



DigiAtlas: aplicativos educacionais para georreferenciamento de dados ambientais

Title: DigiAtlas: educational applications for environmental data georeferencing

Matheus Costa da Silva
Universidade Federal de Alfenas
a14019@bcc.unifal-mg.edu.br

Paulo Alexandre Bressan
Universidade Federal de Alfenas
paulobressan@unifal-mg.edu.br

Gabriel Gerber Hornink
Universidade Federal de Alfenas
gabriel.hornink@unifal-mg.edu.br

Resumo

O conhecimento da vida, da fauna e da flora é algo de grande relevância em tempos modernos, e podem contribuir consideravelmente com a preservação do meio ambiente. Este artigo apresenta a segunda versão do sistema educacional DigiAtlas, composto por um aplicativo mobile para Android e um servidor web. As ferramentas são um sistema de informações georreferenciadas voltadas para dados ambientais. São descritas motivações, métodos, funcionamento e avaliação das aplicações. Como resultado final obteve-se um software educacional com uso para ensino aprendizagem multidisciplinar, com aplicações desde o ensino fundamental até ao superior, e uma plataforma de disseminação de conhecimento colaborativo com aplicação para novas pesquisas e centralização de dados.

Palavras-chave: Sistema de informação georreferenciadas, Software educacional, Usabilidade, Dados ambientais, Ensino-aprendizagem, Ensino de Biologia, Recursos didáticos.

Abstract

The knowledge of life, fauna and flora is something of great relevance in modern times, and can contribute considerably to the preservation of the environment. This article presents the second version of the educational system DigiAtlas, consisting of a mobile application for Android and a web server. The tools are a geographic information system geared towards environmental data. Motivations, methods operation and evaluation of the applications are described. As a final result we obtained an educational software with use for teaching multidisciplinary learning, with applications from elementary to higher education, and a platform of dissemination of collaborative knowledge with application for new research and data centralization.

Keywords: Geographic information system, Educational software, Usability, Environmental data, Teaching-learning, Biology teaching, Teaching resources.



1 Introdução

A preocupação com as questões ambientais na contemporaneidade é crescente no Brasil e no mundo, sendo possível observar cada vez mais a influência de nossas atividades e do sistema de consumo afetando o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas naturais. Historicamente, o meio ambiente vem sendo explorado e utilizado de maneira destrutiva e insustentável. É preciso transformar a concepção de recursos infinitos e do uso desenfreado da água, dos solos e de áreas nativas (Assessment, 2005).

Essa transformação deve ser iniciada desde o ensino básico até o superior, contextualizando a educação ambiental de modo interdisciplinar e transversal entre as disciplinas. Apesar da importância e da necessidade da discussão e inclusão de assuntos atuais sobre o meio ambiente, a didática tradicional pode gerar desinteresse dessa temática nos alunos. Parte desse ocorre pela dificuldade em se construir os conhecimentos pelos estudantes, pela própria complexidade dos processos ecológicos e das interconexões para compreender os problemas ambientais.

Segundo (Duso & Borges, 2010), é necessário ir além da teorização sobre o tema, para que os estudantes percebam-no também em seu cotidiano e sob sua responsabilidade. Nesse mesmo sentido, (Compiani et al., 2013) indica a importância do trabalho no local e suas conexões com o regional e o global, para a construção de conhecimentos conectados de forma crítica e real.

Frente às novidades tecnológicas, que atraem a atenção dos estudantes com novos aparelhos, jogos e *softwares*, é preciso inovar também na Educação. A concentração dos estudantes tem diminuído cada vez mais devido aos diversos estímulos do mercado, das mídias e da sociedade. Sendo assim, a inclusão de tecnologias inovadoras, e novas dinâmicas na sala de aula se tornam indispensáveis para que o processo ensino-aprendizagem seja potencializado (E. Ferreira & Tomé, 2010).

Neste cenário, os sistemas de informação georreferenciadas (SIG), possuem grande potencial educativo, visto que são aplicações especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais (Burrough, 1986). Essas informações espaciais descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas. Dessa forma, um SIG pode ser utilizado em atividades de ensino, estudos e pesquisas, uma vez que esses dados armazenados representam um modelo do mundo real, (De Medeiros, 2012).

Essa proximidade com o mundo real pode conduzir os alunos a um pensamento mais crítico sobre a realidade que os cerca, integrando o aprendizado tradicional com a análise geográfica (Kazmierczak et al., 2007). Esse tipo de sistema trará ao estudante um conhecimento mais interligado com a realidade, explicitando em seu cotidiano os conhecimentos vistos em sala de aula.

Nessa conjuntura apresentamos neste trabalho a segunda versão do software educativo DigiAtlas ¹ (composto por um aplicativo Android (DigiAtlas Mobile) e um servidor (DigiAtlas Web)), um atlas digital colaborativo alimentado por dados ambientais de ocorrência de espécies,

¹Primeira versão: (L. Ferreira, Raniero, Hornink, & Bressan, 2015)



da fauna e flora, e também dos aspectos físicos do meio ambiente. A proposta do DigiAtlas fundamentou-se no modo de trabalho do projeto Ribeirão Anhumas na Escola, onde os problemas ambientais focaram as temáticas de trabalho interdisciplinares entre professores do ensino fundamental e médio, usando, entre outras tecnologias, as georreferenciadas como instrumento de conexão do local com os conhecimentos trabalhados (E. Ferreira & Tomé, 2010).

O DigiAtlas tem o intuito de possibilitar atividades interdisciplinares, trazendo maior interesse dos estudantes. Os professores podem desenvolver atividades em sala de aula com os dados já existentes na plataforma e realizar trabalhos de campo, em contato com o ambiente, nos locais de ocorrência de animais e plantas ou problemas ambientais a serem discutidos. Esse tipo de ferramenta pode trazer o interesse dos alunos nas multidisciplinas, permitindo um olhar multifocal e dinâmico à aprendizagem e ao ensino (Duso & Borges, 2010), mostrando aos mesmos como fazemos parte de um ecossistema vivo e complexo, e nossas obrigações para sua preservação.

O objetivo deste artigo é descrever o desenvolvimento do DigiAtlas, e avaliá-lo com testes de usabilidade. Para isso na seção 2 e 3, falaremos mais sobre tecnologias digitais no ensino, mais especificamente, geotecnologias e dispositivos móveis. Na seção 4, materiais e métodos, e nas seções 5 e 6, resultados e discussões, e considerações finais respectivamente.

2 Geotecnologias no ensino

O uso de recursos didáticos e atividades diversificadas é de grande importância para a motivação do estudante, pois através destas ferramentas é possível tratar diferentes necessidades e interesses dos alunos. A motivação é essencial para uma aprendizagem significativa. Entre os recursos que um educador dispõe no ensino podemos mencionar aulas expositivas, discussões, demonstrações, aulas práticas (laboratório) e as atividades de campo (Viveiro, 2006).

Segundo (Monteiro de Oliveira & Sousa de Assis, 2009), as aulas em campo são atividades extra sala que envolvem de maneira conjunta conteúdos escolares, científicos e sociais com mobilidade espacial, que trarão aos estudantes potenciais pedagógicos que auxiliarão no conhecimento do mundo pela geografia.

Nesse contexto, a evolução de tecnologias, tais como: GPS (*Global Positioning System*), geolocalização, sistemas de informação georreferenciadas (SIG), entre tantas outras podem auxiliar nas atividades de campo. No Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), educadores e instituições discutem sobre a necessidade de popularizar as geotecnologias (SIG, GPS e Sensoriamento Remoto) no ensino. Esse tipo de tecnologia auxilia na compreensão das relações entre o meio ambiente e a sociedade, podendo tornar alunos, cidadãos mais participativos no desenvolvimento sustentável (Moraes, Florenzano, & Lima, 2009).

Os trabalhos de campo, junto ao uso de mapas, imagens de satélite e fotografias aéreas, constituem recursos didáticos pedagógicos essenciais. No contexto da educação ambiental por exemplo, estas ferramentas auxiliam na compreensão de problemas socioambientais de maneira



completa, mais próxima à realidade, proporcionando uma visão articulada das diferentes esferas de um problema ambiental em estudo, favorecendo sua compreensão (dos Santos & Compiani, 2005).

Como exemplo de aplicação de geotecnologias no ensino, podemos citar o aplicativo Geo-móvel, resultado de um projeto da Universidade Federal do Ceará, o sistema auxilia em aulas de campo de Geologia. Nessas aulas, a ferramenta busca auxiliar a aprendizagem do aluno, facilitando coleta de coordenadas geográficas, anotações, entre outras tarefas comuns nessas atividades, a fim de proporcionar mais tempo para dedicação aos aspectos diretamente relacionados ao estudo da Geologia (Marçal et al., 2013).

Em síntese, os trabalhos de campo integrados com as geotecnologias, com o uso de mapas, fotos e imagens de satélite, têm um enorme potencial pedagógico, pois trazem o aluno para um conhecimento *in loco*, para uma visão mais dinâmica e plena, que trará um entendimento sobre a totalidade que o envolve.

3 Dispositivos móveis no ensino

"As tecnologias sempre estiveram presentes no processo ensino aprendizagem, desde o giz e a lousa até os equipamentos eletrônicos. De modo geral, espera-se que a evolução contínua que caracteriza a tecnologia dê efetiva e significativa contribuição às práticas pedagógicas" (SILVA, 2015).

E é visível hoje, com a crescente popularização das tecnologias e principalmente dos dispositivos móveis, os mesmos tornaram-se uma das principais ferramentas para comunicação e interação social, e também têm sido introduzidos dentro das escolas, como mediadores do processo de ensino-aprendizado, trazendo benefícios a educação (Figueira, Freitas, & Oliveira, 2015).

As facilidades técnicas oferecidas pelas tecnologias digitais, tais como os dispositivos móveis, agregam ilimitadas possibilidades de ações pedagógicas, ampliando a diversidade de atividades que professores e alunos podem realizar (Valente, 2005). O uso destas tecnologias no contexto escolar têm alterado a dinâmica da escola e da sala de aula, seja nas relações entre o aprendiz e a informação, nas interações entre alunos, entre alunos e professor e na organização dos tempos e espaços da escola, por exemplo (Valente, 2014).

(Franciscato & Medina, 2008) discutem sobre um novo paradigma no processo educativo, o *Mobile Learning* (m-learning, Aprendizado Móvel), baseado no lema "*anywhere, anytime learning*" (em qualquer lugar, a qualquer momento aprendendo). Nesse processo, a aprendizagem não mais ocorre em locais fixos, mas em qualquer lugar, a qualquer hora, de maneira que o aprendiz vai usar a tecnologia que tem em mãos para construir conhecimento. O uso destas tecnologias na educação pode aumentar a motivação do estudante, instigando-o a engajar-se no seu aprendizado.

Ampliando a definição, o *Mobile Learning* pode ser "qualquer tipo de aprendizagem que



ocorre quando o estudante não está em um local estático e estipulado, ou no momento em que a aprendizagem acontece quando o estudante “tira” vantagem das oportunidades de aprendizagem oferecidas por tecnologias móveis” (Leite, 2014).

Alguns autores, como (Tarouco, Fabre, Grando, & Konrath, 2004) e (Valentim, 2009) também têm destacado as possibilidades e benefícios no uso das tecnologias móveis para acesso aos conteúdos educacionais. Tais autores definem a aprendizagem móvel como a aprendizagem ampliada e apoiada a partir do uso dos dispositivos móveis. As principais características são a portabilidade desses dispositivos, sua integração com diferentes mídias e tecnologias digitais e a mobilidade e flexibilidade de acesso à informação e estudo aos sujeitos, independente de sua localização geográfica ou de espaços físicos formais de aprendizagem.

Por fim, a tecnologia dos dispositivos móveis atrelados com a educação são um novo desafio para a área, e pode trazer incontáveis benefícios para o ensino. Além disso, essa tecnologia, tem interessante aplicação ligada às geotecnologias, podendo auxiliar nas atividades de campo e na coleta de dados geográficos, vista a sua mobilidade. E mais especificamente no contexto do ensino de biologia e educação ambiental, fica a perspectiva que o uso das tecnologias digitais pode "contribuir para uma aprendizagem integradora, que junta teoria e prática, que aproxima o pensar do viver" (Moran, 2007), tornando-se um meio para o desenvolvimento do aluno (SILVA, 2015).

4 Materiais e métodos

O DigiAtlas é um catálogo digital interativo de dados ambientais georreferenciados. Dados ambientais estes, relacionados a fauna e flora, como plantas, aves, mamíferos, entre outros tipos de dados. Os dados são coletados, gerenciados, validados e compartilhados com os usuários da plataforma, visando à disseminação do conhecimento.

O sistema surgiu da necessidade de *softwares* educacionais que centralizassem dados ambientais, no caso dados da região sul de Minas Gerais, coletados pelos pesquisadores do EcoFrag (Laboratório de Ecologia de Fragmentos Florestais) da UNIFAL. O sistema DigiAtlas possui um Aplicativo para Android (DigiAtlas Mobile) e um servidor (DigiAtlas Web).

Para o desenvolvimento deste trabalho levamos em consideração uma pesquisa de natureza aplicada com uma abordagem quantitativa, objetivo exploratório e procedimento de campo. Esse tipo de pesquisa centra no raciocínio, nos elementos da lógica e em atributos mensuráveis da experiência humana, e é baseada num estudo de caso, uma pesquisa participante. Busca-se desse modo, verificar o uso do DigiAtlas, como ferramenta de ensino e aprendizagem no ensino de questões ambientais, aplicando testes de usabilidade em usuários da cidade de Alfenas/MG.



4.1 Desenvolvimento

Para desenvolver a segunda versão do DigiAtlas usamos a metodologia ágil SCRUM (Takeuchi & Nonaka, 1998), para gestão e planejamento do projeto. No SCRUM os projetos são divididos em ciclos, pequenas histórias (*sprints*) que podem ser subdivididas em tarefas menores, estimando-se o tempo para cumpri-las. Essa metodologia traz mais dinâmica e qualidade para o desenvolvimento do projeto, pois permite uma melhor visualização, reduz *bugs*, e as prioridades de funcionalidades e requisitos podem ser remanejadas facilmente.

Foi dada a continuidade no desenvolvimento do aplicativo com a linguagem Java com o apoio da IDE (*Integrated Development Environment*) Eclipse. Java é a linguagem do pacote Android SDK (*Software Development Kit*) que contém as bibliotecas necessárias para o desenvolvimento de aplicativos Android. A biblioteca *Google Services*, responsável pelo serviço *Google Maps* na plataforma Android, foi utilizada para a exibição do mapa com os marcadores nas localidades dos dados.

A aplicação web do DigiAtlas foi desenvolvida com o auxílio do *framework Code Igniter* com objetivo de otimizar a produtividade. O *framework* utiliza o padrão MVC (*Model, View, Controller*), que garante melhor organização do código facilitando a implementação de novas funcionalidades e a manutenção do sistema. *Code Igniter* utiliza a linguagem PHP para a construção das páginas HTML, que por sua vez, possuem arquivos CSS para dar cores e estilos. Além disso, códigos JavaScript foram usados para a interação com o *framework* sem a necessidade de recarregar a página HTML por completo. Foi também utilizada a biblioteca *Google Services*, responsável pelo serviço *Google Maps*, através de uma API para JavaScript.

O banco de dados utilizado nas duas aplicações é o SQLite, visto que este banco é padrão para aplicações Android quando se trata de persistência de uma grande quantidade de dados.

Os dados iniciais do DigiAtlas são coletas provenientes de professores, pesquisadores e pós-graduandos da Universidade Federal de Alfenas, principalmente com aqueles envolvidos no Laboratório de Ecologia de Fragmentos Florestais (EcoFrag), em projetos de iniciação científica, extensão e pós-graduação e referem-se a coletas realizadas na região do sul de Minas Gerais, principalmente ao redor da cidade de Alfenas.

Tais dados foram organizados em uma tabela com doze atributos:



Tabela 1: Atributos de um dado ambiental .

Atributo	Descrição
Fonte	Fonte que coletou e disponibilizou o dado.
Latitude/Longitude	Coordenada geográfica que especifica a localização.
Local	Local em que foi realizada a coleta.
Tipo	Tipo do dado ambiental (Aves, Mamíferos, Invertebrados, Anfíbios, Plantas e Abióticos).
Família	Família taxonômica do dado coletado.
Gênero	Gênero taxonômico do dado coletado.
Espécie	Espécie taxonômica do dado coletado.
Nome Popular	Nome popular do dado coletado.
Ocorrência	Especifica o número de indivíduos visualizados no local.
Data	Data da coleta.
Cidade	Cidade em que foi realizada a coleta.
Comentário	Informação extra sobre o dado coletado.

O objetivo do DigiAtlas é possibilitar uma dinâmica inovadora de ensino-aprendizagem e interatividade aos estudantes e professores do ensino básico ao superior, de acordo com suas respectivas necessidades, a partir de um sistema de informações georreferenciadas com conhecimentos locais e ferramentas de trabalho de campo.

Especificamente, o intuito do *software* é proporcionar trabalhos de campo e um contato maior do ambiente com os estudantes, despertando maior interesse desses através da tecnologia digital. Além disso, e de maneira posterior, o objetivo é centralizar o conhecimento de usuários de distintas localidades em um único banco de dados móvel, auxiliando as consultas e o desenvolvimento de novas pesquisas.

4.2 Ambiente DigiAtlas

O DigiAtlas possui um aplicativo android (DigiAtlas Mobile) e um servidor (DigiAtlas Web). A ferramenta é um atlas digital ambiental que trabalha com dados georreferenciados e com possibilidade de colaboração. Os dados ambientais são divididos em seis tipos: Aves, Mamíferos, Invertebrados, Anfíbios, Plantas e Abióticos. O marcador usado para georreferenciar os dados ambientais pode ser visto na figura 1:



Figura 1: Os tipos de dados ambientais no sistema DigiAtlas.

Cada um dos ícones no marcador representa um tipo de dado ambiental, com isso já é identificar quais tipos de dados existem naquela localização. A cor do marcador demonstra se os dados estão validados (verde), não validados (vermelho) ou há validados e não validados na localização (amarelo). Na figura 2 visualiza-se os marcadores e ícones dentro do DigiAtlas.

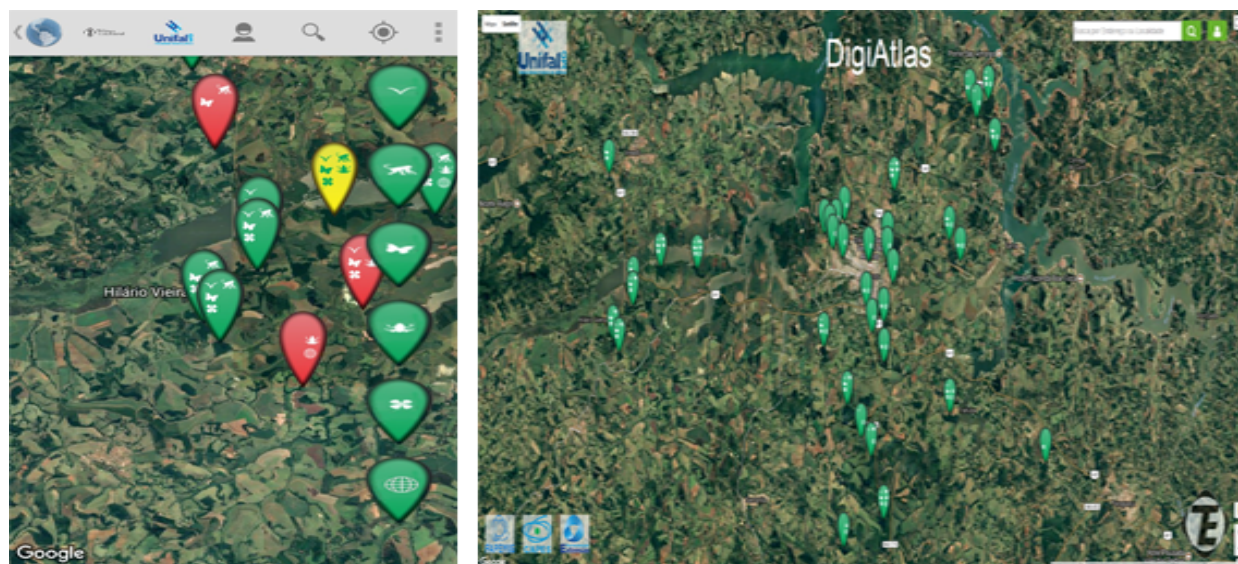


Figura 2: Mapa no DigiAtlas Mobile e no DigiAtlas Web.



O uso do sistema DigiAtlas, tanto no servidor quanto no aplicativo, é intermediado principalmente por meio de um mapa. Através do mesmo, o usuário pode visualizar e inserir informações nos bancos de dados do sistema nas duas aplicações. Os dados podem ser compartilhados com outros usuários independente de qual aplicação esteja sendo utilizada, mobile ou web, mas isso somente após a validação desses dados por especialistas da UNIFAL-MG.

O aplicativo foca na gerência e inserção de dados ambientais. Os dados adicionados no mobile ficarão armazenados no dispositivo do usuário até que sejam enviados para o servidor que irá receber e validar novos dados adicionados.

O servidor foca na validação dos dados. A ferramenta é uma interface para os especialistas autorizados validarem os dados que os usuários mobile enviaram, analisando sua ortografia e sua(s) mídia(s) (imagens, áudios e vídeos) quando existente(s).

Esses processos do ambiente DigiAtlas, com a livre coleta pela aplicação mobile e validação pelo servidor, contribui com a robustez do sistema, e forma um ciclo de compartilhamento de dados, como apresentamos na Figura 3.

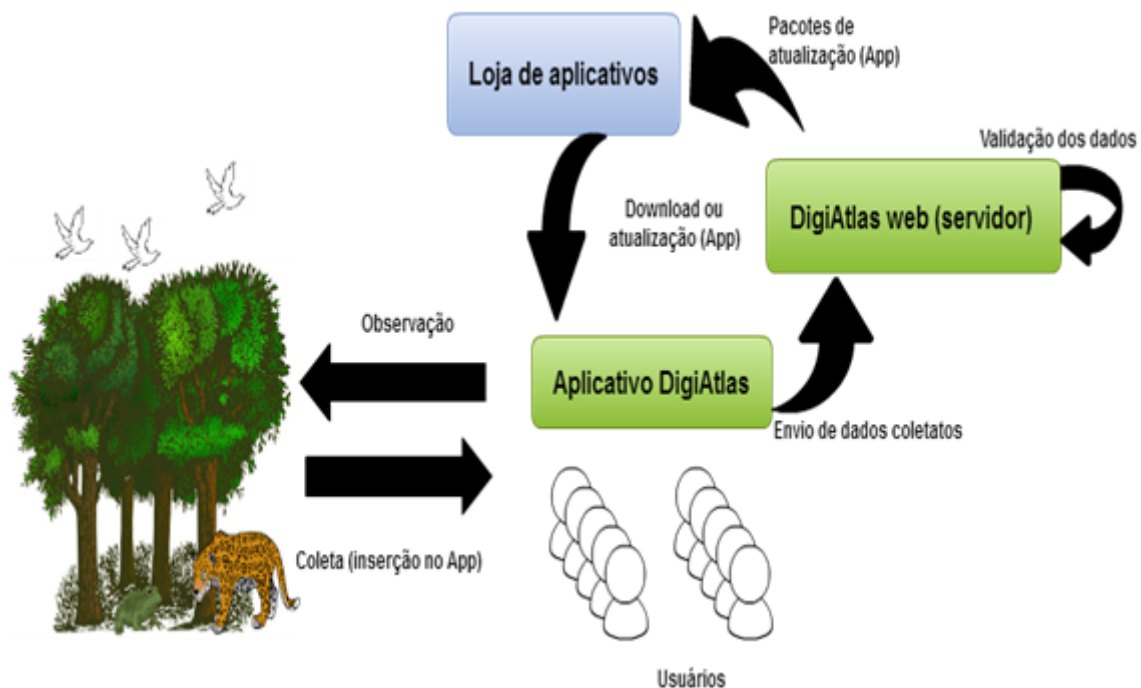


Figura 3: Funcionamento do sistema DigiAtlas.

Na figura 3 podemos visualizar os principais eixos do ambiente DigiAtlas: o aplicativo DigiAtlas, o DigiAtlas web (servidor) e a loja de aplicativos.

Pelo aplicativo DigiAtlas, o usuário pode coletar dados ambientais e cadastrá-los no *software*. Feito isso, o mesmo pode exportar as coletas, seja para compartilhar com outros usuários



ou como forma de backup.

Os dados compartilhados, são enviados para o DigiAtlas web (servidor), e posteriormente, encaminhados para os pesquisadores em Ecologia da UNIFAL-MG. Esses dados serão validados ou não pelos pesquisadores. Os dados validados serão encaminhados para os usuários mobile, por meio da loja de aplicativos, onde estarão as atualizações do aplicativo DigiAtlas contendo os novos dados inseridos por outros usuários. Esse processo permitirá aos usuários colaborarem com o projeto, aumentando o tamanho da base de dados de forma coerente e controlada por pesquisadores da área.

4.3 Avaliação da Usabilidade - Simples Especialista

Um *software* educativo deve ser de fácil utilização para que não haja interferência no conhecimento a ser passado para seu usuário, e também não desmotivar o mesmo. Para tanto, realizamos avaliações de usabilidade, que como definido na ISO 9241-11 é: “uma medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ABNT, 1998).

O termo usabilidade dentro da Ciência da Computação, está relacionado com a interação humano-computador, especificamente com a qualidade dessa interação entre sistemas e usuários, e suas relações com a facilidade de aprendizagem e satisfação do usuário, a eficiência do *software*, entre outras correlações. Visto as pesquisas na área, as mesmas demonstram principalmente técnicas de avaliação de usabilidade, mostrando seus resultados e medida de eficiência. Sendo assim, com a validação dos processos de avaliação de usabilidade, esses testes procuram identificar os principais problemas de usabilidade de sistemas e possíveis tratamentos (Freitas & de Alencar Dutra, 2009).

Segundo (Nielsen, 2005), a usabilidade está associada a 10 princípios que devem nortear o desenvolvimento e a avaliação de softwares, destacando: Compatibilidade do sistema com o mundo real; Consistência e padronização; Reconhecimento em vez de memorização; Flexibilidade e eficiência de uso; Estética e design minimalista; liberdade e controle; e prevenção de erros.

Nossos testes de usabilidade foram baseados nesses princípios, também nomeados de as 10 heurísticas de Nielsen. São dois testes, um no aplicativo DigiAtlas mobile e outro no servidor DigiAtlas web, com foco em aspectos ergonômicos e funcionais. Em nossas avaliações de usabilidade não consideramos todas as heurísticas, pois algumas não estavam relacionadas ao contexto da aplicação, os softwares não são difíceis de usar a ponto de necessitar de uma documentação por exemplo.

Os sujeitos em avaliação são usuários denominados simples especialista, aqueles que tem conhecimentos básicos sobre usabilidade e uso de tecnologia. Os mesmos são alunos e professores da Universidade Federal de Alfenas do curso de Ciência da Computação. Ao todo, nove usuários participaram dos testes de usabilidade, tanto na Avaliação do DigiAtlas Mobile como na do DigiAtlas Web.



Para a avaliação dos *softwares*, criamos uma sequência de ações para os usuários realizarem no sistema, e um questionário (Check List, tabelas 7 e 8 do Apêndice) com algumas questões. O questionário foi montado usando a escala Likert, com uma escala de 1 a 5, em que 1 o usuário discordava plenamente da afirmação e 5 concordava plenamente com a afirmação. A escala Likert foi criada em 1923, por Rensis Likert, e é um método bem apurado para obtenção de dados (Mafra et al., 1999), que possibilita medir o grau de satisfação com um objeto em estudo.

Para verificar a consistência dos nossos questionários usamos o coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) para validar os mesmos. O coeficiente alfa de Cronbach é uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa (da Hora, Monteiro, & Arica, 2010). Utilizamos como referência a escala apresentada na tabela 2 (Landis & Koch, 1977).

Tabela 2: Consistência interna Alfa-Cronbach .

Valor de Alfa	Consistência interna
Maior do que 0,80	Quase perfeito
de 0,61 a 0,80	Substancial
de 0,41 a 0,60	Moderado
de 0,21 a 0,40	Razoável
de 0,00 a 0,20	Pequeno
Menor do que 0,00	Pobre

Outras análises, essas com objetivo de verificar a consistência das respostas dos usuários, são feitas com a correlação de Spearman (Lira, 2004).

4.3.1 Avaliação da usabilidade no DigiAtlas Mobile

Para a avaliação do DigiAtlas mobile, criamos uma sequência de seis ações para os usuários realizarem no sistema, e um questionário (Check List) com treze questões. As ações indicadas para os usuários são apresentadas na tabela 5 do Apêndice, e as questões e suas relações com as heurísticas na tabela 7. No teste de usabilidade do aplicativo o foco foi em oito heurísticas de Nielsen, as duas que se ausentaram foram: suporte aos usuário a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros e ajuda e documentação.

Na primeira etapa aplicamos o teste de usabilidade com as ações e o questionário em três usuários (simples especialistas). Feito isso, validamos o mesmo por meio do alfa-cronbach. Após a validação, aplicamos a avaliação em outros seis usuários (simples especialista).

Para auxiliar no teste de usabilidade do mobile, disponibilizamos o apk do DigiAtlas através da ferramenta TestFairy ¹, um sistema usado para testar aplicativos, fornecendo como retorno:

¹Link do TestFairy: <https://testfairy.com>



logs, uso de memória, CPU e outros componentes do dispositivo móvel, além de um vídeo do usuário usando o sistema, mapas de uso, e outras métricas.

Com o TestFairy é possível identificar quais dispositivos e qual sistema operacional (versão do android) usou o aplicativo. Isto é de extrema importância para nossas avaliações em termos de teste de desempenho, verificando a compatibilidade entre o aplicativo, suas demandas (memória RAM, processamento) e os dispositivos móveis utilizados.

4.3.2 Avaliação da usabilidade no DigiAtlas Web

Para a avaliação do DigiAtlas web, criamos uma sequência de três ações para os usuários realizarem no sistema, e um questionário (Check List) com treze questões. As ações indicadas para os usuários são apresentadas na tabela 6 do Apêndice, e as questões e suas relações com as heurísticas na tabela 8. No teste de usabilidade do servidor o foco foi em sete heurísticas de Nielsen, as três que se ausentaram foram: prevenção de erros, suporte aos usuário a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros e ajuda e documentação.

Na primeira etapa aplicamos o teste de usabilidade com as ações e o questionário em quatro usuários (simples especialistas). Feito isso, validamos o mesmo por meio do alfa-cronbach. Após validação, aplicamos a avaliação em outros cinco usuários (simples especialistas).

Para auxiliar no teste de usabilidade do servidor, agregamos um script no código da tela do mapa vindo da ferramenta Hotjar ², um sistema de análise, que ajudará a avaliar diversas métricas do DigiAtlas web, e auxiliará na melhoria do sistema quanto a sua usabilidade. O mesmo oferece utensílios como mapas de calor, pesquisas, gravação do comportamento do usuário, entre outras funções. Em nossas análises, usamos somente os mapas de calor gerados pela ferramenta.

Os mapas de calor, são de grande utilidade para avaliações de usabilidade de sistemas, pois auxiliam na análise dos padrões de exploração visual dos usuários. "Nestas representações, as áreas "quentes" ou de maior intensidade sinalizam os locais onde os usuários fixaram a sua atenção com maior frequência, ou seja, as áreas com elementos mais atrativos e onde se gerou maior volume de fixações visuais" (Barreto, 2012). Com esses dados podemos avaliar a interface da ferramenta e encontrar possíveis problemas e melhorias.

5 Resultados e discussões

Organizamos os resultados por tipo de aplicação, visando gerar um panorama que possibilitou validar o uso dos mesmos, apresentando as estruturas desenvolvidas e as avaliações de usabilidade pelos especialistas. No fim dessa seção fazemos algumas discussões sobre as aplicações educacionais do sistema.

²Link do Hotjar: www.hotjar.com

5.1 DigiAtlas mobile

5.1.1 Aplicativo desenvolvido

As principais funções no DigiAtlas Mobile estão relacionadas ao gerenciamento dos dados ambientais georreferenciados, com auxílio do mapa e dos marcadores. Os usuários podem visualizar os dados iniciais, inserir novos dados com textos e mídias (imagem, áudio e vídeos), além de editar e excluir suas coletas. Há também possibilidade de colaboração entre os indivíduos, seja exportando e importando dados manualmente ou enviando informações para o servidor. Na figura 4 há algumas interações para gerenciar dados.

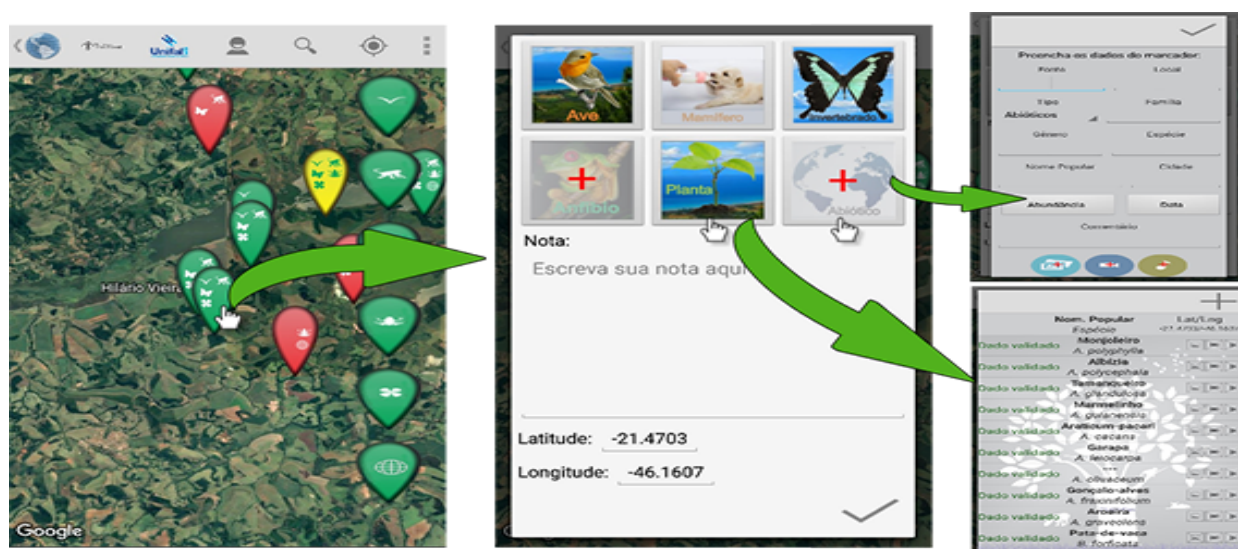


Figura 4: Fluxo de telas no DigiAtlas Mobile.

Com a possibilidade de gerenciar e criar pontos em campo (dados textuais, foto, vídeo e som), aumenta-se assim a concentração de dados de distintas localidades no dispositivo móvel, o que facilita o estudo em qualquer lugar, visto a mobilidade gerada por esse tipo de tecnologia.

As funcionalidades de gerenciamento de dados, também são benéficas aos pesquisadores da área, para utilizarem o aplicativo como banco de dados público dos resultados de suas investigações, servindo como base para estudos futuros sobre determinada espécie ou local, levando o conhecimento das universidades para a sociedade e vice-versa.

Para auxílio no uso do mapa, há funções para mostrar a localidade do indivíduo, realizar pesquisas e filtrar dados. A pesquisa é feita em todos os dados do sistema no dispositivo móvel do usuário, verificando cada atributo. É possível definir também em qual atributo especificamente o sistema deve buscar e visualizar somente os resultados de uma pesquisa no mapa (figura 5). Há opções rápidas de filtro (ícones na lateral direita da tela do mapa), que permitem selecionar quais tipos de dados devem aparecer no mapa.

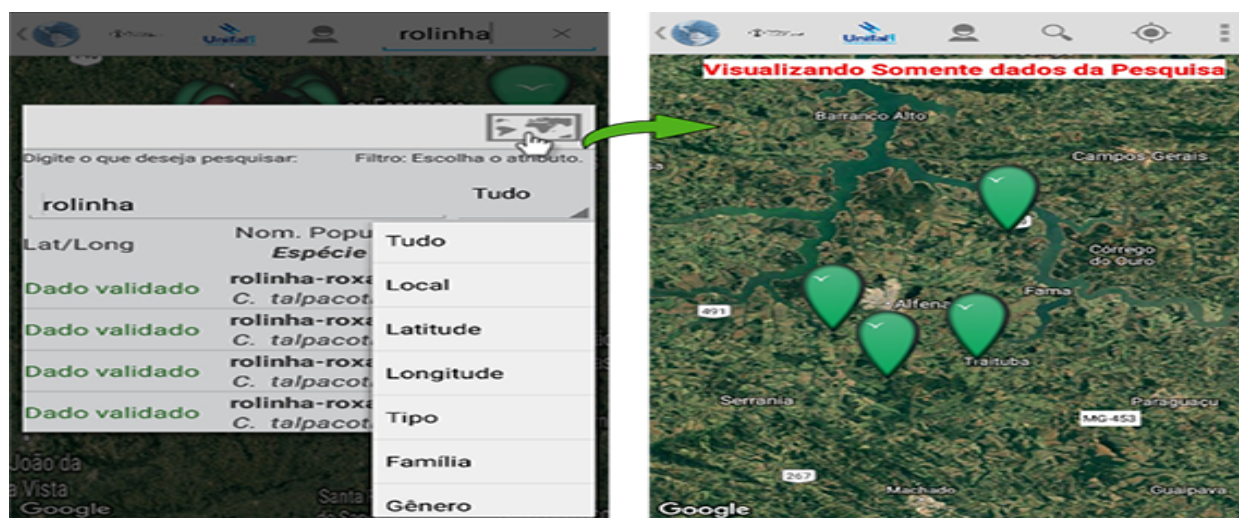


Figura 5: Pesquisa no DigiAtlas Mobile.

Para apoiar professores no âmbito escolar, existem funcionalidades para gerenciar turmas (figura 6) e gerar relatório de notas. O usuário professor pode criar e editar usuários turma. Com a ferramenta para gerar relatórios, os usuários podem escrever notas sobre as localidades (marcadores) (figura 6). Com essas ferramentas é possível o professor realizar atividades de campo e acompanhar a evolução de turmas no uso do sistema.

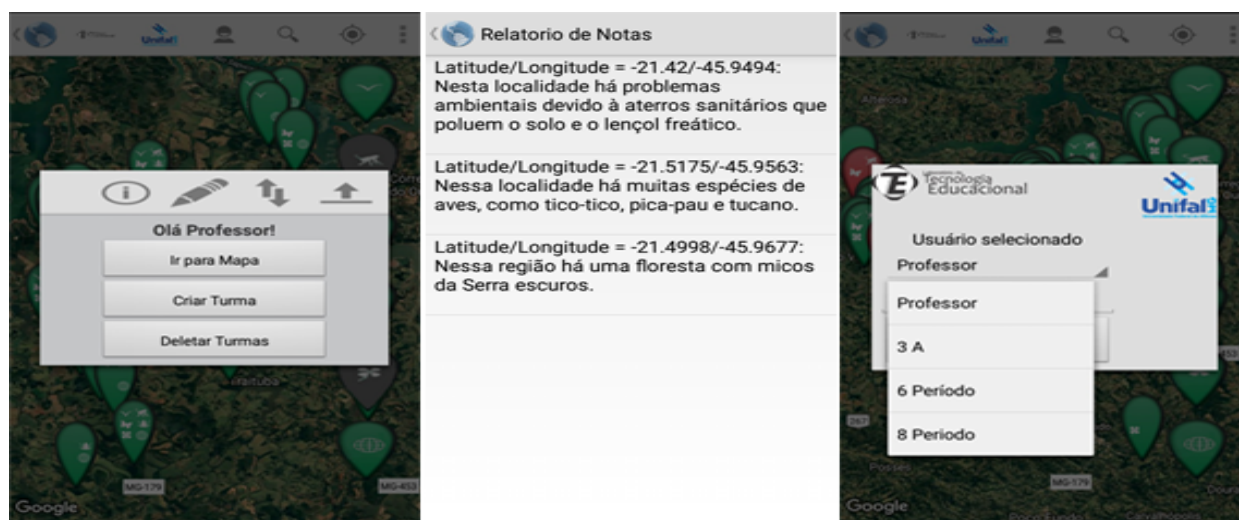


Figura 6: Gerência de turmas, Relatórios de Notas e Login no DigiAtlas Mobile.

Além dessas funções, há ferramentas para adicionar regiões abióticas, mapas temáticos e rotas no mapa. Uma região abiótica é qualquer região que seja relevante para um estudo, por exemplo, uma área de preservação ambiental. Um mapa temático é uma imagem (.jpg ou .png)



que ficará sobreposta ao mapa de modo georreferenciado e esta contém informações sobre a localidade, como dados sobre chuva ou temperatura. As rotas podem ser inseridas em qualquer parte do mapa, e auxiliam por exemplo na ida dentro de uma mata fechada para chegar a um local desejado. As rotas são inseridas dentro do aplicativo ponto a ponto.

5.1.2 Avaliação de Usabilidade - Simples Especialista

Para avaliar a consistência do questionário (apêndice tabela 7) aplicado no teste de usabilidade para o DigiAtlas Mobile, como já foi citado na seção de materiais e métodos, antes de iniciar as avaliações, usamos o Alfa-Cronbach. Como resultado da aplicação inicial do teste, em três usuários, obtivemos um alfa no valor de 0,79. Esse foi um resultado satisfatório, que segundo (Landis & Koch, 1977) indica uma consistência interna substancial para nosso questionário.

Baseado no questionário foi possível qualificar o aplicativo e verificar sua contribuição e facilidade de uso pelos usuários. Como resultado dos testes de usabilidade temos as respostas dos usuários de forma quantitativa. O questionário foi montado para que sempre a resposta positiva seja 5. Na figura 7 temos a distribuição das respostas dos usuários por questão.

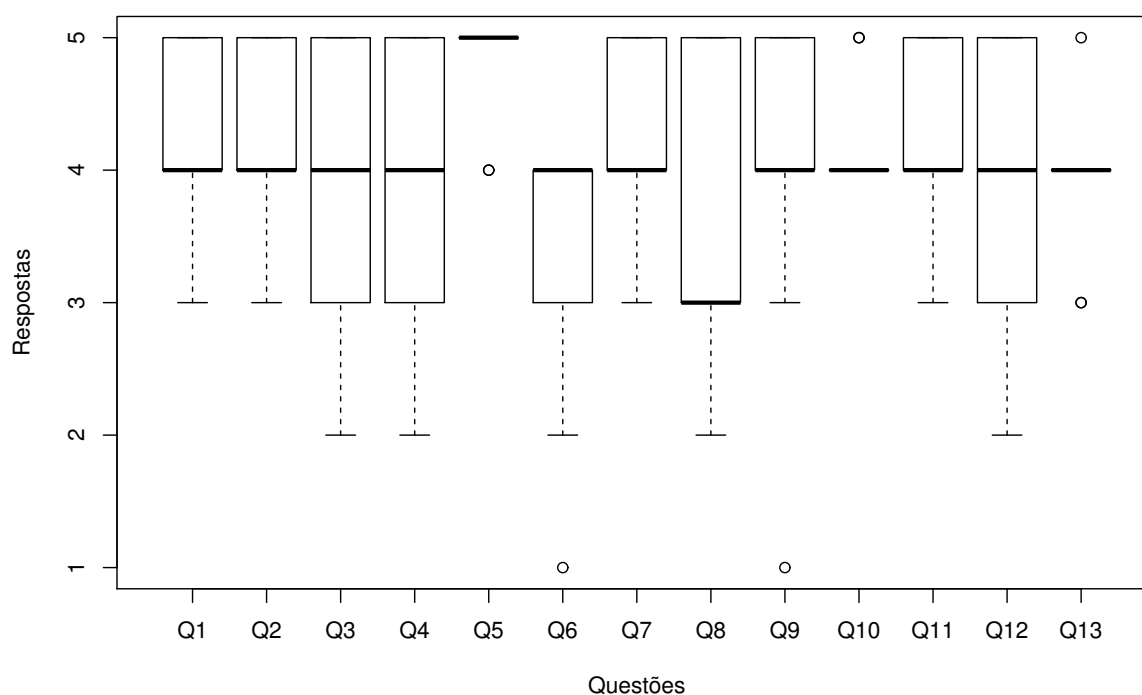


Figura 7: Respostas as questões do teste de usabilidade do DigiAtlas Mobile.



Por meio da avaliação e da realização dos testes de usabilidade com professores e estudantes, percebemos que há facilidade na manipulação do *software*, pois podemos observar no boxplot da figura 7, um excelente resultado.

A maioria das respostas girou em torno de 4 ou 5 (75.21%), com a mediana em quase todos os itens sendo 4. Houve muitas respostas máximas (5), como inclusive na questão cinco, quase todos os usuários deram a resposta 5, deixando a resposta 4 como um outlier. As respostas mínimas na maioria das vezes foi 3, que qualitativamente seria um regular. Na figura 8 podemos ver os percentuais das respostas do teste.

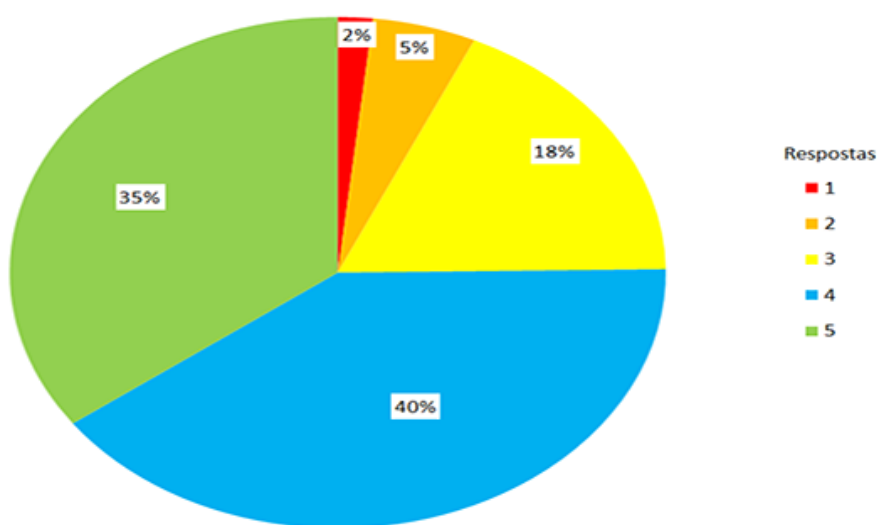


Figura 8: Percentual de respostas.

Como podemos ver na figura 8 há também respostas 2 e 1, o que mostra que algumas pessoas encontraram alguma dificuldade. Apesar disso, esses usuários propuseram algumas revisões e sugestões para facilitar seu uso. Uma das sugestões esta relacionada a colocar uma mensagem informando como inserir dados no aplicativo, pois não ficava claro para alguns usuários. Entretanto, já existe uma mensagem informativa com esse quesito, mas a mesma aparece assim que usuário abre o mapa, e no decorrer das ações do teste de usabilidade, quando chegava na ação para inserir informações, o usuário já não se recordava. Dessa maneira, essa mensagem pode ser remanejada para ser exibida em uma ocasião mais oportuna. Outra sugestão, foi para realizar melhorias quanto à adição de novos dados, de modo a realçar os campos de preenchimento obrigatório.

De maneira geral os usuários deram opiniões positivas e satisfatórias para uso e melhorias do aplicativo. Desta maneira é perceptível que o *software* atingiu seu objetivo.

A fim de demonstrar a consistência e fazer uma análise das respostas, podemos verificar também a correlação de Spearman entre algumas questões, como entre a questão 1 e questão 12



(0,68), entre a questão 1 e questão 13 (0,69), e entre a questão 5 e questão 12 (0,67). Esses valores credibilizam as respostas dos usuários, visto que a correlação mede o grau pelo qual duas variáveis tendem a mudar juntas, e nesse caso faz sentido, pois se usuário deu uma nota alta na questão 1 provavelmente dará uma nota alta a questão 13, visto a relação entre as questões. Essas correlações descritas reforçam a boa navegabilidade do aplicativo mobile.

5.1.3 TestFairy

Os dispositivos usados nos testes de usabilidade do DigiAtlas mobile e seus respectivos sistemas operacionais são mostrados na tabela 3.

Tabela 3: Dispositivos e versões Android usados nos testes de usabilidade .

Dispositivo	Versão Android
Motorola Moto G3	6.0
LG K10	6.0
Motorola Moto G2	6.0
Samsung GT-N8000	4.1.2

Vale ressaltar que o TestFairy apresenta algumas limitações que influenciaram nas informações obtidas durante os testes. Uma delas é que se o usuário estiver conectado com uma rede 3G durante o teste, o TestFairy não grava o vídeo do usuário usando o sistema. Outra restrição foi a de tempo máximo de sessão, no caso, dez minutos. Se o usuário passava desse tempo o TestFairy não registrava mais suas ações. Deste modo não conseguimos calcular estatísticas relacionadas ao tempo médio de uso e de conclusão de cada ação do questionário.

Com o uso do TestFairy durante os testes de usabilidade do DigiAtlas mobile, obtivemos também informações de performance da unidade central de processamento (*Central Processing Unit*, CPU), como as exibidas na tabela 4:

Tabela 4: Dados estatísticos das sessões do TestFairy .

Dispositivo	Média CPU
Motorola Moto G3	20.02%
LG K10	15.77%
Motorola Moto G2	14.98%
Samsung GT-N8000	29.27%

Foram bons resultados, não houve altos índices, nem muita variação no uso da CPU entre os dispositivos. Abaixo mostramos mais detalhadamente o desempenho do DigiAtlas mobile durante



uma execução, a figura 9 mostra a performance da CPU e a figura 10 a performance da memória no dispositivo móvel, que no caso, foi o LG K10.

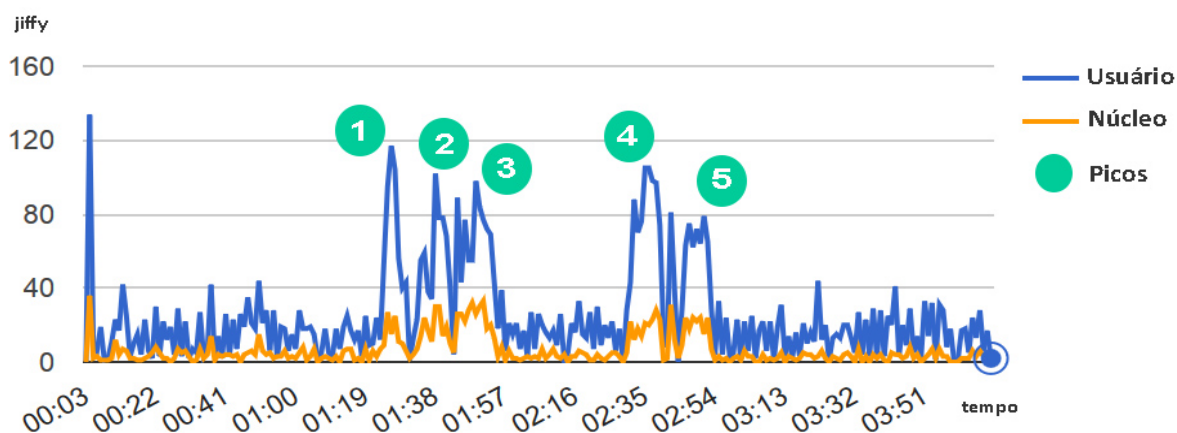


Figura 9: Performance da CPU durante uma execução do DigiAtlas Mobile - Fonte: TestFairy.

Na figura 9, temos alguns momentos com picos de performance da CPU. Inicialmente há uma subida devido à inicialização do aplicativo. No instante um, identificado com uma bola e o número 1 dentro, há outra subida, que no caso ocorreu devido ao salvamento de uma nota de relatório de uma localidade. No instante 2, houve outro pico no momento em que o usuário acionou a funcionalidade para ver sua localização no mapa. No instante 3, houve um maior processamento ocasionado por manipulações de zoom no mapa. No instante 4, foi realizada uma inserção de dados no sistema, e isso causou mais um pico de processamento. Por fim, no instante 5, houve outro pico devido ao acionamento da localização do usuário.

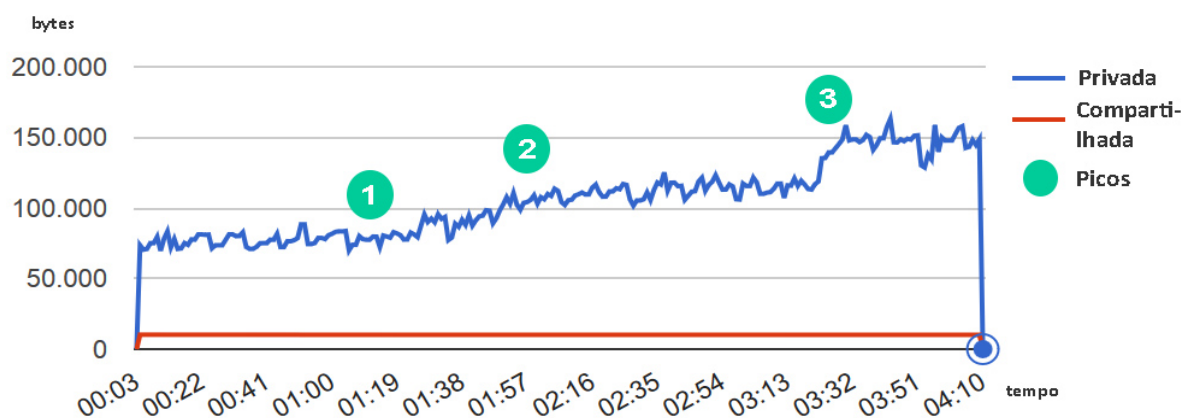


Figura 10: Performance da memória durante uma execução do DigiAtlas Mobile - Fonte: TestFairy.

Quanto a performance da memória, a mesma foi mais estável. Temos três momentos de aumento de consumo ao longo da execução que pode ser visualizada na figura 10. No primeiro instante, foi durante o salvamento de uma nota de relatório. No instante 2 devido à uma inserção de dados no sistema. Esses dois primeiros picos, também ocorrem na performance da CPU. O último pico na memória ocorreu devido a um carregamento de uma lista de dados que foi exibida e um apagamento de dado posterior.

Houve um bom desempenho da aplicação nesse dispositivo móvel, não exigindo grandes quantidades de processamento e memória. Há também uma estabilidade durante a execução, pois não houve picos com grandes escalas.

As métricas de desempenho gerais do aplicativo foram boas, vista as operações realizadas nos testes. Atualmente, a maioria dos dispositivos móveis atende a esses requisitos de uso.

5.2 DigiAtlas web

5.2.1 Aplicativo desenvolvido

No DigiAtlas Web há funcionalidades para gerenciar (visualizar, inserir, editar, excluir e validar) dados ambientais georreferenciados, mas com restrições de usuário. Na figura 11 podemos ver a tela inicial do servidor, onde qualquer usuário pode acessar e visualizar os dados ambientais georreferenciados.

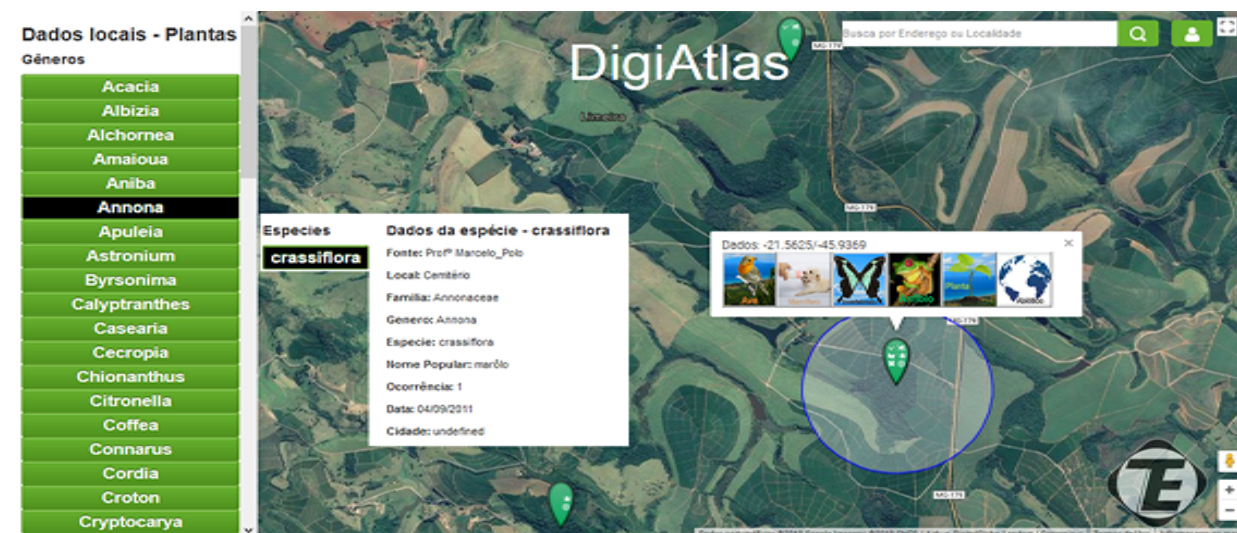


Figura 11: Mapa inicial.

Outras opções de gerenciamento dos dados, são específicas para usuários especialistas (professores com conhecimentos na área), pois estes irão validar os dados que usuários do aplicativo desejam compartilhar, e manter a integridade do banco de dados. Os usuários especialistas terão acesso a área de login e poderão validar e excluir dados não validados e editar dados validados. Na



figura 12 podemos visualizar um exemplo de uma lista de dados para validar dentro do DigiAtlas Web. Na listagem, a informação à esquerda no item se refere a espécie e à direita ao gênero do dado ambiental.

DigiAtlas: Olá, Admin!

Pesquisar...

Dados para validar

- Aves**
- Mamíferos
- Plantas
- Anfíbios
- Invertebrados
- Dados Abióticos

Dados validados

Aves

✓ magnirostris	Rupornis
✓ cayana	Playa
✓ spodi	Synallaxis
✓ chopi	Gnorimopsar
✓ culicivorus	Basileuterus
✓ cirratus	Picumnus
✓ toco	Ramphastos

Figura 12: Exemplo de lista de dados para validar.

Mesmo entre os usuários especialistas, existe ainda uma política de validação no sistema em que os usuários têm permissões específicas para validar os dados, tendo autorização para validar somente aqueles do tipo (Aves, Plantas, entre outros) dentro da sua área de conhecimento (figura 13).

Criar Usuário

Usuário:

Login do novo usuário

Senha

Senha

Digite a senha novamente

Email

Email do novo usuário

Permissões de Validação

☐ Aves
 ☐ Mamíferos
☐ Plantas
 ☐ Invertebrados
☐ Anfíbios
 ☐ Abióticos

Criar Usuário

Figura 13: Tela para criação de usuários.

Essa gerência quanto a criação e permissões dos usuários do DigiAtlas, é feita pelo usuário Administrador. Eventualmente, com a chegada de novos dados para validação, os usuário irão receber emails de aviso.



Além disso, para melhor manipular os dados na ferramenta, há possibilidade de realizar pesquisas. Na tela inicial do mapa (figura 11), a pesquisa pode ser feita por endereço ou localidade, com o mapa sendo redirecionado para a região pesquisada. Dentro da área de login, a pesquisa é feita em todos os atributos dos dados ambientais do sistema. Uma vez encontrado dados relacionados, uma lista é exibida, e o usuário pode visualizar e editar os dados validados, e validar ou excluir dados não validados (figura 14).

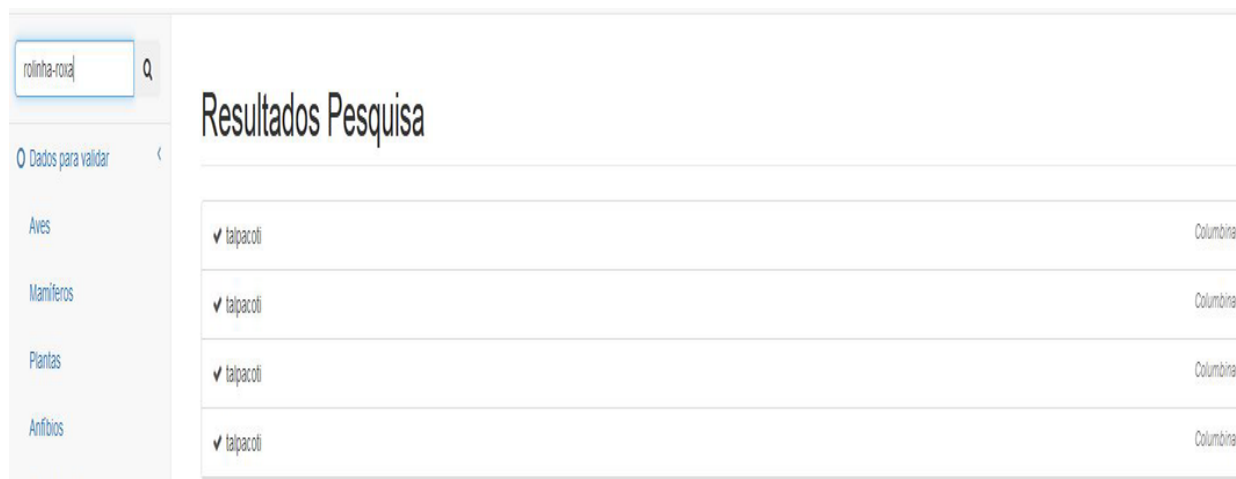


Figura 14: Resultados de uma pesquisa.

Na validação de um dado, o especialista deverá conferir informações textuais e mídias (imagens e áudios) do dado (figura 15).

Figura 15: Tela para validação de dado.

Para inserir informações, basta preencher os atributos de um dado ambiental do DigiAtlas e definir sua localização (figura 16). Há também possibilidade de inserção de dados através de uma



planilha do Excel. É uma boa opção para inserção de grandes quantidades de dados. Nesse tipo de inserção os campos são os mesmos requeridos em uma inserção pelo formulário no DigiAtlas Web.

Inserir Dado

Figura 16: Tela para inserção de dado.

5.2.2 Avaliação de Usabilidade - Simples Especialista

A validação do questionário aplicado no teste de usabilidade do DigiAtlas Web (apêndice tabela 6) por meio do Alfa-Cronbach com quatro usuários, obteve um valor alfa de 0,82. Isso mostrou um nível de consistência quase perfeito do nosso questionário, segundo (Landis & Koch, 1977).

Com as respostas ao questionário pelos simples especialistas obtivemos resultados quantitativos quanto a usabilidade do DigiAtlas Web. Assim como nas respostas do questionário do DigiAtlas Mobile, a resposta positiva é sempre 5. A figura 17 ilustra a distribuição das respostas dos nove usuários por cada uma das treze questões.

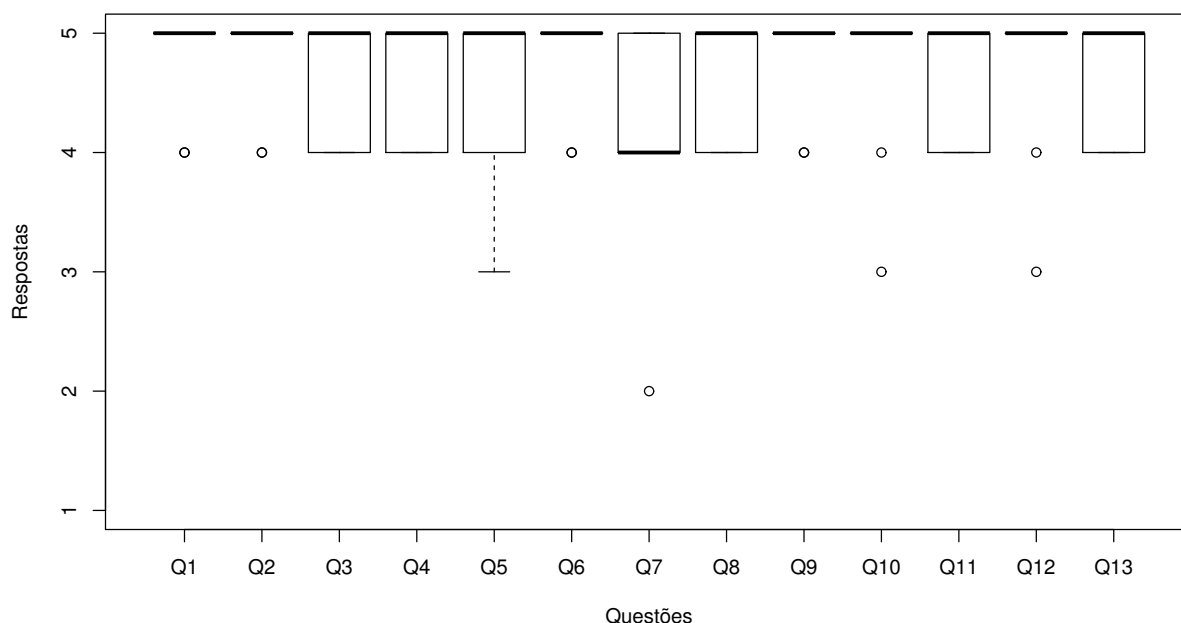


Figura 17: Box Plot com distribuição das respostas por questão.

Ficou bem claro, por meio desta avaliação de usabilidade, a facilidade de manipulação do *software*. Ficou ainda maior se comparada com a facilidade no DigiAtlas Mobile, pois é possível observar no boxplot da figura 17 um ótimo resultado.

O quantidade de respostas altas, 4 ou 5, foi muito grande, chegando a um percentual de 96%. Na maioria das questões a mediana ficou com a nota máxima 5, e o 4 que também é uma boa nota, como um outlier ou nota mínima na resposta à questão. Isso evidencia a grande simplicidade de uso do DigiAtlas Web. Na figura 18 podemos ver quantitativamente os resultados da avaliação.

Houve apenas quatro respostas 3, duas respostas 2 e nenhuma resposta 1, entre todas as questões respondidas pelos usuários (117). Todos os participantes dos testes de usabilidade fizeram comentários positivos sobre a ferramenta web, argumentando a facilidade de acessar os dados e manipular o mapa. Alguns também comentaram que acharam mais fácil usar o DigiAtlas Web do que DigiAtlas Mobile, devido à simplicidade do primeiro quanto a encontrar e usar as funcionalidades. Contudo vale ressaltar também que as atividades feitas pelos usuários na avaliação do DigiAtlas Web, foram somente no mapa inicial, com ações de visualização e pesquisa.

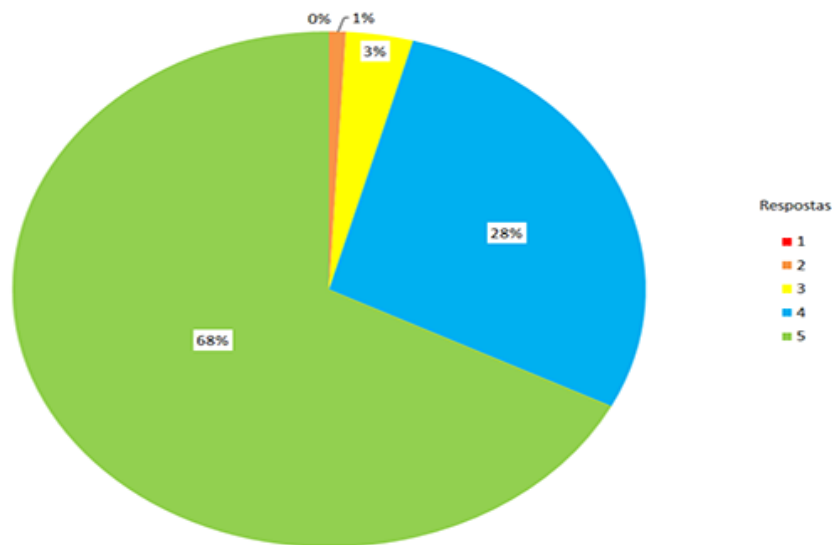


Figura 18: Percentual de respostas.

Sobre a correlação entre as questões do questionário, que dão consistência a respostas dos usuários, houve diversas circunstâncias interessantes. Por exemplo, a correlação entre a questão 2 e questão 3 (0,75), entre a questão 2 e questão 11 (0,75), entre a questão 3 e questão 7 (0,68), entre a questão 8 e questão 5 (0,64) e entre a questão 13 e questão 5 (0,64). Esses resultados dão crédito para as respostas dos usuários, pois são questões "dependentes", mesmo que as respostas sejam subjetivas.

5.2.3 Mapas de Calor

Apresentamos na figura 19 o mapa de calor dos cliques dos usuários, que foi gerada pelo Hotjar a partir dos acessos no decorrer da avaliação de usabilidade no DigiAtlas Web.

Há uma escala de calor no mapa entre a cor azul e vermelho, com azul indicando menor e vermelho maior frequência de cliques. Na imagem do mapa de calor gerada pelo hotjar, não apareceu o mapa do DigiAtlas com os dados georreferenciados do DigiAtlas ao fundo, mas para melhor visualização editamos a figura com nosso mapa.

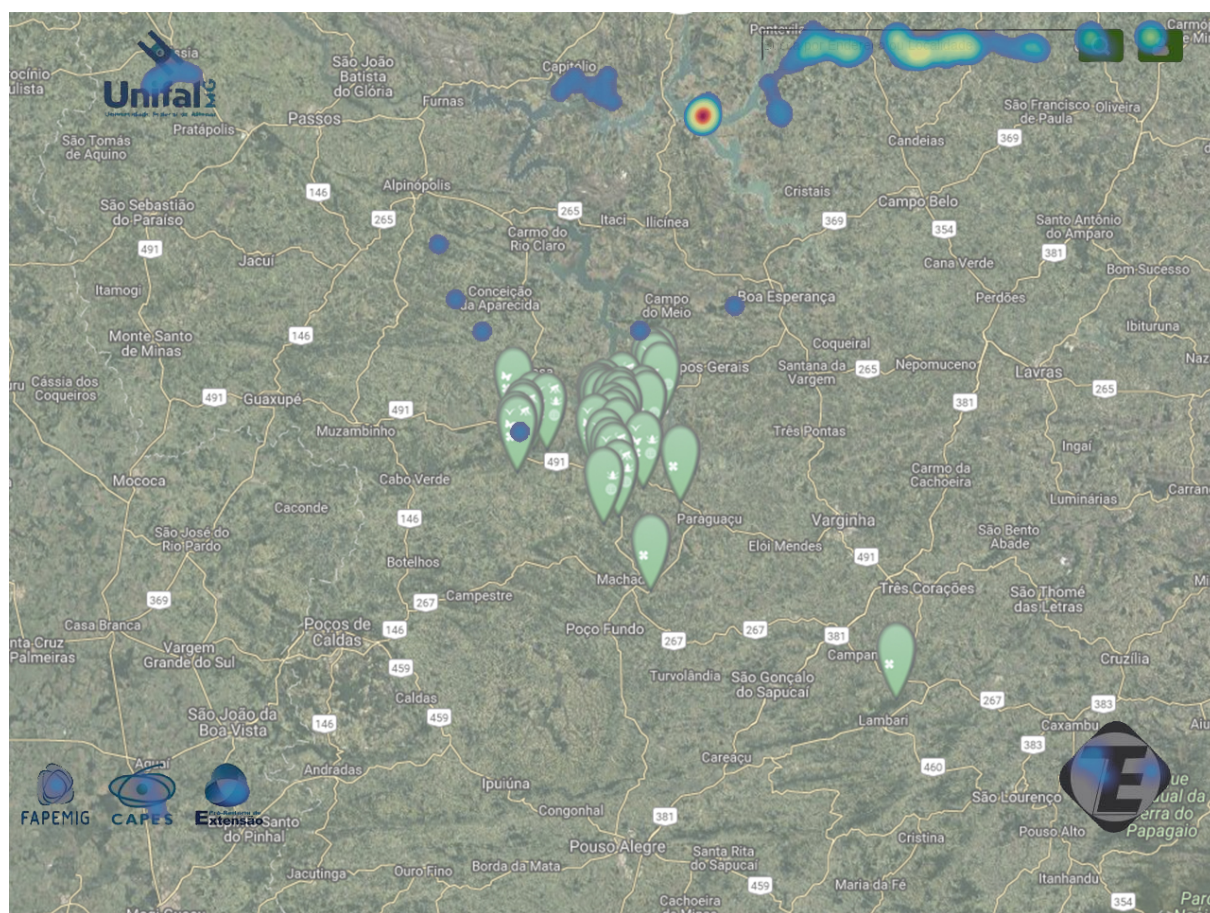


Figura 19: Mapas de calor gerados pelo HotJar.

Pelo mapa de calor gerado, foi possível perceber que muitos usuários usaram a barra de pesquisa, e para acionar a busca usaram a tecla enter, pois não há tantos cliques no botão da lupa. Isso demonstra a importância desse meio de acionamento de busca para a usabilidade de uma aplicação.

Os cliques espalhados pelo meio da tela, são pertinentes aos marcadores presentes no mapa do DigiAtlas Web, e eles variam de posição de acordo que o usuário vai manipulando o mapa.

Um problema identificado, foi que as imagens que identificam os envolvidos (patrocinadores e instituições) com o projeto, foram clicadas, mas as mesmas não são objetos clicáveis. Isso indica regiões da interface em que se pode haver melhorias, tornando as imagens linkáveis.

5.3 O público-alvo e o valor agregado para a educação

O público-alvo do DigiAtlas são professores e estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior, assim como também pesquisadores.



Os pesquisadores poderão utilizar o DigiAtlas na coleta ou consulta de dados. Também poderão realizar buscas na base de dados para encontrar dados adicionados por outros pesquisadores ou por outro usuário. Com isso, o pesquisador poderá averiguar a possibilidade de novos estudos e trabalhos.

Os professores e estudantes, terão a disposição uma ferramenta que armazena, gerencia e visualiza os dados coletados, seja por grupos de pesquisas em atividades de campo ou compartilhadas por usuários. O professor poderá utilizá-la em sala ou em atividades de campo. Além disso, o professor pode discutir com os estudantes e mostrar no aplicativo a relação entre os vários dados armazenados, por exemplo, a relação da fauna ou flora com características da geografia. Os estudantes, podem utilizar o DigiAtlas nas aulas como descrito acima e ainda em casa, como atividades extraclasse, ou realizar consultas a informações de seu interesse.

Em resumo, por meio da utilização do DigiAtlas, tanto os estudantes, como os professores poderão desenvolver novas atividades e assim aumentar o estímulo sobre a temática ambiental, uma vez que poderão utilizar dados locais de seu próprio ambiente, geralmente não trabalhados em sala de aula, além da possibilidade da inserção de dados próprios pelos estudantes, transformando-se em uma ferramenta para o trabalho de campo.

Isso agrega valor para a educação, pois para o processo de ensino-aprendizagem é importante valorizar o cotidiano e as atividades extraescolares dos estudantes, principalmente aquelas que conectam o estudante com seu ambiente e sua realidade (Compiani et al., 2013). Por meio do *software* educativo em questão, possibilita-se, de maneira simples, uma outra visão/percepção sobre seu ambiente e suas relações com os conhecimentos e atividades escolares.

A ideia de ter um aplicativo com informações georreferenciadas, de modo não linear, mediando possibilidades de raciocínios não lineares, assim como a expansão da percepção tempo-espacial do estudante, conecta o físico e o virtual no processo de construção dos conhecimentos sobre o ambiente (Hornink, 2015).

Além disso, a educação deve ser estimulada, transformando a didática tradicional em novas dinâmicas e atividades lúdicas que facilitem a construção do conhecimento. É possível inovar a maneira de pensar e de construir conhecimentos pelos estudantes, e esta levar seu conhecimento para a comunidade.

Por fim, como uma ferramenta polifônica (Bakhtin, 1997), ou seja, aberta para diversas possibilidades de uso, o DigiAtlas também pode ser usado até mesmo em um trabalho de avaliação de impacto ambiental de uma área, a partir do levantamento e registro das informações no aplicativo, principalmente em casos que necessitam audiências públicas e a liberação dessas informações para a população.

5.4 Sugestões de uso educacional

Discutida a seção anterior, e visto as diversas finalidades do DigiAtlas, destacamos abaixo algumas possibilidades de uso:



Ensino Básico: para aulas em campo são variadas possibilidades de atividades a serem realizadas com o DigiAtlas. Principalmente nas disciplinas de Ciências, Biologia ou Geografia, o professor pode escolher uma localidade a ser visitada e estudada pelos estudantes. Para isso o professor deve pesquisar no próprio aplicativo quais áreas podem ser de utilidade no estudo. Em seguida é possível criar uma turma para cada sala, e assim diferenciar os dados e locais utilizados. É interessante escolher uma área em que ocorra espécies de fácil visualização, como o Ramphastos toco (tucano); e características ambientais marcantes, ou mesmo um problema ambiental, como voçorocas, que são facilmente identificadas. A partir da escolha das áreas, o professor pode traçar uma rota para facilitar a chegada ao local. Com isso, as turmas poderão visitar o local, reconhecer a espécie e/ou o problema ambiental evidenciados, analisar o ambiente ao seu redor, perceber características do local, como a temperatura, a umidade, e até mesmo conhecer florestas e áreas nativas. Através dessa visita o professor pode sugerir variados estudos e trabalhos sobre a área, as espécies, as características do local, ou mesmo a busca de novas informações.

Para as aulas em sala, o professor pode seguir a mesma metodologia, acessar no mapa qualquer localidade e realizar trabalhos e atividades sem sair da escola, de maneira interativa com os estudantes.

Para avaliação das atividades dos estudantes no DigiAtlas, o professor pode trabalhar com as exportações e importações manuais de dados, de modo que os estudantes entreguem as exportações para o professor, e o mesmo pode importar esses dados e verificar as inserções e os relatórios de notas dos alunos.

Ensino Superior: O uso no ensino superior é muito similar ao uso no ensino básico, a diferença esta na manipulação e avaliação dos dados, que poderá incluir variáveis mais complexas para compreensão dos dados obtidos em campo ou pré-existentes no mapa. O DigiAtlas pode ser utilizado em pesquisas e estudos da graduação e pós-graduação funcionando como banco de dados, ou mesmo plataforma base para armazenamento dos dados coletados. O estudante ou o docente pode identificar as localidades em que há ocorrência de determinada espécie de interesse; pode avaliar quais espécies ocorrem em determinadas áreas ou mesmo na região; e a partir disso dar início a novas pesquisas. Para isso o usuário pode realizar a pesquisa por espécie ou localidade e adicionar novos dados em campo ou laboratório.

6 Considerações finais

Tendo em vista a polifonia do DigiAtlas, que resulta na flexibilidade da aplicação, este poderá alcançar vários objetivos de uso. Desde uma base de dados robusta para várias disciplinas do ensino básico ao Ensino Superior, até uma ferramenta de campo para georreferenciamento de dados ambientais, seja para fins educacionais ou não.

A interação que a plataforma permite entre o estudante e o ambiente estreita os laços e o interesse pela temática ambiental. Além disso, possibilita a exploração pelo professor e ainda o



estimula a novas práticas, trabalhos, dando suporte à sua criatividade, auxiliando seu trabalho. Traz dessa maneira, prazer e satisfação no dia-a-dia, e incute a preocupação e conscientização dos estudantes e professores.

Buscando verificar a facilidade de uso das ferramentas, pois isso é essencial dentro de aplicações educacionais, temos as avaliações dos aplicativos mobile e web do DigiAtlas que propiciaram a compreensão do potencial de uso e da própria usabilidade dos mesmos. O processo de avaliação da usabilidade, alcançou resultados satisfatórios levando em consideração as 10 heurísticas de Nielsen.

Os usuários participantes dos testes, sentiram-se confiantes em usar a ferramenta após algumas interações, revelando a facilidade em usar o sistema, e além disso se interessaram pela temática e possibilidades de uso dos *softwares*.

Através dos resultados e do feedback gerado pelos usuários participantes das avaliações, foi possível validar que o DigiAtlas é uma ferramenta de fácil uso, com grande utilidade para a educação ambiental e centralização de dados ambientais, com possibilidades de aplicações educacionais.

Uma ferramenta inovadora, lúdica e que traz o conhecimento através da prática, através de tecnologias atrativas, pode ser de importância relevante para a melhoria da Educação, além de facilitar a pesquisa em um só sistema.

Ainda são necessários trabalhos e testes para evidenciar o uso do DigiAtlas nas diversas disciplinas do ensino básico, avaliando como a multidisciplinaridade e até mesmo a interdisciplinaridade podem ser utilizadas e estimuladas nesse âmbito.

Ainda precisamos refletir sobre como estabeleceremos a divulgação das ferramentas e o controle do potencial crescimento da base de dados, após colocá-las em produção.

Referências

- ABNT. (1998). *Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual. parte 11: Orientações sobre usabilidade*.
- Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and human well-being: wetlands and water. *World resources institute, Washington, DC*, 5.
- Bakhtin, M. (1997). *Estética da criação verbal*. tradução de maria ermantina galvão g. pereira. São Paulo: Martins Fontes.
- Barreto, A. M. (2012). Eye tracking como método de investigação aplicado às ciências da comunicação. *Revista Comunicando*, 1(1), 168–186.
- Burrough, P. A. (1986). Principles of geographical information systems for land resources assessment.
- Compiani, M., et al. (2013). Ribeirão anhumas na escola: projeto de formação continuada elabo-



- rando conhecimentos escolares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente. *Curitiba: Editora CRV*.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297–334.
- da Hora, H. R. M., Monteiro, G. T. R., & Arica, J. (2010). Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente alfa de cronbach. *Produto & Produção*, 11(2), 85–103.
- De Medeiros, C. N. (2012). Planejamento e gestão territorial usando um sig em ambiente web.
- dos Santos, V. M. N., & Compiani, M. (2005). formação de professores: desenvolvimento de projetos escolares de educação ambiental com o uso integrado de recursos de sensoriamento remoto e trabalhos de campo para o estudo do meio ambiente e exercício da cidadania teacher training: development of school projects of social environment education with the use of remote sensing and field works for study of the environment and the practice of citizenship.
- Duso, L., & Borges, R. M. R. (2010). Mudança de atitude de estudantes do ensino médio a partir de um projeto interdisciplinar sobre temática ambiental. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3(1), 51–76.
- Ferreira, E., & Tomé, I. (2010). Jovens, telemóveis e escola. *Educação, Formação & Tecnologias- ISSN 1646-933X*, 24–34.
- Ferreira, L., Raniero, M., Hornink, G. G., & Bressan, P. (2015). Digiatlases: Dispositivos móveis auxiliando o ensino multidisciplinar de questões ambientais. In *Anais dos workshops do congresso brasileiro de informática na educação* (Vol. 4, p. 693).
- Figueira, L., Freitas, N., & Oliveira, A. (2015). Aprendizado móvel aplicado ao ensino-aprendizagem acerca do patrimônio cultural. *Na: Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE, Chile*(1), 81–88.
- Franciscato, F. T., & Medina, R. D. (2008). M-learning e android: um novo paradigma? *RENOTE*, 6(1).
- Freitas, R. C., & de Alencar Dutra, M. (2009). Usabilidade e interatividade em sistemas web para cursos online. *Brazilian Journal of Computers in Education*, 17(02), 48.
- Hornink, G. G. (2015). Mediações online na formação continuada de professores do projeto. in. compiani, m. (org). ribeirão anhumas na escola: pesquisa colaborativa entre escola e universidade gerando conhecimentos contextualizados e interdisciplinares. *Curitiba: Editora CRV*.
- Kazmierczak, M., Leonardi, L., Peixoto, A., Macedo, D., Ribeiro, L., Solano, M., ... Meyenn, T. (2007). Projeto sig na educação: Utilização de sistemas de informações geográficas no ensino fundamental. *anais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil*, 21–26.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159–174.
- Leite, B. S. (2014). M-learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no ensino de química. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 22(3).



- Lira, S. A. (2004). Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações. *Curitiba–Universidade Federal do Paraná*.
- Mafra, S. C. T., et al. (1999). Elaboração de check list para desenvolvimento de projetos eficientes de cozinhas a partir de mapas mentais e escala likert.
- Marçal, E., Andrade, R. M., Viana, W., Rodrigues, D., Maia, M., Mendes, W., ... Benicio, W. (2013). Geomóvel: Um aplicativo para auxílio a aulas de campo de geologia. In *Brazilian symposium on computers in education (simpósio brasileiro de informática na educação-sbie)* (Vol. 24, p. 52).
- Monteiro de Oliveira, C. D., & Sousa de Assis, R. J. (2009). Travessias da aula em campo na geografia escolar: a necessidade convertida para além da fábula. *Educação e Pesquisa*, 35(1).
- Moraes, E. C., Florenzano, T. G., & Lima, S. F. S. (2009). Formação de professores dos ensinos fundamental e médio em sensoriamento remoto: Onze anos de experiência do inpe. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14, 2451–2458.
- Moran, J. M. (2007). *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Papirus Editora.
- Nielsen, J. (2005). *Ten usability heuristics*. <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>, (acessado 21 de novembro de 2017).
- SILVA, E. P. D. (2015). Ferramentas web no ensino de biologia: Tecnologia educacional no paraná e o portal dia a dia educa o.
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1998). 16 the new new product development game. *Japanese Business: Part 1, Classics Part 2, Japanese management Vol. 2: Part 1, Manufacturing and production Part 2, Automotive industry Vol. 3: Part 1, Banking and finance Part 2, Corporate strategy and inter-organizational relationships Vol. 4: Part 1, Japanese management overseas Part 2, Innovation and learning*, 64(1), 321.
- Tarouco, L. M., Fabre, M., Grando, A. R., & Konrath, M. L. (2004). Objetos de aprendizagem para m-learning. In *Florianópolis: Sucesu-congresso nacional de tecnologia da informa o e comunica o*.
- Valente, J. A. (2005). Pesquisa, comunica o e aprendizagem com o computador. *O papel do computador no processo ensino-aprendizagem*. In: *ALMEIDA, MEB*, 22–31.
- Valente, J. A. (2014). Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*(4).
- Valentim, H. D. (2009). *Para uma compreensão do mobile learning. reflexão sobre a utilidade das tecnologias móveis na aprendizagem informal e para a constru o de ambientes pessoais de aprendizagem* (Unpublished doctoral dissertation). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.
- Viveiro, A. A. (2006). Atividades de campo no ensino das ciências: investigando concep es e práticas de um grupo de professores.



Apêndice

Tabela 5: Ações Teste usabilidade DigiAtlas Mobile .

Item	Ação
1	Encontre algum dado próximo a sua localização, que seja do tipo planta, veja seus dados e depois veja esse ponto no mapa.
2	Através da ferramenta pesquisa, encontre as localidades em que a ave conhecida como rolinha-roxa (nome popular) ocorre. Veja-as no mapa de pesquisa que lista somente os dados de pesquisa.
3	Veja as mídias de algum desses dados, como foto e áudio. Volte a lista de pesquisa e em seguida ao mapa principal.
4	Insira um novo dado próximo a sua localização.
5	Edite o campo comentário desse dado que você inseriu.
6	Apague o dado que você criou no item 4.



Tabela 6: Ações Teste usabilidade DigiAtlas Web .

Item	Ação
1	Selecione um marcador qualquer do mapa que tenha os seis ícones presentes, visualize alguns dados.
2	Faça uma busca na cidade de Areado e após isso, encontre o marcador com dados do tipo Invertebrados referentes a abelha das orquídeas (nome popular) de gênero “Eufriesea” e Espécie “violacea”.
3	Encontre os dados do tipo planta presentes no Parque Zoológico de Alfenas. Visualize o dado da planta de gênero “Croton” e espécie “floribundus”.



Tabela 7: Check List Teste usabilidade DigiAtlas Mobile .

Número	Item	Heurística
1	Os itens interativos (clicáveis) distinguem-se claramente dos elementos estáticos.	Consistência e padronização
2	A distribuição das funcionalidades na tela do aplicativo é adequada.	Estética e design minimalista
3	Os elementos visuais na tela não confundem o usuário.	Estética e design minimalista
4	Os ícones indicados em cada marcador deixam claro quais tipos de dado estão presentes.	Correspondência entre o sistema e o mundo real
5	As cores dos marcadores no mapa possibilitam a distinção da validade da informação.	Correspondência entre o sistema e o mundo real
6	A inserção de dados é intuitiva.	Estética e design minimalista
7	Consigo editar com facilidade os dados criados por mim.	Liberdade e controle do usuário
8	O sistema oferece valores padrões para acelerar a entrada de dados na inserção ou edição de um marcador.	Flexibilidade e eficiência de uso
9	Ações drásticas, como apagar um dado que você inseriu, apresenta mensagem de certificação.	Prevenção de erros
10	As mensagens pop-ups fornecidas pelo aplicativo auxiliaram no uso do sistema.	Visibilidade de Status do Sistema
11	Os ícones dentro do aplicativo são sugestivos quanto a suas funções.	Correspondência entre o sistema e o mundo real - Reconhecimento ao invés de lembrança
12	Foi possível realizar cada uma das ações solicitadas para o teste em poucos passos (1 a 5 para cada ação).	Estética e design minimalista
13	A navegação pelo aplicativo é intuitiva.	Liberdade e controle do usuário



Tabela 8: Check List Teste usabilidade DigiAtlas Web .

Número	Item	Heurística
1	Os itens interativos (clicáveis) distinguem-se claramente dos elementos estáticos.	Consistência e padronização
2	A distribuição das funcionalidades na tela do aplicativo é adequada.	Estética e design minimalista
3	Os elementos visuais na tela não confundem o usuário.	Estética e design minimalista
4	Os ícones indicados em cada marcador deixam claro quais tipos de dado estão presentes.	Correspondência entre o sistema e o mundo real
5	Consigo visualizar com facilidade os dados do sistema.	Liberdade e controle do usuário
6	A funcionalidade de busca por endereços e locais é suficiente para encontrar dados com mais facilidade.	Liberdade e controle do usuário
7	As diversas espécies dentro de um mesmo gênero foram agrupadas satisfatoriamente.	Estética e design minimalista
8	Há facilidade para navegar entre as informações de um marcador sem perder a referência do mapa.	Liberdade e controle fácil do usuário
9	Fica claro qual marcador selecionado é o atual.	Visibilidade de Status do Sistema
10	O sistema oferece valores padrões para acelerar a entrada de dados na busca por um endereço ou localidade.	Flexibilidade e eficiência de uso
11	Os ícones do site são sugestivos quanto a suas funções.	Correspondência entre o sistema e o mundo real - Reconhecimento ao invés de lembrança
12	Foi possível realizar cada uma das ações solicitadas para o teste em poucos passos (1 a 5 para cada ação).	Flexibilidade e eficiência de uso
13	A navegação pelo mapa é intuitiva.	Liberdade e controle do usuário