

Foto: Wilson Anderson Holler



Cadernos de geoprocessamento 9: Métodos, técnicas e equipamentos para o processo de reambulação de mapas de uso e cobertura da terra

Maria Augusta Doetzer Rosot¹
Marilice Cordeiro Garrastazu²
Wilson Anderson Holler³
Natália Peixoto Gaiad⁴
Luziane Franciscos⁵

Hoje inúmeros sensores satelitários e aerotransportados, bem como múltiplas fontes de dados auxiliares, encontram-se disponíveis para mapeamentos de uso e cobertura da terra, em diferentes escalas e com classes estabelecidas de acordo com distintos objetivos. Uma componente fundamental da atividade, entretanto, é a verificação da concordância entre as classes mapeadas durante a execução do processo cartográfico e as classes observadas no terreno (“verdade terrestre”). Já em 1990, Dicks e Lo (1990) comentavam o fato de que, por dificuldades orçamentárias, falta de tempo ou de treinamento adequado, muitos mapas de uso e cobertura são produzidos sem que se quantifique e documente sua acuracidade temática. Ainda, segundo os autores, tal prática se tornou mais evidente com o advento de sistemas de processamento de imagens bastante intuitivos, que permitem a usuários relativamente inexperientes gerar mapas aparentemente precisos em curto espaço de tempo e com mínimo esforço.

Os levantamentos de campo ou verificação in situ na área objeto de mapeamento podem servir a três propósitos: adquirir pontos de controle que serão usados como amostras de treinamento no processo de classificação de imagens digitais; adquirir pontos amostrais independentes, destinados à avaliação da acuracidade temática do mapa produzido ou; coletar informações sobre o uso e cobertura das feições já mapeadas, porém sobre as quais se tem dúvidas que podem comprometer a qualidade do mapeamento. Tratando-se desse último caso, o processo de verificação em campo é conhecido, genericamente, pelo nome de reambulação.

No sentido mais estrito, a reambulação consiste no

ato de percorrer determinada porção territorial com o objetivo de coletar, confirmar ou destacar, a partir de entrevistas com a população que lá habita, o nome das feições cartográficas mais destacadas no local, as quais posteriormente constarão, ou serão

¹ Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

² Engenheira florestal, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

³ Engenheiro cartógrafo, especialista em Geoprocessamento, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴ Engenheira florestal, mestranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁵ Estatística, mestre em Estatística e Experimentação Agrônômica, analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

descartadas, das cartas e mapas, como nomes geográficos que as identifiquem de forma singular (SANTOS, 2008, p. 87).

Segundo o IBGE (2017, p. 1), o processo de reambulação é definido de forma mais tradicional, como sendo

o trabalho realizado em campo, com base em fotografias aéreas, destinado à identificação, localização, denominação e esclarecimentos de acidentes geográficos naturais e artificiais existentes na área da fotografia, mesmo que nela não apareçam por qualquer motivo (nuvens, sombra, vegetação, existência mais recente, etc.).

Além disso, nos procedimentos de atualização cartográfica, o IBGE ressalta a importância do trabalho de campo, considerado imprescindível tanto para a identificação de elementos nas áreas acrescidas no novo mapa, como para a solução de problemas de interpretação.

A logística de reambulação pode, entretanto, ser bastante complexa uma vez que envolve acesso a áreas remotas, péssimas condições viárias que dificultam o deslocamento, grandes extensões de áreas a serem verificadas e, até mesmo, impossibilidade de acesso a algumas delas (MENEZES; FERNANDES, 2013).

Consequentemente, a etapa de planejamento das operações de reambulação é fundamental para a realização de levantamentos de campo exitosos. O planejamento dos deslocamentos, o correto dimensionamento do tamanho da amostra, a preparação minuciosa dos materiais a serem utilizados como base da verificação em campo e a definição prévia dos métodos e equipamentos que serão empregados são fatores decisivos para o sucesso das missões de campo, além da otimização de recursos (financeiros, tecnológicos e humanos).

Neste trabalho são descritas, de forma sucinta e objetiva, as diferentes etapas do processo de reambulação de mapas de uso e cobertura da terra, desde o planejamento das operações, passando pela execução do levantamento de campo propriamente

dito, até a organização dos dados resultantes da verificação in situ e sua utilização na correção e edição da classificação digital. Para tanto são apresentados os dados e resultados parciais de um projeto de pesquisa que envolve o mapeamento do uso e cobertura da terra de Unidades Amostrais de Paisagem (UAPs). As UAPs integram a componente espacial do Inventário Florestal Nacional do Brasil (IFN-BR) e consistem em áreas quadradas de 100 km², distribuídas sistematicamente sobre um grid de 40 km x 40 km que abrange todo o território nacional. A partir dos mapas de uso e cobertura da terra oriundos da classificação digital de imagens da constelação de satélites RapidEye, são gerados índices para avaliar a qualidade espacial da paisagem, no que se refere à quantidade e distribuição de seus distintos elementos. Na região Sul do Brasil foram selecionadas 19 UAPs-piloto para aplicação e teste da metodologia que vem sendo desenvolvida no projeto "Métodos para análise, classificação e monitoramento das Paisagens Rurais Brasileiras no âmbito do Inventário Florestal Nacional do Brasil (IFN-BR)", das quais sete constituem o estudo de caso apresentado nesse trabalho no que diz respeito ao processo de reambulação dos mapas de uso e cobertura da terra.

Assim, durante um período de dez dias (2 a 11 de maio de 2017), uma equipe formada por quatro pessoas (três engenheiras florestais e um engenheiro cartógrafo) percorreu o trajeto de 3.642 km, mostrado em cor azul na Figura 1, visitando sete Unidades Amostrais de Paisagem (UAPs) nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Tabela 1). O objetivo do trabalho de campo foi verificar a qual classe de uso e cobertura pertenciam determinados polígonos gerados pela classificação digital de imagens. Esse processo foi executado após uma primeira edição da classificação, realizada com base em imagens de altíssima resolução espacial disponíveis no Google Earth. Além disso, buscou-se caracterizar a paisagem nas distintas unidades amostrais, por meio da descrição de seu relevo predominante, vegetação, uso da terra e outras particularidades observadas no campo.



Figura 1. Trajeto percorrido pela equipe de campo durante o processo de reambulação.

Tabela 1. Localização das UAPs visitadas no processo de reambulação.

| UAP | Municípios abrangidos pela UAP | Estado | Data |
|------|---|--------|------------|
| 0045 | Herval | RS | 03/05/2017 |
| 0029 | Arroio Grande | RS | 04/05/2017 |
| 0158 | Dom Pedrito e Lavras do Sul | RS | 05/06/2017 |
| 0364 | Alegrete | RS | 06/05/2017 |
| 0300 | Rio Pardo, Encruzilhada do Sul e Pântano Grande | RS | 07/05/2017 |
| 0837 | Carlos Gomes, São João da Urtiga, Paim Filho e Maximiliano de Almeida | RS | 08/05/2017 |
| | | | 09/05/2017 |
| 0000 | Caçador e Rio das Antas | SC | 10/05/2017 |
| | | | 11/05/2017 |

Materiais e metodologia adotada no processo de reambulação

A maioria dos arquivos vetoriais e *raster* empregados durante o processo de reambulação é originária do Sistema de Informações Geográficas (SIG) estruturado para o projeto. A partir do próprio SIG, tais arquivos foram exportados em seus formatos originais ou modificados de acordo com os aplicativos e mídias onde seriam utilizados. A Tabela 2 mostra o tipo, formato e descrição do conteúdo dos arquivos empregados.

Os métodos empregados para a verificação das feições classificadas no mapa de uso e cobertura se valeram tanto de técnicas analógicas como digitais, adotadas nas distintas fases do trabalho de campo e resumidas na Tabela 3.

Primeiramente foi definido o melhor trajeto com base na visualização das UAPs a serem visitadas (etapa 1), no Google Earth. Para tanto os arquivos com o limite das UAPs, a classificação de uso e cobertura e os pontos específicos de dúvida juntamente com o mosaico das imagens RapidEye de cada UAP foram

Tabela 2. Descrição do conteúdo dos arquivos empregados no processo de reambulação e respectivos formatos.

| Descrição | Formato | | | |
|--|-----------|-----|-----|---------|
| | shapefile | kmz | gtm | geotiff |
| Polígonos da classificação do uso e cobertura da terra para cada UAP (vetor) | | | | |
| Polígono com o limite de cada UAP (vetor) | | | | |
| Pontos de dúvida na classificação (vetor) | | | | |
| Mosaico de imagens RapidEye para cada UAP (raster) | | | | |

Tabela 3. Resumo das atividades executadas no processo de reambulação e respectivos equipamentos, materiais e aplicativos utilizados.

| Etapa | Descrição da atividade | Equipamento/material/software |
|-------|--|--|
| 1 | Planejamento do trajeto | Google Earth, notebook e dispositivo móvel (tablet e smartphone) |
| 2 | Deslocamento (em direção à UAP e dentro da UAP) | GPS, Google Maps e sistema de localização do dispositivo móvel (tablet e smartphone) |
| 3 | Caracterização visual da UAP | Prancheta, lápis e folha de anotações |
| 4 | Observação visual e registro dos pontos de dúvida e outras feições | Prancheta, lápis, folha de anotações, carta-imagem da UAP, GPS, Google Earth e sistema de localização do dispositivo móvel (tablet e smartphone) |
| 5 | Aquisição de imagens terrestres da UAP | Câmera fotográfica digital, câmera do dispositivo móvel (tablet e smartphone), GPS |
| 6 | Aquisição de imagem panorâmica aérea da UAP | Drone, tablet |
| 7 | Agregação da base de dados e backup diário | Notebook, GPS, dispositivo móvel (tablet e smartphone), câmera fotográfica |

transformados para formato kmz e importados no Google Earth. Habilitou-se, também, a visualização de estradas, o que possibilitou estabelecer a sequência das UAPs a serem visitadas e a melhor logística para o deslocamento da equipe em campo (Figura 1).

Os arquivos com os limites das UAPs e os pontos de dúvida foram importados para o software TrackMaker®, sendo salvos, respectivamente, como “trajeto” (*track*) e “ponto” (*waypoint*), em formato gtm (Figura 2a). Em seguida foi efetuada

sua transferência para o equipamento GPS Map modelo 62sc (Figura 2b), para orientar a navegação até os locais que deveriam ser visitados (etapa 2). Além do uso do GPS, o arquivo kmz com limites, pontos e imagem foi importado para os dispositivos móveis (tablet e smartphone) dos membros da equipe, constituindo-se uma ferramenta bastante útil para a navegação, sempre que o sinal da rede de telefonia possuía intensidade adequada (Figura 3). Foram empregados os aplicativos, para dispositivos móveis, Google Earth para localização e visualização tridimensional, bem como o Google Maps para

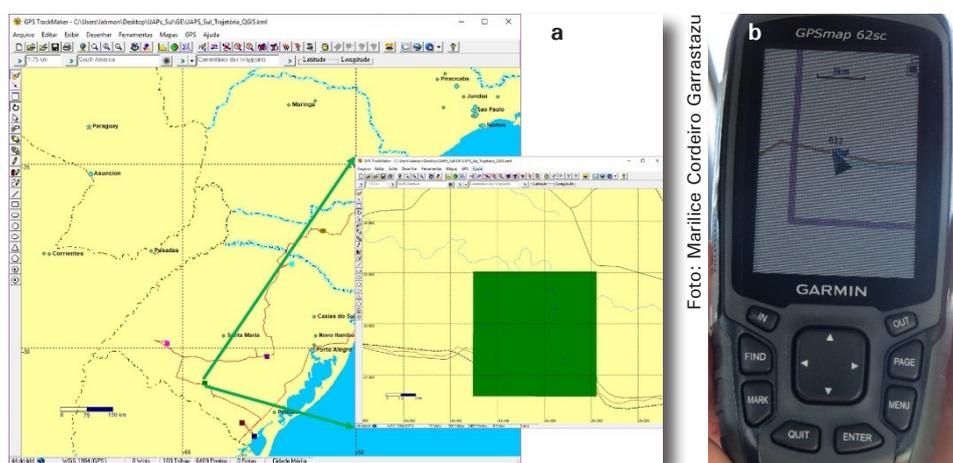
**Figura 2.** Exemplo de limite de UAP e respectivos pontos de dúvida visualizados em: (a) tela do software TrackMaker®; (b) tela do equipamento GPS Map 62sc.



Figura 3. Arquivo kmz com limites, pontos e imagem correspondente a uma das UAPs visitadas mostrado na tela de um dispositivo móvel (tablet ou smartphone).

navegação pelos trajetos até os pontos que representavam dúvidas sobre o resultado preliminar da classificação das imagens.

Na área de abrangência da UAP, os membros da equipe passavam a observar características gerais da área, tais como relevo, vegetação, drenagem e uso, registrando sua descrição em papel (etapa 3). Essas

observações foram efetuadas de forma independente por, pelo menos, dois membros da equipe, visando potencializar o número de distintas características anotadas para posterior compatibilização.

A prioridade dos locais a serem visitados foi dada aos pontos marcados como dúvida na classificação digital, mas muitas outras feições de interesse foram observadas e registradas (etapa 4). A atribuição de uma classe de uso e cobertura a determinada feição observada no terreno era previamente discutida e acordada entre os membros da equipe. O correspondente registro analógico foi efetuado diretamente sobre cartas-imagem (Figura 4) impressas em escala de 1:70.000 contendo imagem do Google Earth correspondente à UAP em questão, os pontos de dúvida, os limites da UAP e o nome de algumas feições locais (p.e., nomes de fazendas). As coordenadas dos pontos correspondentes a novas feições observadas foram registradas no GPS, por meio da tomada de novos *waypoints*, automaticamente numerados. Características específicas de tais pontos foram anotadas manualmente em papel, para dirimir eventuais dúvidas.

Também foram tomadas fotos digitais a partir dos locais de observação (etapa 5) usando-se a câmera do GPS, a câmera dos dispositivos móveis e uma câmera digital convencional Canon PowerShot



Figura 4. Exemplo de carta-imagem impressa, utilizada no processo de reambulação. O quadrilátero com bordas vermelhas representa o limite da UAP, enquanto os pontos amarelos na porção superior representam pontos de dúvida da classificação digital.

SX50 HS. Tal câmera é compacta, com flash embutido e zoom óptico 50x, zoom digital 4x e zoom combinado 200x, com estabilizador óptico de imagem. No caso das câmeras dos dispositivos móveis, foi efetuada uma configuração prévia dos aparelhos para capturar as coordenadas associadas à foto, conhecida como geotag, em aparelhos com tal funcionalidade.

Considerando-se que a capacidade de observação visual é limitada pela distância, pela configuração do terreno e pelas condições de acessibilidade, adotou-se como estratégia o uso de um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (termo em inglês RPA), conhecido popularmente como drone, visando a obtenção de imagens aéreas panorâmicas em pontos estratégicos, definidos previamente e de acordo com os pontos de dúvida das UAPs (etapa 6). O modelo utilizado no processo de reambulação foi o quadricóptero da fabricante 3DR modelo Solo (Figura 5a), equipado com uma câmera GoPro modelo Hero 3+ Black Edition, selecionada para operar no modo "aquisição de vídeo", com resolução de 4K.

O 3DR Solo é um pacote *ready-to-fly*, ou seja, pronto para voar, inclusive com controle já programado de fábrica. Além do transmissor, há um aplicativo móvel para dispositivos iOS e Android. O aplicativo fornece controle total sobre a aeronave, o gimbal e a própria GoPro. O gimbal é um acessório usado com o objetivo de estabilizar a imagem das câmeras acopladas a drone. O 3DR Solo é um drone do tipo multirrotor com quatro hélices. Com uma câmera GoPro acoplada ao gimbal, com *streaming* em tempo real para smartphones, permite filmagens com resolução 4K. Ele possui dois processadores dual-core Cortex-A9 de 1 GHz, um no multirrotor (drone) e outro no controlador. O tempo de voo pode variar de acordo com a carga útil, condições

do vento, elevação, temperatura, umidade, estilo de voo e habilidade do piloto. Um pacote SDK aberto permite que desenvolvedores criem aplicativos personalizados e integrações com o drone. O 3DR Solo também está equipado com um compartimento para acessórios, que permite aos usuários anexar outras câmeras ou sensores. As especificações técnicas do equipamento estão na Tabela 4.

A realização dos voos foi em modo Visual Line-Of-Sight (VLOS) (Figura 5b). Uma VLOS consiste em operação em condições meteorológicas visuais (VMC), na qual o piloto, sem o auxílio de Observadores de RPA, mantém o contato visual direto (sem auxílio de lentes ou outros equipamentos) com a Aeronave Remotamente Pilotada, de modo a conduzir o voo com as responsabilidades de manter as separações previstas com outras aeronaves, bem como de evitar colisões com aeronaves e obstáculos (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2017; INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2015).

De modo a garantir a segurança das operações e dos voos, não foram realizados deslocamentos laterais sobre a área de interesse, com variação apenas vertical (altura de 0 m a 120 m). Uma vez atingida a altura máxima, o drone efetuava um movimento de rotação de 360 graus, permitindo que a câmera – fixada para visada oblíqua de 45 graus em relação ao eixo horizontal do equipamento - registrasse imagens do terreno em um raio de até 1 km. A seleção dos locais de realização dos sobrevoos levou em conta a topografia do terreno, privilegiando áreas essencialmente rurais e inabitadas, lugares mais altos, com boa visibilidade e também as condições meteorológicas locais, como a ausência de vento e/ou neblina e proximidade aos pontos de dúvida previamente definidos.

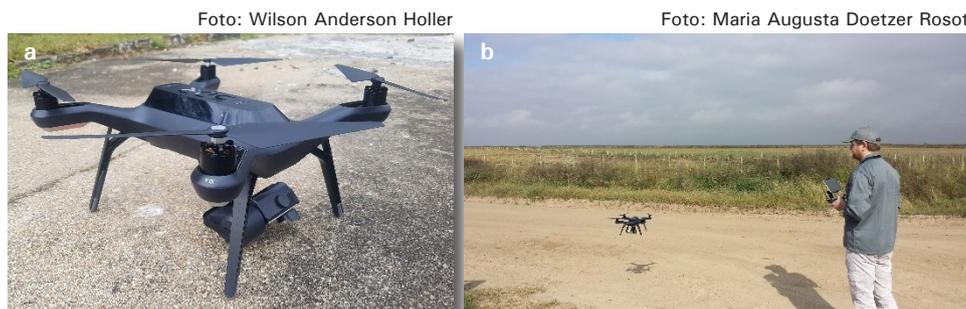


Figura 5. Drone 3DR Solo empregado no processo de reambulação: (a) detalhes do equipamento e da câmera GoPro Hero 3+ Black Edition acoplada; (b) equipamento em operação de decolagem.

Tabela 4. Especificações do 3DR Solo.

| Parâmetro | Característica |
|--------------------------------------|---|
| Autonomia de voo | 25 min. por bateria e 20 min. com a câmera e o gimbal |
| Altitude | 120 m acima do nível do solo (AGL) |
| Alcance | 800 m |
| Bateria | Modelo Solo 14.8 V LiPo 5200 mAh |
| <i>Payload</i> (capacidade de carga) | 420 g |
| Peso com câmera e gimbal | 1,8 kg |
| Controladora de voo | Pixhawk 2 |
| Software de controle de voo | APM flight control software |
| Motores | 880 kV |
| Comunicação | 3DR Link secure WiFi network |
| Frequência | 2.4 GHz |
| Bateria do controle | 2600 mAh 7.2 Vdc lithium ion |
| Estabilização do gimbal | Controle de estabilização em 3 eixos |
| Aplicativo | Solo |
| Ajuste angular da câmera | 0° a -90° <i>pitch</i> |
| Velocidade de cruzeiro | 18 mph (8 m/s ou 29km/h) |
| Velocidade máxima | 55 mph (25 m/s ou 89 km/h) |
| Limite de velocidade do vento | 25 mph (11 m/s ou 40 km/h) |
| Temperatura de operação | 32 °F - 113 °F (0 °C to 45 °C) |

Todos os arquivos gerados pelos diversos equipamentos utilizados pelos diferentes membros da equipe, formada por quatro pessoas, eram transferidos diariamente para um backup único, de modo a integrar em um só local todos os dados. Além disso, também foi estruturado um backup (etapa 7), contendo os arquivos de toda a equipe, armazenado em ambiente de nuvem.

Conjunto de dados gerados na reambulação

A navegação até os pontos de interesse foi efetuada com o uso concomitante do GPS e do dispositivo móvel com o aplicativo Google Maps. No caso particular do Google Maps, o processo foi facilitado pela possibilidade de visualização de estradas municipais (Figura 6), o que não ocorreu com o GPS, pelo fato de o mapa base disponível no equipamento não ter esse nível de detalhe.

A probabilidade de se obter uma boa intensidade do sinal do aparelho celular também deve ser avaliada ao se optar pelo uso do dispositivo móvel para



Figura 6. Janela do dispositivo móvel (tablet e smartphone) no modo navegação do Google Maps, mostrando estradas dentro de uma das UAPs visitadas.

navegação. Embora trajetos possam ser gravados no modo off-line, atualizações e rotas alternativas não serão visualizadas se o sinal não estiver ativo.

A caracterização das UAPs – baseada em observação visual – foi, posteriormente, complementada com dados de outras fontes, tais como nomes de municípios, rios e estradas, obtidos de mapas. Informações de residentes locais também foram importantes no sentido de contextualizar os usos dados à terra, bem como seu histórico e antecedentes. Um exemplo de caracterização da UAP é mostrado a seguir:

Caracterização da UAP 0364, localizada no município de Alegrete, RS: Unidade amostral de paisagem classificada como Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria Submontana (IBGE). O termo Estepe é caracterizado pelos campos naturais/ alterados ou, segundo o critério de classificação empregado no projeto, gramíneas e herbáceas. Savana é o nome dado a áreas compostas por arbustos ou árvores de pequeno porte, tal como o tipo de vegetação denominado *shrubs*, ou de forma geral, a áreas que possuem algum componente lenhoso. Visualmente caracterizada por relevo plano a ondulado (dois níveis: plano na baixada, aclives para pequenos platôs em uma altitude maior). Também ocorrem colinas suave onduladas. UAP cortada pelo Rio Lajeado Grande. Plantios (soja, milho) com cobertura de inverno e pastoreio de bovinos. Extensas regiões com matas de galeria, presença de palmeiras. Também se observam alguns fragmentos florestais no topo das colinas. Não

possui grandes extensões de reflorestamentos. Entretanto, observam-se talhões esparsos de *Eucalyptus* sp. e agrupamentos pequenos desses indivíduos. Alternância de agricultura e campos nativos alterados. Matas de galeria bem desenvolvidas (árvores altas), com exceção das baixadas, onde os indivíduos são mais baixos, destacando-se nestas áreas apenas os jerivás (*Syagrus romanzoffiana*). Algumas matas de galeria aparecem nas partes mais baixas do terreno, com relevo plano e algumas se encaixam nos aclives. Área com densa rede de drenagem, acompanhada sempre de matas de galeria. A UAP contém algumas manchas grandes de solo exposto (arenização), fenômeno esse provocado por uma combinação da ação da erosão eólica, solos mais frágeis e pisoteio do gado. Presença de alguns quebra-ventos de bambu. UAP avaliada e caracterizada no dia 6 de maio de 2017. Fácil acesso pelas estradas rurais presentes que cruzavam toda a extensão de 10 km x 10 km da unidade de paisagem.

O registro das observações nos pontos de dúvida e outros locais foi efetuado diretamente sobre a carta-imagem impressa, com indicação da localização da feição sendo observada e anotações manuais às margens da carta (Figura 7).

As imagens terrestres tomadas com o GPS nos pontos visitados foram visualizadas no software

BaseCamp™ da Garmin. Além disso, essas e também as fotos obtidas com o dispositivo móvel foram transformadas para o formato kmz, por meio do programa livre GeoSetter, podendo ser visualizadas no Google Earth (Figura 8).

O recurso de zoom da câmera digital convencional foi muito útil para dirimir dúvidas quanto à classe

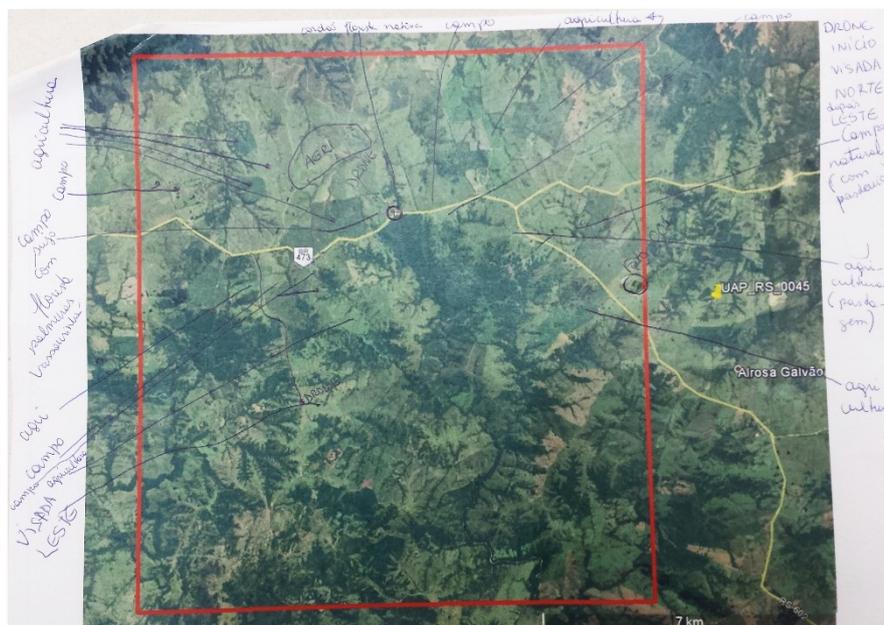


Figura 7. Exemplo de carta-imagem com anotações à margem da folha e localização dos pontos observados.

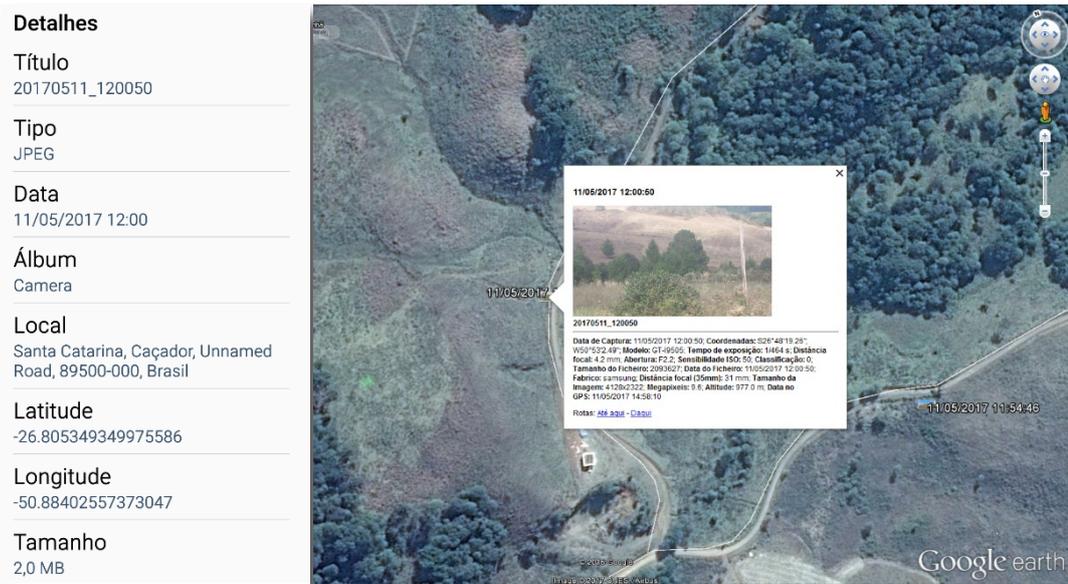


Figura 8. Uso do dispositivo móvel (tablet e smartphone) na aquisição de imagens terrestres: (a) visão da tela contendo as coordenadas do local onde a foto foi tirada; (b) visualização das fotos, já em formato kmz, no Google Earth.

de determinadas feições localizadas mais distantes do ponto de observação (Figura 9). Além disso, as fotos obtidas também auxiliaram no processo de caracterização da UAP.

No total foram realizados 21 sobrevoos para as sete UAPs visitadas (média de três sobrevoos por UAP de

100 km²), incluindo, ainda, outros locais fora do limite da UAP do município de Caçador. A aquisição de imagens aéreas com o drone gerou arquivos com cerca de 2 GB para cada 00:06:30 minutos de filmagem em vídeo no formato mp4. Na Figura 10 é apresentado um *frame* capturado do vídeo de uma das UAPs, mostrando o alcance da câmera na visada oblíqua.

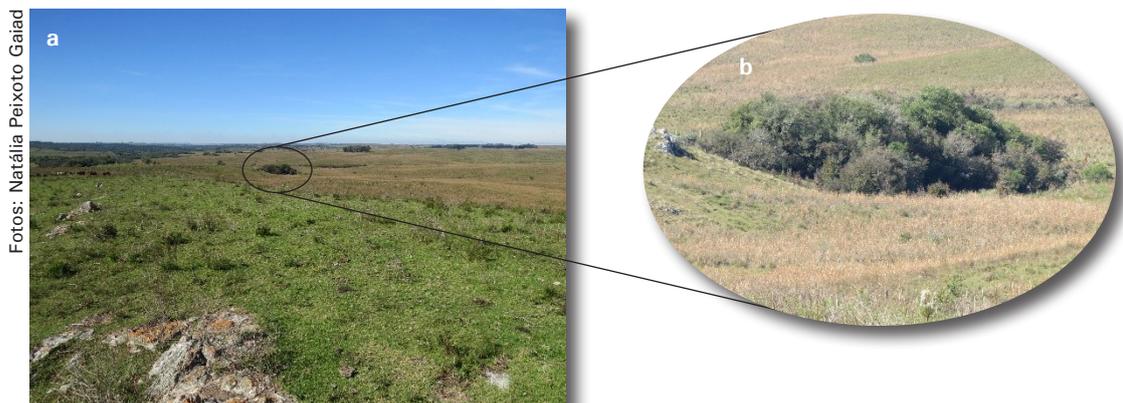


Figura 9. Fotos de uma UAP obtida com câmera digital convencional Canon PowerShot SX50 HS, para uma mesma área: (a) sem zoom; (b) com zoom óptico de 50 vezes.

Foto: Wilson Anderson Holler



Figura 10. Imagem extraída do vídeo de uma das UAPs reambuladas.

Processamento no SIG

O extenso conjunto de dados gerados no processo de reambulação deve ser transformado em informações úteis para a correção, edição e aperfeiçoamento da atividade de mapeamento efetuada anteriormente. Como todos os principais componentes do mapeamento (imagens, vetores e tabelas) são manipulados em ambiente SIG, foi necessário estabelecer estratégias ou protocolos dentro do sistema para fazer uso dessas informações. Em alguns casos foi necessário converter ou adaptar o formato dos resultados originais.

As principais fontes de informação dizem respeito aos pontos de dúvidas e de outras feições observadas durante o processo de reambulação. Na abordagem adotada para este trabalho – empregando-se técnicas analógicas e digitais – os resultados foram integrados em duas etapas. Primeiramente foram tratados os resultados advindos do GPS, descarregados no software Trackmaker Pro® e exportados para formato *shapefile*. Esse arquivo foi aberto no projeto das UAPs, no SIG, e neste novo *shapefile* foram inseridos campos respectivos ao código e nome da classe de uso e cobertura de cada ponto, além de um campo destinado à inserção de observações específicas, quando existentes. Tais informações foram transcritas das observações em papel efetuadas durante a coleta dos pontos no campo.

Numa segunda fase foram incorporadas as informações registradas em papel na carta-imagem (Figura 7). Como os SIGs possuem, hoje, o recurso de permitir a visualização de imagens disponíveis na internet (Bing, Google, etc), foi possível estabelecer uma correspondência visual entre as imagens com a respectiva localização do ponto marcado sobre a carta-imagem. Além disso, alguns desses pontos eram coincidentes com aqueles oriundos do GPS. Nesse mesmo *shapefile* agregaram-se, portanto, as duas fontes de informação, compatibilizando-as. Na Figura 11 é mostrada uma janela do SIG onde, sobrepostos a uma imagem de satélite, estão o limite de uma das UAPs visitadas (em vermelho), os pontos reambulados (em amarelo) e a respectiva tabela de atributos mostrando os campos adicionados que contêm as informações sobre as feições; trata-se da mesma UAP mostrada na carta-imagem da Figura 7.

Ainda assim, houve pontos que permaneceram como dúvidas, como se pode observar nas linhas 39, 29 e 40 da tabela mostrada na Figura 11. Nesse caso, as opções de resolução recaíram sobre as fotos (do GPS, das câmeras digitais convencionais e do dispositivo móvel), bem como das imagens gravadas pelo drone. Pela observação das fotos e imagens associadas aos pontos de dúvida, foi possível editar a tabela de atributos do *shapefile*, inserindo a classe de uso e cobertura definitivas.

Uma vez finalizada a edição do *shapefile* de pontos, foi efetuada uma junção espacial dessa camada com

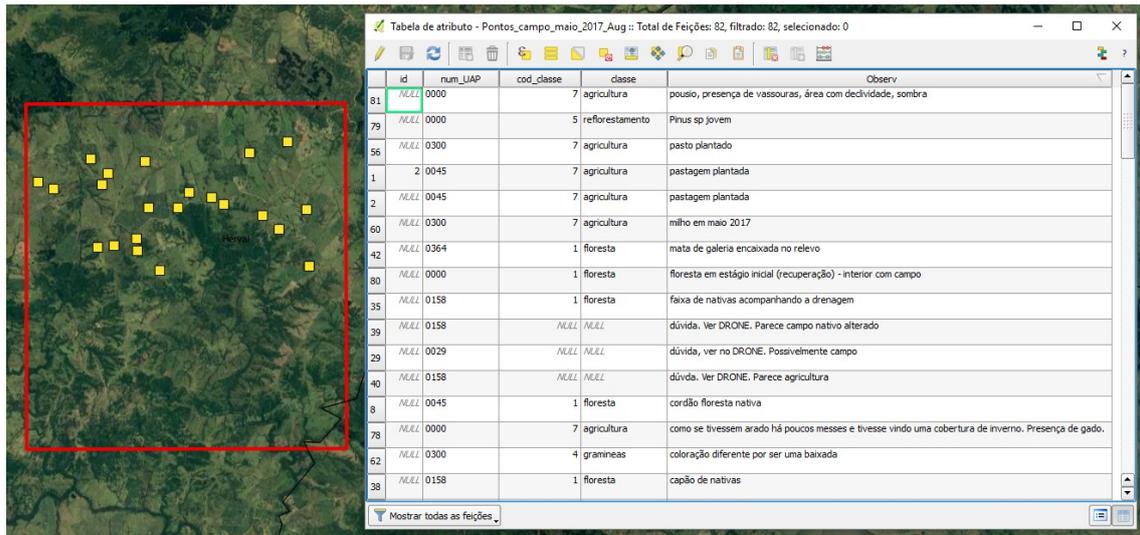


Figura 11. Janela do aplicativo QGIS versão 2.14.3 mostrando o limite de uma das UAPs visitadas e os pontos correspondentes a anotações na carta-imagem impressa já inseridos no SIG.

a camada de polígonos contendo a classificação original de uso e cobertura. Assim, foi também possível corrigir polígonos com erros que não estavam listados como pontos de dúvida, originalmente.

Considerações finais

O sucesso do processo de reambulação depende de fatores tais como um bom planejamento logístico, a escolha adequada dos equipamentos e materiais a serem levados ao campo e a definição prévia e objetiva do escopo do levantamento. Adicionalmente, deve-se organizar e sistematizar resultados de forma que sejam efetivamente úteis ao processo de validação, bem como para a correção e edição da classificação digital.

Alguns pontos fundamentais a serem levados em conta no trabalho de campo, considerando os equipamentos e métodos adotados no presente estudo, são:

- A existência de sinal de telefonia para aparelhos celulares, especificamente sinais para transmissão de dados como o 4G ou LTE.
- A definição prévia de rotas e dos pontos a serem visitados com a respectiva inserção dos arquivos correspondentes em equipamento GPS e dispositivo móvel (tablet ou smartphone).
- A definição da função de cada integrante da equipe no trabalho de campo, para que as tarefas sejam bem distribuídas, não havendo perda desnecessária de tempo na execução.
- A habilidade de operar aplicativos tais como o Google Earth/Google Maps.
- A possibilidade do uso de drone – especialmente com a câmera posicionada para visada oblíqua - quando os pontos de dúvida são de difícil acesso ou situados a longas distâncias ou, ainda, quando a rede viária até o local de interesse é deficitária ou inexistente.
- O correto dimensionamento da duração dos levantamentos diários considerando a capacidade energética das baterias (inclusive as extras) dos equipamentos utilizados.
- A organização dos dados coletados diariamente e a execução de backups de segurança.
- A discussão conjunta entre membros da equipe de campo a respeito das feições reambuladas.
- A correspondência cuidadosa entre informações compartilhadas por dados em meio analógico e digital.
- A execução de operações pós-campo em curto espaço de tempo após a realização dos

levantamentos, para evitar a perda de informações e detalhes específicos.

Sempre que possível, recomenda-se efetuar treinamento prévio das equipes, empregando os equipamentos e materiais que serão levados ao trabalho efetivo de reambulação em campo.

Com relação específica ao estudo de caso aqui apresentado, cabe destacar a importância da existência de uma malha relativamente densa de estradas municipais e em boas condições de tráfego. Principalmente nas estradas cujo traçado coincidia com a linha do divisor de águas, o trabalho de caracterização da Unidade Amostral de Paisagem (UAP) foi facilitado por se dispor de uma visão panorâmica da área.

Para garantir a qualidade e fidelidade da transferência das informações coletadas no campo, para a base de dados do projeto, foi fundamental o recurso de visualização de imagens de alta resolução, disponível na maioria dos SIGs comerciais e livres, existentes atualmente.

É recomendável dispor de material em meio analógico – tal como a carta-imagem impressa – no caso de ocorrências imprevistas como falha nos equipamentos eletrônicos de navegação.

Outra recomendação é o uso de aplicativos que facilitem o trabalho de campo e permitam que todos os dados sejam coletados digitalmente, sejam

agregados e exportados para a análise em ambiente SIG. Um aplicativo recomendado é o Avenza Maps, de origem canadense, que permite armazenar mapas e imagens georreferenciados, previamente preparados, bem como captar e armazenar a localização e registrar valores e outras informações sobre dados de campo. A versão gratuita permite que sejam incluídos até três mapas e exporta os dados coletados em formato kmz para visualização no Google Earth.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regras sobre Drones**. Disponível em <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-em-vigor/release_drone.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2017.

DICKS, S. E.; LO, T. H. C. Evaluation of thematic map accuracy in a land-use and land-cover mapping program. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 56, n. 9, p. 1247-1252, 1990.

IBGE. **Noções básicas de cartografia: IV: processo cartográfico**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/processo_cartografico.html>. Acesso em: 5 jun. 2017.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual on remotely piloted aircraft systems (RPAS)**. Quebec, 2015. Disponível em: <http://servicos.decea.gov.br/arquivos/drone/Doc_10019_Manual_on_RPAS__English_.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2017.

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 288 p.

SANTOS, C. J. B. **Geonímia do Brasil: a padronização dos nomes geográficos num estudo de caso dos municípios fluminenses**. 2008. 340 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Comunicado Técnico, 409

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
CEP 83411-000 - Colombo, PR
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão digital (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Vice-Presidente: *José Elidney Pinto Júnior*
Secretária-Executiva: *Neide Makiko Furukawa*
Membros: *Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego, Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderês Aparecida de Sousa*

Expediente

Supervisão editorial: *José Elidney Pinto Júnior*
Revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Diagramação: *Neide Makiko Furukawa*