

# Uso do software livre QGIS (Quantum GIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior

Marcia Harumi Ito\*  
Homero Fonseca Filho\*  
Luís Américo Conti\*

*Recibido el 01 de marzo de 2016; aceptado el 17 de noviembre de 2016*

## Resumen

Con la buena reputación del software libre de sistemas de información geográfica, se presenta la oportunidad para los cursos de pregrado adoptar estos sistemas, debido al ahorro y sobre todo por la calidad que puede ofrecer. El objetivo de este estudio fue analizar las percepciones de los estudiantes y profesor de la asignatura, sobre el uso del software libre Quantum GIS (QGIS) para enseñanza de Geoprosesamiento. Se aplicaron a los estudiantes cuestionarios con respuestas cerradas y abiertas, después realizaron análisis estadísticos. Se concluyó que 91% de los estudiantes no tenían conocimiento del QGIS; 87% lo utilizó por primera vez y QGIS fue bien evaluado por 89% de los estudiantes, lo que representa una excelente elección.

Palabras clave: *Sistema de Información Geográfica (SIG), QGIS, cartografía, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), geotecnología; educación superior, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).*

## Abstract

Free software of Geographic Information Systems have been well evaluated worldwide and therefore their use for teaching in higher education can be a good opportunity, due to the quality and savings they provide. Accordingly, the aim of this study was to analyze the students' and professor perception and experience using Quantum GIS (QGIS)

\* Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), Laboratório de Computação Geospacial (LaCoGeo), Grupo de Estudos e Pesquisas em Infraestrutura de Dados Espaciais (GEPIDE), Universidade de São Paulo (USP), Av. Arlindo Bettio, nº 1000, Parque Ecológico do Tietê - Ermelino Matarazzo, 03828-000, São Paulo, Brasil, e-mail: marcia.harumi.ito@usp.br; homerooff@usp.br; lconti@usp.br

for learning and teaching Geoprocessing. A survey and a statistical analysis were performed and it was found that: 91% of the students were unaware of the QGIS; 87% used it for the first time, and that it was well evaluated by 89% of the students and by the professor. Thus, it was concluded that the QGIS was an excellent choice.

Key words: *Geographic Information System (GIS), QGIS, cartography, Spatial Data Infrastructure (SDI), higher education, Problem Based Learning (PBL).*

## Resumo

Com a boa reputação de softwares livres de Sistemas de Informações Geográficas, seu uso para ensino em cursos de nível superior pode ser uma boa oportunidade devido à economia e qualidade que oferecem. O objetivo deste estudo foi analisar a percepção e experiência dos alunos e do docente ao utilizarem o Quantum GIS (QGIS) para ensino de Geoprocessamento em nível superior. Foram aplicados questionários com respostas fechadas e abertas e realizadas análises estatísticas. Concluiu-se que 91% dos alunos desconheciam o QGIS; que 87% o utilizaram pela primeira vez e que este foi bem aceito por 89% dos alunos e pelo docente. Concluiu-se que o QGIS foi uma excelente opção.

Palavras chave: *Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGIS, cartografia, Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), geotecnologia; ensino superior, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).*

## Introdução

O desenvolvimento tecnológico é crescente em vários segmentos da sociedade e em várias áreas de conhecimento. Este não ocorre de forma igual em todas as áreas, mas, há algumas que se destacam pela rapidez, como a da informática. Dada essa possibilidade de mudança rápida, existe uma preocupação em acompanhar o uso e as aplicações das novas tecnologias. Várias áreas do conhecimento foram beneficiadas e até revolucionadas pelo desenvolvimento tecnológico da informática, como a Cartografia e a Geografia.

A informação geográfica é estudada e utilizada pela humanidade desde seus primórdios e o desenvolvimento tecnológico produziu os Sistemas de Informação Geográfica —SIG, que estão atualmente num patamar de popularização muito alto. Esta popularização ocorreu, em parte, pelas iniciativas de desenvolvimento de softwares livres de SIG.

O aumento dos estudos e investimentos nesta vertente tendem a corroborar com a melhoria e disseminação do conhecimento da mesma. Nesse sentido as técnicas de análise espacial de dados são particularmente eficientes no estudo da superfície terrestre, inclusive para resolução de problemas. Em razão disto, foram desenvolvidas várias ferramentas analíticas voltadas à análise exploratória de dados com base em

Sistemas de Informação Geográfica (Almeida, 2011). Ainda no caminho evolutivo a informação geográfica já está sendo considerada uma ciência, a Ciência da Informação Geográfica (Longley *et al.*, 2013).

Para acompanhar a evolução e suprir as necessidades e demandas do ensino da informação geográfica, as escolas podem lançar mão do uso de softwares livres para ensino.

Neste contexto surgem algumas dúvidas. Será que os softwares livres funcionam bem para ensino? Será que os professores e alunos terão uma boa experiência com estes? Qual a facilidade de utilizá-los?

### **SIG e Geoprocessamento**

Segundo Longley *et al.* (2013 p. 17), ainda ronda alguma controvérsia na história dos SIG, pois ocorreram várias iniciativas paralelas na América do Norte, Europa e Austrália. Porém estes autores (p. 435) reconhecem que Roger Tomlinson foi o pai dos SIG. Outros autores mais consideram que ele foi o criador do termo Sistema de Informação Geográfica e é considerado o precursor no desenvolvimento dos conceitos e tecnologias que resultaram nos sistemas SIG atuais (Wing, Bettinger, 2003, p. 5). Os primeiros SIGs surgiram na década de 1960 e a expressão Geographic Information System ao longo da década de 1970 (Câmara, Davis, Monteiro, 2001), desde esta época os SIGs obtiveram diversas denominações como as levantadas por Maguire (1991) e Rocha (2000).

O SIG foi desenvolvido por agentes governamentais devido a iminente necessidade de solucionar as complexidades das questões ambientais e criar um inventário de recursos naturais (Câmara, Davis, Monteiro, 2001); (Wing, Bettinger, 2003). Os estudos de SIG se desenvolveram concomitante à Cartografia, no desenvolvimento de alguns fundamentos matemáticos, como as questões de geometria computacional. Nas décadas seguintes houve um impulso no crescimento dos SIGs devido aos avanços na área computacional, que permitiram a diminuição dos custos de produção de memória e hardware (Câmara, Davis, Monteiro, 2001).

Para o desenvolvimento de SIG, além do incremento do hardware e software, é necessário o emprego de uma base de dados georreferenciados. Estes dados são os que estão associadas a um sistema de coordenadas, que em geral são caracterizados pelas suas coordenadas de latitude e longitude (Fitz, 2008). Com a popularização e grande disseminação, no cenário atual, as pessoas passaram a ter acesso às ferramentas SIG através de uma conexão com a internet, por meio de aplicações que mesclam modelagem 3D, imagens de satélite e sistemas de navegação por satélite (GNSS —Global Navigation Satellite System, como por exemplo, o Sistema de Posicionamento Global —GPS), o Google Earth, WikiMapia, Google Maps, entre outros.

Existem vários autores que definem SIG em diversas literaturas e, uma das primeiras definições de Sistema de Informação Geográfica —SIG foi a de Dueker, no

qual o mesmo descreve SIG como um caso especial de sistemas de informação em que o banco de dados consiste de observações sobre feições espacialmente distribuídas, atividades ou eventos, que são definidas no espaço como pontos, linhas ou áreas. Um SIG manipula dados sobre esses pontos, linhas e áreas para recuperar dados para consultas e análises específicas para este fim (Dueker, 1979; apud Maguire, 1991, p. 11).

Aronoff (1989), posteriormente à Dueker, define SIG como “sistema de captação, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados” (Aronoff, 1989; apud Maguire, 1991, p. 10; Rocha, 2000, p. 47; Almeida; Morgado, 2007, p. 13). Rocha (2000, p. 48) denomina Sistema de Informação Geográfica —SIG como um sistema com capacidade para

[...] aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos.

Já, segundo Câmara, Davis e Monteiro (2001, p. 1), “as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados”. Além disso, “tornam possível automatizar a produção de documentos cartográficos”.

Geoprocessamento é um todo, um conjunto, enquanto Sistemas de Informação Geográfica é elemento deste conjunto. São termos distintos, porém interligados, pois é o SIG que realiza as atividades do Geoprocessamento (Alves, 2011).

O Geoprocessamento tem obtido considerável avanço na integração de dados geográficos (Silva *et al.*, 2011), bem como avanços conceituais, técnicos e metodológicos (Silva, Zaidan, 2004). Para Silva (2012, p. 19) o Geoprocessamento pode ser compreendido como um “conjunto de conceitos, métodos e técnicas dirigido à transformação de dados ambientais georreferenciados em informação relevante para a compreensão e o manejo de ambientes”.

É público que estas ferramentas possuem aplicações em diversas áreas de conhecimento como, por exemplo, na identificação do uso do solo; no planejamento ambiental, em áreas contaminadas, entre muitas outras, só para citar algumas na área Ambiental, que é o interesse deste trabalho. Nota-se que há muitas pesquisas baseadas nas técnicas de processamento digital de imagens de satélite e Sistemas de Informação Geográfica em desenvolvimento.

No Brasil, o Geoprocessamento foi introduzido na década de 1980, em decorrência da disseminação do conhecimento, influência e esforços do Prof. Jorge Xavier da Silva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Câmara, Davis, Monteiro, 2001).

Ainda, estes autores, relatam Geoprocessamento como a “disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional” (Câmara, Davis, Monteiro, 2001, p. 1).

### ***Software Livre e aberto***

No ano de 1985, a fundação de software livre —Free Software Foundation— foi criada por Richard Matthew Stallman, com o intuito de desenvolver um sistema operacional totalmente livre e compatível com a plataforma Unix, o qual foi denominado de GNU e a licença de código aberto para este software foi denominada GNU GPL (Reis, 2003).

O conceito de Software livre é anterior à década de 1980, e este termo possuía outras denominações até os anos de 1980. Nas décadas de 1960 e 1970, a maioria dos softwares foram desenvolvidos de forma colaborativa e aberta, em várias empresas e instituições (Levy, 1994; apud Reis, 2003).

Stallman, foi pioneiro na idealização do desenvolvimento de software livre, além disso, fundador do movimento software livre e consolidou o conceito de copyleft (Damasio, Ribeiro, 2006). Stallman, quando se refere ao software livre, quer dizer que respeita as liberdades essenciais dos usuários: a liberdade de executá-lo, para estudar e alterá-lo, e de redistribuir cópias com ou sem alterações. Esta é uma questão de liberdade, não de preço, por isso pense liberdade de expressão, não em cerveja grátis (Stallman, 2009, p. 31).

Este autor complementa que essas liberdades são muito relevantes, pois promovem a partilha e cooperação, que é a solidariedade social. Também caracteriza as diferenças entre software livre e software open source, embora os dois termos possumam a mesma categoria, a idéia e os valores transmitidos por eles são diferentes.

Quase todos softwares open source —código aberto é um software livre; os dois termos descrevem quase a mesma categoria de software. Mas, eles defendem pontos de vista com base em valores fundamentalmente diferentes. Open source —código aberto— é uma metodologia de desenvolvimento; software livre é um movimento social. Para o movimento do software livre, software livre é um imperativo ético, porque somente este respeita a liberdade dos usuários (Stallman, 2009).

Em outra definição (Alves, 2011, p. 27), o software livre é descrito como “um programa computacional como qualquer outro programa proprietário, possui a mesma finalidade para atender um determinado objetivo como, por exemplo as planilhas de cálculos, editores de texto e imagens, etc.”. Em contestação ao software proprietário surgiu o software livre ou de código aberto, também denominado open source. Os softwares proprietários são os programas de computador de código-fonte

fechado, que possuem registro por uma única empresa, a qual cobra o direito de propriedade intelectual, denominado como copyright (Guessser, 2005).

O Geoprocessamento tem grande potencial de uso no Brasil, devido a sua grande extensão territorial, bem como sua grande deficiência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas ambientais, rurais e urbanos. Em especial, há grande potencial para o uso de sistemas com tecnologias de baixo custo e que requerem conhecimentos obtidos localmente (Câmara, Davis, Monteiro, 2001). Nesse sentido, muitas empresas, instituições e pessoas físicas buscam softwares livres ou de código aberto, devido ao seu custo gratuito ou relativamente baixo, além da facilidade de acesso e adequação de uso, pois estes podem ser editados de acordo com suas necessidades. Como um bom exemplo, pode ser citado o Quantum GIS, da sigla QGIS.

### ***Quantum GIS***

O Quantum GIS (QGIS) é um SIG que permite análise de dados espaciais, visualização e edição. Possibilita aos usuários criar mapas multicamadas, utilizando várias projeções cartográficas. Estes mapas podem ter várias finalidades como análises ambientais, urbanas, demográficas, dentre outras (Pejović *et al.*, 2014). “QGIS suporta um grande número de formatos de dados matriciais e vetoriais que são facilmente adicionados usando a arquitetura de plug-in” (Censipam, s/d, p. 5; apud Almeida, 2011, p. 174).

O QGIS é um sistema resultante de um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), software gratuito, com interface gráfica simples, de código aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. É multiplataforma, escrito em C++1, o Python2 e, baseado nas bibliotecas Qt43, funciona nas plataformas Mac OSX, Windows, Linux, Unix e Android e permite o emprego de muitos formatos, como o raster, vetorial, bases de dados e várias funcionalidades (Manghi, Cavallini, Neves, 2011); (Almeida, 2011); (QGIS, 2014).

A linguagem C++1 é uma linguagem de programação de nível médio e a linguagem Python2 é mais sofisticada, de alto nível. “Qt é um framework multiplataforma. Com ele é possível desenvolver aplicativos e bibliotecas uma única vez e compilá-los para diversas plataformas sem que seja necessário alterar o código fonte” (Almeida, 2011, p. 174). Um dos pontos positivos do QGIS é a facilidade para encontrá-lo para download e ser instalado em computadores com menor capacidade de processamento. Outro ponto positivo é o grande número de usuários (Almeida, 2011).

As funcionalidades do QGIS tem aumentado constantemente, por meio de funções nativas e de complementos, que são possíveis de se editar, analisar dados, gerir, visualizar e criar mapas para impressão. Maiores detalhamentos das funcionalidades estão disponíveis no site oficial QGIS, online no endereço <[http://www2.qgis.org/pt\\_BR/site/about/features.html](http://www2.qgis.org/pt_BR/site/about/features.html)>. Também estão disponíveis

no referido endereço, vários estudos de casos de usuários relatando aplicações com QGIS em seus trabalhos com SIG. A versão mais atualizada do QGIS também pode ser encontrada no referido endereço (QGIS, 2014).

O projeto QGIS se iniciou em 2002. É produto do trabalho voluntário de um grupo de desenvolvedores, autores de documentação, tradutores, e colaboradores que auxiliam no processo de lançamento de novas versões. Também, trabalham na identificação e divulgação das eventuais falhas no software. Ainda, os usuários podem participar e contribuir no processo de desenvolvimento do QGIS, pois, podem auxiliar escrevendo novas rotinas para as inúmeras aplicações relacionadas. Isto é possível dado que o QGIS é baseado em uma biblioteca de código aberto. A administração do projeto é feita por um grupo de técnicos e especialistas em geoprocessamento, pelo Project Steering Committee (Manghi, Cavallini, Neves, 2011); (Oliani, Paiva, Antunes, 2012); (Pejović *et al.*, 2014). Algumas das extensões QGIS como GDAL, GRASS GIS, PostGIS e PostgreSQL são consideradas importantes, visto que aumentaram significativamente sua usabilidade (Pejović *et al.*, 2014).

A interface gráfica do QGIS foi criada de forma a contemplar a simplicidade e facilidade no seu uso. Esta permite consultas espaciais, identificação e seleção de geometrias, exploração interativa de dados, pesquisa, visualização e seleção de atributos e criação de simbologia vetorial e raster. Também permite o geoprocessamento de camadas raster e vetor, manipulação de camadas raster, entre outros (Almeida, 2011). “As funcionalidades do QGIS são ampliadas através de plug-ins. Além dos instalados automaticamente com o programa, o usuário pode buscar e instalar outros plug-ins utilizando o menu do QGIS” (Almeida, 2011, p. 175). Outra vantagem, segundo Neto (2010), é a possibilidade de o QGIS importar pontos de GPS por meio de plug-ins.

### ***Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) e Ensino***

Pode se considerar que a disponibilidade e garantia de acesso às informações geográficas (IG) por meio das infraestruturas de dados espaciais (IDE) representa um meio de contribuição para o desenvolvimento da sociedade da informação e o conhecimento indica implicitamente que a educação em IDE cumprirá o papel fundamental para alcançar a sociedade em geral e nos distintos âmbitos, tanto públicos como privados (Gonzalez, Fonseca Filho, Bernabé-Poveda, 2012, p. 437).

Os autores Gonzalez, Fonseca Filho e Bernabé-Poveda (2012) concordam com Krasilichik y Araujo (2010), que o modelo de educação embasada na simples transmissão de conhecimento, que prevalece desde o século XIX, está passando por uma fase de transição no ensino, diante das necessidades e demandas de uma sociedade informatizada, de maior disponibilidade e uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), das novas relações entre as instituições de ensino e pesquisas com

a comunidade local e global, requer a necessidade de mudanças e reformas na educação.

A sociedade atual e os estudantes possuem um perfil e necessidades diferentes e é necessário adotar novas técnicas de ensino e fundamentos pedagógicos compatíveis com este novo estudante, de modo a suprir as limitações da educação tradicional (Ramos *et al.*, 2010).

Devido aos consideráveis avanços obtidos na área de Geoprocessamento bem como nas suas ferramentas, também são necessários avanços nos estudos, no uso e na disseminação dessas ferramentas na área acadêmica. Também, proporcionar uma resposta diversificada e flexível oferecida por parte da Universidade, visando responder às características atuais da sociedade, do conhecimento, das informações e das necessidades de formação e treinamento no âmbito das Infraestruturas de Dados Espaciais, como relatados pelos autores Gonzalez, Fonseca Filho e Bernabé-Poveda (2012, p. 443).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivos:

- a) pesquisar e estudar as potencialidades do uso e da aplicação do software livre Quantum GIS como tecnologia da geoinformação para ensino de Geoprocessamento em curso de graduação.
- b) analisar a percepção dos alunos e do docente quanto ao uso do sistema QGIS na disciplina Introdução ao Geoprocessamento no curso de Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

### **Justificativa**

O estudo se justifica pela necessidade de se conhecer o potencial de uso do software livre QGIS para ensino de Geoprocessamento em cursos de graduação, bem como sua adequação e desempenho como ferramenta de ensino. É importante conhecer a percepção dos alunos e do docente após terem utilizado o QGIS. Algo similar foi realizado por Fonseca Filho *et al.* (2013) para o sistema OpenStreetMap (OSM).

Como o software é livre, os alunos podem instalar o programa em seus computadores pessoais o que poderá lhes dar mais liberdade para planejar seus horários de estudo. Também é importante aumentar a participação de softwares livres e gratuitos em cursos de graduação, visando o aumento de conhecimento e domínio no uso de ferramentas de análise espacial. Isso possibilita melhorar as competências na formação acadêmica e possibilita grande economia financeira para a instituição e/ou propicia o redirecionamento de investimentos.

Os softwares privados e pagos, denominados softwares proprietários, demandam dependência tecnológica e às vezes custo alto, além das restrições de uso, pois os programas de código fechado são limitados e por vezes seus algoritmos não estão disponíveis.



## **Materiais e métodos**

O estudo foi realizado por meio de revisão bibliográfica (obtenção dos dados secundários), nas aplicações na área de ensino, como também na utilização das ferramentas de QGIS e por fim a aplicação de um questionário semi-estruturado (obtenção dos dados primários) com a finalidade de quantificar o potencial de uso do software Quantum GIS, testado na disciplina Introdução ao Geoprocessamento. Revisão de tutoriais, vídeos de utilização das ferramentas e do software.

### ***Escolha do software Quantum GIS (QGIS)***

A aprendizagem e domínio do Quantum GIS tem a importância e o intuito de melhorar a qualificação e formação acadêmica na utilização de Sistemas de Informação Geográfica com plataformas de softwares de acesso gratuito. Além disso, a escolha deste sistema levou em consideração: a) a facilidade para o download; b) a acessibilidade, pois não requer um hardware muito potente; c) a disponibilidade de tutoriais para o seu aprendizado; d) pelo fato de ser um software de livre acesso e gratuito, e finalmente; e) por possuir grande número de usuários.

### ***Descrição do curso e da disciplina***

O curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da EACH-USP é um curso multidisciplinar, em que a formação profissional e acadêmica do Gestor Ambiental visa a interação com profissionais de diversas áreas do conhecimento, tais como Biólogos, Ecólogos, Químicos, Físicos, Economistas, Administradores, Historiadores, Engenheiros, Agrônomos, Geólogos, Geógrafos, dentre outros.

A disciplina Introdução ao Geoprocessamento, possui enfoque em noções básicas de Cartografia, Escalas, Sistemas de Coordenadas Geográficas, princípios e aplicações de GPS, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Conceitos de Geoprocessamento e o uso multidisciplinar com a interação das diversas áreas do conhecimento nas aplicações de estudo de caso.

Atualmente esta disciplina é ministrada para duas turmas de 60 vagas cada, num total de 120 alunos por ano. Os períodos de oferecimento são matutino e noturno. No ano de 2014, haviam 57 inscritos para o matutino e 42 para o noturno.

A disciplina Introdução ao Geoprocessamento foi concebida para oferecer ao aluno, uma visão completa de uso e aplicações de Sistemas de Informações Geográficas onde se buscou a apresentação de cenários de problemas e questões reais no contexto das Ciências Ambientais.

Informações e maior detalhamento sobre o conteúdo programático oficial da disciplina de Introdução ao Geoprocessamento estão dispostas em meio digital no endereço eletrônico: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=ACH1084&verdis=3>>.

A metodologia de ensino desta disciplina foi embasada em aulas expositivas com apresentação de material áudio-visual, exercícios em sala de aula e fora dela, entrega de trabalho teórico e prático com aplicações de SIG utilizando o QGIS.

Para a fundamentação teórica, foram introduzidos conceitos sobre SIG, Geoprocessamento, exemplos do cotidiano e de estudos de caso. Foi adotada a metodologia de ensino Aprendizado Baseado em Problemas, da sigla em inglês PBL, Problem Based Learning. Esta metodologia é definida por Mayo e sua equipe (Mayo *et al.*, 1993), como uma estratégia educativa que introduz aos estudantes situações significativas e contextualizadas no mundo real. O professor assume o papel de facilitador do processo de aprendizagem, proporcionando os recursos e orientando os alunos a medida que desenvolvem os conhecimentos e habilidades na resolução dos problemas, contribuindo a promover as atividades de interação e colaboração (Gonzalez, Fonseca Filho, Bernabé-Poveda, 2012, p. 440).

A estrutura da disciplina baseou-se em módulos de aprendizagem em que cada bloco teórico foi acompanhado de exercícios práticos em bases de dados de acesso livre e público, disponíveis em sites oficiais de instituições governamentais e de pesquisa. Ao final de cada módulo teórico foi proposto um exercício em que os temas e conceitos abordados no curso complementaram-se na busca de uma análise integrada de um problema real.

Todo o conteúdo teórico, assim como os tutoriais de elaboração dos exercícios foram sintetizados em uma apostila e complementado por sugestões de aplicações mais aprofundadas em cada um dos tópicos propostos. Já o conteúdo didático assim como as informações práticas e material dos exercícios foram disponibilizados através de um portal do curso ao qual os alunos puderam acessar e estabelecer grupos de discussão com a participação do professor e colegas.

A estrutura didática dos módulos seguiram uma lógica de aprendizado em que conceitos básicos de representação espacial, cartografia, sensoriamento remoto e análise geográfica conectaram-se em uma sequência estabelecida de modo a permitir ao aluno um grau de familiarização cada vez mais aprofundado tanto nas questões conceituais quanto nas aplicações práticas e no ferramental disponibilizado no software.

A base conceitual para a elaboração dos módulos seguiu a organização do material didático e bibliografia sugerida segundo trabalhos de Kemp *et al.* (1992), McClurg & Buss (2007); Karssenber *et al.* (2001), entre outros. Em particular, os trabalhos de Walsh (1992) e Lee & Bednarz (2009) guiaram a estruturação do conteúdo dos módulos segundo base lógica de aprendizado conceitual. O conteúdo foi baseado em quatro módulos a saber: I - Informação espacial e manipulação de dados geográficos, II- Elaboração de mapas, III- Análise e modelagem espacial, IV- Fenomenologia e exemplos práticos.

Os módulos foram sustentados por aprendizado de conceitos básicos e definições aplicadas posteriormente em exercícios práticos com informações adquiridas na Internet através de sites de instituições de ensino e pesquisa. A seguir um detalhamento de cada um dos módulos, seus conteúdos e exercícios aplicados.

#### I. Informação espacial e manipulação de dados geográficos

*Ia. Conceitos básicos:* Conceituação de espaço geográfico, geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs); representação do espaço (universo matricial e vetorial); tipos de dados e arquivos; níveis de informação e “layers” em um SIG; hardware e Software.

*Ib. Tipos de exercícios:* Familiarização com estrutura e interface gráfica do software; carregamento e visualização de arquivos vetoriais; mapa de municípios brasileiros e dados de demografia e dados de altimetria raster (MDT); transformação raster  $\Leftrightarrow$  vetor; busca por campos e por localização (e.g. indicar quais municípios com maior e menor taxa de analfabetismo por estado);

*Ic. Fonte de dados:* PNUD - Brasil (disponível no site do IBGE); Altimetria por Radar — Sistema SRTM (disponível no site da EMBRAPA).

#### II. Elaboração de mapas

*Ila. Conceitos básicos:* Noções de Geodésia e modelos de Terra (geoide x elipsóide x datum); transformações de coordenadas; elementos de Cartografia e representação espacial (escala, toponímia, simbologia e abstração); topologia.

*Ilb. Tipos de exercícios:* Elaboração de mapas a partir de ferramenta de compositor de mapas; configuração de escala, simbologias, rótulos, visualização e elementos cartográficos.

*Ilc. Fonte de dados:* PNUD - Brasil (disponível no site do IBGE); Altimetria por Radar - Sistema SRTM (disponível no site da EMBRAPA).

#### III. Análise e modelagem espacial

*IIIa. Conceitos básicos:* Modelagem raster - álgebra de mapas; Classificações e segmentações; Sensoriamento remoto e processamento digital de imagens; análise multivariável; modelagem vetorial - banco de dados geográficos linguagem de query, SQL; modelagem digital de terreno, interpolação e noções de Geoestatística.

*IIIb. Tipos de exercícios:* A partir de dados de municípios (vet), altimetria (rast), biomas (vet) e morfologia (vet) estabelecer áreas mais suscetíveis a implementação de uma área de preservação permanente segundo conjunto de regras pré-estabelecidas; elaboração de um modelo digital de terreno a partir de dados pontuais; visualização de imagens de satélites.

*IIIc. Fonte de dados:* Mapas Vetoriais em Série de Biomas e Unidades Geomorfológicas do Brasil (disponível no site do IBAMA).

#### IV. Fenomenologia e exemplos práticos.

*IVa. Conceitos básicos:* Elementos de análise de paisagens; tipos de problemas envolvendo gestão de território e políticas ambientais; pensando a problemática espacial e como elaborar um plano de resolução de problemas em um SIG; Exemplos baseados em bibliografia científica e técnica.

*IVb. Tipos de exercícios:* Foi proposta uma questão real onde o problema proposto foi a determinação de áreas vulneráveis a supressão da vegetação através de queimadas e análise da presença destes eventos com relação as vias (estradas) no estado do Pará. Para tal foi proposto que se calculasse a densidade de focos queimadas no estado e posteriormente uma análise de correlação espacial com a presença de estradas e municípios do Estado. Ao fim, um relatório de aconselhamento deveria ser elaborado.

*IVc. Fonte de dados:* Mapas vetoriais em Série de Biomas e Dados de queimadas (séries - polígonos); Dados do sistema viário brasileiro (em séries disponíveis no site do DNIT).

Vale ressaltar que no ano de 2014 esta disciplina foi oferecida de forma experimental por um professor diferente do que o de costume. Assim, o mesmo utilizou a metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas e a organização dos conteúdos em módulos, como descrito acima (respeitando a ementa oficial) e utilizou o software QGIS, devido ao seu potencial de uso e flexibilidade de acesso.

A avaliação foi realizada por meio de participação em sala de aula, aplicação de exercícios e trabalhos em grupos de cinco a oito pessoas, com partes teóricas e práticas no QGIS, bem como na aplicação em estudo de caso.

A versão do QGIS para download e instalação para realização dos exercícios em aula foi o QGIS 2.6.1 'Brighton'. Esta versão, assim como as anteriores estão disponíveis para download no endereço: <[http://www.qgis.org/pt\\_BR/site/index.html](http://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html)>.

#### **Coleta e análise de dados**

Como esquematizado no fluxograma da figura 1, para coleta de dados sobre a percepção dos alunos matriculados na disciplina, foi aplicado um questionário contendo dez perguntas. Dentre as perguntas, oito eram de respostas alternativas e duas discursivas. Após a elaboração das perguntas, a aplicação do questionário foi disposto em meio digital e realizada por intermédio do sistema online denominada Formulários Google, que permite criar formulários personalizados para questionários e pesquisas gratuitamente. Permite também realizar a análise dos dados obtidos diretamente no

sistema Planilhas Google, pois o Formulários Google reúne e vincula os dados de resposta da pesquisa no Planilhas Google.

A divulgação do questionário foi realizada por meio de correio eletrônico. Para a segurança das informações, foram gerados códigos de validação, enviados por e-mail a cada aluno, a fim de evitar mais de um envio por aluno, tal como a garantia de segurança de dados e para que alunos ao qual não estivessem matriculados na disciplina não tivessem acesso ao questionário, pois as perguntas foram elaboradas com pertinência somente aos matriculados.

Ademais, visto sua importância, foi registrada a percepção do docente da disciplina, bem como as percepções dos discentes para uma análise mais completa da experiência de uso do QGIS na disciplina.

A metodologia da pesquisa consistiu em entrevista semi estruturada, composta por questões de respostas abertas e fechadas, com variáveis qualitativas e quantitativas. A análise dos dados foi realizada após a aplicação do questionário e por meio das análises estatísticas de distribuição de frequência.

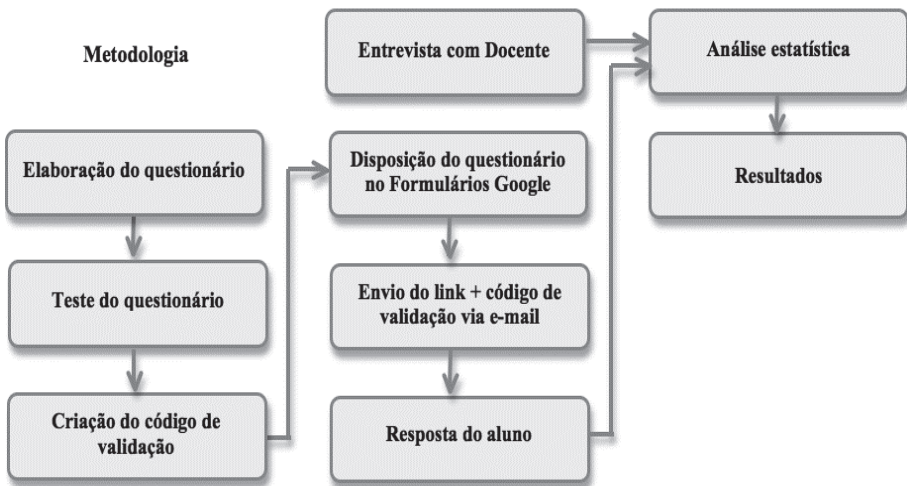


Figura 1. Fluxograma da metodologia.

## Resultados e discussão

### Percepção do docente

Como mencionado, o acompanhamento dos exercícios práticos do curso foi realizado em computadores pessoais (notebooks) sem a utilização de laboratórios ou infraestrutura institucional. Tal contexto trouxe como principais vantagens, a possibilidade de acompanhamento e desenvolvimento dos exercícios obrigatórios (e complemen-

tares) além da sala de aula, a partir de reprodução e complementação das atividades realizadas em sala.

Foram observados, entretanto, alguns problemas com a adoção de tal prática. Primeiramente, nem todos os alunos matriculados possuíam computadores pessoais com capacidade de processamento compatível com o uso proposto. Neste caso foi permitido aos alunos se organizarem em grupos de modo a acompanhar os exercícios em sala e incentivado a utilização posterior em casa ou nos laboratórios de informática da instituição em desktops fixos.

O uso de computadores pessoais em sala também trouxe problemas técnicos em relação ao desempenho dos sistemas utilizados (tanto em relação à configuração de hardware como em relação à diversidade de sistemas operacionais utilizados). Foram observados, em diversas ocasiões, problemas de congelamento e súbita parada, tanto durante a instalação do QGIS quanto em aplicações específicas do programa, prejudicando consideravelmente o andamento normal dos exercícios.

A participação e nível de atenção dos estudantes nesta experiência foi considerada satisfatória, permitindo que a dinâmica proposta tenha sido seguida e, salvo algumas exceções, foi possível a todos os alunos (individualmente ou em grupo) acompanhar as atividades práticas dentro do esperado. Especificamente no trabalho final, em que diversos conceitos abordados no módulo teórico da disciplina foram exigidos, o desempenho dos alunos foi particularmente expressivo, comprovando o nível adequado de absorção dos estudantes tanto no que se refere à elementos conceituais teóricos quanto em relação ao ferramental prático de uso do QGIS.

### ***Percepção do estudante***

Foi testada a utilização do software Quantum GIS (versão 2.6.1 'Brighton') para a aplicação das aulas práticas da disciplina Introdução ao Geoprocessamento. Este foi escolhido devido a sua suposta facilidade de acesso e por ser aparentemente um exemplo de boa aceitação dentre os softwares existentes de aplicações em SIG. Para verificação de sua aceitação, buscou-se conhecer a percepção dos discentes e se constatou que a percepção foi boa com resultados positivos.

Após a aplicação da pesquisa, dos 93 questionários enviados aos alunos, 49,46% destes foram respondidos, sendo que 38% das respostas correspondiam aos alunos do período matutino e 62% do período noturno.

A distribuição de frequência das respostas dos alunos, correspondentes às questões 1, 2, 3 e 4, estão dispostas na Tabela 1. A primeira questão do questionário se referia à utilização do software Quantum GIS anteriormente à disciplina de Introdução ao Geoprocessamento. Das respostas obtidas, 91% não haviam utilizado ainda e 9% já o haviam utilizado.

**Tabela 1**  
**Distribuição de frequência de alunos de acordo com sua percepção sobre o uso do Sistema QGIS, março de 2014**

	<i>Frequência (%)</i>			
	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Talvez</i>	<i>Indiferente</i>
Utilização do Quantum GIS antes da disciplina	91	9		
Utilização de outro SIG antes da disciplina	87	13		
Gostaram do uso do QGIS na disciplina	0	89		11
Intenção de continuidade no uso do QGIS	9	41	50	

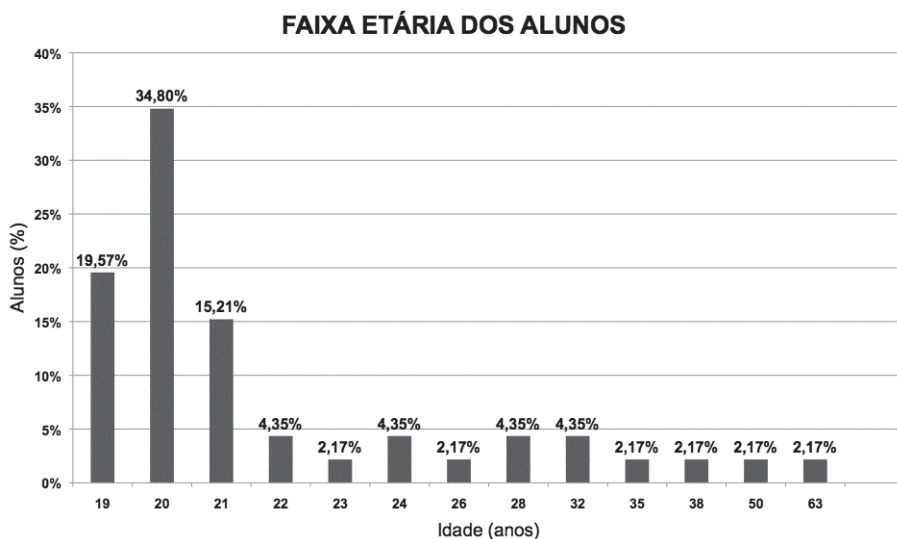
A segunda questão referia-se a utilização de outros SIGs para Geoprocessamento. Resultou que 87% declararam que nunca utilizaram outro SIG. Os demais 13% já haviam utilizado outros SIGs como ArcGis, DIVA-GIS e Google Earth.

A terceira questão era sobre a opinião do aluno sobre o uso do QGIS na disciplina. Obteve-se que 89% gostaram e 11% foram indiferentes. Para aqueles que gostaram foram encontradas respostas abertas como: a) ser de grande utilidade para seus estudos e formação acadêmica; b) familiarização com o sistema; c) diversidade de integração de dados e sua visualização; d) facilidade no manuseio e utilização das ferramentas; e) trouxe a percepção da formulação de mapas e entendimento da aplicação prática do Geoprocessamento; f) pela possibilidade de interação na utilização em diversas áreas de conhecimento e estudo de caso, cruzamento de dados (oriundos de banco de dados como por exemplo os do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária —IN CRA e o Instituto Socioambiental —ISA) para criação de diversos tipos de mapas, melhorar o entendimento e visualização na delimitação de uma área de estudo, realizar o zoneamento de uma área, aumentando assim maior número de teses e análises; j) pelo cruzamento de dados qualitativos e quantitativos em uma mesma imagem; l) gostaram muito da parte prática (cerca de 6,52%); m) 11% ressaltaram e sugeriram dedicação de maior tempo e disposição voltadas às aulas práticas, mesmo sendo conciliada com as aulas teóricas; n) outros enfatizaram a importância de seu aprendizado na disciplina de Geoprocessamento e até fizeram a utilização do QGIS na elaboração de mapas para trabalhos de outras disciplinas; o) alguns gostaram por ser um software open source e ser gratuito, pois isso aumenta a possibilidade de utilização em diversos locais evitando assim problemas com licenças que são requeridas por softwares proprietários, além de ser um grande avanço para a liberdade de informações; p) devido à similaridade das ferramentas e funções do QGIS com o ArcGIS, atendendo as expectativas quanto ao seu uso e; q) pela descoberta sobre a relevância do conhecimento da disciplina na vida profissional, constatada por meio da troca de experiências com egressos do curso de Gestão Ambiental.

Já para os que foram indiferentes (11%), as respostas foram: a) embora considerassem a proposta da disciplina interessante, ficaram indiferentes devido ao pouco tempo que destinaram às aulas práticas, pouca disponibilização de infraestrutura de laboratórios com computadores, os quais estivessem com os softwares instalados para a utilização prática; b) não ser da área de interesse (possivelmente o principal motivo); c) grande carga de conteúdo teórico impossibilitou um aperfeiçoamento adequado; d) existência de outros meios mais práticos e, e) por utilizarem outro software.

A quarta questão abordou sobre a intenção na continuidade da utilização do QGIS em outros trabalhos/atividades. Dentre os alunos, 50% declarou que talvez continuem a utilizar. Já 41% tem intenções de continuar usando o QGIS e 9% não.

A seguir, a Figura 2 mostra o gráfico referente a quinta questão, que abordou a característica idade do aluno entrevistado. A idade entre os alunos foi variável dentro da faixa etária de 19 a 63 anos, com predominância para alunos entre 19 a 21 anos, dos quais os alunos dessa faixa etária correspondem a cerca de 70% e as demais idades somam 30%.



**Figura 2.** Distribuição de frequência dos alunos da disciplina ACH1084 de acordo com sua faixa etária, 2014.

A sexta questão era referente ao sexo do aluno, para caracterizar a amostra. Do total de entrevistados 63% eram do sexo feminino e 37% eram do sexo masculino.

Para o aprendizado prático foram destinadas duas perguntas, a sétima e oitava questão. A distribuição de frequência das mesmas está disponibilizada na tabela 2. A sétima questão levantou se durante o curso o aluno: a) instalou e utilizou o QGIS em



um computador que tem acesso (em casa/trabalho); b) instalou, mas não utilizou e c) não instalou e somente acompanhou em sala de aula ou no computador do grupo do trabalho. Obteve-se respectivamente, para a opção a) 70%, b) 2% e c) 28%.

**Tabela 2**  
**Distribuição de frequência de alunos que instalaram o QGIS**  
**para realização do trabalho, março de 2014**

	<i>Frequência (%)</i>
Instalou e utilizou o QGIS em um computador que possui acesso	70
Instalou o QGIS, mas não utilizou	2
Não instalou o QGIS	28

A oitava questão foi sobre a preferência e aprendizado com trabalho prático de geoprocessamento (Tabela 3). Se o aluno preferia realizá-lo individualmente, em duplas ou grupo de 5 a 6 pessoas. O resultado obtido para os que preferiam realizar individualmente foi de 17%. Para a realização em duplas foi de 70% e em grupo de 5 a 6 alunos foi de 13%. Este resultado foi inesperado, pois, em várias disciplinas do curso os alunos estão acostumados a realizar trabalhos em grupos de 6 alunos. Pelos dados obtidos não foi possível identificar o motivo desta preferência. Esta questão pode e deve ser melhor estudada em outras pesquisas com os alunos desta e de outras disciplinas do curso.

**Tabela 3**  
**Distribuição de frequência de alunos em relação a sua preferência quanto**  
**ao número de alunos para a realização do trabalho prático com QGIS, março de 2014**

	<i>Frequência (%)</i>
Preferência para realizá-lo individualmente	17
Preferência para realizá-lo em duplas	70
Preferência para realizá-lo em grupo de 5 a 6 pessoas	13

A nona questão abordou se o aluno estava em um grupo que ficou em recuperação ou se o grupo havia sido aprovado direto. Dos questionários respondidos todos eram de grupos que foram aprovados direto ou seja 100%. No entanto, vale ressaltar que apenas 1 grupo, entre todos os grupos da disciplina, não passou direto, tendo ficado em recuperação e nenhum destes alunos responderam ao questionário.

A décima questão foi destinada à opinião do aluno sobre a sua experiência com a utilização do QGIS. Esta questão era aberta e livre, não sendo obrigatório o envio de resposta. Dentre os 46 respondidos, 39% enviaram resposta para esta questão.

Das respostas obtidas para a décima questão, ocorreram respostas positivas como: uma boa experiência, pois foi uma ferramenta de fácil manuseio e utilização; importante para sua formação acadêmica e profissional; pretendem continuar a estudá-lo e utilizá-lo; uma boa experiência, pois são raras as disciplinas que possuem aulas práticas no uso de ferramentas como a utilizada em questão; boa, pois foi possível ter noção da utilização do software; a apostila elaborada pelo Professor foi extremamente importante para eficiência no aprendizado das ferramentas do QGIS, foi instrutiva e de fácil entendimento, sem esta, o tempo perdido para o aprendizado seria maior; experiência muito boa e interessante.

Já as respostas negativas foram: embora haja facilidade no manuseio diante ao contexto apresentado, o programa apresenta algumas limitações que atrapalham na fluidez do trabalho, mas nada muito crítico; outra limitação em função do pouco tempo para o aprendizado, foi em relação a algumas diferenças entre versões do QGIS instalados em diferentes sistemas operacionais (Windows, Apple, Linux).

Algumas sugestões para o aprimoramento da disciplina no futuro foram identificadas nos questionários. Por exemplo, conciliar melhor a parte da fundamentação teórica com a parte prática. Alguns sugeriram 50% de cada e outros uma porcentagem maior de aulas práticas com o QGIS. Houve uma sugestão de disponibilização de cursos (extensão universitária) de verão/inverno com mais aulas práticas para auxiliar o aluno no aprendizado do QGIS e, também, o oferecimento de disciplinas extracurriculares, devido à importância do conhecimento de softwares SIG para a área de atuação do Gestor Ambiental.

Foi possível detectar que a maioria dos alunos gostou e teve uma boa experiência, mas o tempo para o aprendizado prático foi curto. Apesar da parte teórica ser de grande importância para a compreensão e utilização do sistema, sendo possível, sugerem maior carga horária prática, desde o início da disciplina, pois possibilitaria maior aprofundamento na utilização do QGIS e na elaboração de mapas, visto que há carências nesse sentido. Ao adquirir aprofundamento dessa habilidade seria muito útil em outras disciplinas, nos trabalhos, seminários e estudos como as pesquisas acadêmicas a serem realizadas e assim permitir melhorias na qualidade dos mesmos.

## **Conclusões**

Nas condições em que foi realizado este trabalho, foi possível responder às perguntas de pesquisa e atingir os objetivos propostos.

Sim, o software livre QGIS funcionou bem para o ensino de Geoprocessamento.

O professor e os alunos tiveram uma boa experiência com o QGIS, que se mostrou de fácil aprendizado e utilização.

Este estudo mostrou que há um grande potencial de uso e aplicação do software livre QGIS para ensino de Geoprocessamento em cursos de graduação, neste caso, na

disciplina Introdução ao Geoprocessamento do curso de Bacharelado em Gestão Ambiental, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, visto sua acessibilidade, facilidade no manuseio e utilização, possibilidade de integração de dados e interação interdisciplinar.

Foi possível concluir que a percepção dos alunos e do docente foi muito positiva, pois, 91% dos alunos não conheciam o software antes da disciplina e 89% destes gostaram de utilizá-lo, além do que 41% dos alunos pretendem utilizá-lo no futuro.

Concluiu-se que o QGIS é de fácil instalação, pois, 70% dos alunos instalaram o software em algum computador que eles tinham acesso para a realização do trabalho. Constatou-se que nem todos os alunos matriculados possuíam computadores pessoais com capacidade de processamento compatível com o uso proposto. Acredita-se que os alunos que não instalaram o software não o fizeram por algum motivo técnico ou pessoal, como não ter um computador disponível ou mesmo por não se interessar. Isso é algo que pode ser melhor estudado numa próxima pesquisa.

Concluiu-se que a preferência dos alunos (70%) é para a realização dos trabalhos práticos em duplas. Apenas 13% preferem trabalhos em grupos de 5 ou 6 pessoas, que é uma quantidade de alunos por grupo muito frequente nas diversas disciplinas do curso. Este fato foi surpreendente. Possivelmente fazer o trabalho em duplas talvez dê mais protagonismo ao aluno na realização do trabalho, na execução das tarefas e no aprendizado do software e dos conteúdos. No entanto, é preciso estudar melhor esta questão.

Concluiu-se que a experiência com o QGIS possibilitou a percepção de elaboração de mapas e entendimento da aplicação prática do Geoprocessamento e possibilitou a interação com diversas áreas de conhecimento, em estudos de caso e cruzamento de dados para criação de diversos tipos de mapas. Didaticamente muito interessante.

Constatou-se que a disciplina pode ser ministrada sem a necessidade de infraestrutura de laboratório de informática e com software livre, se os alunos se encarregarem de providenciar computadores a que têm acesso para realização das práticas, bem como acesso à Internet. Desta forma a falta de infraestrutura de informática deixa de ser um impedimento e pode se tornar um modelo de difusão de conhecimentos em situações de carência institucional, ainda que seja muito recomendado que a universidade disponibilize laboratórios bem equipados para as aulas. Vale lembrar que há alunos que não possuem computadores pessoais e isso não pode ser negligenciado.

A experiência mostrou que as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) tem e terão um papel fundamental na disponibilização de dados espaciais, não só para uso didático e acadêmico, mas sim para uso profissional dos futuros Gestores Ambientais e outros profissionais mais. Os alunos não tiveram grandes dificuldades de encontrar e baixar dados geográficos em formato vetorial e raster, bem como MDT para a realização dos exercícios práticos disponíveis na Internet em sites ou Geoportais de instituições públicas de governo, de ensino e de pesquisa.

Finalmente, a grande maioria dos alunos gostou e teve uma boa experiência, mas o tempo para o aprendizado prático foi considerado curto. Também foi apontado por alguns alunos a necessidade de melhor equilibrar a quantidade de horas entre teoria e prática, bem como a necessidade de aumentar a quantidade de horas de aulas prática de alguma forma, o que denota uma necessidade de melhor estudar esta questão.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo pela concessão de uma bolsa de estudos no âmbito do Programa Ensinar com Pesquisa; ao Laboratório de Computação Geoespacial (LaCoGeo) da EACH/USP pela disponibilização de suas instalações e ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Infraestrutura de Dados Espaciais (GEPIDE) pela colaboração.

### Bibliografia

- Almeida, A.D.B.F.C. de e Morgado, A.V.F. (2007). “Implementação de um algoritmo computacional em código aberto para manipulação da base cartográfica Nacional”, Ministério da Defesa Exército Brasileiro, Departamento de Ciência e Tecnologia, Instituto Militar de Engenharia, Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro, 50 pp.
- Almeida, L.C. (2011). “Análise espacial de dados com o Quantum Gis: exercícios realizados durante tópico especial ofertado pelo programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC”, *Observatorium*, 3:173-194.
- Alves, J. da S. (2011). “Software GIS Livre e o ensino-aprendizagem da geografia”. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 50 pp.
- Aronoff, S. (1989). *Geographical Information Systems: a management perspective*, WDI Publications, Ottawa, 294 pp.
- Câmara, G.; Davis, C. e Monteiro, A.M.V. (2001). “Introdução à ciência da geoinformação”, *INPE*, São José dos Campos, SP, 13:345.
- Censipam (s/d). “Quantum GIS 1.4.0 - Guia do Usuário: Versão 1.4.0 Enceladus”, Tradução do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia, s/d.
- Damasio, E. e Ribeiro, C.E.N. (2006). “Software livre para bibliotecas, sua importância e utilização: o caso GNUTECA Free software for libraries, its importance and use: the gnuteca case”, *RDBCI*, Campinas, SP, 4(1):70-86.
- Fitz, P.R. (2008). *Geoprocessamento sem complicação*, Oficina de Textos, São Paulo, 160 pp.
- Fonseca Filho, H.; Leite, B.P.; Pompermayer, G.A.; Werneck, M.G.; Levy, W. (2013). “Teaching VGI as a strategy to promote the production of urban digital

- cartographic databases”, in Joint Urban Remote Sensing Event 2013, *JURSE 2013*, São Paulo, 856:222-225.
- Gonzalez, M.E.; Fonseca Filho, H.; Bernabé-Poveda, M.Á. (2012) “Educación y formación en el contexto de las IDE”, in Bernabé-Poveda, M.Á.; López-Vazquez, C.M. (ed.), *Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales (IDE)*, 1 ed. Madrid, UPM Press, cap. 34, pp. 435-442.
- Guesser, A.H. (2005). “Software livre e controvérsias tecnocientíficas: uma análise sociotécnica no Brasil e em Portugal”, Dissertação de Mestrado em Sociologia Política Santa Catarina, Florianópolis, 183 pp.
- Karssenber, D.; Burrough, P.A.; Sluiter, R. & de Jong, K. (2001). “The PCRaster software and course materials for teaching numerical modelling in the environmental sciences”, *Transactions in GIS*, 5(2):99-110.
- Kemp, K.K., Goodchild, M.F. & Dodson, R.F. (1992). “Teaching GIS in Geography”, *The Professional Geographer*, 44(2):181-191.
- Krasilchik, M. & Araujo, U.F. (2010). “Novos caminhos para a educação básica e superior”, *ComCiência*, Campinas, n. 115, 2010. Disponível em <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=es&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=es&nrm=iso)>, acesso em: 09 de fevereiro de 2017.
- Lee, J. & Bednarz, R. (2009). “Effect of GIS learning on spatial thinking”, *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2):183-198.
- Levy, S. (1994). *Hackers: Heroes of the Computer Revolution*. Dell Publishing, New York, 455 pp.
- Longley, P.A.; Goodchild, M.F.; Maguire, D.J. & Rhind, D.W. (2013). *Sistemas e ciência da informação geográfica*, Porto Alegre, Bookman, 3a. ed., 540 pp.
- Maguire, D.J. (1991). “An overview and definition of GIS”, *Geographical Information Systems: principles and applications*, vol. 1, pp. 9-20.
- Manghi, G.; Cavallini, P. & Neves, V. (2011). “Quantum GIS: Um desktop potente e amigável”, *Revista FOSSGIS Brasil*, 1(2):10-15.
- Mayo, P.; Donnelly, M.B., Nash, P.P. & Schwartz R.W. (1993). “Student perceptions of tutor effectiveness in a problem-based surgery clerkship”, *Teaching and Learning in Medicine*, An International Journal, 5(4):227-233.
- McClurg, P.A. & Buss, A. (2007). “Professional development: Teachers use of GIS to enhance student learning”, *Journal of Geography*, 106(2):79-87.
- Neto, J.A.B.; Carneiro, A.F.T. (2010). “Análise e aplicação de softwares livres na estruturação de cadastros territoriais urbanos”. *CONIC*, CTG – UFPE, 4 pp.
- Oliani, L.O.; Paiva, C. & Antunes, A.F.B. (2012). “Utilização de Softwares Livres de Geoprocessamento para Gestão Urbana em Municípios de Pequeno e Médio Porte”, Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife *Anais eletrônico*. Recife, 8 f., disponível em

- <[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/Todos\\_Artigos/058\\_1.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/Todos_Artigos/058_1.pdf)>, acesso em 9 de fevereiro de 2015.
- Pejović, M.; Gospavić, Z.; Milovanović, B. & Arsić, I. (2014). “Solving a surveying problem by using R and QGIS - Setting out of a land expropriation zone”, *Genouka*, 2(2):12-18.
- QGIS, Quantum GIS. Versão QGIS 2.6.1 ‘Brighton’, disponível em: <[http://www2.qgis.org/pt\\_BR/site/about/index.html](http://www2.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html)>, acesso em: 05 de outubro de 2014.
- Ramos, J.B.; Fonseca Filho, H.; Freire, M.V. & Peres, S.M. (2010). “Experiências na área de engenharias e ciências aplicadas”, *ComCiência*, Campinas, n. 115, Disponível em: <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542010000100010&lng=en&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000100010&lng=en&nrm=iso)>, acesso em: 09 de fevereiro de 2017.
- Reis, C.R. (2003). “Caracterização de um processo de software para projetos de software livre, 2003”, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Software, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Carlos, ICMC/USP, 247 pp.
- Rocha, C.H.B. (2000). *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*, Minas Gerais: editora do autor, 220 pp.
- Silva, Jr. (s/d.). “Tutorial Básico em Sistemas de Informação Geográfica para o Quantum Gis: Versão 0.8.1 ‘Titan’”.
- Silva, A.C.C.; Fracaro, C.; Carvalho, L.H.W.; Camilo, N. C.; Oliveira, T.R.; Ronconi, T.A.; González, R.H.A.; Mariani, L. (2011). “Diagnóstico Ambiental e Delimitação de Áreas de Preservação Permanente – APPs da Microbacia do Arroio Califórnia – Foz do Iguaçu/PR, com a Utilização do Software de Geoprocessamento gvSIG”, *Jornada Latinoamericana e do Caribe do gvSIG*, 3., 2011, Foz do Iguaçu.
- Silva, J.X. (2012). “Uma Posição Crítica e Atuante para a Geografia an Active and Questioning Position in Geography”, *Espaço Aberto*, Rio de Janeiro, PPGG-UFRJ, 2(1):17-26.
- Silva, J.X. da & Zaidan, R.T. (2004). *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 368 pp.
- Stallman, R. (2009). “Viewpoint Why open source misses the point of free software”, *Communications of the ACM*, 52(6):31-33.
- Walsh, S.J. (1992). “Spatial education and integrated hands-on training: Essential foundations of GIS instruction”, *Journal of Geography*, 91(2):54-61.
- Wing, M.G.; Bettinger, P. (2003). “GIS: An updated primer on a powerful management tool”, *Journal of forestry*, Bethesda, 101(4):4-8.