



IV SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO DE CARTOGRAFIA HISTÓRICA

IV Simpósio Lusobrasileiro de Cartografia Histórica

Porto, 9 a 12 de Novembro de 2011

ISBN 978-972-8932-88-6

Marcos César Ferreira -

macferre@ige.unicamp.br
UNICAMP, Brasil

Marta Felícia Marujo Ferreira -

martafelicia@uol.com.br
UNIFAL – MG, Brasil

Metodologia para Construção de Cartas-Imagem Históricas, em SIG, a partir de Imagens Digitais e Cartas Antigas: a Folha Topográfica de Jaboticabal, de 1927 (São Paulo, Brasil).

Resumo

Este artigo apresenta uma metodologia baseada no *software* livre *Quantum GIS*, que permite a construção de cartas-imagem históricas a partir da integração de imagens orbitais atuais, de alta resolução espacial, a cartas topográficas antigas. A pesquisa utiliza como base cartográfica histórica a *Carta Jaboticabal de 1927* - uma das várias folhas topográficas produzidas no levantamento cartográfico do estado de São Paulo, escala 1:100.000, entre 1922 e 1928, pela Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo. A Carta de 1927 nos mostra a localização de sedes de fazendas de café (inclusive com o nome de seus proprietários na época); habitações e colônias de trabalhadores rurais; capelas situadas nas fazendas; a rede ferroviária principal e seus ramais ligando fazendas; estações ferroviárias; estradas de rodagem, caminhos rurais antigos e a malha urbana de cidades, vilas e distritos. A Carta de 1927 foi georreferenciada com a imagem Google Earth de 2010 utilizando-se metodologia proposta por Schimizu & Fuse (2003), que utiliza pontos de controle localizados no terreno, que se mantiveram, desde o passado até o presente, no mesmo lugar. A estes pontos é aplicada uma transformação polinomial baseada em rede triangular TIN, que permite o ajuste geométrico entre mapas antigos e mapas recentes (imagem Google). Elementos da paisagem representados na Carta de 1927, georreferenciada, - como estações ferroviárias, fazendas e capelas - foram vetorizados em camadas individuais e convertidos em buffers ou áreas focais, posteriormente sobrepostas à imagem Google Earth. Por meio desta sobreposição foi possível se mapear áreas mais prováveis de se encontrar, atualmente, alguns objetos construídos em 1927. Este procedimento permitiu a localização de objetos que ainda permanecem na atualidade, os que já foram extintos, e os que permanecem apenas na forma de resquícios.

Abstract

This paper presents a methodology based on the Quantum GIS open source software, which allows the overlaying of information mapped in historical maps, integrating current high spatial resolution satellite images and ancient topographical maps. The research uses as historical map, the Jaboticabal cartographical sheet of 1927 - one of several topographical sheets produced by the state of São Paulo at 1:100,000 scale surveying, carried out between 1922 and 1928, by the São Paulo state Geographical and Geological Commission. The topographical sheet of 1927 shows the location of the headquarters of coffee farms (including the names of their owners at the time), housing colonies and rural workers; chapels built on the farms, the main railway network linking farms and their extensions, railway stations; highways, rural roads and urban fabric of ancient cities, towns and districts. The topographical sheet of 1927 was georeferenced with the image of Google Earth 2010 using the methodology proposed by Schimizu & Fuse (2003), which uses control points located on the ground, which remained from the past to the present, in the same place. A polynomial transformation was applied to these points, which allows the maximum geometric adjustment between old maps and recent maps (Google image). Mapped objects in 1927 - such as railway stations, farms and chapels - were vectored into individual layers and converted into buffers or focal areas, then superimposed on the Google Earth image. Through this overlaying it was possible to map the areas where most likely to find today, informations represented in 1927 topographical sheet. This procedure allowed the location of facilities that remain today, those who have already become extinct, and those who remain only as remnants.

Palavras-Chave – Geografia Histórica, SIG histórico, Brasil, Cartas Antigas, Georreferenciamento, Google Earth, Arqueologia da Paisagem, Jaboticabal

Key Words – Historical Geography, Historical GIS, Brazil, Ancient Maps, Georeferencing, Google Earth, Landscape Archeology, Jaboticabal region

1. Introdução

A arqueologia da paisagem busca reconstituir a distribuição espacial do uso e ocupação do solo em tempos passados, a partir da combinação entre mapas e informações espaciais recentes, imagens de satélite, documentos cartográficos antigos e monografias históricas. Talvez um dos maiores desafios metodológicos desta abordagem seja combinar cartas ou mapas atuais - construídos sobre projeções cartográficas e datums precisos – a documentos cartográficos antigos, que apresentam, muitas vezes, inexatidão geodésica ou até ausência de coordenadas espaciais, escala ou toponímia. Atualmente a geografia tem se beneficiado das tecnologias de informação, sobretudo dos sistemas de informação geográfica (SIG) e das imagens de sensoriamento remoto, em diversas de suas disciplinas, em especial na cartografia. O conhecimento das geotecnologias pode contribuir para a solução deste impasse gerado pela dificuldade de se realizar o georreferenciamento entre as informações espaciais atuais e as pretéritas. As cartas-imagem históricas mostram, sobre a camada da paisagem atual, elementos da paisagem pretérita contendo objetos socialmente construídos no passado. Esta representação permite que o pesquisador realize associações cronogeográficas entre objetos da paisagem atual e objetos da paisagem cultural do passado, representados em cartas topográficas e mapas antigos.

Os mapas históricos são documentos preciosos que mostram várias distribuições espaciais - como uso do solo, ruas, e assim por diante - que tiveram importância histórica no tempo em que foram construídos (SHIMIZU & FUSE, 2003). Ainda segundo estes autores, o método mais prático para a análise de mapas históricos em SIG é compará-los a mapas atuais, sobrepondo-os entre si; contudo, em razão da baixa precisão geométrica dos mapas antigos, a comparação destes aos atuais é uma tarefa muito difícil.

Este artigo, que se insere nesta problemática de pesquisa cartográfica, apresenta uma estratégia metodológica simples, baseada em sistema de informação geográfica, dedicada à combinação de informações disponíveis em

mapas antigos, tendo como foco, a Carta Topográfica 1:100.000 – Folha Jaboticabal, produzida pela Comissão Geográfica e Geológica do estado de São Paulo, Brasil, em 1927, a imagens do Google Earth, do ano de 2010. Como principal resultado da aplicação desta metodologia, citamos a possibilidade de se identificar e localizar em campo, e na atualidade, objetos ou fragmentos deles, que existiam e foram representados na época da produção das cartas antigas.

2. Revisão da literatura

O campo de aplicações dos sistemas de informação geográfica (SIG) tem continuamente se ampliado nas últimas duas décadas. Além do seu uso tradicional na análise espacial, na gestão de recursos naturais, no monitoramento de sistemas ambientais e na gestão de cadastros urbanos, mais recentemente o SIG tem contribuído com estudos relacionados à geografia histórica. Para Ian Gregory & Richard Healey (2007, p.639), o uso do SIG na geografia histórica – a que se denomina *SIG histórico* - permite a análise e o mapeamento de geografias do passado. Dentre as vantagens do uso do SIG neste campo do conhecimento, Ian Gregory & Richard Healey (2007, p. 641) destacam: a inclusão da localização explícita dos fatos (habitações, indústrias), permitindo a análise de padrões e distribuições espaciais, e o uso de camadas em sua base de dados, o que facilita a integração de mapas de diferentes datas.

Anne Kelly Knowles (2005, p.7) reconhece o nascimento de uma nova geração de estudantes de geografia histórica, cujos conhecimentos estão sendo construídos com o auxílio dos SIG. Em termos mais gerais, segundo a autora, este conhecimento baseia-se no uso de técnicas de análise geoespacial para explorar relações espaciais, reconstruir lugares do passado e ambientes naturais. Estas técnicas variam desde a cartografia básica até formas mais sofisticadas de análise espacial e estatística espacial. Entre as abordagens geohistóricas que utilizam o SIG, Anne Kelly Knowles (2005, p.10-12): destaca:

- (1) pesquisas que se dedicam à reconstituição de limites administrativos e políticos, que, historicamente, são utilizados como referência para dados demográficos históricos (BERMAN, 2005);
- (2) pesquisas relacionadas ao uso de softwares para diminuir a incerteza no posicionamento geográfico de localidades históricas e melhorar a precisão de dados históricos;
- (3) pesquisas sobre história ambiental, que combinam diferentes fontes de dados (mapas antigos, entrevistas, documentos, dados de campo obtidos com GPS) para reconstruir a evolução do uso do solo e a modificação da paisagem
- (4) pesquisa que aplicam técnicas geoestatísticas e de análise espacial - como operações booleanas e técnicas de overlay, entre outras - para calcular, por meio de equações, a probabilidade de um valor ou evento ter ocorrido em uma determinada localidade.

Com o objetivo de minimizar as limitações geométricas dos mapas antigos, Eihan Shimizu & Takashi Fuse (2003) utilizaram o método de correção geométrica denominado *rubber sheeting* (WHITE & GRIFEM, 1985),

para sobrepor mapas de Tokio produzidos na era Edo (1603-1868), a mapas recentes. Este método baseia-se no seguinte pressuposto: mapas de diferentes épocas podem ser georreferenciados assumindo-se que os atributos topográficos da área não sofreram mudanças significativas durante o tempo que separa o mapa antigo do mapa mais atual. Desta forma, é possível sobrepor-se, inclusive, as curvas de nível de um mapa recente, a um mapa antigo.

A aplicação desta metodologia de correção geométrica, que se apoia no modelo espacial de superfície construída a partir de uma rede de triângulos interconectados (TIN), segue o seguinte procedimento:

- a) Identificar pontos de controle (que não se moveram, do passado até o presente) localizados tanto no mapa antigo como no mapa atual
- b) Construir uma rede de triângulos, conectando os pontos de controle, no mapa antigo e no mapa atual
- c) Aplicar uma transformação planar para cada par de triângulos

As principais vantagens do uso desta metodologia são: a preservação das relações topológicas entre os objetos dispostos no mapa histórico e a coincidência espacial entre os pontos de controle do mapa histórico e os pontos de controle do mapa atual.

3. Área de estudo

A área escolhida para aplicação desta metodologia está inserida no município de Jaboticabal, localizado na região norte do estado de São Paulo e no sudeste do Brasil (Figura 1).

4. Material e Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa combina as abordagens geohistóricas (2) e (3), que utilizam SIG, mencionadas por Anne Kelly Knowles (2005, p.10-12): o uso de softwares para diminuir a incerteza no posicionamento geográfico de localidades históricas e melhorar a precisão de dados históricos e, a combinação de diferentes fontes de dados para reconstruir a evolução do uso do solo e a modificação da paisagem. Inicialmente, a Carta Topográfica Folha Jaboticabal, escala 1:100.000, de 1927 (Carta 1927), em papel, foi digitalizada pelo método fotográfico, em *scanner*, no formato milhões de cores, com resolução de 600 *dpi*, e armazenada em arquivo *Tiff*. Nesta carta, foi selecionado um quadrante com dimensões de 30 km x 21 km (630 km²), que foi utilizado como área-teste para a aplicação da metodologia. Neste quadrante está inserido parte do município de Jaboticabal (Figura 2) e os objetos da paisagem de interesse histórico. Este quadrante da Carta 1927 foi georreferenciado com a imagem orbital do Google Earth, versão 6.0.2, de 27 de agosto de 2010, por meio do módulo *Georreferenciador* do sistema de informação geográfica livre *Quantum GIS 1.6.0*. O procedimento seguido para a realização deste georreferenciamento é descrito a seguir:

- a) Seleção do maior número possível de pontos de controle na Carta 1927, localizados na intersecção de rios e seus afluentes, e bem distribuídos por toda a carta, evitando-se assim a coleta de maior número de pontos em um determinado local da Carta e menor número em outros. Nesta etapa foram selecionados 46 pontos de controle (Figura 3).
- b) Em seguida, estes 46 pontos foram localizados sobre aquelas mesmas feições hidrográficas (intersecção de rios e afluentes), agora visualizadas na Imagem Google Earth. Assim, um mesmo ponto, posicionado na desembocadura de um rio, na Carta 1927, foi posicionado na mesma desembocadura visualizada na imagem de 2010. A escolha por este tipo de feição da paisagem se deveu ao fato destas sofrerem o mínimo de mudança posicional na paisagem durante os 83 anos que separa a carta histórica da imagem atual. Esta etapa permitiu-nos atribuir valores de coordenadas em medidas de latitude e longitude, a cada ponto de controle situado na Carta de 1927.
- c) De posse dos valores das coordenadas, iniciou-se a digitalização dos pontos de controle sobre a Carta de 1927 não georreferenciada, com o uso da função *Adicionar Ponto*, situada no módulo *Georreferenciador* do Quantum GIS. Após cada ponto digitalizado, foram inseridas as respectivas coordenadas lat/long provenientes da imagem.
- d) A seguir iniciou-se o teste de vários algoritmos de correção geométrica dos pontos, no sentido de escolher aquele que gerasse o menor erro médio. Dentre os testados, escolheu-se a transformação pelo polinômio de 2ª ordem, utilizando-se o método de amostragem pelo vizinho mais próximo. Ao final deste teste foi gerada uma tabela GCP (*ground control points*), a qual mostra os valores das coordenadas da Carta 1927 (em linhas e colunas), as respectivas coordenadas lat/long e o resíduo, em número de pixels, para todos os 46 pontos de controle. Na segunda etapa do georeferenciamento foi realizado o refinamento e excluídos os pontos de controle cujos resíduos, em número de pixels, fossem superiores à média.

5. Resultados

5.1 - Interpretação da Carta 1927 e produção de mapas analíticos de uma característica

A Carta 1927 constitui-se em um mapa-inventário da paisagem dos anos 1920, em uma região cafeeira do norte do estado de São Paulo, reunindo em uma mesma camada, a justaposição de diversos níveis de informação. Nesta carta foram originalmente representados os seguintes temas: *fazendas, capelas, topografia, estradas de carroças, estradas de automóvel, ferrovias, sítios e colônias, rede hidrográfica, estações ferroviárias e áreas urbanas*. Em razão da aglutinação de muitos temas em um só plano, esta representação original se constitui, segundo conceituação de Rouleau (1984), em um *mapa para se ler*. No mapa para se ler só é possível obter-se respostas a perguntas do tipo “*dentre todas as n informações do mapa, qual delas ocorre aqui?*” Por isto, a interpretação deste documento histórico permite que o leitor saiba *o que existe em um ponto do mapa*, impossibilitando-o de conhecer a distribuição espacial de cada fenômeno específico. Se quisermos obter soluções para questões do tipo “*além daqui, onde também ocorre a informação i?*”, como a distribuição espacial específica das fazendas ou específica das ferrovias - teremos que construir *mapas para se ver*.

5.2 - Digitalização das distribuições espaciais: os mapas para se ver

Com o intuito de produzir distribuições espaciais específicas, foi construída uma série de mapas analíticos - um para cada tema, isoladamente, e armazenados em arquivo próprio, no formato de *layers*. Todos os mapas analíticos foram produzidos a partir da digitalização de feições vetoriais interpretadas sobre a Carta 1927, georreferenciada e no formato raster - utilizando-se o módulo de edição de shapes. Nesta etapa foram produzidos mapas analíticos extraídos da Carta 1927, em camadas vetoriais do Quantum GIS, tais como, estações ferroviárias, sedes de fazendas, traçado das ferrovias, perímetros urbanos, entre outros. A produção destas camadas foi realizada seguindo-se o seguinte procedimento:

- a) Adição à tela do QuantumGis, da camada raster correspondente a Carta 1927 georreferenciada (“Adicionar Camada Raster”)
- b) Criação de uma nova camada vetorial a ser produzida por meio de digitalização (“Camada>Novo>Nova Camada do tipo Shape”)
- c) Digitalização da nova camada vetorial (“Alternar Edição>Capturar Ponto, Linha ou Polígono”)

Ao final de cada digitalização, um novo mapa temático contendo uma distribuição espacial específica é produzido.

5.3 - Sobreposição das Distribuições Espaciais à Imagem Goggle Earth

5.3.1 - Traçado de *Buffers*

Para a localização na imagem Google, de informações vetoriais interpretadas da Carta 1927, levando-se em conta o erro geométrico inerente ao processo de georreferenciamento que envolve a combinação de cartas históricas à imagens atuais, as feições digitalizadas foram representadas na forma de *buffers*, ou faixas com largura pré-definida, medidas a partir de um ponto ou linha referentes a localização da informação. Adotou-se este procedimento com o objetivo de se traçar uma área circular (se o objeto for um ponto) ou retangular (se o objeto for uma linha), dentro da qual, há a maior probabilidade de se identificar, na imagem atual, um elemento da paisagem mapeado em 1927. O valor da largura, em metros, das faixas dos *buffers*, foi o mesmo valor do erro médio encontrado no georreferenciamento. Os *buffers* foram traçados no Quantum GIS por meio da seguinte sequência de comandos: *Vetor>Ferramentas de Geoprocessamento>Buffer*. A Figura 4 mostra um *buffer* traçado em torno da estação ferroviária de Graminha, existente em 1927.

5.4 - Sobreposição à Imagem

O visualizador de imagens Google Earth possui uma ferramenta que permite traçar roteiros ou posicionar pontos sobre as imagens. Os arquivos gráficos gerados por estas ferramentas são do tipo *.kmz*, *.kml*, *.eta* ou *.ini*. Da

mesma forma, arquivos desta natureza, georreferenciados em coordenadas lat/long ou UTM, gerados em formato shape (shp) podem ser exportados para o Google Earth e sobrepostos às imagens.

Para realizarmos a sobreposição dos buffers referentes às informações da Carta 1927, à imagem do Google Earth, os arquivos *shape* dos *buffers* gerados no Quantum GIS foram convertidos para o formato *kmz*, utilizando-se o software livre *SHP2KML Converter*. Em seguida, no Google Earth estes arquivos foram carregados à imagem utilizando-se o procedimento *Arquivo>Abrir* e selecionado cada arquivo *buffer* gerado a partir da Carta 1927. Desta forma foi possível visualizarmos a informação referente a 1927, sobreposta à imagem de 2010, constituindo-se assim, em uma *carta-imagem histórica*. Na Figura 5 são mostradas as posições atuais das estações ferroviárias que existiam na área de estudo em 1927 – hoje, na sua maioria, demolidas.

6. Considerações Finais

O emprego da metodologia de ajuste geométrico entre uma carta topográfica produzida em 1927 e a imagem de alta resolução, gerada em 2010, permitiu o uso compartilhado entre informações geohistóricas de elementos da paisagem que caracterizavam as duas primeiras décadas do século XX, e a atual configuração espacial na primeira década do século XXI.

Informações pontuais de 1927 - como fazendas antigas, estações ferroviárias hoje demolidas e capelas situadas na zona rural - mostraram melhor ajuste em relação à sua posição geográfica atual. Este fato contribuiu para a melhor identificação em campo destas construções (ou de sua inexistência atual) dentro dos buffers traçados no SIG.

Já as informações lineares, como o traçado de ferrovias e estradas rurais do início do século XX, apresentaram precisão geométrica mais limitada. Em algumas partes da imagem a sobreposição das feições lineares antigas às atuais foram mais precisas, mas em outras não. Isto se deve, entre outros fatores, à menor precisão no posicionamento de linhas na Carta de 1927, devido às restrições técnicas daquele período.

Além deste fator limitante, consideramos também que o modelo de correção geométrica utilizado nesta pesquisa (polinomial pelo vizinho mais próximo) pode ter comportamento diferente a depender do tipo de informação geohistórica considerada. Por isto, daremos continuidade à pesquisa, avaliando o desempenho de outros métodos de interpolação, como o *rubber-sheeting* baseado em redes de triângulos TIN, apoiados por um maior número de pontos de controle em campo.

De maneira geral, concluímos que esta metodologia pode contribuir para o conhecimento da configuração espacial de paisagens pretéritas, construídas em períodos tecnológicos distintos, além de orientar a identificação de locais de interesse histórico situados em áreas rurais onde hajam fragmentos de construções ou de estradas implantadas no passado.

7. Referências Bibliográficas

BERMAN, M.L. Boundaries or networks in historical GIS: concepts of measuring space and administrative geography in Chinese history. *Historical Geography*, 33: 118-133, 2005.

GREGORY, I. N. & HEALEY, R.G. Historical GIS: structuring, mapping and analyzing geographies of the past. *Progress in Human Geography*, 31(5):638-653, 2007.

KNOWLES, A. K. – Emerging trends in historical GIS. *Historical Geography*, 33:7-13, 2005.

ROULEAU, B. – Theory of cartographic expression and design. In: ICC – Basic Cartography for Students and Technicians, London, ICC, 1984.

SÃO PAULO. Comissão Geographica e Geologica do Estado de S. Paulo, Brazil – Folha Jaboticabal: edição preliminar. Seção Cartographica da Companhia Melhoramentos, São Paulo, Cayeiras, 1927.

SHIMIZU, E. & FUSE, T. Rubber-sheeting of historical maps in GIS and its application to landscape visualization of old-time cities: focusing on Tokyo of the past. *Proceedings of the 8th International Conference in Urban Planning and Urban Management*, Sendai, Japan, 2003.

WHITE, M.S. AND GRIFFIN, P. - Piecewise linear rubber-sheet map transformations. *The American Cartographer*, 12(2):123-131, 1985.

8. Ilustrações



Figura 1 – Localização do município de Jaboticabal no estado de São Paulo (à esquerda) e no Brasil (à direita).
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jaboticabal> e <http://pt.db-city.com/Brasil>



Figura 2 – Quadrante extraído da Carta Jaboticabal 1:100.000, produzida pela Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, em 1927, e utilizado como área-teste da pesquisa (sem escala).



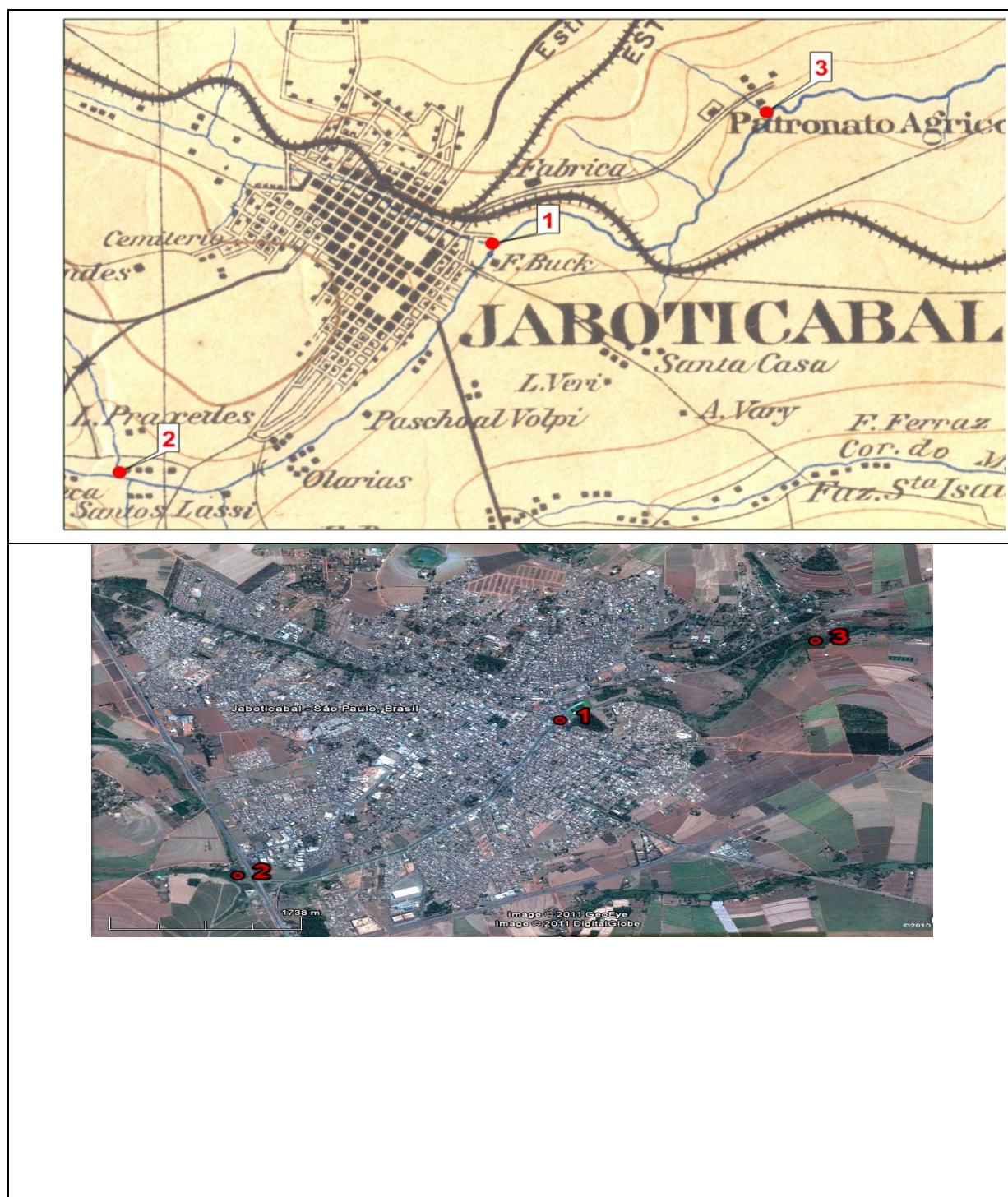


Figura 3 – Exemplo de três pontos de controle (1, 2 e 3), posicionados na Carta de 1927 (acima), e sua correspondência espacial na imagem Google Earth de 2010.

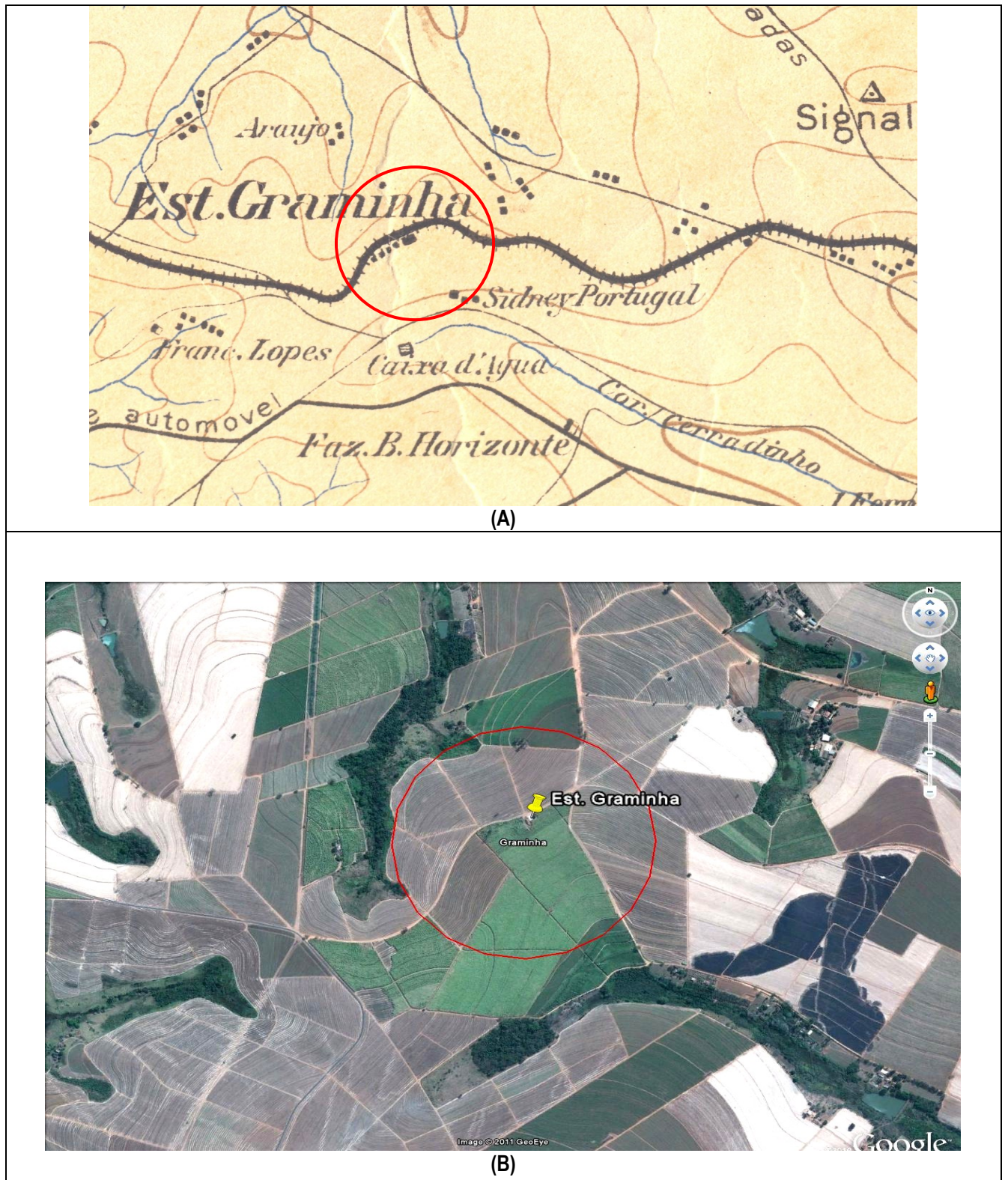


Figura 4 – Área focal (buffer) localizada sobre a imagem Google Earth de 2010 (B), situada em torno da posição da antiga estação ferroviária de Graminha, ativa em 1927 (A). Observe que o traçado sinuoso da estrada rural atual (centro da imagem B) era o antigo leito da ferrovia em 1927.



Figura 5 – Posicionamento na imagem Google de 2010, das estações ferroviárias que existiam em 1927 e hoje estão desativadas ou demolidas. As respectivas posições geográficas foram determinadas por meio do georreferenciamento da Carta de 1927 com a imagem de 2010.