

Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

**Desenvolvimento de uma plataforma citizen science  
para coleta de dados em biodiversidade**

Relatório de Atividades da Bolsa de Iniciação Científica,  
CNPq, período 08/2015-07/2016

Natanael Magalhães Cardoso, NUSP 8914122  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Mauro Saraiva

# Resumo

*Citizen Science* permite que cidadãos possam usar seu potencial de observação para contribuir em diversas áreas da ciência, desde a observação de um inseto até a classificação morfológica de uma galáxia. Mas, para que estas informações sejam utilizáveis em projetos científicos, é necessário que haja uma confiabilidade dos dados. Por isso, uma plataforma digital nesta área tem grande impacto, pois, além de organizar e agilizar a coleta e visualização dos dados, permite a implantação de um processo automático e eficaz de análise da qualidade dos dados. Projetos *citizen science* caracterizam-se pela troca de conhecimento entre os pesquisadores e os voluntários. Assim sendo, outra contribuição importante de uma plataforma digital é que a disposição dos envolvidos numa rede social facilita o engajamento dos cidadãos na ciência e em outros projetos.

## 1 Introdução

*Citizen science* refere-se ao engajamento de voluntários amadores na investigação científica levantando questionamentos, coletando dados ou interpretando resultados. Em geral, projetos *citizen science* incluem uma parceria entre amadores e pesquisadores. [1] Num contexto de biodiversidade, os voluntários podem contribuir fazendo identificação de espécimes. Assim, é possível mapear e analisar as ocorrências de espécies em uma determinada região, identificando espécies exóticas ou em extinção, por exemplo. [2] Com o auxílio da tecnologia, é possível desenvolver plataformas que agilizem a coleta e o processamento dos dados. [3]

Uma plataforma online com estrutura de rede social que integra voluntários e pesquisadores é decisiva para o engajamento entre as pessoas

envolvidas e, consequentemente, a popularização do projeto. Os voluntários publicam suas observações e, ao mesmo tempo, podem aprender as pesquisas desenvolvidas. Esta troca de conhecimento entre profissionais e amadores é uma das principais características de projetos *citizen science*. [1]

Como os dados coletados por voluntários podem chegar a um grau de confiabilidade muito próximo ao de profissionais [4, 5], uma base de dados com observações georreferenciadas de espécimes coletadas por voluntários é uma riquíssima fonte de dados para projetos de pesquisa da área. Mais do que isso, uma plataforma que conecta pesquisadores e voluntários tem grande potencial de intercâmbio de informações.

## 2 Objetivos

Desenvolver uma plataforma digital de *citizen science* em biodiversidade que auxilie na coleta e divulgação de observações da fauna da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira. E, além disso, promover uma maior interação entre voluntários e pesquisadores, criando uma comunidade virtual de pessoas engajadas na observação e conservação dos bichos do campus.

É muito importante, também, garantir uma alta qualidade e confiabilidade nos dados adquiridos pelos voluntários para que possam ser utilizados em pesquisas da área. Por este motivo, a implementação será realizada em duas etapas, primeiramente dentro e depois fora do campus.

A plataforma digital não será implementada do zero. Ao invés disso, será escolhido algum sistema já existente para adaptar e dar continuidade no desenvolvimento. Muitos desses sistemas são implementados em outro idioma e para outras finalidades. Por isso, é importante disponibilizar o conteúdo do sistema em português e de acordo com as necessidades deste

projeto.

E, como a interação entre a comunidade de voluntários é um dos focos do projeto, a implementação de novos recursos, como a *gamificação*<sup>1</sup>, serão peças-chave para este projeto.

## 3 Materiais e Métodos

### 3.1 Escolha da plataforma

Primeiramente foi feito o estudo do estado da arte das tecnologias utilizadas em coleta de observações da natureza feitas por voluntários [6, 7]. Com isso, foi possível fazer um levantamento das melhores plataformas existentes hoje. A finalidade deste levantamento foi basear a implementação deste projeto em um já existente e, a partir dele, fazer modificações e otimizações para que atenda às necessidades locais.

Algumas das plataformas analisadas foram: o *iNaturalist*<sup>2</sup>, desenvolvido pela Academia de Ciências da Califórnia, o *Map of Life*<sup>3</sup>, desenvolvido pela Universidade Yale, e o *eBird*<sup>4</sup>, desenvolvido pela Universidade Cornell. O iNaturalist foi escolhido como plataforma de desenvolvimento. A escolha foi feita analizando critérios como frequência de atualização do código, uso de software livre, sistema de controle de qualidade de dados utilizado e disponibilidade em vários tipos de dispositivos (desktop, móvel, etc.).

---

<sup>1</sup>Aplicação de elementos de jogos em contextos não relacionados aos jogos, como sistema de pontuação e recompensas.

<sup>2</sup>Site do projeto: <http://inaturalist.org>.

<sup>3</sup>Site do projeto: <http://mol.org>.

<sup>4</sup>Site do projeto: <http://ebird.org>.

## 3.2 Infraestrutura e implantação

Por se tratar do desenvolvimento e implantação de um sistema já existente, o estudo de recursos exigidos, como a pilha de software<sup>5</sup> utilizada, serão indispensáveis para garantir a reproduzibilidade do sistema nos servidores do Laboratório de Automação Agrícola – LAA.

Para hospedagem do website (*back-end*<sup>6</sup> e *front-end*<sup>7</sup>), foi usada uma máquina virtual em um servidor do LAA rodando o Ubuntu 14.04 como sistema operacional e com um endereço de IP público configurado. Além disso, a rede interna da USP foi utilizada para transportar o tráfego externo de dados ao sistema.

Além de configurar o ambiente de produção e implantar o sistema, foi necessário popular o banco de dados com informações iniciais necessárias para o funcionamento do *back-end*, como a árvore taxonômica das espécies.

## 3.3 Desenvolvimento

Por se tratar de sistemas em desenvolvimento paralelo, a sincronização do código entre os projetos é muito importante. Por isso, o GIT<sup>8</sup> foi usado para o gerenciamento do código através do serviço Github.com. Este é o mesmo serviço usado pela CalAcademy<sup>9</sup> para manter o projeto iNaturalist.

Para início do desenvolvimento, dois repositórios foram clonados: o

---

<sup>5</sup>Conjunto de subsistemas ou componentes de software necessários para criar uma plataforma completa. Isto inclui o sistema operacional, o sistema de banco de dados, o *web server*, a *framework*, dentre outros.

<sup>6</sup>Parte de um sistema de computador que não está diretamente acessível ao usuário final, tipicamente responsável pelo armazenamento e manipulação de dados.

<sup>7</sup>Parte de um sistema de computador em que o usuário final interage diretamente.

<sup>8</sup>Sistema de Controle de Versão – SCV, usado para gerenciamento e automação de códigos.

<sup>9</sup>Academia de Ciências da Califórnia.

principal<sup>10</sup>, com o código-fonte do *back-end* e do *front-end*, e o do aplicativo Android<sup>11</sup>. A implementação desta nova versão do iNaturalist foi feita paralelamente com o *upstream*.

Como desenvolvimento desta instância do iNaturalist foi feito em paralelo com o desenvolvimento do projeto original, o código deste projeto foi periodicamente sincronizado com o projeto original. Esta sincronização foi feita como mostra a figura 1.

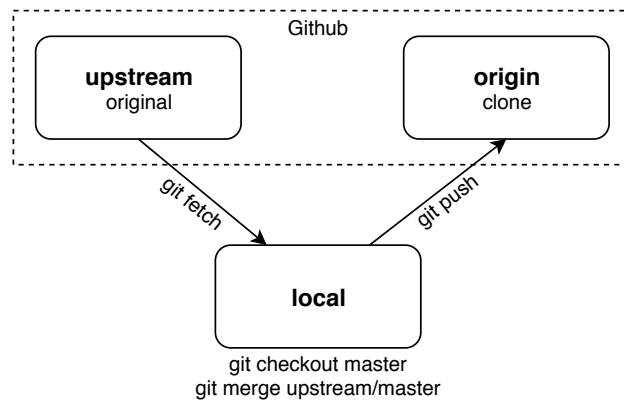


Figura 1: Diagrama da sincronização do código entre os repositórios.

Como o público alvo é brasileiro, a primeira tarefa foi traduzir todo aplicativo Android para o português. Depois, para incluir recursos de *gamificação* na plataforma, uma nova funcionalidade foi implementada: o sistema de *badges*. Para isto, foram necessárias algumas modificações na estrutura do banco de dados e no código.

<sup>10</sup>Endereço do repositório: <https://github.com/inaturalist/inaturalist>.

<sup>11</sup>Endereço do repositório: <https://github.com/inaturalist/iNaturalistAndroid>.

## 4 Resultados

Uma nova versão do iNaturalist, traduzida para o português e com recursos adicionais, foi implementada. Houve modificação em todos os principais componentes do sistema: website (front-end), servidor (back-end) e aplicativo Android.

Quando o desenvolvimento adquiriu um nível de estabilidade adequado, o sistema foi implantado em uma máquina virtual do LAA com um IP fixo e com acesso à rede da USP, sendo, assim, disponibilizado para acesso de qualquer dispositivo pela internet. Esta infraestrutura implementada está ilustrada na figura 2.

O aplicativo Android não foi lançado na plataforma de distribuição de aplicativos oficial do Google, mas o arquivo de instalação foi disponibilizado no site para download e instalação manual.

## 5 Análises

### 5.1 Análise da Arquitetura

| Nome                            | Back-end       | Android       |
|---------------------------------|----------------|---------------|
| Linguagem de Programação        | Ruby           | Java          |
| Framework                       | Ruby on Rails  | Android SDK   |
| Arquitetura de Software         | MVC            | -             |
| Comunicação (API) <sup>12</sup> | RESTful (JSON) | RESTful(JSON) |
| Servidor HTTP                   | Apache         | -             |
| Banco de dados                  | PostgreSQL     | SQLite        |

Tabela 1: Especificações do back-end e do aplicativo Android.

---

<sup>12</sup>Comunicação entre o *back-end* e o *front-end*.

O iNaturalist é um sistema complexo e com muitos recursos, que estendem desde o armazenamento dos dados, através das observações, até suas ferramentas de análises, pela sua interface web. A tabela 1 mostra as principais características, como as linguagens e arquiteturas utilizadas.

Tecnologias modernas e de código aberto foram muito bem exploradas no desenvolvimento do sistema, como visto na tabela 1. *Ruby on Rails* é uma *framework* de código aberto, robusta e estável. É usada por grandes nomes como GitHub, Shopify, SoundCloud, Airbnb e outras.

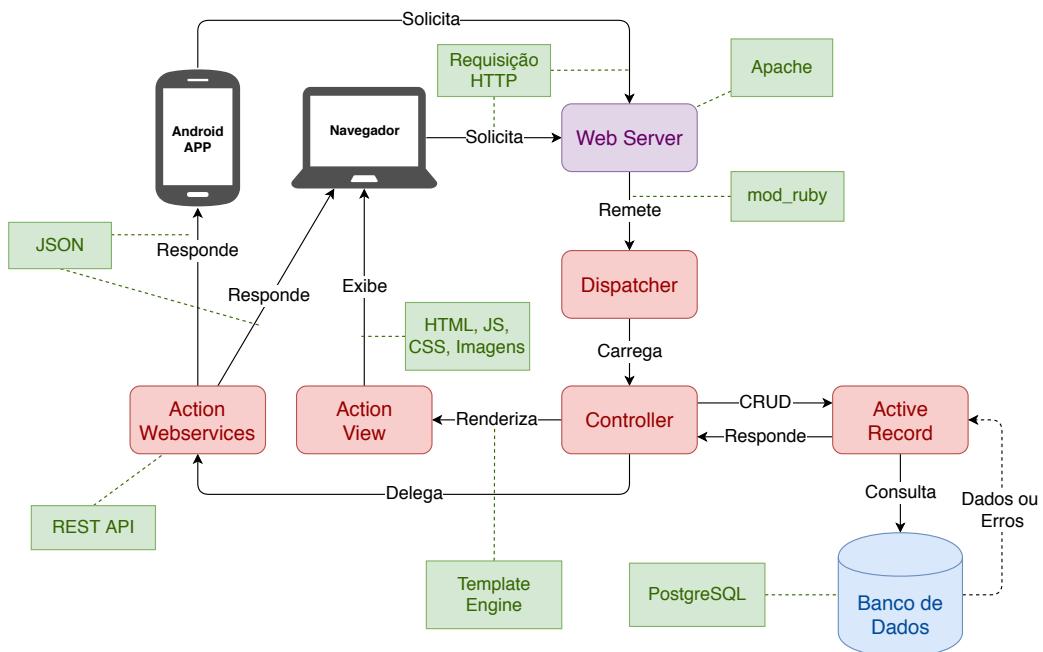


Figura 2: Diagrama simplificado da arquitetura do iNaturalist.

É notável, também, o uso arquitetura de software MVC (Model-View-Controller), que é a arquitetura padrão do *Ruby on Rails*. Ela divide a aplicação em três camadas de abstração interconectadas: modelo, visão e controlador. Ela é usada para separar representações internas de informações da representação final para o usuário do sistema. Isso organiza a criação de interfaces gráficas, uma vez que a camada de visualização está separada da

lógica interna do sistema.

A figura 2 mostra um diagrama simplificado da arquitetura do iNaturalist, nele é representado os componentes do sistema e as camadas de abstração da framework, mostrando como o *back-end* interage com o usuário dependendo do dispositivo usado para acessar os serviços.

Os blocos vermelhos são camadas de abstração do *Ruby on Rails*, que são representadas por classes. Os blocos verdes são informações adicionais de algum componente ou processo. E os demais blocos são componentes do sistema. Alguns dos elementos do diagrama serão descritos a seguir.

### **Web Server**

Componente do sistema responsável por monitorar as requisições HTTP feitas ao servidor e encaminhar para a aplicação Ruby. Sua importância está no gerenciamento dos recursos do sistema, criando vários processos da aplicação para que seja possível executar requisições em paralelo.

### **Dispatcher**

É uma das primeiras classes do fluxo de uma requisição. Ela que faz interface entre a rede e o sistema, recebendo a requisição HTTP do *Web Server* e instanciando o controlador da respectiva rota<sup>13</sup>.

### **Controller**

É implementada a lógica de uma ou de um conjunto de rotas identificadas por um padrão.

### **Active Record**

Responsável por representar e manipular as tabelas do banco de dados.

---

<sup>13</sup>Neste contexto, a rota está relacionada com o caminho completo da URL. Cada caminho tem um controlador associado, que pode renderizar uma página, fazer persistência de dados e etc.

## Action View

É a classe de visualização e, portanto, é uma das últimas classes do fluxo de uma requisição. Ela recebe os dados do controlador e manipula o template para renderizar uma página.

## Action Webservices

É uma classe de apoio do *Ruby on Rails* para facilitar a criação de *Web Services* interoperáveis com a *framework*. Assim como a **Action View**, ela também está no final do fluxo de uma requisição, mas ao invés de renderizar uma página, ela processa e reponde requisições feitas pela API.

A arquitetura deste sistema é monolítica. Uma das principais características é que o sistema é segmentado por partes responsáveis por uma tarefa específica e estas partes são interconectadas. É possível observar isso analisando figura 2 e a descrição dos elementos.

Alguns pontos positivos da arquitetura monolítica são:

1. Desenvolvimento: no princípio, o desenvolvimento é muito simples, pois todo *codebase* está em uma mesma linguagem e em um mesmo ambiente.
2. Implantação: como todo código está em um mesmo ambiente, a implantação é simples: basta fazer uma cópia para o servidor.
3. Escalamento horizontal: para escalar o sistema, basta rodar múltiplas cópias atrás de um平衡ador de carga.

Já alguns dos pontos negativos são:

1. Manutenção: se a aplicação fica muito grande e complexa, fazer mudanças rapidamente e corretamente torna-se um desafio, pois o encapsulamento de código é usado extensivamente pela arquitetura para separar o código em níveis de abstração, o que torna difícil fazer uma modificação sem gerar efeitos colaterais em outras partes do sistema.
2. Confiabilidade: um *bug* em qualquer módulo (ex: vazamento de memória) pode potencialmente derrubar todo processo. E, como todas as instâncias da aplicação são idênticas, este *bug* pode afetar o desempenho de todo sistema.
3. Modernização: pode ser difícil novas tecnologias em aplicações monolíticas, já que modificações na linguagem ou na *framework* afeta toda a aplicação.

Com esses apontamentos, é certo concluir que a arquitetura adotada pelo projeto facilita a implantação da aplicação no servidor. Mas, por outro lado, existe um custo para fazer uma modificação no código, principalmente se a modificação envolver vários níveis de abstração.

Modificações como tradução ou qualquer outra na camada de visualização pode ser facilmente implementada, mas ao chegar em camadas mais baixas, como a lógica de negócio ou modelagem dos dados, é difícil fazer modificações sem romper a compatibilidade com o sistema original, que, por sua vez, também é modificado periodicamente.

## 5.2 Análise dos Novos Recursos

A possibilidade de fazer observações em um local mesmo que o smartphone não esteja conectado à internet é um ponto forte do aplicativo e garante que as observações posam ser feitas de qualquer lugar. Os dados ficam armaze-

nados na memória interna do aparelho e, quando conectado à rede, os dados são enviados para o servidor.

A partir das informações geográficas de latitude e longitude obtidas pelo próprio sensor do smartphone ou fornecidas pelo voluntário, assim que uma observação é enviada para o servidor, é adicionado um ponto no mapa representando a localização do espécime observado. Clicando sobre o ponto é possível obter informações detalhadas da observação. Além disso, para aprimorar a análise dos dados, é possível aplicar combinações de filtros que restringem a apresentação das observações no mapa. Essas restrições podem ser de acordo com o táxon, data ou local da observação. Assim, é possível observar a ocorrência de uma espécie em uma determinada época do ano ou sua presença em uma determinada região. Diversas combinações podem ser feitas de acordo com a necessidade da análise.

A estrutura de rede social cria vínculos entre os voluntários e pesquisadores e propicia o engajamento de mais voluntários à observação da natureza. Além disso, profissionais podem revisar a classificação do espécime feita pelos voluntários e sinalizar algo que esteja identificado incorretamente.

## 6 Conclusão

Na era dos grandes volumes de dados, sistemas capazes de organizá-los em informação efetiva são ferramentas essenciais. Desta forma, a utilização do código base do iNaturalist para criação de um projeto envolvendo grande volume de dados em biodiversidade, pois o iNaturalist possui uma arquitetura robusta e escalonável, como descrita na Seção 5.1. Recursos como a interação de usuários em estrutura de rede social são de muita importância para troca de conhecimento entre os membros da comunidade, além de proporcionar um ambiente amigável para o público geral e um maior engajamento entre

os colaboradores.

O projeto foi encerrado com uma instância do sistema desenvolvido operando em uma máquina virtual do LAA acessível via internet. No futuro, podem ser implementados recursos que melhoram a experiência de usuário, como a inclusão de nomes populares, o aprimoramento das

## Referências

- [1] Jonathan Silvertown. “A new dawn for citizen science”. Em: *Trends in Ecology & Evolution* 24.9 (2009), pp. 467–471. ISSN: 0169-5347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470900175X>.
- [2] Abraham Miller-Rushing, Richard Primack e Rick Bonney. “The history of public participation in ecological research”. Em: *Frontiers in Ecology and the Environment* 10.6 (2012), pp. 285–290. DOI: 10.1890/110278. eprint: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1890/110278>. URL: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/110278>.
- [3] Rick Bonney et al. “Next Steps for Citizen Science”. Em: *Science* 343.6178 (2014), pp. 1436–1437. ISSN: 0036-8075. DOI: 10.1126/science.1251554. eprint: <https://science.sciencemag.org/content/343/6178/1436.full.pdf>. URL: <https://science.sciencemag.org/content/343/6178/1436>.
- [4] John Gollan et al. “Can Volunteers Collect Data that are Comparable to Professional Scientists? A Study of Variables Used in Monitoring the Outcomes of Ecosystem Rehabilitation”. Em: *Environmental Management* 50.5 (nov. de 2012), pp. 969–978. DOI: 10.1007/s00267-012-9924-4. URL: <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9924-4>.

- [5] Arco J. van Strien, Chris A.M. van Swaay e Tim Termaat. “Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models”. Em: *Journal of Applied Ecology* 50.6 (2013), pp. 1450–1458. DOI: 10.1111/1365-2664.12158. eprint: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1365-2664.12158>. URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12158>.
- [6] Azavea e SciStarter. *Citizen Science Data Factory. Part 1: Data Collection Platform Evaluation*. URL: [http://www.azavea.com/index.php/download\\_file/view/1368/](http://www.azavea.com/index.php/download_file/view/1368/) (acesso em 15/12/2015).
- [7] Azavea e SciStarter. *Citizen Science Data Factory. Part 2: Technology Evaluation*. URL: [http://www.azavea.com/index.php/download\\_file/view/1369/](http://www.azavea.com/index.php/download_file/view/1369/) (acesso em 15/12/2015).