

Uso do *Google Earth* para a estimativa da extensão do Rio São Francisco

Daniel Pereira Guimarães¹
Elena Charlotte Landau¹
Carina Assis Barros²

¹ Embrapa Milho e Sorgo CNPMS/EMBRAPA
Caixa Postal 285 - 35701-970 – Sete Lagoas - MG, Brasil
daniel@cnpms.embrapa.br

² Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM
Campus Universitário - 35701-242 – Sete Lagoas - MG, Brasil
carinabarros767@yahoo.com.br

Abstract. This work demonstrates the viability of use of Google Earth tool to estimate the length of São Francisco river course. The Landsat 1 MSS images were used to determine the original river course in areas actually covered by hydroelectric reservoirs. Results showed that the São Francisco River has an extension of 2756 km length and confirms the early mensuration done by CODEVASF, the official company for the São Francisco Valley development.

Palavras-chave: hidrography remote sensing, Google Earth, hidrografia, sensoriamento remoto, Google Earth.

1. Introdução

O rio São Francisco, popularmente conhecido como Velho Chico, é considerado o maior rio genuinamente brasileiro e suas águas banham cinco estados da Federação: Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, sendo que sua bacia atinge também o estado de Goiás e o Distrito Federal. A denominação de “Rio de Integração Nacional” advém de sua importância em integrar diferentes regiões e culturas do país. Atualmente, os focos de atenção sobre o rio São Francisco se dão sobre os temas de recuperação ambiental e transposição das águas para outras regiões do semiárido brasileiro. Apesar de sua grande importância nacional, algumas questões permanecem indefinidas em relação ao Velho Chico: sua data de descobrimento, sua nascente e extensão. Algumas publicações indicam que seu descobrimento se deu no dia 04 de outubro de 1501 pelos navegadores Américo Vespúcio e André Gonçalves. Nos sites oficiais do governo a referência se dá apenas pelo ano de 1502. Silva et al. (2003) demonstraram que o rio Samburá é mais extenso que o rio São Francisco entre as nascentes e o ponto de confluência entre os dois cursos d’água e que o Rio Samburá tem maior calha e maior vazão, enquanto o rio São Francisco apresenta cota de talvegue superior, o que o caracteriza como afluente natural do rio Samburá. Por outro lado, o marco histórico e turístico da nascente do rio São Francisco na Serra da Canastra e a magnífica cachoeira de Casca D’Anta são importantes pontos a serem considerados na manutenção de seu curso original. Sua extensão é apresentada nos sites do Ministério de Integração Nacional e CODEVASF como sendo de 2700 km e em outras fontes variando entre 2624 e 3200 km, conforme citado por Silva et al. (2003). A determinação da trajetória correta dos cursos d’água é de grande importância para os estudos hidrológicos e ecológicos de suas bacias.

Este trabalho visa demonstrar a potencialidade do *Google Earth* para a aquisição de informações geográficas e suas utilizações para determinar a extensão do rio São Francisco.

2. Metodologia de Trabalho

Ebener et al. (2006) chamam a atenção para a importância de estabelecer padrões geoespaciais globais objetivando a melhoria na integração, qualidade e precisão das informações geograficamente referenciadas. O *Google Earth* é uma das ferramentas da geomática que atende a estes requerimentos uma vez que foi criado a partir da integração de imagens ortorretificadas (projeto *Geocover* da NASA) assentadas sobre modelos de elevação de terreno globais (missão SRTM da nave *Endeavour/NASA*) e o datum geocêntrico WGS-84. Com a adoção em nosso país do sistema SIRGAS-2000, a compatibilidade com o padrão adotado pelo *Google Earth* passou a ser imediata.

A cobertura espacial do território brasileiro pelo *Google Earth*, exceto em áreas da região Amazônica, é feita através de imagens dos satélites *Ikonos* (pixel com resolução de 1 m) e *Spot 5* (resolução de 2,5 m). No caso da bacia do rio São Francisco, a visualização do terreno é facilitada em função dos baixos índices de nebulosidade. O principal obstáculo à visualização de seu curso se deve ao represamento do rio para a geração de energia elétrica nas barragens de Três Marias (inaugurada no início da década de 1960) e das represas de Sobradinho, Itaparica, Paulo Afonso e Xingó instaladas a partir de meados da década de 1970.

A metodologia obedeceu à seguinte sequência:

- Determinação do marco indicador da nascente do rio São Francisco como ponto inicial de digitalização das rotas;
- Identificação de pontos identificadores dos trechos referentes às regiões correspondentes ao Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco;
- Correção geométrica de imagens Landsat MSS (resolução de 80 metros) tomadas em períodos anteriores à construção das barragens na região Nordeste;
- Uso do software gratuito *MapWindow* para a conversão das rotas digitalizadas no *Google Earth* (extensão kml) para o formato *shapefile* do ArcGis;
- Uso do programa gratuito FGIS para a conversão em projeções UTM;
- Uso do programa gratuito GVSIG para a determinação da extensão do rio São Francisco;
- Plotagem das *shapefiles* sobre imagens ortorretificadas do satélite Landsat 7 ETM e banda pancromática com resolução de 14,25/pixel do Projeto *GeoCover* da NASA (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>);
- Plotagem das *shapefiles* sobre imagens ortorretificadas do satélite Landsat 5 TM do Projeto *EarthExplorer* do USGS (<http://edcns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>);
- Plotagem das *shapefiles* sobre modelos digitais de elevação de 30 m de resolução do satélite Aster (<https://wist.echo.nasa.gov/wist-bin/api/ims.cgi?mode=MAINSRCH&JS=1>).

3. Resultados e Discussão

Definiram-se os pontos delimitadores dos trechos do rio São Francisco a partir dos seguintes critérios:

- Trecho 1 - Alto São Francisco: Compreendido entre a nascente (20.2431 S e 46.4466 W) e a cachoeira de Pirapora (17.3567 S e 44.9531 W).
- Trecho 2 – Médio São Francisco: Compreendido entre a cachoeira de Pirapora e o ponto limite entre as zonas 23 e 24 da projeção de Mercator, cujo ponto de interseção com o curso do rio ocorre em Remanso, na Bahia, nas coordenadas geográficas 9.6702 S e 42.0005 W.

- Trecho 3 – Submédio São Francisco: Compreendido entre Remanso e a usina hidrelétrica Apolônio Sales em Paulo Afonso, BA, nas coordenadas 9.3631 S e 38.2177 W.
- Trecho 4 – Baixo São Francisco: Entre a usina Apolônio Sales e a foz entre os estados de Alagoas e Sergipe nas coordenadas 10.5021 S e 36.3963 W.

A Figura 1 mostra o mosaico formado pelas imagens Landsat 1 MSS e o curso original do rio São Francisco em época anterior ao enchimento dos lagos das represas de Sobradinho, Itaparica, e Paulo Afonso. Embora a resolução das primeiras imagens do satélite Landsat MSS seja de baixa resolução (pixel de 80 metros), a largura do rio na região permite sua perfeita visualização.

Os resultados relativos à estimativa da extensão do rio foram: Alto São Francisco – 726 km, Médio São Francisco – 1109 km, Submédio São Francisco – 640 km e Baixo São Francisco – 280 km. Portanto, a extensão total do rio São Francisco foi estimada em 2756 km e dentro dos intervalos de 2700 e 2800 km normalmente citados. Curiosamente, o valor estimado foi similar ao antigo levantamento feito pela CODEVASF (2758 km) e bastante inferior ao encontrado pela equipe constituída pela mesma instituição para proceder a um novo levantamento de sua extensão e cujo resultado apontou 2814 km (Silva et al. 2003).

As Figuras 2, 3 e 4 mostram respectivamente a sobreposição do curso digitalizado no *Google Earth* e nas imagens Landsat MSS sobre imagens ortorretificadas do satélite Landsat 5 TM, do projeto *Geocover* e do relevo digital do satélite Aster. A perfeita coincidência dos resultados obtidos pela digitalização no *Google Earth* e as bases comparativas demonstram a alta precisão da técnica adotada. Diniz et al. (2007) chamam a atenção para a alta coincidência de rotas coletadas por aparelhos de GPS instalados em locomotivas e as imagens do *Google Earth*. Oliveira et al. (2009) demonstraram que a digitalização no *Google Earth* é compatível com a escala de 1:15000 e portanto muito superior aos trabalhos baseados em cartas topográficas e imagens de satélite com pixel superior a 10 metros de resolução. Além da precisão das estimativas, os autores citam as enormes vantagens advindas da boa qualidade visual das imagens, permitindo o mapeamento de diferentes feições geográficas. Silva e Nazareno (2009), ao comparar pontos georreferenciados por GPS na cidade de Goiânia-GO e suas comparações com os pontos correspondentes no *Google Earth* em imagem *Quickbird* de 0,7 metros de pixel, verificaram uma precisão cartográfica que atende ao PEC classe A na escala de 1:5000.



Figura 4. Curso original do rio São Francisco em período anterior à construção das represas de Sobradinho e Itaparica visualizado nas imagens Landsat 1 MSS, cenas das órbitas-ponto 232-66 de 07/10/1973, 233-66 de 28/07/1973 e 234-67 de 26/05/1975.



Figura 2. Sobreposição do curso vetorizado do rio São Francisco sobre imagem ortorretificada do satélite Landsat 5 do Projeto EarthExplorer.

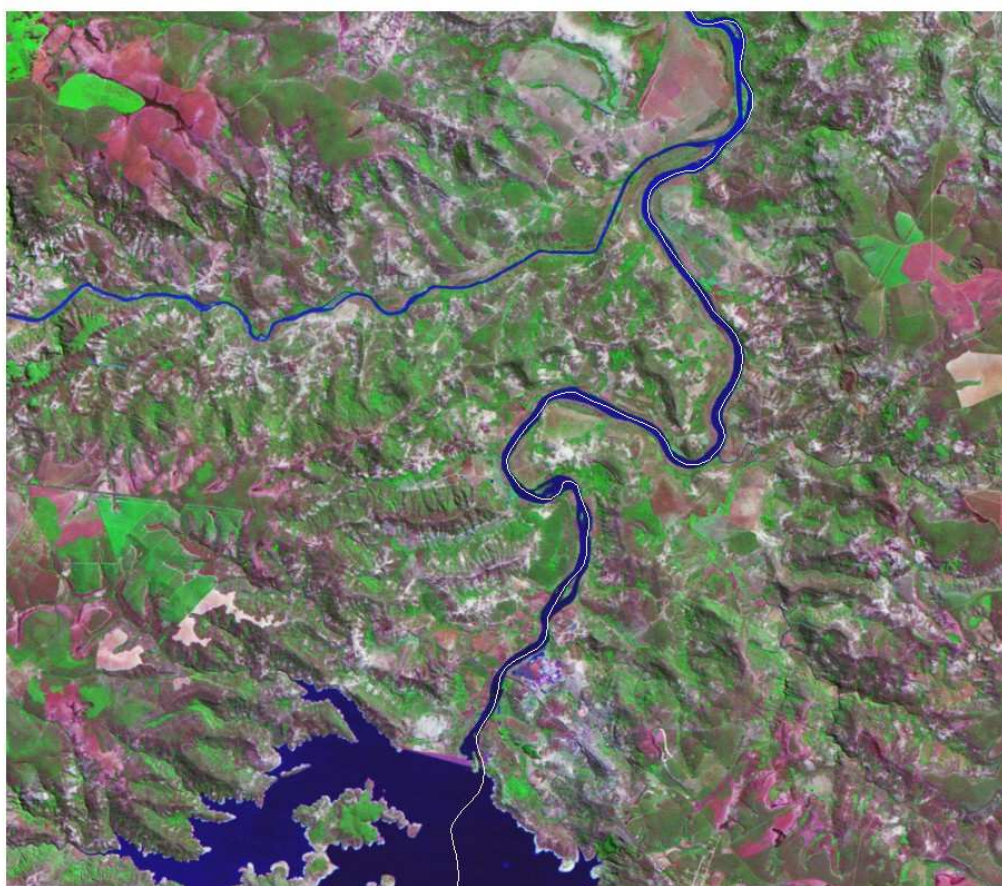


Figura 3. Sobreposição do curso vetorizado do rio São Francisco sobre imagem ortorretificada do satélite Landsat 7 ETM do Projeto GeoCover.

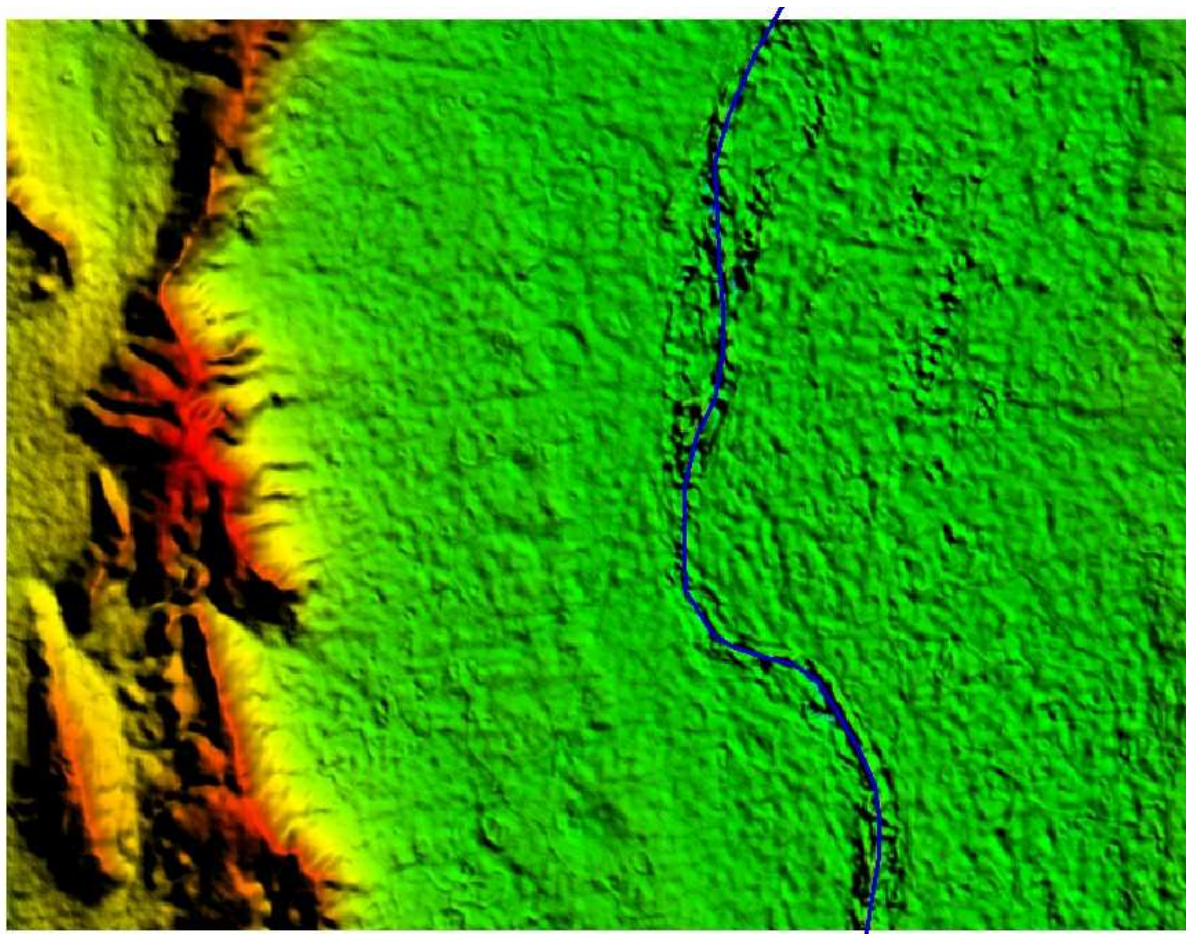


Figura 4. Sobreposição do curso vetorizado do rio São Francisco sobre o relevo digital do terreno gerado a partir de imagens de satélite *Aster* e pixel de 30 metros de resolução.

4. Conclusão

Este trabalho reforça as indicações de uso do *Google Earth* para a coleta de dados georreferenciados. A facilidade de integração entre os arquivos no formato *Keyhole Markup Language (kml)* e o formato *shapefile* do ArcGis com a utilização de programas gratuitos como o *MapWindow*, desenvolvido pela *Idaho State University Geospatial Software Lab*.

O uso de imagens de satélite anteriores à formação de represas permite a delimitação do curso original dos rios, o que foi possível neste trabalho com o emprego de imagens Landsat MSS de 1973 e 1975.

O uso do *Google Earth* possibilitou a indicação de pontos demarcatórios dos trechos correspondentes às regiões do Alto, Médio Submédio e Baixo São Francisco.

O rio São Francisco tem uma extensão de 2756 km entre a nascente e sua foz e os resultados obtidos confirmam o primeiro levantamento feito pela CODEVASF.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e pela bolsa de Iniciação Científica. À FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

5. Referencias Bibliográficas

Ebener, S.; Stokes, C.; Lance, C.; Terborgh, C. J. Moving towards spatial data infrastructure: improving data integration at the global level. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE, 9., 2006, Santiago. Proceedings... Santiago: GSDI, 2006. Disponível em: <<http://www.gsdidocs.org/gsdiconf/GSDI-9/abstracts/TS5.2abstract.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2010.

Diniz, C. M. C.; Bernardes, J. Viabilidade de utilização da ferramenta Google Earth na construção de base cartográfica para ferrovia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 1251-1256. CD-ROM. ISBN 85-17-00018-8.

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: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 1835-1842. CD-ROM. ISBN 85-17-00018-8.

Silva, A. P.; Vieira, G. G.; Farinasso, M.; Carlos, R. J. Determinação da extensão do rio São Francisco. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 393-400. CD-ROM. ISBN 85-17-00018-8.

Silva, L. A.; Nazareno, N. R. X. Análise do padrão de exatidão cartográfica da imagem do Google Earth tendo como área de estudo a imagem da cidade de Goiânia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 1723-17300. CD-ROM. ISBN 85-17-00018-8.