do estado, agentes de UCs ou empresas e pesquisadores (informações privadas).

Esta aplicação tem como objetivo coletar e armazenar dados para subsidiar o monitoramento sobre a fauna do Estado do Rio de Janeiro, com relação a três linhas de pesquisa, monitoramento de animais atropelados (Figura 6), monitoramento de fauna (Figura 7) e acervo de espécimes (Figura 8)

Figura 6 – Monitoramento de animais atropelados pelo aplicativo RJ é o BICHO



Fonte: CEPERJ

Figura 7 – Monitoramento de fauna pelo aplicativo RJ é o BICHO



Fonte: CEPERJ

| Usuário Público

| Usuário Público

Figura 8 – Acervo de espécimes pelo aplicativo RJ é o BICHO

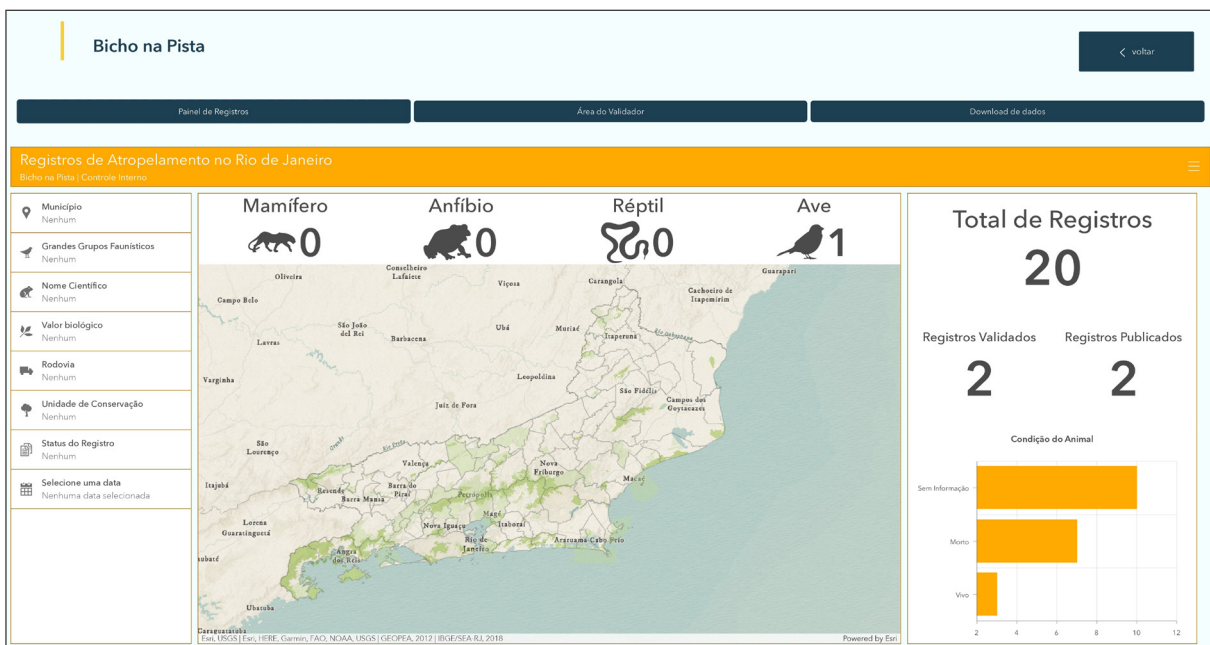


Fonte: CEPERJ

O app dá automaticamente a localização do atropelamento ou avistamento do animal, permite a inserção de fotos, tem integração com o website, por meio do qual os profissionais com expertise em fauna silvestre têm acesso aos dados coletados para validá-los posteriormente. Para o usuário restrito, o app permite, além da entrada de dados, realizar o monitoramento sistemático, que consiste na entrada de dados em diferentes pontos ao longo de uma rota percorrida em um determinado intervalo de tempo.

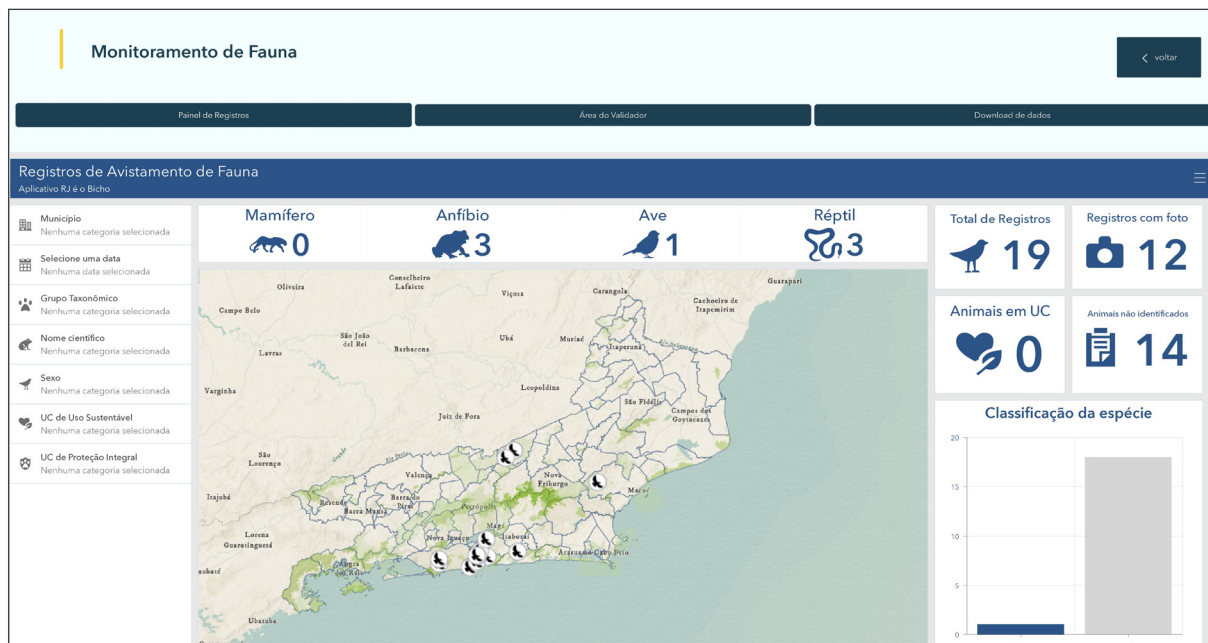
Os mecanismos/ferramentas supracitados foram criados no contexto da realidade do estado do Rio de Janeiro, mas podem servir de modelo, sendo que a ferramenta já prevê a aplicação em outros contextos e regiões do Brasil, usando a localização do ponto (Figuras 9 e 10).

Figura 9 – Interface do website RJ é o BICHO e registros fauna (atropelada)



Fonte: CEPERJ

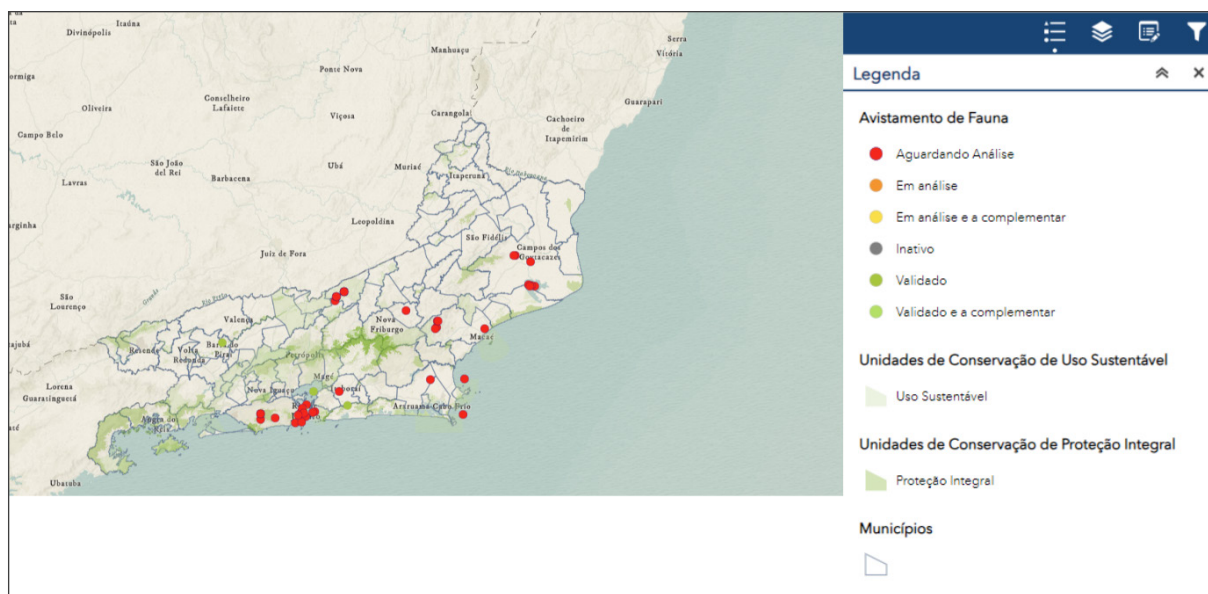
Figura 10 – Interface do website RJ é o BICHO e registros de fauna (avistada)



Fonte: CEPERJ

Por meio do website, o usuário comum pode verificar os dados coletados, e os usuários administradores (agentes de UCs, pesquisadores e pontos focais de órgãos do governo) podem validar as informações. Além disso, há um ambiente para discussões técnicas sobre as informações disponíveis. Ressalta-se que os usuários administradores são especialistas e têm sua permissão de acesso ao sistema pela Fundação CEPERJ. A Figura 11 mostra a área com os pontos em vermelho, aguardando a validação dos dados inseridos.

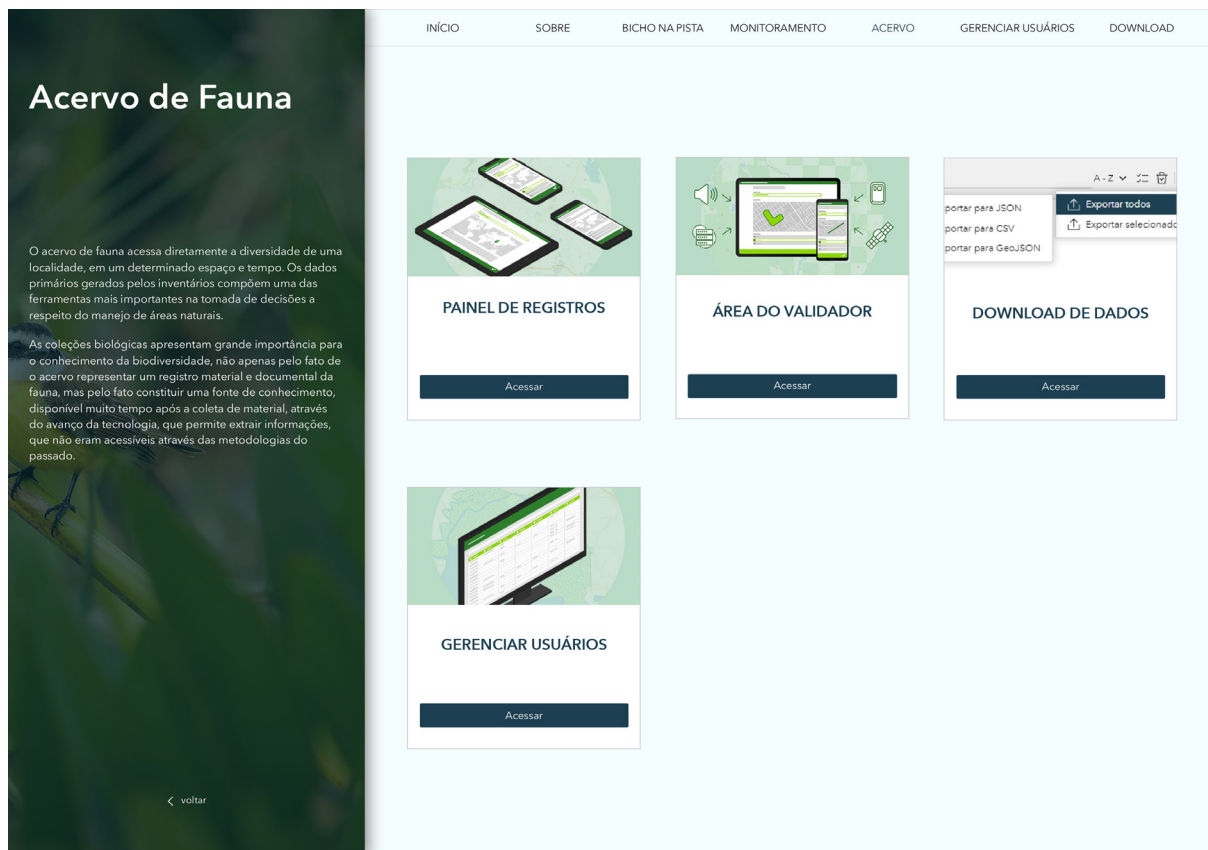
Figura 11 – Área do validador



Fonte: CEPERJ

Como produto final, foi disponibilizado no aplicativo o registro do acervo. Com esse recurso, o pesquisador ou a instituição que tiver um acervo físico, poderá migrar para o digital usando o celular, e terá as informações salvas, compartilhando-as com a rede restrita da aplicação (Figura 12).

Figura 12 – Área para validar informações sobre acervo



Fonte: CEPERJ

A partir da coleta de dados e suas respectivas análises, o app será um ferramental que potencializará as ações de mitigação de atropelamento de fauna, uma vez que facilitará o registro das ocorrências e sua posterior análise, apoiando a tomada de decisão e a proposição de soluções. Além disso, expande-se o conhecimento sobre a ecologia de vertebrados nativos, exóticos e/ou invasoras no estado.

A proposta do aplicativo e do *website* que dará acesso às informações coletadas visa criar um único e maior banco de dados sobre a fauna no estado, gerando um ambiente de troca de conhecimento entre os entes do estado, população e acadêmicos. Diversos desafios podem ser encontrados. No que tange à população, pode-se citar a aderência ao uso da aplicação. No que diz respeito aos órgãos e acadêmicos, a disseminação eficaz das informações levantadas e guardadas.

5. Conclusão

O estado do Rio de Janeiro enfrenta um grande desafio no que se refere ao atropelamento de fauna e levantamento de informações básicas necessárias para a conservação da biodiversidade nas UCs. A inexistência de uma base de dados, sistematização e parâmetros para o levantamento dessas informações corrobora com a problemática levantada. Com uma malha rodoviária extensa e com pouca cobertura de monitoramento, fica evidente que é necessária uma política forte voltada para esse tema.

No que diz respeito à fauna no estado, há alguns levantamentos feitos por pesquisadores, porém sem um amplo banco de fauna estadual, seja fauna silvestre em vida livre, seja fauna atropelada, gerando dificuldade em acessar as poucas bases existentes. Cabe ressaltar que o aplicativo é uma ação pioneira do estado do Rio de Janeiro, especialmente no que se refere aos dados da fauna atropelada, integrando os órgãos, gestores de unidades de conservação, pesquisadores e a população em geral, contribuindo para enriquecer o banco de dados com informações ainda não disponíveis.

Cabe ressaltar que o trabalho se concentrou na criação de ferramentas para apoio à coleta e monitoramento de fauna atropelada e na capacitação de usuários dessas ferramentas. Espera-se que esse instrumental possa potencializar o registro de dados, permitindo informações em volume relevante e de alto nível de qualidade, visando à realização futura de análises amplificadas em apoio à tomada de decisão no que tange às ações de mitigação de atropelamentos.

Os produtos gerados, e o apontamento de lacunas importantes pelos projetos "Bicho na Pista" e "Rio de Janeiro" é o Bicho ressaltam a necessidade da continuidade do levantamento e tratamento de dados de animais atropelados no estado, bem como o aperfeiçoamento e implantação em larga escala das tecnologias desenvolvidas. É imperativo que se fomente a integração de informações, o treinamento de pessoal, a formação de redes colaborativas e a aplicação de tecnologias para que o conhecimento adquirido possa ser efetivamente utilizado para a conservação e manejo da biodiversidade do estado.

Esses produtos e as informações reunidas e organizadas possibilitam a proposição de uma Política Estadual de Fauna para o estado do Rio de Janeiro, contemplando a integração do setor público, academia, iniciativa privada e sociedade civil.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação CEPERJ pelo apoio financeiro concedido ao projeto.

Referências

ABRA, F. D.; GRANZIERA, B. M.; HUIJSER, M. P.; FERRAZ, K. M. P. M. D. B.; HADDAD, C. M.; PAOLINO, R. M. Pay or prevent? Human safety, costs to Society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo, Brazil. **PLoS One**, [San Francisco], v. 14, n. 4, p. 1-22, 2019.

BAGER, A. **Projeto malha**: manual para a equipe de campo. Lavras, MG: CBEE, 2013. 30 p.

BAGER, A.; ROSA, C. A. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. **Environmental management**, v. 47, n. 5, p. 851-858, 2011.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. RENAVAM: **Registro nacional de veículos automotores**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frotadeveiculos-2021>. Acesso em: 22 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo**. 2013. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/plano-de-manejo.html>. Acesso em: 17 mar. 2023.

BUENO, C.; SOUSA, C. O. M.; FREITAS, S. R. Habitat or matrix: which is more relevant to predict road-kill of vertebrates?. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, Supl. 1, p. 228-238, 2015.

BUENO, C.; FREITAS, L. E.; COUTINHO, B. H.; OSWALDO CRUZ, J. H.; CASTRO JUNIOR, E. A distribuição espacial de atropelamentos da fauna silvestre e sua relação com a vegetação: estudo de caso da rodovia BR-040. In: BAGER, A. (ed.). **Ecologia de estradas**: tendências e perspectivas. Lavras, MG: UFLA, p. 166-178, 2012. Disponível em: <https://bab.empreendedor-academico.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Resumo-2012.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

CICCHI, P. J. P.; BOLFARINI, M.; CANDIDO, J. R.; OLIVEIRA, M.; MEDEIROS, F. A.; CICCHI, V. P. **Programa de monitoramento e conservação da fauna terrestre**: UHE Colíder, Estado do Mato Grosso, relatório 2. [S. l.: s. n.], 2018. 165 p. Disponível em: [https://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/verdocatual/852443D78858F8E-A832584420062E36E/\\$FILE/2%C2%BA%20Campanha%20da%202%C2%BA%20Etapa%20do%20Monitoramento%20de%20Fauna%20Terrestre.pdf](https://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/verdocatual/852443D78858F8E-A832584420062E36E/$FILE/2%C2%BA%20Campanha%20da%202%C2%BA%20Etapa%20do%20Monitoramento%20de%20Fauna%20Terrestre.pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

COLLINSON, W. J.; PARKER, D. M.; BERNARD, R. T. F.; REILLY, B. K.; DAVIES-MOSTERT, H. T. Wildlife road traffic accidents: a standardized protocol for counting flattened fauna. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 15, p. 3060-3071, 2014.

ENVIRONMENT BUSINESS INTELLIGENCE & TECHNOLOGY. **Sistema Urubu**. 2019. Disponível em: <https://sistema-urubu.com.br/>. Acesso em: 22 out. 2021.

FORMAN, R. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P. **Road ecology**: science and solutions. Washington, D.C.: Island Press, 2003. 481 p.

FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO. **Repasse do ICMS ecológico no Estado do Rio de Janeiro**: 2022. [Rio de Janeiro]: CEPERJ, 2022. Disponível em: https://www.ceperj.rj.gov.br/sites/ceperj/files/arquivos-paginas/Repasse%20ICMS%20Eco%202022%20Revisado_0.pdf. Acesso em: 16 maio 2022.

GRILLO, C.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; BEJA, P.; GOOLSBY, E.; SOANES, K.; ROUX, A.; KOROLEVA, E.; FERREIRA, F. Z.; GAGNÉ, S. A.; WANG, Y.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, M. Conservation threats from roadkill in the global road network. **Global ecology and Biogeography**, v. 3, n. 11, p. 2200-2210, 2021.

HENRY-SILVA, G. G. A importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica. **Revista Logos**, n. 12, p. 127-151, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Roteiro Metodológico de Planejamento**. Brasília: IBAMA, 2002. 135 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-conservacao/roteiro-parna.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

JOHNSON, C.; JONES, D.; MATTHEWS, T.; BURKE, M. Advancing avian road ecology research through systematic review. **Transportation Research Part D: transport and environment**, v. 109, aug. 2022. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103375>. Acesso em: 15 jan. 2023.

LARMAN, C. **Utilizando UML e padrões**: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo. 3. ed. [S. l.], Bookman, 2007. 696 p.

MARQUES, L. A.; LOBATO, D. N. C.; SOUZA, J. D.; PACHECO, C. M. Impactos das estradas na fauna silvestre: dinâmica de atropelamentos de vertebrados em trechos de duas Rodovias do Centro-Oeste de Minas Gerais. **Enciclopedia Biosfera**, Jandaia, GO, v. 19, n. 41, p. 138-150, 2022. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5523>. Acesso em: 3 out. 2023.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. **Engenharia de Software**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. 940 p.

Bibliografia

BEZERRA, B. L. M.; LIRA, P. K. Unidades de conservação cariocas: histórico e cenário atual. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 4, p. 890-902, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/890>. Acesso em: 26 set. 2023.

WEISZ, J.; ROCO, M. C. **Redes de pesquisa e educação em engenharia nas américas**. Rio de Janeiro: FINEP, 1996.

Sobre os autores

Yuri G. Maia

Pós-graduando em Especialização na Aplicação dos Instrumentos das Políticas Públicas Urbanas e Ambientais nos Municípios. Pós-graduado em Administração Pública. Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária. Coordenador

de Políticas Regionais Urbanas e Ambientais na Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ), Centro de Estatísticas Estudos e Pesquisas (CEEP), Coordenadoria de Políticas Regionais Urbanas e Ambientais (COOPRUA). <http://lattes.cnpq.br/4674713279539825>

Fernanda Menezes

Pós-graduanda em Aplicações dos Instrumentos das Políticas Urbanas e Ambientais no Municípios Instituto Oscar Niemeyer. Bacharel em Engenharia Ambiental – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).

Vanessa Domingues

Pós-graduada em Administração Pública. Pós-graduanda em Especialização em Aplicação dos Instrumentos das Políticas Urbanas e Ambientais nos Municípios. Bacharel em Engenharia de Produção. Tecnóloga em Processos Gerenciais. Técnica em Segurança do Trabalho. Experiência nas áreas de pesquisa, estudo, liderança de equipe e gestão de projetos; especialista no gerenciamento de estratégias. Atua nas áreas de Gestão de Projetos, Estudos e Pesquisas.

Anderson Namen

Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Modelagem Computacional pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Bacharel em Engenharia de Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Instituto Politécnico e professor da Universidade Veiga de Almeida. <http://lattes.cnpq.br/2182469523085517>

Natalie Olifiers

Doutora em Vida Silvestre (Ecologia) pela University of Missouri. Mestre em Ecologia (Conservação e Manejo da Vida Silvestre) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Bacharel em Ciências Biológicas (modalidade Ecologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi pesquisadora/professora em Saúde Animal (Lecturer) da University of Plymouth – Inglaterra e bolsista Jovem Talento do Programa Ciências sem Fronteiras Capes/CNPq na Fundação Oswaldo Cruz/RJ. Atualmente atua como docente no curso de Ciências Biológicas e no Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente da Universidade Veiga de Almeida. Tem experiência na área de Ecologia e Parasitologia, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia, conservação, saúde e parasitologia de mamíferos, fragmentação florestal e emergência de zoonoses. <http://lattes.cnpq.br/7577970336711931>

Vanessa Ingrid Carvalho Saraiva

Possui Graduação em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Pós-graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (MUSEU NACIONAL/UFRJ), Mestrado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia- UERJ. Atualmente é Pesquisadora Voluntária do Grupo de Pesquisa em Solos Tropicais – GESOLT. Pós-Doutoranda (não bolsista) no Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGEU/UERJ. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Pedologia, Geologia Geral, Geomorfologia, Mapeamento Geomorfológico, Solos, Mapeamento de Solos, Pesquisa em Campo de Solos, Biorremediação de Solos, Geoprocessamento, Geografia da Saúde. <http://lattes.cnpq.br/7412311321656532>

Cecilia Bueno

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade Estácio de Sá. Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula. Atualmente é professora titular da graduação e permanente do Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente da Universidade Veiga de Almeida. No Museu Nacional é Pesquisadora Colaboradora. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Estradas, atuando principalmente nos seguintes temas: atropelamento de animais silvestres, ecologia de estradas, biologia e ecologia de mamíferos silvestres, educação ambiental, planejamento e gestão ambiental. <http://lattes.cnpq.br/7724186773114785>