

GOOGLE EARTH APLICADO A PESQUISA E ENSINO DA GEOMORFOLOGIA

Raphael Nunes de Souza Lima*

RESUMO

O conjunto de ferramentas disponibilizadas atualmente pelo Google Earth™ oferece recursos para mapeamento, importação e exportação de dados geográficos, bem como visualização detalhada em 3D de praticamente toda a superfície emersa do planeta através de imagens orbitais de alta resolução. Aliadas, estas ferramentas oferecem grande potencial para a pesquisa e ensino da Geomorfologia, particularmente pela observação 3D de paisagens e sua dinâmica ao longo do tempo, possibilitando novas perspectivas de análise além de complementar e melhorar o desempenho dos métodos tradicionais e já consagrados pela academia. Nesta perspectiva, o presente artigo tem por objetivo apresentar o contexto histórico de criação do software, suas ferramentas de análise, observação, seu potencial de utilização na pesquisa e no ensino de Geomorfologia, bem como discutir experiências acumuladas no Brasil e no exterior após sete anos do seu lançamento, visando assim, contribuir para reflexões sobre a utilização de novas mídias na Geomorfologia.

Palavras Chaves: Google Earth, Geomorfologia, Ensino, Pesquisa

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa e o ensino da Geomorfologia são tradicionalmente realizados através de recursos cartográficos tais quais cartas topográficas e pares estéreos de fotos aéreas, além de técnicas de medições, monitoramento e observação em campo.

Com o advento de novas tecnologias e a difusão de mídias interativas, surgiram no meio acadêmico, discussões sobre desafios de aplicação e integração das novas ferramentas computacionais com os métodos mais tradicionais, tendo como um marco o lançamento do software *Google Earth*™ em 2004.

O *Google Earth*™ (GE) é um *software* gratuito que combina imagens de satélite com as características do terreno para fornecer uma renderização digital em 3D da superfície da

* Mestre em Geografia com ênfase em Gestão e Planejamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: raphael.lima@globo.com

Terra em uma interface considerada de fácil manipulação para o usuário final e de vasto potencial de aplicação tanto para o mundo corporativo como para fins acadêmicos.

Notadamente, diversas universidades já incorporam o GE em atividades de seus laboratórios de Geomorfologia e até mesmo em suas ementas de disciplinas, como a *Salem State College* e a *Universidade do Tennessee*, ambas nos Estados Unidos (DUNAGAN 2007; HANSON, 2009). No Brasil, já existem dissertações e artigos científicos que abordam práticas pedagógicas com GE no ensino fundamental, médio e cursos de Geociências (RAMOS & GERALDI, 2002; VOGES & NASCIMENTO 2009; OLIVEIRA, 2011).

O presente artigo tem por objetivo apresentar o contexto histórico de criação do software, suas ferramentas de análise e observação disponíveis atualmente, seu potencial de utilização na pesquisa e no ensino de Geomorfologia, bem como discutir experiências acumuladas no Brasil e no exterior após sete anos do seu lançamento, visando assim, contribuir para reflexões sobre a utilização de novas mídias na Geomorfologia.

2 HISTÓRICO DO SOFTWARE

O programa *Earth Viewer* foi desenvolvido pela Keyhole, Inc., uma companhia adquirida pela empresa norte americana Google em 2004. O produto, renomeado de *Google Earth™* (GE), tornou-se em 2005, disponível para uso em computadores pessoais. Apesar de existirem programas similares, como o seu principal concorrente, o *Microsoft's BingMaps* (*Virtual Earth*), nenhum é comparado ao GE em popularidade. De acordo com Allen (2009), em fevereiro de 2008, estima-se que pelo menos 350 milhões de computadores haviam instalado o software.

Em uma perspectiva histórica, Allen (op cit, 2009) aponta que o GE é uma resposta às necessidades cartográficas surgidas no início do século XXI que envolveu tanto a tradição ocidental de elaboração de atlas geográficos, como o processo inventivo orientado pelo sistema capitalista de consumo. Ambas as demandas são facilmente percebidas pelas propagandas de postos de combustível, restaurantes, cafés, hotéis, no serviço de informações do tráfego em tempo real, no identificador de rotas, dentre outras informações que correspondem aos interesses atuais da sociedade, disponibilizados pelo *software*. Pela popularização e democratização do acesso a informação geográfica, muitos especialistas o consideram, até agora, uma das conquistas cartográficas mais marcantes do século XXI.

Assim como nos atlas geográficos convencionais, o *Google Earth* atende uma diversidade de usuários através da possibilidade de visualização de múltiplas camadas de

informação espacial, fornecendo informações de maneira prática a motoristas, pesquisadores, bem como entretendo exploradores e curiosos.

Em vários outros aspectos, o GE pode ser visto como adaptação do formato tradicional do atlas para um ambiente digital on-line. De certo modo, os atlas antigos podem ser descritos como produções "multimídia" primitivos, uma vez que mesmo no século XVI, os Atlas eram mapas combinados com descrições textuais, e com ilustrações de pessoas, animais e edifícios. Atlas mais modernos muitas vezes incluem fotografias de lugares e imagens de satélite. O GE elevou este processo a outro patamar, acrescentando *hiperlinks* para som e vídeos, mas conceitualmente não há nada novo sobre essa combinação de elementos "cartográficos" e "não-cartográficos".

De modo geral, as informações que são projetadas no ambiente GE atendem bem quando o propósito é a visualização das informações. Entretanto, existem ressalvas quanto a aplicações de forma acadêmica, por não existir no software, convenções que garantam padrões de precisão cartográfica e de posicionamento. Isto porque as imagens disponibilizadas possuem diferentes níveis de correção, que nem sempre são discriminadas. As informações vetoriais também não têm uma preocupação rígida com estas precisões, podendo apresentar problemas quando projetadas fora do contexto em que foram criadas (OLIVEIRA *et al*, 2009).

3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS PARA PESQUISA E ENSINO DA GEOMORFOLOGIA

O conjunto de ferramentas disponibilizadas atualmente pelo GE oferece recursos para mapeamento, importação e exportação de dados de SIG (Sistema de Informação Geográfica) e visualização detalhada em 3D de praticamente toda a superfície emersa do planeta através de imagens de satélite e fotos aéreas históricas de alta resolução. Aliadas, estas ferramentas oferecem grande potencial para a pesquisa e ensino da Geomorfologia, como será abordado nos itens a seguir:

3.1 Imagens Históricas

Permite ao usuário visualizar imagens de diferentes datas de aquisição. Em cidades americanas e europeias são disponibilizadas imagens a partir da década de 1940. Atualmente praticamente todas as capitais brasileiras são representadas com imagens de alta definição, sendo as mais antigas, datadas de 2000. A sobreposição de imagens de períodos diferentes torna possível avaliar diferentes tipos de processos atuando na transformação da paisagem (Figura 1 e 2).



Figura 1: Evolução de um processo de voçoracamento no município de Macaé (RJ), registrado por imagens de alta resolução em três etapas: (A) Início do processo em 2003. (B) Evolução da frente erosiva e formação de cone de ejeção na base do morro em 2007. (C) Aprofundamento e alargamento da feição erosiva com aumento do cone de ejeção na base do morro em 2011. Fonte: *Google Earth™*.

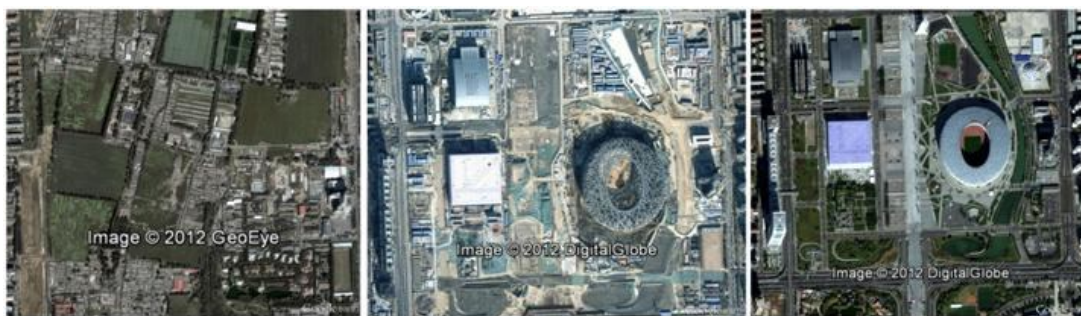


Figura 2: Modificação da paisagem em Pequim, China para os Jogos Olímpicos de 2008: (A) Área industrial caracterizada por galpões e fábricas em 2001. (B) Demolição e obras de construção do Parque Olímpico 2005. (C) Parque Olímpico finalizado 2011. Fonte: *Google Earth™*

3.2 Visualização 3d

Fornece ao usuário ferramentas de navegação e visualização da superfície em diferentes escalas e ângulos (vertical e oblíquo). A partir de 2006, o GE passou a utilizar um modelo digital de elevação (MDE) a partir de dados coletados pelo satélite SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da NASA, que possibilitaram a observação de elementos e características do relevo tridimensionalmente (Figura 3). Algumas regiões passaram a apresentar topografia mais detalhadas obtidas através do sistema LIDAR (*Light Detection And Ranging*). Através do programa *SketchUp*, é possível ainda realizar modelagens 3D de construções civis e a representação virtual de cidades.



Figura 3: Visualização oblíqua de diferentes paisagens (A) Movimentos de massa em Friburgo, RJ em Janeiro de 2011 (B) Modelagem 3D de monumentos e construções civis. Em primeiro plano o Cristo Redentor e ao fundo o Pão de Açúcar – Rio de Janeiro. (C) Alinhamento de relevo dobrado na Serra da Canastra (MG). Fonte: Google Earth™

3.3 Mapeamentos

O GE dispõe de ferramentas de edição de vetores em formatos de pontos, linhas e polígonos, permitindo o mapeamento de feições e representação cartográfica de elementos identificados através das imagens de satélite (Figura 4).



Figura 4: Mapeamento de objetos movimentos de massa, pontes e rio através de imagem de satélite em Friburgo (RJ). Fonte: Google Earth™.

3.4 Importação e exportação de dados SIG (Sistema de Informação Geográfica)

Atualmente existem diversos softwares de geoprocessamento tanto gratuitos como comercializados que trabalham com informações espaciais georeferenciadas em formato vetorial e/ou rasterizado (Figura 5). Os dados vetoriais consistem em pontos, linhas e polígonos que representam objetos no mapa. Já os dados rasterizados são grades regulares de dados, que podem representar imagens como fotografias aéreas, superfícies contínuas como os modelos de elevação ou classes temáticas como uso e cobertura da terra. Portanto, os dados

gerados nas diferentes plataformas SIG, podem ser exportados para visualizações no GE, de duas maneiras: na versão profissional (*Google Earth Pro*) é possível importar diretamente uma gama de formatos de dados SIG; ao passo que na versão livre é preciso fazer conversão dos arquivos para o formato KML (extensão utilizada pelo Google Earth) utilizando outras ferramentas e programas.

Os softwares SIG, como o *Global Mapper*, *GPSTrack Maker*; *ESRI ArcGIS*, *MapInfo*, entre outros, já possuem ferramentas para exportar os dados GIS no formato KML para usar no Google Earth. Para tanto, todos os dados GIS devem ter o sistema de coordenadas (WGS 84) corretamente definido.

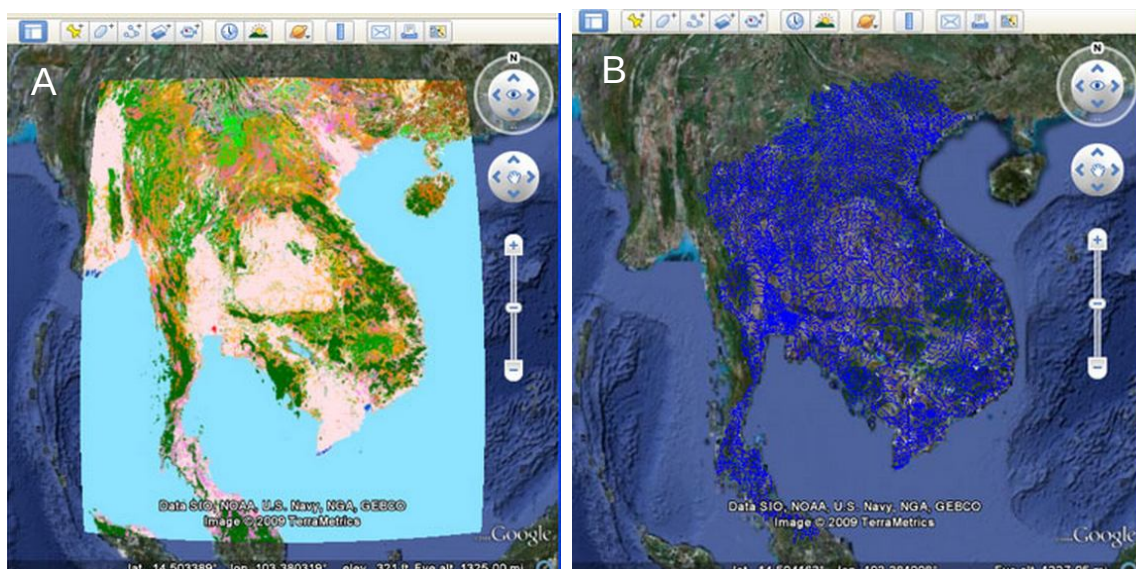


Figura 5: Exemplos de importação das informações SIG no software Google Earth™ (A) Cobertura da terra no Sudeste Asiático (B) Rede hidrográfica no Sudeste Asiático. Fonte: Google Earth Outreach: <http://www.google.com/earth/outreach/tutorials/importgis.html> acesso em 06/08/2012.

3.5 Perfil de elevação

Os perfis de elevação são uma técnica tradicional de representação gráfica do terreno com objetivo de auxiliar as análises morfométricas do relevo e sua interpretação. No GE, o relevo é representado através de dados de topografia oriundos de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) pelo qual é possível traçar linhas de perfil e gerar gráficos onde o eixo Y mostra a elevação e o eixo X mostra a distância. Ao mover o cursor pelas diversas partes do Perfil de elevação, a seta se movimenta pelo seu caminho e exibe a elevação e a distância acumulada (acima da seta). O número em % exibido representa a inclinação (Figura 6).

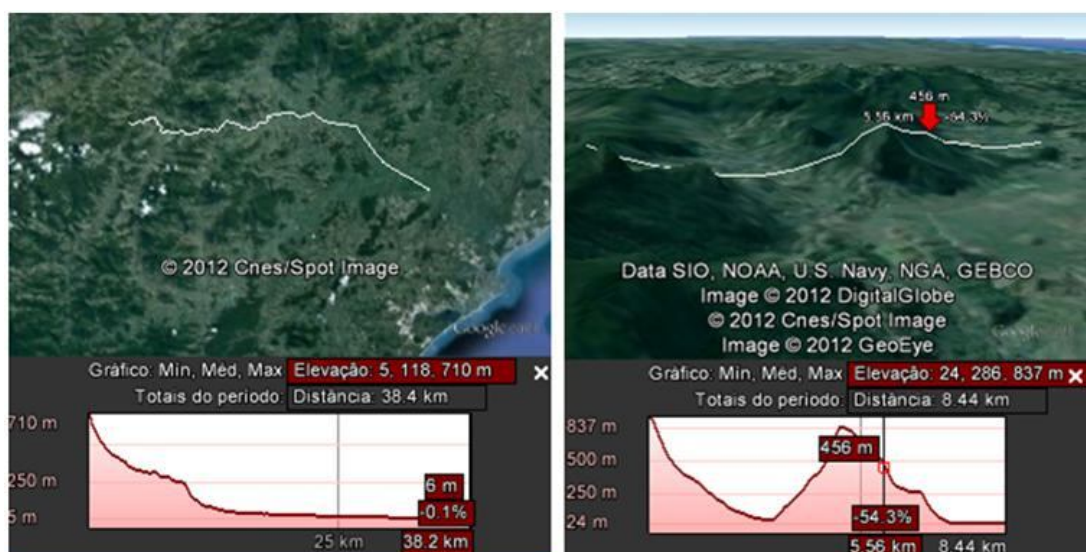


Figura 6: Perfis de elevação gerados a partir no Google Earth (A) Perfil longitudinal do rio São Pedro (Macaé–RJ) (B) Perfil transversal do vale do rio Ouriço (Macaé–RJ). Fonte: Google Earth™

4 APLICAÇÕES NA PESQUISA

Tradicionalmente, a pesquisa em Geomorfologia lança mão de técnicas cartográficas que possibilitam a identificação e interpretação de agentes envolvidos na alteração estrutural e espacial das formas do relevo, estejam eles vinculados a processos naturais ou antrópicos. Comumente, esses estudos usam produtos de sensores remotos como fotografias aéreas, imagens de radar ou imagens de satélite (SIMON & CUNHA, 2008).

Contudo, Simon & Cunha (*op cit.* 2008) ressaltam a existência de fatores inerentes ao processo de seleção e utilização de produtos de sensores remotos que podem interferir na organização dos mapeamentos, sendo eles: (1) a escassez de material cartográfico em séries temporais com intervalos regulares; (2) a inexistência de material aerofotográfico em períodos recentes, indispensáveis para a estruturação das relações entre morfologia original e morfologia resultante e (3) disponibilização de imagens de satélite que inviabilizam estudos geomorfológicos de maior detalhe em decorrência de sua baixa resolução espacial.

A forma mais habitual para superar estas limitações é a realização de trabalhos de campo, com ênfase na descrição e caracterização dos elementos em estudo, a fim de subsidiar representações cartográficas desprovidas de dados de sensores remotos.

Neste sentido, novas possibilidades surgiram a partir da ampliação das informações espaciais através do GE entre os anos de 2004 e 2005, possibilitando o acesso a um conjunto

de ferramentas de navegação e visualização de imagens orbitais de alta definição com alto desempenho na observação de objetos da superfície terrestre. Particularmente para os geomorfólogos, a observação 3D de feições geomorfológicas e sua dinâmica ao longo do tempo, possibilitaram novas perspectivas de análise além de complementar e melhorar a performance dos métodos tradicionais e já consagrados pela academia.

Por ser um software gratuito, foi extensiva a sua difusão no meio acadêmico e atualmente observam-se aplicações em diferentes campos da Geomorfologia que podem extrapolar seu objetivo inicial, vinculado à visualização. A obtenção de imagens de alta definição, a partir de ferramentas do software, permite estabelecer uma fonte de informações espaciais paralela aos trabalhos de campo, contribuindo para a geração de representações cartográficas de maior qualidade e precisão, subsidiando análises temporais que objetivam traçar um padrão das alterações derivadas de ocorrências naturais ou da ação antrópica (SIMOM, op cit. 2008).

O mapeamento de feições geomorfológicas a partir da sua forma em planta é amplamente utilizado para caracterizar unidades geomorfológicas, como por exemplo, feições erosivas e deposicionais. Esta técnica de observação é definida como a tomada de 90° entre o observador e o objeto, que geralmente utiliza imagens estereoscópicas, fotografias aéreas ou imagens de satélite em escala que permita o mapeamento dos objetos. Observações de campo comumente são realizadas para apoiar os trabalhos de foto-interpretação.

Neste sentido, o GE traz grande contribuição a esta técnica de observação por prover acervo de imagens aéreas de alta resolução e diferentes períodos que permitem avaliar a dinâmica de processos geomorfológicos em escala de tempo humana, como por exemplo, efeitos de tsunamis (Figura 7), transporte eólico em dunas (Figura 8), processos costeiros (Figura 9), movimentos de massa (figura 10), processos glaciais (figura 11) e adaptação do leito fluvial a vazões extremas (figura 12).

Ressalta-se, no entanto, que há limitações no emprego das imagens para estes fins que consistem: (1) na aleatoriedade das datas das imagens em acervo (2) qualidade das imagens variável pela localização (3) superfície imageada disponíveis no acervo (4) precisão cartográfica de posicionamento para fins de quantificação.



Figura 7: Antes e depois da destruição da cidade japonesa de Fukushima por Tsunami em 2011. Fonte: Google Earth™.



Figura 8: Processos eólicos em dunas de Florianópolis – Brasil. Fonte: Google Earth™.



Figura 9: Regime de ondas, Florianópolis – Brasil. Fonte: Google Earth™.

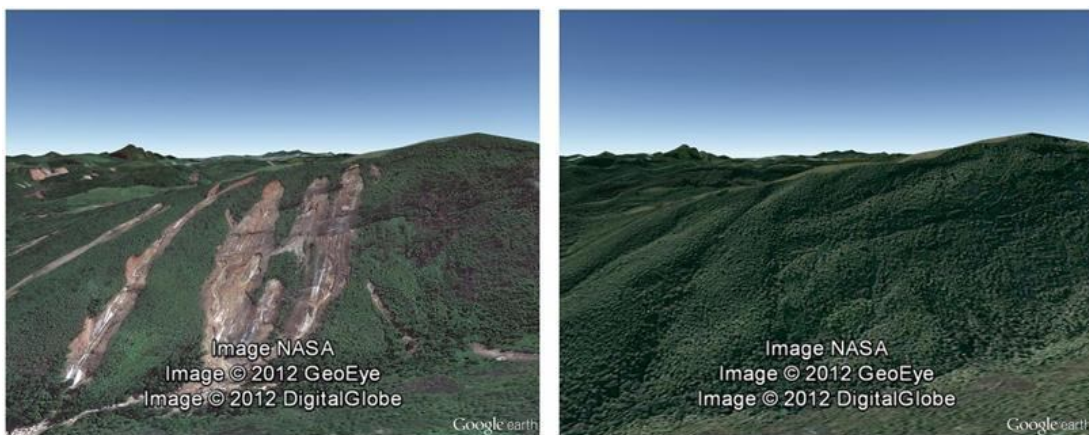


Figura 10: Movimentos de Massa no Município de Nova Friburgo, RJ - Brasil Fonte: Google Earth™.

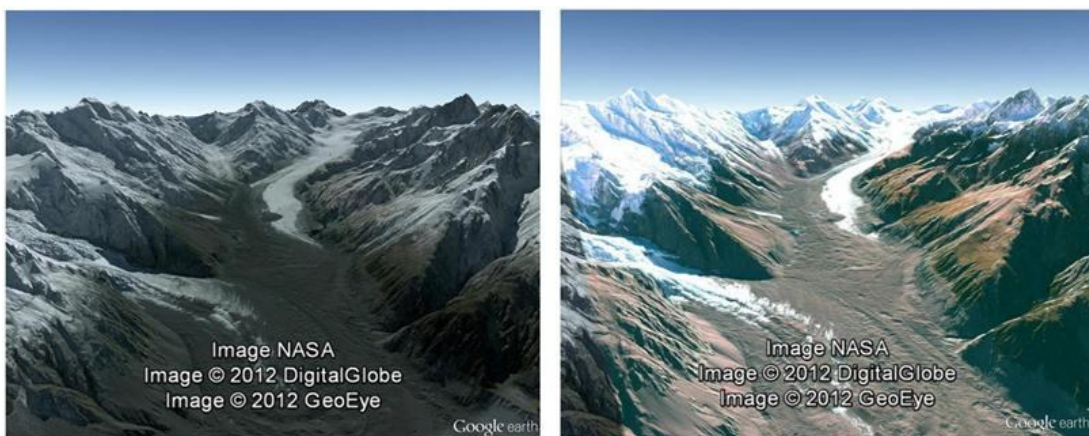


Figura 11: Inverno e Verão: degelo em paisagem glacial do Mount Cook National Park - Nova Zelândia. Fonte: Google Earth™.

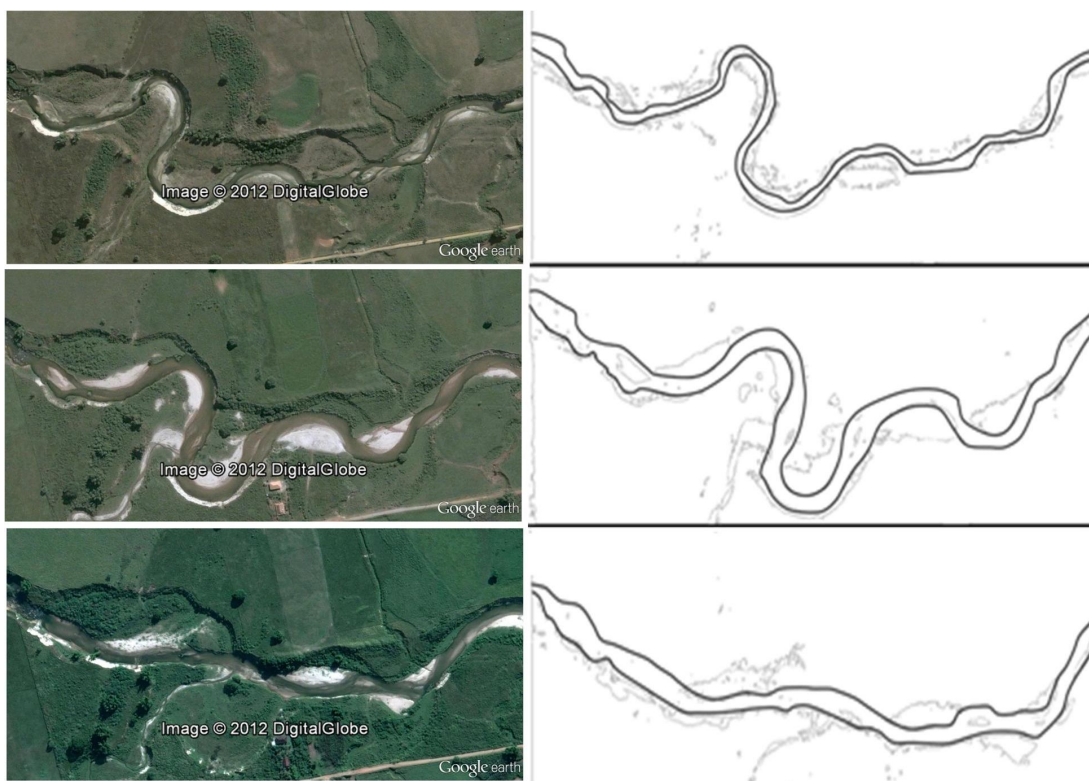


Figura 12: Processos fluviais de adaptação do leito à eventos chuvosos de grande magnitude – Rio S. Pedro, RJ – Brasil. Fonte: Google Earth™.

5 APLICAÇÕES NO ENSINO

Os processos geomorfológicos não se restringem ao entorno das escolas e universidades, de modo que a maioria dos estudantes não têm a possibilidade de vivenciar paisagens geomorfológicas distantes do contexto da sua própria região. Com a tecnologia presente no GE, torna-se possível observar discutir processos geológicos e formas de relevo em locais por todo o globo.

Dentre as experiências pedagógicas com GE no ensino da Geomorfologia, percebe-se que o principal objetivo das atividades aplicadas é de possibilitar aos alunos visualizar diferentes processos e formas geológicas e geomorfológicas específicas e características de diferentes regiões do planeta.

Especificamente, sobre a visualização geográfica, Ramos & Gerardi (2002) descrevem que ela fornece ao usuário de mapas a possibilidade de explorar informações, estabelecer análises e, dessa forma, obter um conhecimento. Contudo, na sala de aula, por exemplo, ela pode servir de um novo meio de aprendizagem.

Para os referidos autores, o conceito de VISUALIZAÇÃO, aplicado à cartografia, consiste em fornecer ao leitor do mapa a possibilidade de explorar informações, estabelecer análises e desta forma obter um conhecimento novo sob forma de mapa. Deste modo, o leitor é agente ativo na construção da representação, e não apenas um mero receptor da informação já previamente analisada e representada por um cartógrafo.

Em certa medida, oferecer ao aluno meios de experimentar e perceber a paisagem geomorfológica é um dos principais objetivos dos trabalhos de campo, e neste sentido, utilizar as informações recebidas em aula e aplicá-las para a identificação de formas de relevo e discussão dos processos que contribuíram para sua formação são objetivos comuns tanto das aulas práticas em campo como com GE.

Portando, para qualquer que seja a atividade realizada no âmbito educacional com ou sem o uso da informática, é necessário que o educador saiba programar esta atividade, sendo ele um mediador, codificador das informações, e facilitador do despertar para a percepção da temática sobre mídia utilizada.

Diversas práticas pedagógicas vêm sendo desenvolvidas com o GE, dentre as quais cabe ressaltar a experiência de, Brock (2012), que elaborou um exercício para alunos do curso de graduação em Geomorfologia da *Western Illinois University*.

A atividade é um exercício que pode ser usado como revisão e fixação de conteúdo previamente passado, de modo que antes do seu início, os alunos devem estar familiarizados com os tipos de acidentes geográficos que serão observados, bem como com as ferramentas de navegação do programa. O objetivo é usar o GE para sobrevoar virtualmente áreas na Terra selecionadas pelo instrutor para ilustrar os temas discutidos nas aulas e em laboratório. Para isto, o instrutor prepara uma série de marcadores no GE e um questionário com perguntas específicas para cada sítio visitado, objetivando orientar a observação dos alunos para as feições e processos geomorfológicos específicos. Quando necessário, podem ser realizadas intervenções para incentivá-los a passar algum tempo aplicando ferramentas de navegação, aproximando e afastando de objetos, alterando a inclinação do horizonte para visões oblíquas a fim de explorar ainda mais as áreas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A popularização do GE extrapolou seus objetivos iniciais de posicionamento de informações geográficas e identificação de rotas. Atualmente já é uma realidade a utilização dos recursos disponíveis no programa para fins comerciais, de pesquisa e ensino.

Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, jul./dez. 2012.

ISSN 2179-4510 - www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br

Particularmente na Geomorfologia, diversas aplicações foram discutidas neste artigo, sem, no entanto, esgotar as possibilidades. Cada vez mais usuários dedicam-se a desenvolver e discutir atividades pedagógicas e de pesquisa no âmbito da Geomorfologia, compartilhando suas experiências em congressos, artigos científicos, dissertações e teses.

Dado o exposto, listam-se abaixo, considerações acerca da utilização do GE, importantes para o aprimoramento das suas práticas:

(1) As imagens do GE são de livre acesso e sua utilização é permitida mediante correta atribuição bibliográfica e de direitos de imagem;

(2) A definição espacial das imagens e a característica de tonalidade e cor das mesmas possibilitam a identificação de diferentes texturas, formas e sombras, consideradas essenciais na avaliação das feições do relevo, como no caso da forma das vertentes, formas de acumulação, das feições erosivas localizadas, dos caimentos topográficos e das linhas de cumeada;

(3) A visualização interativa em 3D com a orientação do professor pode ser um grande facilitador para percepções do espaço geográfico através do estímulo visual de diversos ângulos da paisagem.

(4) São necessárias mais aplicações das imagens do GE, em diferentes sistemas geomorfológicos, a fim de propiciar maiores considerações sobre as potencialidades e restrições na utilização das imagens e do *software* como um todo.

GOOGLE EARTH APPLIED TO RESEARCH AND TEACHING GEOMORPHOLOGY

ABSTRACT

The set of tools provided by Google Earth TM offers resources for mapping, importing and exporting geographic data and detailed 3D visualization of almost the entire Earth surface through high resolution satellite imagery and historical aerial photos. Combined, these tools offer great potential for research and teaching geomorphology, particularly by the 3D observation and landscapes dynamics over time. It may bring new perspectives of analysis as well as improvements in traditional methods already established by the academy. In this perspective, this article aims to present the historical background of the software creation, the observation and analysis tools available, their potential use in research and teaching Geomorphology as well as discuss experiences suggest reflections on new media in Geomorphology.

Keywords: Google Earth, Geomorphology, Teaching, Research

REFERÊNCIAS

- ALLEN, D.Y. A Mirror of Our World: Google Earth and the History of Cartography. MAGERT – ALA Map and Geography Round Table. Coordinates Series B, No. 12, 15p. 2007. Persistent URL for citation: <http://purl.oclc.org/coordinates/b12.pdf>
- BROCK, A. Viewing geomorphic landforms with Google Earth. On the Cutting Edge - Professional Development for Geoscience Faculty / Teaching Geomorphology in the 21st Century, 2012. <http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/geomorph/activities/23279.html>
- DUNAGAN, S. Integrating Google Earth with geomorphology lab activities and student presentations. 2007 GSA Denver Annual Meeting (28–31 October 2007) Paper No. 56-2, 2007.
- HANSON, L.S. Google Earth and Free Image Processing Software into Geomorphology Labs: Geological Society of America Abstracts with Programs, Vol. 41, No. 3, p. 13, 2009.
- OLIVEIRA, A.O.S.A (2011). O ensino de geomorfologia nos cursos de geografia nas universidades públicas do Estado de São Paulo. In: Encontro Nacional de Práticas de Ensino em Geografia - ENPEG, 2011, Goiânia. Publicação dos trabalhos do XI - Enpeg. Goiânia, 2011. v. 1. p. 1-11, 2011.
- OLIVEIRA, M. Z. ; VERONEZ, M. R ; TURANI, M.; REINHARDT, A.O. Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. In: Gerald Jean Francis Banon (INPE); Lise Christine Banon (INPE). (Org.). XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. 1 ed. São José dos Campos/SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009, v. 1, p. 1835-1842, 2009. Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.10.17.37> Acesso em: 24 out. 2012.
- RAMOS, C.S. & GERARDI, L.H.O. Cartografia interativa e multimídia: situação atual e perspectivas. In: GERARDI, L.H.O & MENDES, I.A. (2002) Do Natural, do Social e de suas Interações: visões geográficas. Programa de Pós-Graduação em Geografia - UNESP - Rio Claro-SP. Associação de Geografia Teórica – AGETEO, p.239-250, 2002.
- SIMON, L.H. & CUNHA, C.M.L. Utilização de imagens do Google Earth na identificação de feições geomorfológicas antropogênicas. 1º SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008, ISBN: 978-85-88454-15-6, p.863-884, 2008.
- VOGES, M. S. ; NASCIMENTO, R.S. Práticas pedagógicas e as imagens do Google Earth - alguns centros urbanos brasileiros e as questões ambientais. In: II Encontro Iberoamericano de Educação. II Encontro Iberoamericano de Educação. Araraquara, 2007.

Artigo recebido para avaliação em 17/09/2012 e aceito para publicação em 27/10/12.