

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

O USO DE GEOTECNOLOGIAS LIVRES: QGIS E EPICOLLECT NO LEVANTAMENTO DE DADOS EM GEOCIÊNCIAS

GEOVANO PEDRO HOFFMANN, ROSSANA MAIRA BORELLI, ARTHUR SCHMIDT NANNI

Laboratório de Análise Ambiental. Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina.

Campus Universitário Trindade - Florianópolis - SC - CEP: 88040-900. Brasil.
hoffmange@hotmail.com, rossanaborelliufsc@gmail.com, arthur.nanni@ufsc.br

RESUMO

A popularização dos dispositivos móveis suscitou a divulgação de diversos aplicativos voltados ao geoprocessamento. Esse cenário vem a impulsionar um caminho colaborativo em torno dos projetos de *softwares* livres. O presente estudo teve por objetivo mostrar uma metodologia autônoma para o levantamento de dados em campo de pesquisa em geociências a partir das geotecnologias livres QGIS para Android e EpiCollect. O uso dessas ferramentas computacionais provou ser eficiente para a coleta de dados e navegação em tempo real em campo. A combinação delas também mostrou a versatilidade de aplicá-la em atividades acadêmicas e profissionais sem custos extras.

Palavras-chave: Geoprocessamento livre, QGIS, EpiCollect, metodologia, coleta de dados, geociências.

THE USE OF OPEN SOURCE GEOTECHNOLOGIES: QGIS AND EPICOLLECT ON THE DATA ACQUISITION IN GEOSCIENCES

ABSTRACT

The popularity of mobile devices has been encouraged a lot of geoprocessing applications development. This scenery is inciting a collaborative way around free softwares. This study shows a methodology to collect field data using free geotechnologies like QGIS for Android and EpiCollect. The use of these computational tools was efficient to data collection and real time navigation in field. This tools combined use shown the versatility to apply to both academic and professional activities with no extra costs.

Keywords: Free geoprocessing, QGIS, EpiCollect, methodology, data collection, geosciences.

Recibido: 11/09/2016

Aceptada versión definitiva: 29/01/2018

Editora al cargo: Dra. Anna Badia

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

© Los autores
www.geofocus.org

1. Introdução

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) de código aberto vêm sendo cada vez mais utilizados no campo de pesquisa das geociências. De modo geral, parte disso decorre da inserção de inúmeros *softwares*, em especial os livres, no mercado de geoprocessamento, auxiliado pelos constantes lançamentos de novas versões e produtos. Além disso, estes programas apresentam uma gama de funcionalidades incorporadas a eles que também se renovam a cada versão para atender às expectativas e necessidades dos profissionais desta área. Por outro lado, a crescente adesão dos usuários aos *softwares* livres (Deshpande e Riehle, 2008) ocorre em razão da maior comodidade e autonomia operacional que possibilitam realizar levantamentos de informações, de forma colaborativa e executar o geoprocessamento independentemente de sistemas operacionais específicos. Isso permite o compartilhamento dos produtos cartográficos sem amarras legais. Desta forma, os processos são agilizados em todas as etapas e é possível alcançar resultados precisos e confiáveis ao final do processo.

Um outro ponto desta ascensão dos *softwares* livres é o aumento do número de usuários. Este aumento tem trazido conforto para aqueles que estão ingressando nesta via de operação profissional, haja vista que é mais fácil encontrar soluções e tirar dúvidas através do processo de cooperação entre os usuários, o que fortalece também a democratização e o desenvolvimento destas ferramentas por profissionais das áreas de geociências e tecnologia da informação espalhados mundo afora.

Há pouco tempo, houve mais um avanço em nível tecnológico nesta cooperação entre usuários para o desenvolvimento de SIGs de código aberto. A grande difusão dos dispositivos móveis - principalmente *smartphones* e *tablets* (Cisco, 2016) - permitiu que *softwares* baseados em tecnologia livre, como é o caso do sistema operacional Android, estivessem presentes em grande parte destes aparelhos de uso pessoal (Aanensen *et al.*, 2014). O aperfeiçoamento dos SIGs de código aberto, enquanto programas de computador na forma de aplicativos para estes novos objetos técnicos, é um incentivo para a extensão do trabalho em meio digital nos estudos de campo. Isso estabelece assim um marco colaborativo, ao invés de corporativo, nesta importante etapa do geoprocessamento que é a aquisição de dados.

Assim, no intuito de discutir a experiência obtida com SIG de código aberto frente aos novos recursos tecnológicos, este trabalho tem como propósito mostrar uma metodologia autônoma para o levantamento de dados em campo de pesquisa em geociências a partir do uso combinado das geotecnologias livres QGIS para Android e EpiCollect+ Beta. Acredita-se que a divulgação desta experiência, que envolveu um estudo de campo, seja de caráter de utilidade prática e de incentivo ao uso de SIGs livres e para a sua disseminação em visitas técnicas de campo em geociências.

Primeiramente, é apresentada a contextualização das geotecnologias livres na cartografia móvel, da inserção do QGIS para Android e do EpiCollect+ Beta e dos seus principais usos em pesquisas. No tópico seguinte, há a descrição dos materiais e do conjunto de procedimentos da atividade de campo para aplicação da metodologia autônoma. Por fim, são exibidos e discutidos os resultados obtidos do emprego do uso combinado de ambos os *softwares*, sendo relacionados com experiências ainda individualizadas de sua utilização a partir de informações de outros trabalhos.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

2. Geotecnologias livres e dispositivos móveis na coleta de dados

A cartografia móvel caracteriza-se pelo conjunto de teorias e tecnologias associadas à visualização cartográfica de dados espaciais e seu uso interativo em dispositivos portáteis, em qualquer lugar e em qualquer momento, considerando as características do usuário e do contexto atual (posição geográfica, tempo cronológico, tempo atmosférico, meio de transporte, etc). O surgimento dos dispositivos móveis, ao oferecerem várias possibilidades, como integração contextual, adaptabilidade, dinamismo, personalização e flexibilidade, abriu novos olhares nessa área. O conhecimento da posição exata do usuário, a partir da localização do aparelho portátil com base em uma rede ou outra tecnologia de posicionamento, foi o elemento adicional incorporado pela cartografia, em sua abordagem móvel, para a inovação nas atividades de mapeamento (Reichenbacher, 2001).

No processo de aquisição de dados espaciais, atualmente, os programas livres estão sendo utilizados para os trabalhos com a cartografia móvel. Um *software* livre pode ser considerado um programa de computador que é resultado de um patrimônio comum na forma de conhecimento para toda a sociedade, ou seja, ele comporta a possibilidade de inovação acessível a todos, de modo a superar o controle privado de um determinado rol de conhecimentos que, no caso, é o desenvolvimento de *softwares*. Trata-se de um movimento global e colaborativo que abrange centenas de milhares de pessoas em diversos países e que busca desenvolver e disponibilizar programas de computador que possam ser aproveitados e estudados por qualquer pessoa. Para definir se um programa de computador está vinculado ao ideal de liberdade, a Fundação do *Software Livre (Free Software Foundation)* criou o GNU GPL (Licença Pública do GNU ou "GNU General Public License"), um contrato jurídico com cinco condições que mantém um *software* livre, a saber: a execução para qualquer finalidade; a adequação do programa às necessidades dos usuários através do conhecimento do seu funcionamento; o acesso ilimitado ao código-fonte; a disponibilização de cópias; e a capacidade de melhorar o programa em proveito do público (Falcão *et al.*, 2005).

Neste contexto de liberdade dos programas de computador, há uma significativa quantidade de opções na área técnica de geociências relacionada aos SIGs livres que facilitam a execução de atividades por estudantes e profissionais, tais como Spring, QGIS, gvSIG e outros (Nanni e Chaves, 2011). Nanni e Chaves (2011) também exemplificam ferramentas livres on-line de gestão de dados especializados, como GoogleEarth, GoogleMaps e OpenStreetMap (OSM).

No caso do OSM, que é utilizado para o mapeamento colaborativo, livre e acessível, os usuários carregam, editam e controlam novas informações, seguindo um modelo muito próximo ao praticado na enciclopédia livre e virtual Wikipédia. A principal motivação deste projeto é permitir o acesso livre das informações geográficas para o maior número de usuários. Desde a criação da plataforma OSM, o número de pessoas que contribuem ampliando o volume de informações compartilhadas tem crescido significativamente (Haklay e Weber, 2008). Exemplos bem-sucedidos da utilização do OSM como ferramenta na gestão de informações geográficas para os mais diversos fins e da sua evolução a partir de demandas reais podem ser encontrados em inúmeros países (Palen *et al.*, 2015; González Vilas *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2015).

Ao comparar os SIGs proprietários ERDAS IMAGINE e Arc Map com os de código-aberto QGIS e ILWIS, Goel *et al.* (2015) consideraram como principais vantagens destes

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

últimos a disponibilidade gratuita dos programas e a fácil acessibilidade; a existência de fóruns *online* que ajudam na resolução de problemas; a alta escalabilidade; e o potencial de fornecerem o controle aos usuários para modificar, personalizar e melhorar o produto por meio do código aberto, além de conter ferramentas *online* de gerenciamento de informações.

Um dos avanços no ramo de geotecnologias de código aberto que tem se destacado é a introdução do SIG móvel. O termo SIG móvel se refere à utilização de SIG em aparelhos portáteis de computação que normalmente apresentam uma tela sensível ao toque e com teclado em miniatura, cujo mercado atual é dominado por *smartphones* e *tablets*. Ao proporcionar novas oportunidades de investigação, o SIG móvel é apresentado como uma nova maneira de interagir com dados espaciais, alcançando um grande número de usuários (Müller *et al.*, 2013). As funcionalidades de um SIG móvel geralmente são um subconjunto do SIG *Desktop*, bem como apresenta um sistema de posicionamento com GPS que pode ser interno ou externo (Mohammed, 2015). Entre as limitações que a aplicação apresenta, em comparação com um SIG *Desktop*, Olaya (2011) indica a dimensão reduzida da tela, a qual requer um uso diferente do seu espaço para exibir os elementos necessários para a sua aplicação; o pequeno armazenamento e processamento de dados; e os dispositivos de entrada, diferentes do teclado e do *mouse*, com pouca possibilidade de ter periféricos específicos.

São várias as opções disponíveis de SIGs móveis, as quais possuem um potencial completo para as técnicas de mapeamento digital (Pavlis *et al.*, 2014). O SIG móvel é uma tecnologia que vem crescendo e com foco na integração entre técnicas existentes, equipamentos e dados. Assim como o recente desenvolvimento de dispositivos móveis que permitem o uso de aplicativos, esta outra modalidade de SIG colabora para a rapidez e acurácia no processo de registro de dados. O seu processamento também não está separado da obtenção dos dados e da sua transformação, haja vista que a operação faz parte de uma única etapa (Döner e Yomralioğlu, 2008).

Os SIGs utilizam uma interface flexível de fácil uso e que, nas geociências, podem servir de aplicações, por exemplo, para a gestão de áreas de risco, monitoramento ambiental e o relato de eventos geográficos (Pacheco e Ballari, 2013). As informações de qualquer pesquisa requerem dados que sejam de elevada qualidade, porém os mesmos podem estar obsoletos ou não existirem. O SIG móvel facilita então o seu processo de aquisição em campo ao incluir a posição e o registro de atributos referentes ao dado do fenômeno de estudo, no desígnio de gerar um mapa digital ao final (Poorazizi e Alesheikh, 2008).

O uso de SIGs móveis proprietários já é realizado como ferramenta de apoio em trabalhos de campo, principalmente em mapeamentos geológicos, tal como é o caso do Map IT (De Donatis *et al.*, 2005), do ArcPad (Waagen *et al.*, 2012) e do ArcGIS (Müller *et al.*, 2013). Em contrapartida, foram desenvolvidos projetos de SIG móvel que seguem a política *Open Source*, capazes de trabalhar também de forma fácil e intuitiva na realização de trabalhos de campo, a exemplo do BeeGIS (De Donatis *et al.*, 2010), do GIS Cloud's Mobile Data Collection (Kalam *et al.*, 2016), GvSIG Mobile (Moutahir e Agazzi, 2012), KoBo ToolBox (Deniau *et al.*, 2017), GeoODK (Brovelli *et al.*, 2015), QField (Moreri *et al.*, 2017) e do QGIS (Carrasco-Letelier, 2015).

O QGIS é um SIG de código aberto, com projeto iniciado em 2002, com o objetivo de promover a visualização de dados, sendo reconhecido no *SourceForge*, um repositório *online* de código-fonte, no qual desenvolvedores gerenciam projetos livres e de código aberto

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

colaborativamente. O QGIS pode ser utilizado em Linux, Unix, Windows e OS X, por qualquer pessoa que tenha acesso básico a um computador pessoal. Atualmente, o QGIS possibilita, além da visualização, a criação e a edição de dados *raster* e vetoriais em diversos formatos através dos seus complementos. O programa possui a Licença Pública Geral (GPL), permitindo aos usuários modificar o código-fonte, de modo que se tenha acesso permanente ao aplicativo e a sua distribuição sem custos (QGIS Development Team, 2016). Ademais, com a integração do GRASS e a extensibilidade fornecida pelos complementos, o QGIS está em condições de crescer e se tornar uma ferramenta ainda mais poderosa e robusta para os usuários SIG (Manghi *et al.*, 2011).

Diversas áreas têm usufruído das potencialidades na coleta de dados espaciais dos modernos dispositivos móveis, mesmo que ainda num estágio inicial (Freire e Painho, 2014). No que diz respeito a utilização dos dispositivos móveis associado a metodologia de coleta de dados em formulário com *softwares* livres, há de se considerar que eles cobrem custos econômicos e também ambientais. Ao contrário da abordagem analógica, os dispositivos móveis não necessitam de papel, impressão e sobretempo com transcrições, tendo em vista que a comunicação é acelerada com o seu envio diretamente para uma base de dados. Do mesmo modo, os erros comumente cometidos durante as transcrições tornam-se reduzidos, contribuindo para um resultado da pesquisa mais confiável e que ajuda na disseminação das informações geradas de maneira mais rápida. Além disso, o uso de mídias para o registro de dados, como fotografias e áudios, e da aquisição de coordenadas geográficas e altitude, no caso de análises espaciais, são outras vantagens que o uso de dispositivos móveis exercem sobre as metodologias baseadas em material analógico (Pakhare *et al.*, 2013).

A expansão dos aparelhos móveis, executando o Android como sistema operacional de código aberto, oportunizou o uso de aplicativos em projetos de coleta de dados, que assim como os SIGs, apresenta disponíveis *softwares* proprietários e livres. Seguindo nessa linha, o EpiCollect+ Beta foi desenvolvido para fornecer um método simples, intuitivo e livre na coleta de dados, que passa desde a criação de um projeto *online* do armazenamento à visualização de dados. Através de um simples processo gerado no *website* do EpiCollect (www.epicollect.net) é possível a transferência dos dados registrados em atividade de campo do formulário específico do projeto com este aplicativo para o seu servidor (Aanensen *et al.*, 2014).

Inicialmente pensado para atender as necessidades de pesquisas epidemiológicas, o EpiCollect+ Beta vem diversificando o seu uso. Outros trabalhos já foram realizados em pesquisas de biodiversidade com catalogação de espécies e projetos comunitários voltados para o aproveitamento e proteção do ambiente local (Aanensen *et al.*, 2009). O uso do aplicativo no gerenciamento e mitigação de desastres (Asif *et al.*, 2012), ou para fins educacionais sobre geodiversidade em escolas e universidades (Magagna *et al.*, 2014), são outras de suas possibilidades, e que também são próximas ao campo das geociências. O baixo custo de ferramentas como essa, que combinam um formulário intuitivo e personalizável ao mapeamento, ainda é, no entanto, pouco divulgado (Freire e Painho, 2014).

Acredita-se que o uso combinado do QGIS móvel ao EpiCollect+ Beta seja a solução livre no momento aos avanços científicos das geociências para aquisição de dados em campo. Os seus pesquisadores têm a necessidade de compreender o fenômeno estudado a partir de sua referência espacial e extensão. Sendo assim, tal aplicação de uso apresenta relevância metodológica em função de proporcionar informações da localização do ponto de coleta de dados, visualização e edição para o posterior processamento. Ao mesmo tempo favorece o

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

estabelecimento de inter-relações com os demais elementos que constituem o seu objeto, naturais e/ou socioeconômicos, para a tomada de decisões.

3. Materiais e métodos

A metodologia foi aplicada em um estudo de caso, que envolveu um levantamento de informações com duração de dois dias para calibração do processo, corrigir erros e compreender limites. A área de estudo envolveu um trecho da Bacia do Rio Canoas, nos municípios de Bom Retiro, Rio Rufino e Urubici, no Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. O reconhecimento da área estava relacionado à coleta de dados hidroquímicos, mapeamento geológico estrutural e hidrogeológico da Meta 1 e Componente 1, vinculada ao Projeto Rede Guarani/Serra Geral. A delimitação espacial da porção da bacia hidrográfica foi definida a partir do reconhecimento de divisores de águas em cartas topográficas de escala 1:50.000, fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), assim como a rede de drenagem e os limites municipais.

Uma das ferramentas utilizadas durante o trabalho de campo foi o *OpenStreetMap* (OSM), que consiste em um serviço de mapeamento colaborativo com a finalidade de criar um mapa gratuito, livre e editável do mundo. Os dados são coletados para o OSM de diversas formas. Ruas e estradas podem ser mapeadas traçando-se sobre imagens de satélite ou usando GPS para gravar uma rota. Qualquer pessoa pode editar o mapa e os usuários corrigem os erros uns dos outros, de maneira que os resultados se tornam bastante precisos.

A partir da área conhecida da Bacia do Rio Canoas, foram vetorizadas feições geográficas no OSM, rotas georreferenciadas sobre os caminhos informais e vias, que posteriormente foram utilizadas na localização e locomoção da equipe de campo durante os dias de coletas de dados. Esta vetorização das rotas respeitou a classificação de nomenclatura proposta pela convenção da comunidade brasileira OSM. Por fim, obteve-se uma base cartográfica atualizada que foi incorporada ao projeto do QGIS no Android.

A realização deste trabalho exigiu que fossem utilizados como *hardware* dois *tablets* modelo Samsung Galaxy Tab 2 10.1, contendo o sistema operacional Android 4.3.1. Conforme Lecheta (2013), o Android é uma plataforma desenvolvida a partir do sistema operacional Linux, de código aberto, comportando uma interface visual amigável, GPS e um ambiente para o desenvolvimento e uso de aplicativos móveis.

Para tal, foi definido o emprego de dois tipos de aplicativos livres: o QGIS Brighton versão 2.6.0 e o EpiCollect+ Beta. O primeiro é um Sistema de Informação Geográfica de código aberto ainda em fase experimental e compatível com a versão da plataforma Android. O seu uso consistiu na visualização e orientação para a aquisição dos pontos de coleta de dados em campo. Para a sua execução, o projeto foi criado externamente no ambiente QGIS *Desktop* Brighton versão 2.6.0. O projeto incluiu as camadas: área da bacia hidrográfica, hidrografia, limites municipais, base OSM atualizada e um arquivo *raster* georreferenciado de imagens provenientes do *Google Sattelite Layer*, do complemento *Openlayers*, na escala de 1:10.000.

Já o EpiCollect+ Beta foi utilizado em atividade como suplementar ao QGIS para Android, para aquisição de dados seguindo um formulário prestabelecido. Desenvolvido originalmente pelo *Imperial College London* (Reino Unido) para a coleta de dados epidemiológicos, o EpiCollect+ Beta permite que os dados sejam coletados por várias pessoas

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

em campo (Figura 1) no formato de formulário em um mesmo projeto. O *software* permite ainda enviar dados para um banco de dados *online* comum. Além disso, dados coletados anteriormente podem ser recuperados de algum projeto armazenado no banco de dados, de forma que possam ser exibidos no *Google Earth* ou *Google Maps* em dispositivos móveis (Aanensen *et al.*, 2009).

Na etapa de campo, a equipe de trabalho foi dividida em dois grupos para cobrir a área de levantamento, cada uma contando com GPS, martelo geológico, oxímetro, condutivímetro e pHmetro, além de um *tablet* com a base cartográfica digital, através do QGIS Brighton 2.6.0, e a plataforma de coleta de dados do projeto criado no EpiCollect+ Beta. Os dados coletados foram respaldados no levantamento litológico e hidrológico (temperatura do ar e da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido), de uso da terra e do contexto ambiental da posição do ponto de levantamento de informações na rede de drenagem do Rio Canoas para aquela região. No caso do estudo realizado, os dados coletados em campo via Epicollect foram importados para o QGIS no intuito de geoprocessar os valores numéricos de variáveis hidrológicas.

Ao final, na fase de pós-campo, houve a transferência dos dados registrados durante a atividade de exploração da bacia hidrográfica para o QGIS *Desktop*. Foi realizado o *upload* para o servidor EpiCollect e, após, o *download* de um arquivo no formato CSV. Este, por sua vez, foi convertido no QGIS *Desktop* para o formato SHP, o que foi fundamental para a interpretação dos dados e continuidade da pesquisa referente à área de estudo.

O fluxograma a seguir (Figura 1) sintetiza todas as etapas da metodologia autônoma de aplicação do uso combinado do QGIS para Android e do EpiCollect+ Beta para o processo de aquisição de dados em campo para esta pesquisa em geociências.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Articulos)*, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

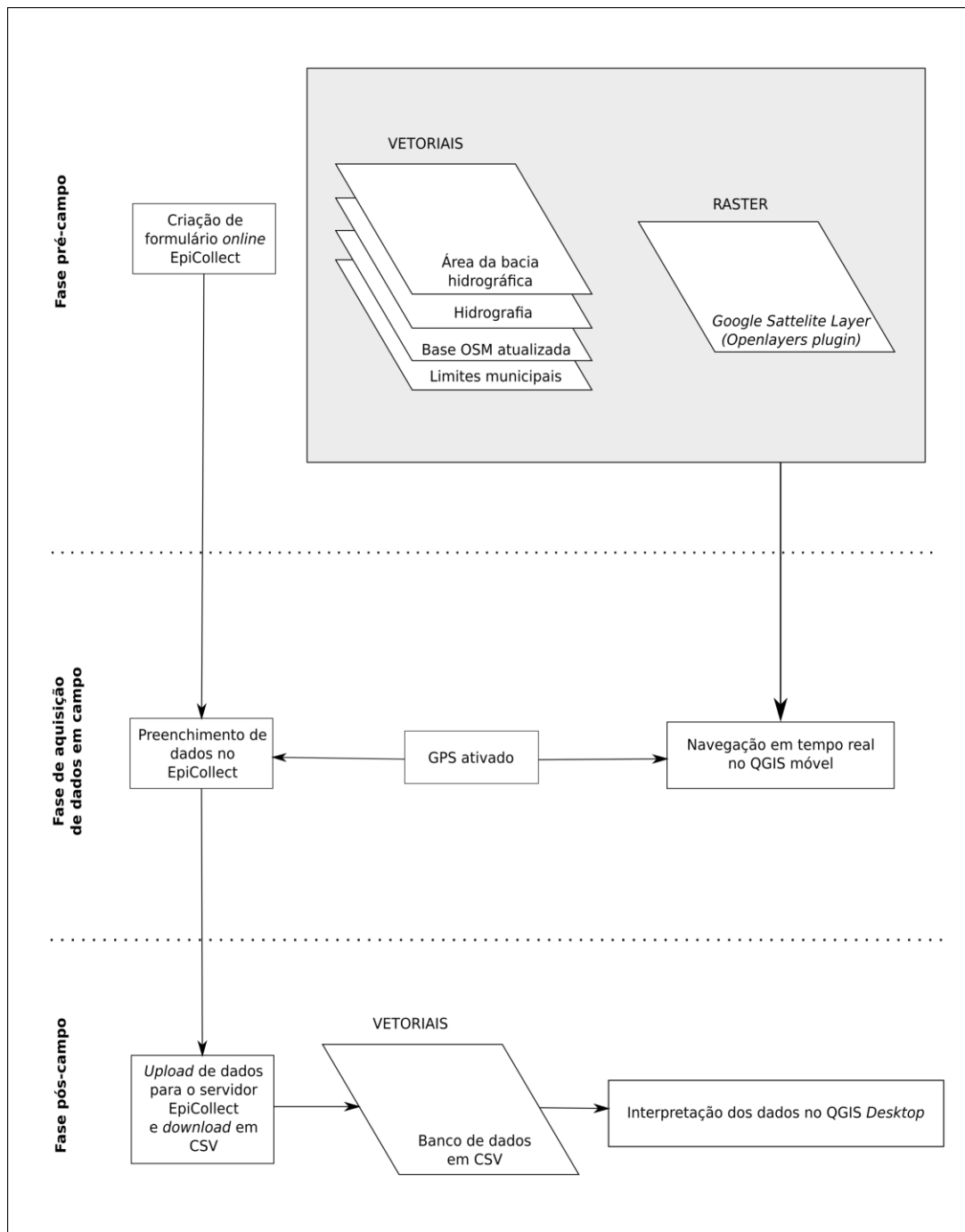


Figura 1. Síntese da metodologia de uso combinado do QGIS para Android e do EpiCollect+ Beta para pesquisa em geociências.

4. Descrição dos resultados

As bases cartográficas com as camadas vetoriais e *raster* no QGIS para Android (Figura 2) foram utilizadas para a definição dos locais mais propícios à coleta de dados. A possibilidade de mudança de escala fez cada equipe compreender melhor o ambiente natural e atendeu aos

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Articulos)*, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

interesses da atividade de pesquisa. A escala da bacia hidrográfica permitiu que pudessem ser identificadas as porções do alto, médio e baixo curso pela sobreposição da camada de rede de drenagem e do arquivo *raster*, principalmente pelo efeito de visualização do relevo em patamares, vales e planície. Em escala local, se conseguiu empreender a seleção das melhores rotas rodoviárias aos pontos de coleta de dados pela combinação da camada de vias, oriundas do complemento *OpenStreetMap*, e que, com a camada vetorial da rede de drenagem e o arquivo *raster*, indicava os melhores acessos até estes pontos.

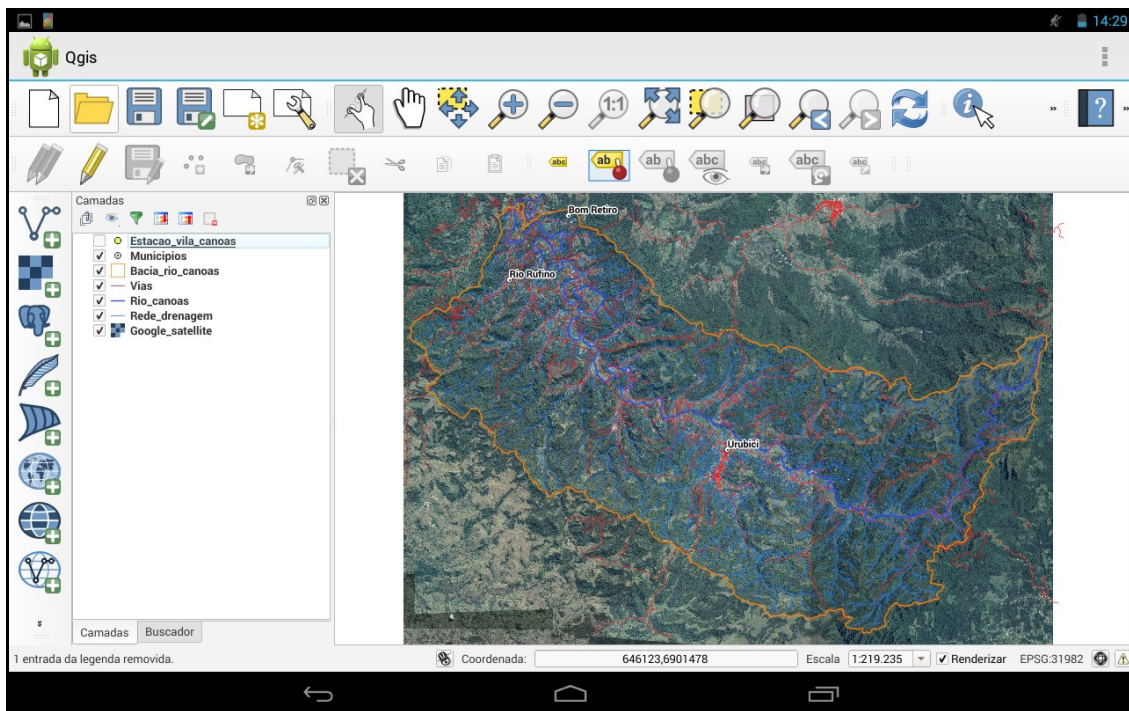


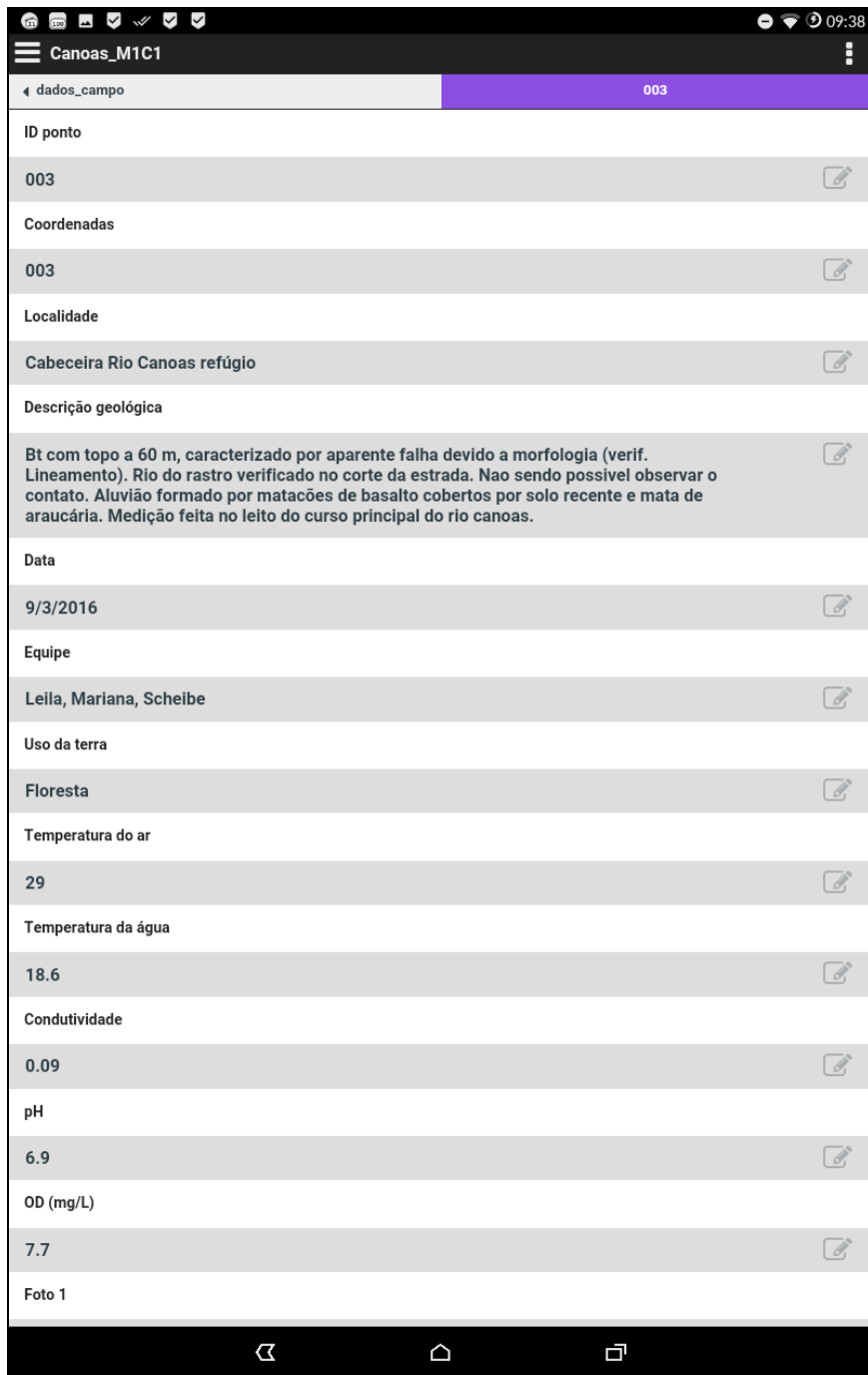
Figura 2. Ambiente QGIS na plataforma Android com projeto da bacia do Rio Canoas utilizado em atividade de campo.

Para a localização da posição das equipes na bacia hidrográfica, o GPS do *tablet* era ativado e o QGIS automaticamente situava a posição do dispositivo móvel na tela, sobre os arquivos vetoriais e *raster*, o que foi fundamental para as equipes no seu primeiro reconhecimento de campo. O mesmo procedimento se deu durante os trajetos em veículo para encontrar os pontos de coleta de dados, nos quais foi possível observar o ícone do GPS movendo-se em tempo real, o que oportunizou à equipe estabelecer agilidade em encontrar vias mais curtas, prever os limites com exatidão da área de estudo pela visualização da camada vetorial de divisores de águas e decidir quais pontos de coleta de dados eram apropriados ao interesse da pesquisa.

Em cada ponto da coleta de dados, o aplicativo EpiCollect+ Beta, por sua vez, ao ser iniciado, disponibilizava um formulário preconcebido a ser preenchido com variáveis definidas em laboratório e construídas em seu ambiente *on-line* (Figura 3). Estas variáveis envolveram um identificador (chave-primária), coordenadas e altitude do local, descrição geológica, localidade, data, equipe presente, uso da terra, temperatura do ar e da água, condutividade, pH e oxigênio dissolvido. Além disso, havia nele a possibilidade do armazenamento de mídia, como vídeos, fotografias e áudios que poderiam vir a auxiliar na análise espacial dos dados. Junto aos

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

curso d'água da bacia hidrográfica do Rio Canoas, foram realizadas mensurações necessárias pelos membros de cada uma das equipes com os equipamentos apropriados e calibrados *in loco*. Assim, uma das principais vantagens do processo foi a aquisição de dados simultânea pelas equipes usando o EpiCollect+ Beta.



Canoas_M1C1	
dados_campo	003
ID ponto	003
Coordenadas	003
Localidade	Cabeceira Rio Canoas refúgio
Descrição geológica	Bt com topo a 60 m, caracterizado por aparente falha devido a morfologia (verif. Lineamento). Rio do rastro verificado no corte da estrada. Nao sendo possivel observar o contato. Aluvião formado por matações de basalto cobertos por solo recente e mata de araucária. Medição feita no leito do curso principal do rio canoas.
Data	9/3/2016
Equipe	Lella, Mariana, Scheibe
Uso da terra	Floresta
Temperatura do ar	29
Temperatura da água	18.6
Condutividade	0.09
pH	6.9
OD (mg/L)	7.7
Foto 1	

Figura 3. Interface do EpiCollect+ Beta na plataforma Android com um dos pontos de coleta em campo registrado.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Articulos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

Na fase pós-campo foi realizado o *upload* destes dados dos dois *tablets*, via *wi-fi*, para o servidor do projeto EpiCollect+ Beta. Dando continuidade, seguiu-se o *download* do armazenamento, com a geração de um arquivo no formato CSV, para o posterior processamento no QGIS *Desktop* (Figura 4). O banco de dados em formato CSV deu origem a uma camada vetorial no formato SHP onde estavam inclusos os registros da espacialização dos pontos com as coordenadas, altitude e precisão de aquisição, que passaram a integrar a tabela de atributos em formato DBF (Figura 5), na qual constavam os dados registrados em campo, incluindo *links* para as fotografias e áudios, organizados em colunas e passíveis de uso para a análise geoespacial.

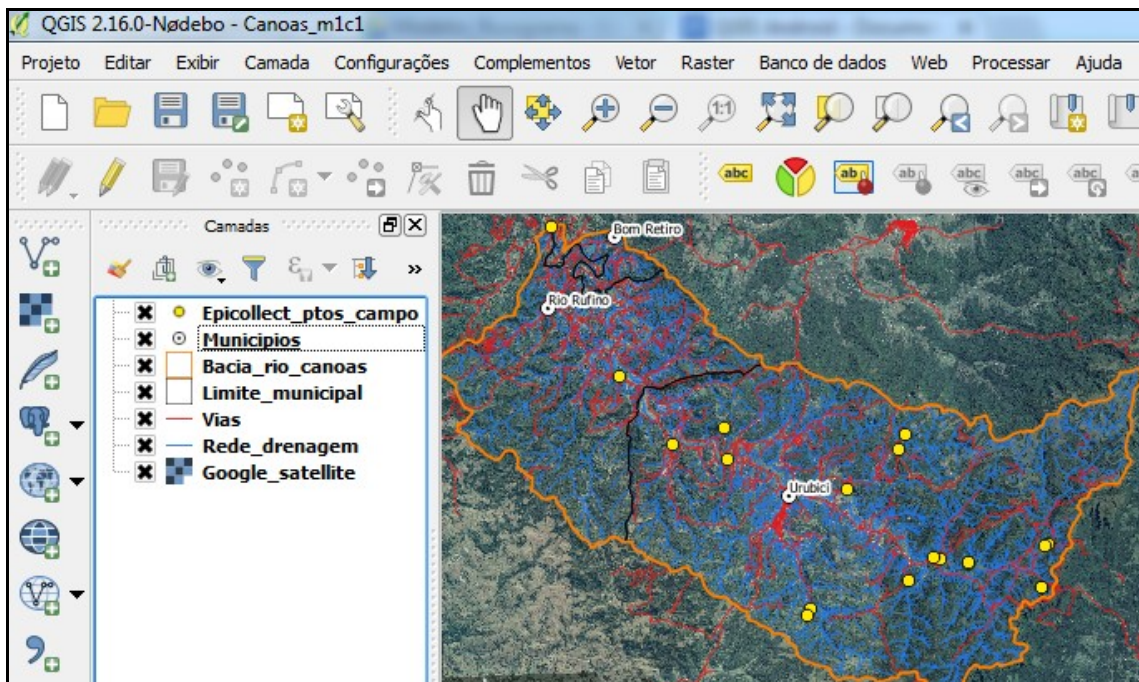
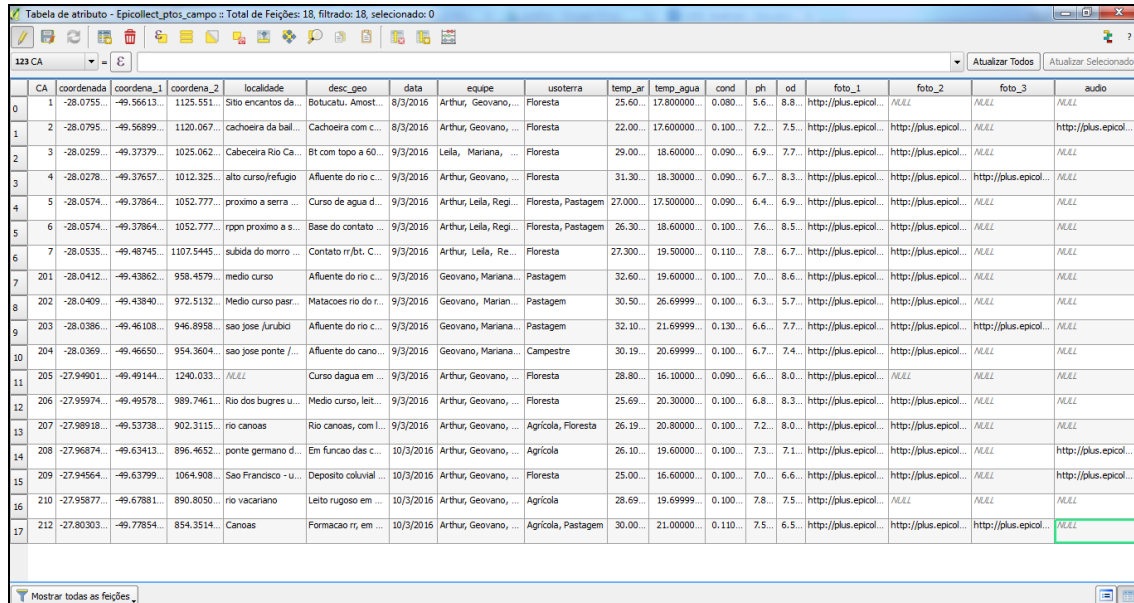


Figura 4. Camada de pontos do levantamento de dados obtidos com o EpiCollect+ Beta, na plataforma Android, carregados no ambiente QGIS *Desktop* para processamento.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>



CA	coordenada	coordena_1	coordena_2	localidade	desc_geo	data	equipe	usoterra	temp_ar	temp_agua	cond	ph	od	foto_1	foto_2	foto_3	audio
0	-28.0755...	-49.56613...	1125.551...	Sitio encantos da...	Botucatu. Amost...	8/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	25.60...	17.800000...	0.080...	5.6...	8.8...	http://plus.epicol...	NULL	NULL	NULL
1	-28.0795...	-49.56899...	1120.067...	cachoeira da bal...	Cachoeira com c...	8/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	22.00...	17.600000...	0.100...	7.2...	7.5...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	http://plus.epicol...
2	-28.0259...	-49.37379...	1025.062...	Cabeceira Rio Ca...	Bt com topo a 60...	9/3/2016	Lela, Mariana, ...	Floresta	29.00...	18.600000...	0.090...	6.9...	7.7...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
3	-28.0278...	-49.37657...	1012.325...	alto curso/refugio	Afluente do rio c...	9/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	31.30...	18.300000...	0.090...	6.7...	8.3...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL
4	-28.0574...	-49.37864...	1052.777...	proximo a serra ...	Curso de agua d...	9/3/2016	Arthur, Lela, Regi...	Floresta, Pastagem	27.000...	17.500000...	0.090...	6.4...	6.9...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
5	-28.0574...	-49.37864...	1052.777...	rpmn proximo a s...	Base do contato ...	9/3/2016	Arthur, Lela, Regi...	Floresta, Pastagem	26.30...	18.600000...	0.100...	7.6...	8.5...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
6	-28.0535...	-49.48745...	1107.5445...	subida do morro ...	Contato rr/bt. C...	9/3/2016	Arthur, Lela, Re...	Floresta	27.300...	19.500000...	0.110...	7.8...	6.7...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
7	-28.0412...	-49.43862...	958.4579...	medio curso	Afluente do rio c...	9/3/2016	Geovano, Mariana...	Pastagem	32.60...	19.600000...	0.100...	7.0...	8.6...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
8	-28.0409...	-49.43840...	972.5132...	Medio curso pasr...	Matacoes rio do r...	9/3/2016	Geovano, Marian...	Pastagem	30.50...	26.69999...	0.100...	6.3...	5.7...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
9	-28.0386...	-49.46108...	946.8958...	sao jose /Jurubici	Afluente do rio c...	9/3/2016	Geovano, Mariana...	Pastagem	32.10...	21.69999...	0.130...	6.6...	7.7...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL
10	-28.0369...	-49.46650...	954.3604...	sao jose ponte /...	Afluente do cano...	9/3/2016	Geovano, Mariana...	Campestre	30.19...	20.69999...	0.100...	6.7...	7.4...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
11	-27.94901...	-49.49144...	1240.033...	NULL	Curso dagua em ...	9/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	28.80...	16.100000...	0.090...	6.6...	8.0...	http://plus.epicol...	NULL	NULL	NULL
12	-27.95974...	-49.49578...	989.7461...	Rio dos bugres u...	Medio curso, leit...	9/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	25.69...	20.300000...	0.100...	6.8...	8.3...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
13	-27.98918...	-49.53708...	902.3115...	rio canoas, com l...	Rio canoas, com l...	9/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Agricola, Floresta	26.19...	20.800000...	0.100...	7.2...	8.0...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	NULL
14	-27.96874...	-49.63413...	896.4652...	ponte germano d...	Em funcao das c...	10/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Agricola	26.10...	19.600000...	0.100...	7.3...	7.1...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	http://plus.epicol...
15	-27.94564...	-49.63799...	1064.908...	Sao Francisco - u...	Deposito coluvial ...	10/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Floresta	25.00...	16.600000...	0.100...	7.0...	6.6...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL	http://plus.epicol...
16	-27.95877...	-49.67881...	890.8050...	rio vacariano	Leito rugoso em ...	10/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Agricola	28.69...	19.69999...	0.100...	7.8...	7.5...	http://plus.epicol...	NULL	NULL	NULL
17	-27.80303...	-49.77854...	854.3514...	Canoas	Formacao rj, em ...	10/3/2016	Arthur, Geovano, ...	Agricola, Pastagem	30.00...	21.000000...	0.110...	7.5...	6.5...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	http://plus.epicol...	NULL

Figura 5. Tabela de atributos do QGIS Desktop com a visualização dos dados obtidos em campo com o EpiCollect+ Beta.

5. Discussão e avaliação dos resultados

A descrição dos resultados demonstrou que houve coerência e êxito entre os procedimentos adotados para integrar um aplicativo SIG móvel, o QGIS, a um aplicativo de geração de formulários de pesquisa, o EpiCollect. A capacidade de trabalho para o uso destas ferramentas de código aberto atendeu todas as escalas de análise durante o campo. Pode ser usado, sobretudo, em atividades que exigem considerável volume de dados dependendo da problemática de pesquisa, que neste trabalho se deu em escala regional de bacia hidrográfica.

O uso do EpiCollect+ Beta é oportuno ao QGIS como solução livre na aquisição de dados, uma vez que o aplicativo para Android, em fase de experimentação, ainda não disponibiliza opções que o aplicativo para formulários possui, como a incorporação de mídia e a escolha de atributos definidos em pré-campo. Dessa forma, como aplicação externa, livre por licença e que realiza a aquisição de dados espaciais, o EpiCollect+ Beta torna-se também uma geotecnologia. Talvez essa seja uma ideia a ser desenvolvida em termos de programação futuramente, com o aperfeiçoamento da integração do EpiCollect+ Beta na forma de complemento ao QGIS para a cartografia móvel.

A visualização instantânea da distribuição espacial dos pontos, ao se carregar o arquivo CSV gerado no EpiCollect+ Beta pela importação no QGIS móvel, no próprio tablet ao fim de cada dia de campo, proporcionou a compreensão de outros pontos de levantamento de dados que poderiam vir a ser mapeados para a área de estudo, o que geralmente é percebido na fase pós-campo e implica em gastos com a continuação da atividade em outro momento. Essa mesma visualização no QGIS Desktop permite o estabelecimento de relações espaciais com outras camadas sobrepostas, como formação geológica, declividade e uso e cobertura da terra. Apesar de serem disponibilizados os links para mídias na tabela de atributos de um determinado ponto, estes estão em um servidor do EpiCollect. O acesso direto (offline) na área de trabalho do

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

QGIS a essas mídias, facilitaria ainda mais o andamento dos trabalhos de pesquisa nas etapas de campo e pós-campo.

O EpiCollect+ Beta possui uma interface simples, mas cujas operações são seguras, visto que os dados coletados se mantiveram intactos e disponíveis durante toda a pesquisa em campo. A conexão com a internet ou a falta dela é outro fator que tende a ser vantajoso para ambas as situações. A utilização como serviço *web* confere a montagem do formulário a ser aplicado em campo e a transferência de dados para o servidor, sendo realizado durante o campo em pontos de acesso à rede ou no pós-campo tendo em vista que os dados coletados ficam armazenados no dispositivo móvel. Já quando permanece *offline* permite a coleta de dados em áreas sem o acesso ao sistema mundial de redes de computadores, como fundos de vale, áreas rurais ou remotas. Assim, o EpiCollect, mesmo *offline*, promove a aplicação do formulário nos mais adversos ambientes que um pesquisador pode encontrar. Conforme Mohammed (2014), os SIGs móveis, assim como as suas tecnologias associadas, são úteis, tendo em vista que os requisitos de entrada de dados muitas vezes são pré-definidos; os usuários exigem interfaces simples que permitem a entrada de dados e a edição a ser realizada ocorra em tempo hábil; o seu uso é possível em uma gama de condições ambientais; e desde que os dispositivos móveis ofereçam também outros modos de entrada do que *mouse* e teclado, como a tela sensível ao toque e caneta.

Em relação à acurácia das coordenadas na localização dos pontos de levantamento de dados, que apresentavam média em torno de 6 metros, considera-se que é um valor que depende das condições de tempo, de posicionamento de satélites, do desempenho do GPS instalado no dispositivo e da posição do usuário no relevo. Em seu estudo, Carrasco-Letelier (2015) analisou o potencial do georreferenciamento de baixa resolução, em trabalho de campo, de dois dispositivos portáteis comuns, *smartphone* (com um sistema de GPS assistido) e *tablet* habilitado para *wi-fi* (com sistema de GPS autônomo), em medições de georreferenciamento de baixa resolução, comparando os valores com um dispositivo de navegação GPS (Etrex 10, Garmin). A medição mostrou que não houve diferenças estatísticas significativas em medidas de latitude ou longitude, na aplicação em baixa resolução, do dispositivo de navegação GPS e o *smartphone* ou o *tablet* habilitado para *wi-fi*. Uma comparação da precisão de medição mostrou diferenças estatísticas significativas entre todos os dispositivos, de modo que o dispositivo de navegação GPS, *smartphone* e o *tablet* apresentaram valor de precisão respectivamente de 3, 4 e 5 metros. Estes resultados indicam que as medições de georreferenciamento a partir de um *smartphone* ou *tablet* habilitado para *wi-fi* podem ser realizados nos estudos que requerem baixa resolução (Carrasco-Letelier, 2015), como para mapeamentos em escalas menores que 1:10.000, os quais não exigem grande nível de detalhamento. Desse modo, para uma atividade de campo em nível de bacia hidrográfica, como a do presente estudo, a acurácia de 6 metros encontrada é satisfatória.

De modo geral, a proficiência de geotecnologias móveis disponíveis pode ser aprendida em poucas horas de instrução e prática (Pavlis *et al.*, 2014), o que inclui os aplicativos QGIS para Android e EpiCollect+ Beta. O uso deles em campo pela equipe exigiu apenas conhecimentos de manuseio do *tablet*, noções básicas de informática e de funcionamento de um SIG previamente em gabinete e durante a atividade de levantamento de dados. Sendo assim, qualquer pesquisador da área de geociências que busque inovação no seu trabalho apresenta condições mínimas de uso para tal tarefa. Além disso, é possível o seu uso para o ensino, seja ele em nível superior (De Donatis *et al.*, 2016) ou escolar (Magagna *et al.*, 2014).

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

Da mesma maneira que neste trabalho, White *et al.* (2015) também aprovaram a versatilidade do EpiCollect+ Beta, destacando o aplicativo como funcional e personalizável. Os autores destacaram que o aplicativo ajudou no encurtamento de prazo para o desenvolvimento do projeto de registro de biodiversidade. Das limitações encontradas por White *et al.* (2015) houve dificuldade para personalização na versão iOS do aplicativo e de dados do Google Maps, visto que não se conseguia incorporá-los em versões geradas a partir da fonte EpiCollect+ Beta por desenvolvedores de terceiros. Tal fato não se observou da aplicação da metodologia combinando o EpiCollect+ Beta ao QGIS móvel, provavelmente pelo dispositivo móvel utilizado abrigar uma plataforma também livre, o Android, e dos dados serem visualizados e servirem de edição no QGIS *Desktop* como SIG de código aberto. Além disso, tal melhoria ao EpiCollect para a plataforma iOS já está disponível com a sua nova versão.

6. Conclusões

A popularização dos dispositivos móveis suscitou a geração de diversos aplicativos voltados ao geoprocessamento, em sua grande maioria disponíveis no mercado como *softwares* proprietários. Nos últimos anos, porém, este quadro vem mudando rapidamente impulsionado por inúmeros projetos de *softwares* livres que apresentam como características básicas o desenvolvimento colaborativo, a licença livre para uso, assim como funcionalidades e ferramentas até então encontradas apenas a partir de *softwares* proprietários.

A combinação do QGIS para Android e do EpiCollect+ Beta, enquanto aplicativos livres, provou ser viável e satisfatória, possibilitando autonomia de aquisição e processamento de dados, bem como a independência de onerosas licenças. Além disso, não requer em campo, como nas tradicionais atividades, uma grande quantidade de materiais analógicos, e exige um conhecimento prévio por parte do profissional no manuseio do SIG na plataforma Android e do EpiCollect+ Beta. Verificou-se que o seu uso combinado pode ser utilizado tanto para fins de pesquisa acadêmica quanto profissional, pois é versátil, ágil e robusto para comportar as necessidades de levantamento de dados em campo e no processamento destes para auxiliar na tomada de decisões.

Agradecimentos

Os autores do presente trabalho agradecem a dedicação dos desenvolvedores do QGIS e do EpiCollect, assim como ao Projeto Rede Guarani/Serra Geral pelo fomento à pesquisa.

Referências bibliográficas

Aanensen, D. M., Huntley, D. M., Feil, E. J., Al-own, F., Spratt, B. G. (2009): "EpiCollect: linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection", *PloS ONE*, 4, 9, pp. 1-7.

Aanensen, D. M., Huntley, D. M., Menegazzo, M., Powell, C. I., & Spratt, B. G. (2014): "EpiCollect+: linking smartphones to web applications for complex data collection projects", *F1000Research* - 3.

Asif, M., Nitin, T., Ullah, K., & Sarfraz, M. S. A. (2012): "Web-based Disaster Management-Mitigation Framework Using Information and Communication Technologies and Open Source Software", *JU Journal of Information Technology (JIT)*, 1, pp. 15-18.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

Brovelli, M. A., Minghini, M., Zamboni, G. (2015): "Public participation in GIS via mobile applications", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, pp. 306-315.

Carrasco-letelier, L. (2015): "Smartphones and tablet as scientific tools for georeferencing measurements", *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 24, 2, pp. 82-86.

Cisco. Cisco visual networking index (2016): *Global mobile data traffic forecast update, 2011–2016*. San Jose, Califórnia. (Consultado 30-06-2016). Disponível em: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html.

De Donatis, M., Bruciatelli, L., Susini, S. (2005): "Map It: A Gis/gps software solution for digital mapping", *Proceedings of the digital mapping techniques workshop: U.S, Geological Survey Open*, pp. 97-101.

De Donatis, M., Antonello, A., Lanteri, L., Susini, S., Foi, M. (2010): "BeeGIS: a new open source and multiplatform mobile GIS", *US Geological Survey Open-File Report*, pp. 241-246.

De Donatis, M., Alberti, M., Cesarini, C., Menichetti, M., & Susini, S. (2016): "Open source GIS for geological field mapping: research and teaching experience", *PeerJ Preprints*, 4, 225.

Deniau, C., Gaillard, T., Mbagogo, A., Réounodji, F., Le Bel, S. (2017): "Using the KoBoCollect tool to analyze the socio-economic and socio-cultural aspects of commercial hunting and consumption of migratory waterbirds in the Lakes Chad and Fitri (Chad)", *EFITA WCCA Congress – Montpellier, France*, pp. 87-88.

Deshpande, A., & Riehle, D. (2008): "The total growth of open source. In: IFIP International Conference on Open Source Systems", *Springer US*, 275, pp. 197-209.

Döner, F., Yomralioğlu, T. (2008): "Examination and Comparison of Mobile GIS Technology for Real Time Geo-Data Acquisition in the Field", *Survey Review*, 40, 309, pp. 221–234.

Falcão, J., Ferraz Júnior, T. S., Lemos, R., Maranhão, J., Souza, C.a., Senna, E. (2005): *Estudo sobre o software livre*, Comissionado pelo Instituto Nacional da Tecnologia da Informação (ITI). Rio de Janeiro: FGVRJ, pp. 121.

Freire, C. E. A., Painho, M. (2014): "Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection Using Open-Source Technologies", *Procedia Technology*, 16, pp. 481-490.

Goel, D., Pandey, N., Gupta, S. (2015): "Proprietary and Open Source Geospatial Software" *Proceedings of National Conference On Open Source GIS: Opportunities and Challenges, Varanasi (Índia): Department Of Civil Engineering, Indian Institute of Technology (Banaras Hindu University)*, pp. 48-56.

González Vilas, L., Guisande, C., Vari, R. P., Pelayo-Villamil, P., Manjarrés-Hernández, A., García-Roselló, E., Gonzáles-Dacosta, J., Heine, J., Pérez-Costas, E., Granado-Lorencio, C., Palau-Ibars, A., Lobo, J. M. (2015): "Geospatial data of freshwater habitats for macroecological studies: an example with freshwater fishes", *International Journal of Geographical Information Science*, 30, pp. 126-141.

Haklay M, Weber P. (2008): "OpenStreetMap: user-generated Street Map", *IEEE Pervasive Computing*, 7, 4, pp. 12-18.

Kalam, M.A., Ramesh, M., Rao, N.B., Rao, P.K. (2016). "Development of a spatial decision support system for Milli Watershed management in Zaheerabad, that combines volunteered

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

geographic information system with Cloud Mobile Data Collection" *International Journal of Applied Engineering Research*, 11, 9, pp. 6607-6612.

Lecheta, R. R. (2013): "Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK", 3ª ed. São Paulo: Novatec Editora.

Manghi, G., Cavallini, P., Neves, V. (2011): "Quantum GIS: um desktop potente e amigável", *Revista FOSSGIS Brasil*, pp. 10-15. (Consultado 24-12-2015). Disponível em: www.fossgisbrasil.com.br.

Magagna, A., Giardino, M., Ferrero, E. (2014): "Spreading Geodiversity awareness in schools through field trips and ICT", *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 16, pp. 4194.

Mohammed, W. E. (2014): "Free and Open Source GIS: An Overview on the Recent Evolution of Projects, Standards and Communities", *Proceeding of The 9th National GIS Symposium, Saudi Arabia, KSA*, pp. 1-13.

Moreri, K. K., Maphale, L., Nkhwanana, N., (2017): "Optimizing dispatch and home delivery services utilizing GIS in Botswana: Botswana Post case study". *Spatial Information Research*, 25, 4, pp. 565-573.

Moutahir, H. & Agazzi, V. (2012): "The gvSIG Project", *International Conference of GIS Users*, Taza, pp. 1-5.

Müller M., Medyckyj-scott D., Cowie A., Heuer T. H.; Roudier P. (2013): "Current status and future directions of mobile GIS", *GIS and Remote Sensing Research Conference, Dunedin (New Zealand), University of Otago*, pp. 1-6.

Nanni, A. S.; Chaves, A. O. (2011): "Uso de aplicativos computacionais livres em disciplinas de mapeamento geológico", *GeoFocus*, 11, pp. 55-65.

Olaya, V. (2011): "Sistemas de información geográfica", Versão 1.0 (revisada 25-11-2011), 877 p. (Consultado 28-12-2015). Disponível em: http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG.

Pacheco, D., Ballari, D. (2013): "Adaptación de infraestructuras de datos espaciales para dispositivos móviles inteligentes", *Revista Geoespacial*, 10, pp. 30-44.

Pakhare, A. P., Bali, S., Kalra, G. (2013): "Use of mobile phones as research instrument for data collection", *Indian Journal of Community Health*, 25, 2, pp. 95-98.

Palen, L., Soden, R., Anderson, T. J., & Barrenechea, M. (2015): "Success & scale in a data-producing organization: the socio-technical evolution of OpenStreetMap in response to humanitarian events", In *Proceedings of the 33rd annual ACM conference on human factors in computing systems*, pp. 4113-4122. ACM.

Pavlis, T., Hurtado, J., Langford, R., & Serpa, L. (2014): "Lessons in modern digital field geology: Open source software, 3D techniques, and the new world of digital mapping", *EGU General Assembly Conference Abstracts, Geophysical Research Abstracts*, 16, pp. 2470.

Poorazizi, E., Alesheikh, A. (2008): "Developing a mobile GIS for field geospatial data acquisition", *WSEAS International Conference on Urban Planning and Transportation (UPT'07)*, Heraklion, Crete Island, Greece, pp. 23-27.

QGIS Development Team (2016): *QGIS 2.14 Geographic Information System User Guide. Open Source Geospatial Foundation Project*. (Consultado 27-07-2016). Disponível em: http://docs.qgis.org/2.14/pt_BR/docs/user_manual.

Hoffmann, G. P., Borelli, R. M., I. J., Schmidt Nanni, A. (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus (Artículos)*, n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>

Reichenbacher, T. (2001): "The world in your pocket-towards a mobile cartography", *Proceedings of the 20th International Cartographic Conference*, Beijing, China, 4, pp. 2514-2521.

Waagen, J., De Reus, N., Kalkers, R. (2012): "OpenArchaeoSurvey, or Being Educated by the Digital Fieldwork Assistant", *Archeology in the Digital Era - II: e- 40th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archeology*, Southampton. Amsterdam University Press, 1-11.

White, E., Basford, L., Birch, S., Black, A., Culham, A., McGoff, H., Lundqvist, K., Oppenheimer, P., Tanner, J., Wells, M. and Mauchline, A. (2015): "Creating and Implementing a Biodiversity Recording App for Teaching and Research in Environmental Studies", *Journal of Educational Innovation, Partnership and Change*, 1, 1.

Zhang, Y., Li, X., Wang, A., Bao, T., & Tian, S. (2015): "Density and diversity of OpenStreetMap road networks in China", *Journal of Urban Management*, 4, 2, pp. 135-146.

