

MapaGPS 2.0: Software para Georreferenciamento do Cadastro Vitícola

131

Circular Técnica

Bento Gonçalves, RS
Setembro, 2016

Autores

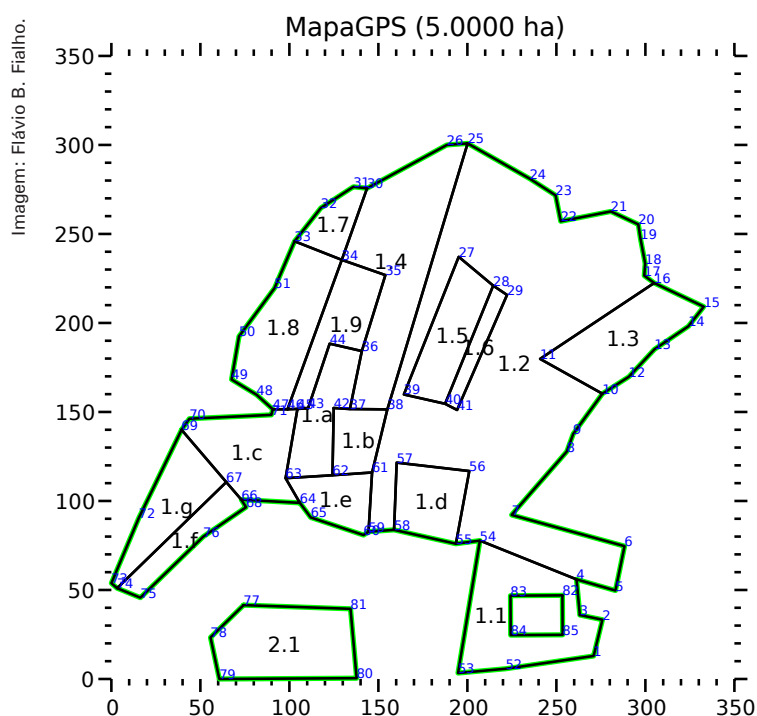
Flávio Bello Fialho
Dr., Pesquisador,
Embrapa Uva e Vinho,
Bento Gonçalves, RS,
flavio.bello@embrapa.br

Introdução

Um cadastro agrícola é um conjunto de informações sobre a área plantada e a produção das propriedades agrícolas de uma região ou área delimitada. Quando executado com êxito, ele permite mensurar a produção agrícola e sua distribuição espacial, caracterizar a estrutura fundiária, auxiliar a fiscalização do cumprimento de leis e normas, fornecer subsídios para a elaboração de políticas agrícolas, otimizar a distribuição de crédito agrícola, estimar safras futuras e fornecer dados para pesquisa.

O Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul é um dos mais completos do Brasil, tendo sido realizado em todas as propriedades produtoras de uva do estado desde 1995. Toda a uva comercializada no Rio Grande do Sul é declarada anualmente no Cadastro Vitícola, sendo esta uma condição legal para a comercialização. As indicações geográficas de vinhos do Rio Grande do Sul foram desenvolvidas com o suporte das informações contidas no Cadastro Vitícola, que também é utilizado como fonte de informação de produção de uvas e área plantada no estado, sendo um instrumento indispensável de suporte à fiscalização da produção de vinhos e outros derivados da uva.

Um componente fundamental para um cadastro de qualidade é a medição precisa das áreas e do seu posicionamento geográfico, através do georreferenciamento, de forma a permitir o cruzamento com outras informações espaciais. No Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul, o georreferenciamento iniciou em 2005, com o objetivo de mapear os vinhedos e seus setores com precisão. Desde então, cerca de um terço dos vinhedos do Rio Grande do Sul foi mapeado, incluindo, entre



outros, a grande maioria dos localizados na área de abrangência das indicações geográficas para vinhos finos atualmente existentes.

O software MapaGPS foi desenvolvido para auxiliar no georreferenciamento do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul. Ele consiste num aplicativo de linha de comando que lê um ou mais arquivos com pontos geográficos desordenados medidos a campo, ordena os pontos, gera um croqui de cada propriedade e grava os pontos ordenados em diversos formatos. O croqui, gerado no formato *PDF*, é de utilidade imediata para o produtor, podendo ser usado para identificar os vinhedos e sua localização, facilitando o cadastro anual, bem como para auxiliar no planejamento e administração da propriedade. O programa também gera um arquivo em formato texto que pode ser lido diretamente para incorporação dos dados do georreferenciamento no Cadastro Vitícola e, opcionalmente, um conjunto de arquivos no formato *ESRI Shapefile*, comumente utilizado para armazenamento e intercâmbio de dados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e um arquivo em formato *XML* compatível com a especificação *OSM*.

Os fundamentos da metodologia de georreferenciamento do Cadastro Vitícola foram descritos na publicação de FIALHO *et al.* (2005): Metodologia de georreferenciamento do Cadastro Vitícola (Embrapa Uva e Vinho, Documentos, 50). Entre as vantagens do uso dessa metodologia estão a agilidade no processo de medição de pontos no campo (a parte mais trabalhosa do processo), a facilidade de conversão dos dados em formatos úteis para diversas finalidades e a independência tecnológica que garante que os dados sempre serão utilizáveis no futuro, graças ao uso de formatos abertos e à livre disponibilização do software pela Embrapa.

O MapaGPS 2.0 possui muitas melhorias em relação à primeira versão. Entre elas estão a capacidade de ler e processar arquivos de saída, *Shapefiles* e arquivos *XML-OSM*, corrigir coordenadas, transformar projeções, aceitar um grande número de setores por vértice (antes limitado a quatro), unir pontos de diferentes arquivos num mesmo cadastro e processar vários cadastros simultaneamente, bem como uma melhor manipulação dos buracos em setores, padronização da orientação dos pontos das

áreas, aperfeiçoamento do algoritmo de ordenação, otimização do código, melhor documentação e outras melhorias diversas. Para cada cadastro lido, a nova versão do programa pode gerar, além do formato tradicional de saída do MapaGPS (texto com os pontos ordenados), arquivos em quatro outros formatos (*Shapefile*, *XML-OSM*, o formato de entrada do MapaGPS e um croqui em *PDF*), bem como arquivos globais contendo todos os cadastros lidos num só arquivo. O croqui da propriedade teve diversas melhorias, incluindo a eliminação de linhas que ligam buracos ao perímetro, o deslocamento da identificação do setor em caso de centroide externo e o controle sobre a escala de impressão e sobre quais elementos do croqui serão impressos.

Instalação

O programa MapaGPS pode ser baixado do endereço <http://sistemas.cnpuv.embrapa.br/mapagps>. Estão disponíveis os binários para Linux 32 bits e Linux 64 bits, nos arquivos *mapagps-i686.tar.gz* e *mapagps-x86_64.tar.gz*, respectivamente. Para outras plataformas pode-se compilar o programa a partir do código-fonte. O programa executável pode ser extraído com:

```
tar -xvzf mapagps-i686.tar.gz
```

ou

```
tar -xvzf mapagps-x86_64.tar.gz
```

Isso irá criar o arquivo executável *mapagps*. Para usá-lo, ele pode ser movido para um dos diretórios especificados na variável '*\$PATH*' (pode-se ver a lista digitando '*echo \$PATH*'). Por exemplo:

```
mv -i mapagps /usr/local/bin/
```

Isso irá permitir executar o programa apenas com o comando '*mapagps*'. Alternativamente, pode-se manter o executável no diretório de trabalho e executar com '*./mapagps*'. O programa necessita das bibliotecas '*libcairo2*', '*libmagic1*', '*libproj9*', '*libshp2*' e '*libxml2*', que devem ser instaladas previamente, se já não estiverem presentes.

O código-fonte do programa, desenvolvido em linguagem C, também está disponível na página da Embrapa, no mesmo endereço, caso haja interesse

em compilá-lo. Para isso são necessárias, além do compilador gcc, as bibliotecas de desenvolvimento 'libcairo2', 'libmagic', 'libproj', 'libshp' e 'libxml2'. O programa pode ser compilado com:

```
gcc -o mapagps mapagps.c -I/usr/include/libxml2 \
-lm -lproj -lmagic -lcairo -lxml2 -lshp
```

Após compilar, podem-se seguir os passos descritos anteriormente para instalar o programa.

O software MapaGPS é um software livre, disponibilizado sob a Licença GNU GPL versão 2 ou posterior. A licença completa acompanha todas as versões do programa, no arquivo LICENSE.txt. Ele pode ser livremente copiado, modificado e distribuído, de acordo com os termos da licença.

Como utilizar

Para utilizar o MapaGPS, basta executá-lo, numa linha de comando, informando o nome dos arquivos de entrada. Por exemplo, pode-se digitar o comando:

```
./mapagps RS00000.txt
```

Isso irá ler a lista desordenada de pontos do arquivo *RS00000.txt*, que corresponde ao cadastro *RS00000*, ordenar os pontos e gerar um croqui da propriedade no arquivo *RS00000.pdf*. Também irá criar o arquivo *RS00000.out*, em formato de texto, com a lista de vinhedos e setores e os pontos que os compõem (ordenados), que pode ser incorporado diretamente ao Cadastro Vitícola.

Na grande maioria dos casos, o comando acima é suficiente para executar o programa com sucesso. O restante dessa publicação detalha o formato dos

arquivos e explica outras formas de usar o programa em situações particulares, bem como o que fazer nos poucos casos em que os resultados diferem do esperado.

É possível processar mais de um cadastro ao mesmo tempo:

```
./mapagps RS00000.txt XX12345.txt 12345.txt
```

Isso irá ler as listas desordenadas de pontos de três cadastros (*RS00000*, *XX12345* e *12345*), que serão processados como no exemplo anterior. Para processar todos os pontos desordenados do diretório, pode-se digitar:

```
./mapagps *.txt
```

O programa não sobrescreve um arquivo *OUT* existente. Caso o cadastro seja processado duas vezes, a segunda execução irá gerar um arquivo com a extensão '*.out.novo*', ao invés do arquivo com extensão '*.out*'. Caso este arquivo exista, ele será apagado e um novo arquivo com extensão '*.out.novo*' será criado em seu lugar. Já um arquivo *PDF* existente será sobrescrito a cada execução do programa.

Formato dos arquivos de entrada e saída

Os arquivos de entrada *TXT* devem ter nome igual ao código do cadastro e conter a lista desordenada de pontos medidos no campo, de acordo com a metodologia descrita por FIALHO *et al.* (2005). Resumidamente, o arquivo deve ter uma linha para cada ponto medido, conforme o exemplo da Figura 1.

```
-29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
-29.163424942 -51.527195996 1.02 2015-06-30 18:05:02 627.039 6773793.140 448731.741 2
-29.163456667 -51.526384018 1.02 2015-06-30 18:10:03 628.778 6773789.978 448810.720 3
-29.163738489 -51.526722728 1.012 2015-06-30 18:15:04 634.555 6773758.606 448777.921 4
-29.164069724 -51.526891317 1.01 2015-06-30 18:20:05 637.903 6773721.833 448761.690 5
-29.164062878 -51.527226720 1.01 2015-06-30 18:25:06 634.929 6773722.445 448729.070 6
-29.164059924 -51.526758853 2.01 2015-06-30 18:30:07 637.001 6773722.976 448774.567 7
-29.163605797 -51.526384534 2.01 2015-06-30 18:35:08 633.577 6773773.455 448810.744 8
-29.163628429 -51.525890371 2.01 2015-06-30 18:40:09 634.945 6773771.162 448858.812 9
-29.164104159 -51.525900520 2.01 2015-06-30 18:45:10 641.266 6773718.449 448858.060 10
```

Fig. 1. Exemplo de arquivo de entrada (TXT) do programa MapaGPS.

```

## CADASTRO RS00000 (0.7046 ha) ##

# VINHEDO 1 (0.3589 ha)
# Setor 1.0 (0.3589 ha)
# 1.0 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
# 1.0 -29.163424942 -51.527195996 1.02 2015-06-30 18:05:02 627.039 6773793.140 448731.741 2
# 1.0 -29.163456667 -51.526384018 1.02 2015-06-30 18:10:03 628.778 6773789.978 448810.720 3
# 1.0 -29.163738489 -51.526722728 1.012 2015-06-30 18:15:04 634.555 6773758.606 448777.921 4
# 1.0 -29.164069724 -51.526891317 1.01 2015-06-30 18:20:05 637.903 6773721.833 448761.690 5
# 1.0 -29.164062878 -51.527226720 1.01 2015-06-30 18:25:06 634.929 6773722.445 448729.070 6
# 1.0 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
# Setor 1.1 (0.1519 ha)
1.1 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
1.1 -29.163738489 -51.526722728 1.012 2015-06-30 18:15:04 634.555 6773758.606 448777.921 4
1.1 -29.164069724 -51.526891317 1.01 2015-06-30 18:20:05 637.903 6773721.833 448761.690 5
1.1 -29.164062878 -51.527226720 1.01 2015-06-30 18:25:06 634.929 6773722.445 448729.070 6
1.1 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
# Setor 1.2 (0.2070 ha)
1.2 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1
1.2 -29.163424942 -51.527195996 1.02 2015-06-30 18:05:02 627.039 6773793.140 448731.741 2
1.2 -29.163456667 -51.526384018 1.02 2015-06-30 18:10:03 628.778 6773789.978 448810.720 3
1.2 -29.163738489 -51.526722728 1.012 2015-06-30 18:15:04 634.555 6773758.606 448777.921 4
1.2 -29.163718409 -51.527214523 1.012 2015-06-30 18:00:01 631.732 6773760.616 448730.085 1

# VINHEDO 2 (0.3457 ha)
# Setor 2.0 (0.3457 ha)
# 2.0 -29.164059924 -51.526758853 2.01 2015-06-30 18:30:07 637.001 6773722.976 448774.567 7
# 2.0 -29.163605797 -51.526384534 2.01 2015-06-30 18:35:08 633.577 6773773.455 448810.744 8
# 2.0 -29.163628429 -51.525890371 2.01 2015-06-30 18:40:09 634.945 6773771.162 448858.812 9
# 2.0 -29.164104159 -51.525900520 2.01 2015-06-30 18:45:10 641.266 6773718.449 448858.060 10
# 2.0 -29.164059924 -51.526758853 2.01 2015-06-30 18:30:07 637.001 6773722.976 448774.567 7
# Setor 2.1 (0.3457 ha)
2.1 -29.164059924 -51.526758853 2.01 2015-06-30 18:30:07 637.001 6773722.976 448774.567 7
2.1 -29.163605797 -51.526384534 2.01 2015-06-30 18:35:08 633.577 6773773.455 448810.744 8
2.1 -29.163628429 -51.525890371 2.01 2015-06-30 18:40:09 634.945 6773771.162 448858.812 9
2.1 -29.164104159 -51.525900520 2.01 2015-06-30 18:45:10 641.266 6773718.449 448858.060 10
2.1 -29.164059924 -51.526758853 2.01 2015-06-30 18:30:07 637.001 6773722.976 448774.567 7

```

Fig. 2. Exemplo de arquivo de saída (OUT) do programa MapaGPS.

Os campos de cada linha devem ser, em ordem: latitude (graus decimais); longitude (graus decimais); nome do ponto (segundo a metodologia de FIALHO *et al.*, 2005); data de coleta do ponto (no formato AAAA-MM-DD ou AAAA/MM/DD); hora de coleta do ponto (no formato HH:MM:SS); altitude (metros); coordenada *UTM Y* (metros); coordenada *UTM X* (metros); número de ordem de coleta do ponto. Assim, cada ponto é expresso usando dois sistemas de coordenadas: geográficas (graus decimais) e planas (metros, UTM). O programa compara as medidas dos dois sistemas para detectar possíveis inconsistências na coleta de dados. É possível usar apenas um dos sistemas de coordenadas, bastando para isso registrar valor zero nas duas coordenadas do outro sistema.

Cada arquivo *OUT* gerado contém a lista de vinhedos e setores, com os pontos ordenados, conforme o exemplo da Figura 2. O formato do arquivo é

autoexplicativo, quando comparado com o arquivo *TXT*. O nome do cadastro, número dos vinhedos e código dos setores é listado, seguido da respectiva área (em hectares). A lista dos pontos ordenados de cada setor segue o nome do setor. Antes de cada ponto, há um campo adicional contendo o código do setor (no formato *V.S*, indicando vinhedo e setor). O contorno dos vinhedos é dado pelo setor '0' de cada vinhedo. As linhas de identificação de cadastro, vinhedos e setores e os pontos do contorno dos vinhedos são precedidos pelo caractere '#'. Para cada cadastro processado, é gerado um arquivo PDF, contendo o croqui dos vinhedos e setores do cadastro, conforme o exemplo da Figura 3.

Outros formatos de entrada de dados

Além do formato de entrada padrão do arquivo *TXT*, o programa MapaGPS pode ler e processar arquivos em três outros formatos. O primeiro deles é o próprio

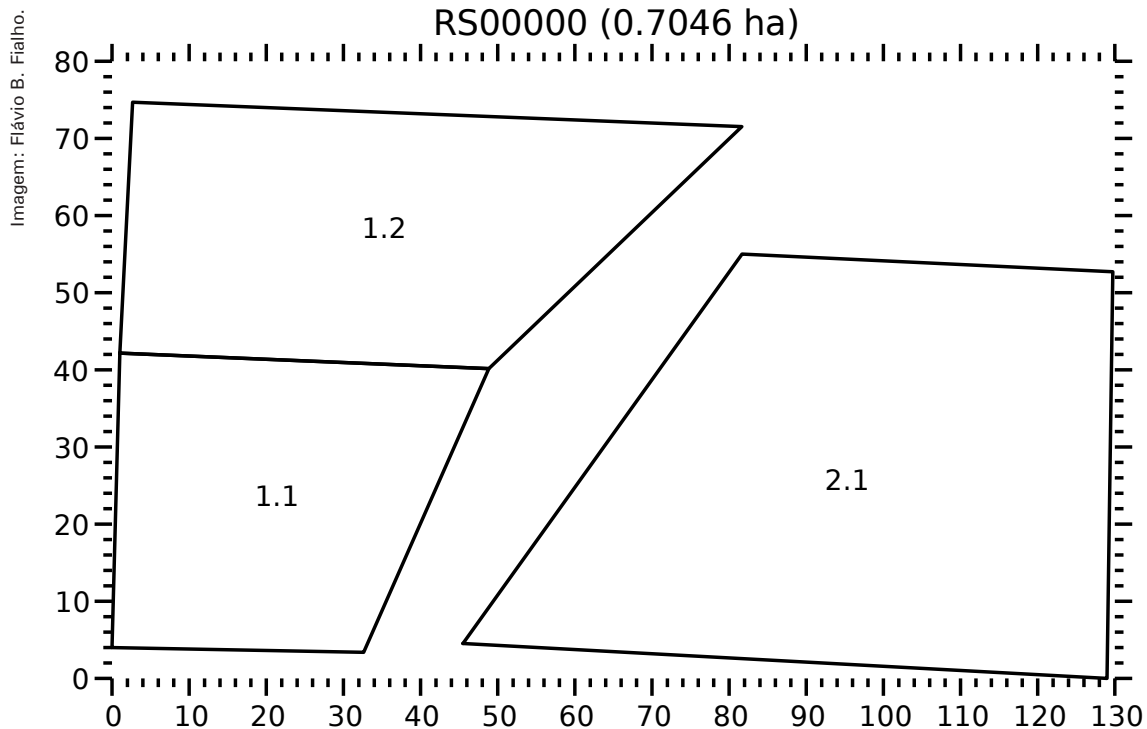


Fig. 3. Exemplo de croqui gerado pelo programa MapaGPS.

formato do arquivo de saída *OUT*, que pode ser reprocessado, caso ele tenha sido editado ou se queira gerar novamente o croqui:

```
./mapagps RS00000.out
```

Nesse caso, o programa considera que os pontos já estão ordenados e apenas gera os arquivos de saída. Como o arquivo *RS00000.out* já existe, o arquivo de saída será gravado com o nome *RS00000.out.novo*. Entretanto, o nome do arquivo de saída é determinado pelo código do cadastro, que é lido das linhas do arquivo *OUT* de entrada. Assim, os nomes dos arquivos de entrada e saída podem não coincidir.

Outro formato aceito pelo programa é o *Shapefile* (ESRI, 1998), comumente utilizado para armazenamento de dados geográficos e interâmbio de dados entre programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Este formato consiste num conjunto de três arquivos com o mesmo nome e com as extensões *.shp'*, *.shx'*, e *.dbf'*. Por exemplo, estando os três arquivos *RS00000.shp*, *RS00000.shx* e *RS00000.dbf* presentes, o comando:

```
./mapagps RS00000.shp
```

irá processar o *Shapefile* e gerar os arquivos de saída. Para serem lidos corretamente, os *Shapefiles* gerados devem ter um formato específico. As entidades do *Shapefile* devem ser polígonos fechados representando os setores e o *Shapefile* deve ser do tipo *POLYGONZ*, com os componentes X, Y, Z e M de cada ponto contendo a longitude (em graus decimais), a latitude (em graus decimais), a altitude (em metros) e o número de ordem de coleta de cada ponto. O programa também aceita *Shapefile* dos tipos *POLYGONM* (sem o número de ordem de coleta dos pontos) ou *POLYGON* (sem altitude nem número dos pontos), apesar disso não ser recomendado. Nesses casos, o número de ordem do ponto e (no caso de *POLYGON*) a altitude terão valor zero.

É possível que as coordenadas X e Y estejam expressas em metros, no sistema UTM, ao invés de graus. Neste caso, deve ser usada a opção *'-u'* para a leitura do *Shapefile*, conforme explicado posteriormente. A base de dados associada deve ter quatro campos: *"cadastro"*, um campo do tipo *string* contendo o nome do cadastro; *"vinhedo"*, um campo numérico contendo o número do vinhedo (pode também ser do tipo *string*); *"setor"*, um campo do tipo *string*, preferencialmente de um único caractere, contendo o código do setor; e *"datahora"*,

um campo do tipo *string* contendo a última data e hora de coleta dos pontos do setor, expressa no formato 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'. A base de dados deve conter um registro correspondente a cada setor. Como o nome do cadastro é armazenado dentro do *Shapefile*, os arquivos de saída não terão necessariamente o mesmo nome que o arquivo *Shapefile* de entrada. Para maiores detalhes sobre o formato *Shapefile* e os tipos de dados possíveis, pode-se consultar a especificação da ESRI (1998).

O terceiro formato aceito pelo programa MapaGPS é um formato *XML* compatível com as especificações

do projeto OpenStreetMap (*OSM*), um projeto para a geração um mapa-múndi livre (OPENSTREETMAP, 2015). A porção do mapa com vinhedos mapeados através desse projeto pode ser gravada em formato *XML* num arquivo com extensão '*.osm*', que pode ser lido pelo programa MapaGPS:

```
./mapagps RS00000.osm
```

Dentro desse arquivo, os vinhedos são reconhecidos pelo uso da etiqueta '*landuse=vineyard*', que pode ser aplicada num caminho fechado ou numa relação composta de caminhos (no caso de setores com

MapaGPS 2.0.5

Copyright (C) 2005, 2016 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

mapagps [opcao|arquivo]... [-- [arquivo]...]

Opcoes:

```
-c,          --compatvl      Formato de arquivo de saida da versao 1
-e[NUM],    --escala[=NUM]   Define a escala do grafico (padrao=1)
-f,         --forcabruta     Usa forza bruta para unir pontos (demorado)
-g[NUM],    --grafico[=NUM] Define elementos do grafico impressos
                    (padrao=15)
-h,         --help          Mostra este texto de ajuda
-i ARQ,     --input=ARQ     Le o arquivo ARQ (TXT, OUT, OSM, Shapefile)
-l[PROJ],   --latlong[=PROJ] Prefere latlong e define o sistema de
                    coordenadas geograficas (padrao=SIRGAS2000)
-m,         --multiarq      Gera os arquivos de saida globais mapagps
-n,         --naoarqind     Nao gera os arquivos de saida individuais
-o,         --osm           Gera um arquivo XML compativel com o OSM
-q,         --quiet         Diminui o grau de verbosidade (min: -qq)
-s,         --shapefile     Gera os arquivos Shapefile (shp, shx, dbf)
-t,         --txtnovo       Gera um arquivo txt novo
-u[PUTM],   --utm[=PUTM]    Prefere UTM e define o sistema de coordenadas
                    planas (padrao=SIRGAS2000 UTM zona 22 Sul)
-v,         --verbose       Aumenta o grau de verbosidade (max: -vvv)
-V,         --version       Imprime informacoes de versao e licenca
```

Elementos graficos:

```
1 = eixos e escala
2 = nome do cadastro e area total
4 = contorno do setor
8 = codigo do setor
16 = contorno do vinhedo em verde
32 = numero dos pontos em azul
```

Sistemas de coordenadas (padrão=SIRGAS2000):

```
SIRGAS2000 : "+proj=longlat +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs"
(UTM-22S) : "+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs"
SAD69      : "+proj=longlat +ellps=aust_SA +towgs84=-67.35,3.88,-38.22 +no_defs"
(UTM-22S) : "+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=aust_SA +towgs84=-67.35,3.88,-38.22 +no_defs"
Corrego Alegre: "+proj=longlat +ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-4.12 +no_defs"
(UTM-22S) : "+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-4.12 +no_defs"
```

Obs: As opcoes valem apenas para os argumentos seguintes.

Obs: O datum dos dados de saída e' sempre SIRGAS2000.

Fig. 4. Texto mostrado pelo programa MapaGPS com o uso da opção '-h'.


```

MapaGPS 2.0.5 v.2016.08.23
Software para processamento de dados geograficos,
desenvolvido para o georreferenciamento do Cadastro Viticola
Copyright (C) 2005, 2016 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA
Licenca GNU GPL versao 2 ou posterior
Este e' um software livre: voce e' livre para altera-lo e redistribui-lo.
NAO HA GARANTIA, na maxima extensao permitida pela lei.
Desenvolvido por Flavio Bello Fialho <flavio.bello@embrapa.br>.

```

Fig. 5. Texto mostrado pelo programa MapaGPS com o uso da opção '-V'.

buracos). Além disso, os vinhedos devem ter as etiquetas 'cadastro', 'vinhedo' e 'setor', contendo o nome do cadastro, número do vinhedo e código do setor, respectivamente. Se o nome do cadastro estiver ausente, será extraído do nome do arquivo, mas vinhedo e setor são imprescindíveis. Os pontos dos vinhedos podem ter as etiquetas 'n_ord', 'cod_ponto' e 'ele', contendo o número de ordem de coleta, o nome do ponto (segundo a metodologia de FIALHO *et al.*, 2005) e a altitude em metros, respectivamente. No caso de relações, os caminhos que as compõem devem estar em ordem. Assim como no *Shapefile*, os arquivos *OSM* podem conter dados de mais de um cadastro.

Opções de uso

O programa MapaGPS, além do nome dos arquivos a serem processados, aceita diversas opções. Para obter ajuda sobre o uso do programa, pode-se usar a opção '-h':

```
./mapagps -h
```

que mostra o texto da Figura 4.

As opções simples, que não possuem parâmetros (todas, exceto '-e', '-g', '-i', '-l' e '-u'), podem ser combinadas, de modo que os dois comandos abaixo são equivalentes:

```
./mapagps -m -n -o -s XX12345.txt
```

```
./mapagps -mnos XX12345.txt
```

Para obter informações sobre versão e licença do software, pode-se usar a opção '-V':

```
./mapagps -V
```

que mostra o texto da Figura 5.

Para ler um arquivo, geralmente basta incluir o seu nome na linha de comando. Entretanto, se o nome do arquivo começar com um hífen, ele normalmente será interpretado como uma opção. Para ler arquivos que começam com um hífen, usa-se a opção '-i', seguida do nome do arquivo. Por exemplo:

```
./mapagps -i -v123.txt
```

irá ler o arquivo '-v123.txt'. Da mesma forma, se for encontrada a opção '--', todas as palavras que seguem são interpretados como nomes de arquivos:

```
./mapagps -- -v123.txt -h.shp ----.out
```

Arquivos de saída

Além dos arquivos *OUT* e *PDF*, o programa MapaGPS pode gerar arquivos em outros formatos. Um deles é o *Shapefile* (formado por um conjunto de três arquivos), que pode ser criado usando-se a opção '-s':

```
./mapagps -s RS00000.txt
```

Isso irá criar o *Shapefile RS00000* (composto pelos três arquivos *RS00000.shp*, *RS00000.shx* e *RS00000.dbf*), que pode ser lido por programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os arquivos *Shapefile* gerados sempre estarão em graus, no sistema de referência *SIRGAS2000*. Assim como os arquivos *PDF*, arquivos no formato *Shapefile* são sempre sobrescritos, portanto deve-se tomar cuidado com a opção '-s' ao ler arquivos *Shapefile*.

Também é possível gerar arquivos no formato *OSM*, que podem ser importados para o OpenStreetMap, usando a opção `'-o'`:

```
./mapagps -o RS00000.txt
```

Isso irá criar o arquivo *RS00000.osm* ou, caso ele já exista, o arquivo *RS00000.osm.novo*.

Outra possibilidade é gravar no formato *TXT* original, com alguns ajustes de formatação. Isso pode ser útil em algumas situações, para comparar o arquivo com o original, no processo de verificação de erros, ou para mudar o sistema de coordenadas de apenas alguns pontos, conforme descrito mais adiante. Esse formato apenas faz sentido se o arquivo original também for um *TXT*, podendo ser gerado com a opção `'-t'`:

```
./mapagps -t RS00000.txt
```

Isso irá gerar o arquivo *RS00000.txt.novo* (o programa nunca gera um arquivo com extensão apenas `.txt`).

Os arquivos *OUT*, *Shapefile* e *OSM* podem conter mais de um cadastro, pois o nome do cadastro é armazenado dentro do arquivo. Assim, vários arquivos de cada tipo podem ser gerados de uma só vez. Além dos arquivos individuais, o programa pode gerar também arquivos de saída globais, contendo múltiplos cadastros. Para isso, utiliza-se a opção `'-m'`:

```
./mapagps -m *.txt
```

Isso gera um arquivo denominado *mapagps.pdf*, que contém os croquis de todos os cadastros listados na linha de comando, um em cada folha. Além disso, o conteúdo de todos os arquivos do tipo *OUT* gerados é adicionado ao final de um arquivo denominado *mapagps.out*. Este arquivo cresce continuamente a cada execução do programa, de forma que quaisquer outros cadastros que tenham sido processados anteriormente permanecem no arquivo inalterados. É possível combinar a opção `'-m'` com as opções `'-s'` ou `'-o'`, gerando assim um *Shapefile* denominado *mapagps* (composto pelos arquivos *mapagps.shp*, *mapagps.shx* e *mapagps.dbf*) ou um arquivo denominado *mapagps.osm*, incluindo todos os cadastros processados. Ao contrário do

arquivo *mapagps.out*, esses arquivos contém apenas os cadastros presentes na última execução do programa.

É possível combinar as opções anteriores, de modo a gerar os arquivos que forem necessários. Por exemplo, para gerar todos os arquivos possíveis em todos os formatos, pode-se combinar as quatro opções:

```
./mapagps -sotm *.txt
```

As relações entre os arquivos lidos e gerados pelo programa MapaGPS são apresentadas na Figura 6. Os quatro formatos no topo da figura (*TXT*, *OUT*, *OSM* e *Shapefile*) podem ser usados como fonte de dados. Qualquer um deles gera um arquivo *PDF* e um novo arquivo *OUT*. Dependendo das opções utilizadas, os quatro tipos de arquivos podem também gerar arquivos *TXT*, *OSM* e *Shapefile (SHP)*, bem como arquivos *OUT*, *PDF*, *OSM* e *Shapefile* especiais, contendo múltiplos cadastros.

Caso não se queira gravar um arquivo por cadastro, pode-se usar a opção `'-n'`, que evita que sejam gravados os arquivos individuais:

```
./mapagps -n *.txt
```

Isso irá apenas relatar erros nos arquivos, sem gravar os arquivos de saída. Essa opção pode ser combinada com a opção `'-m'`, para gerar apenas os arquivos *mapagps.out* e *mapagps.pdf*. A opção `'-n'` não afeta o resultado da opção `'-t'`, podendo-se usar as duas juntas para gerar apenas os arquivos *TXT* novos. Com a combinação das opções `'-m'` e `'-n'`, as opções `'-s'` e `'-o'` irão gerar apenas o *Shapefile* e *OSM* globais, respectivamente. Pode-se gerar todos os arquivos globais e nenhum individual com o comando:

```
./mapagps -somn *.txt
```

Conferência de erros

Em alguns casos, o programa MapaGPS pode ter dificuldade em ordenar os pontos de um vinhedo, e avisos de erro são impressos na tela. Por exemplo, se o arquivo *XX12345.txt* tiver algum problema, mensagens como as da Figura 7 podem aparecer, ao executar o programa:

Imagem: Flávio B. Fialho.

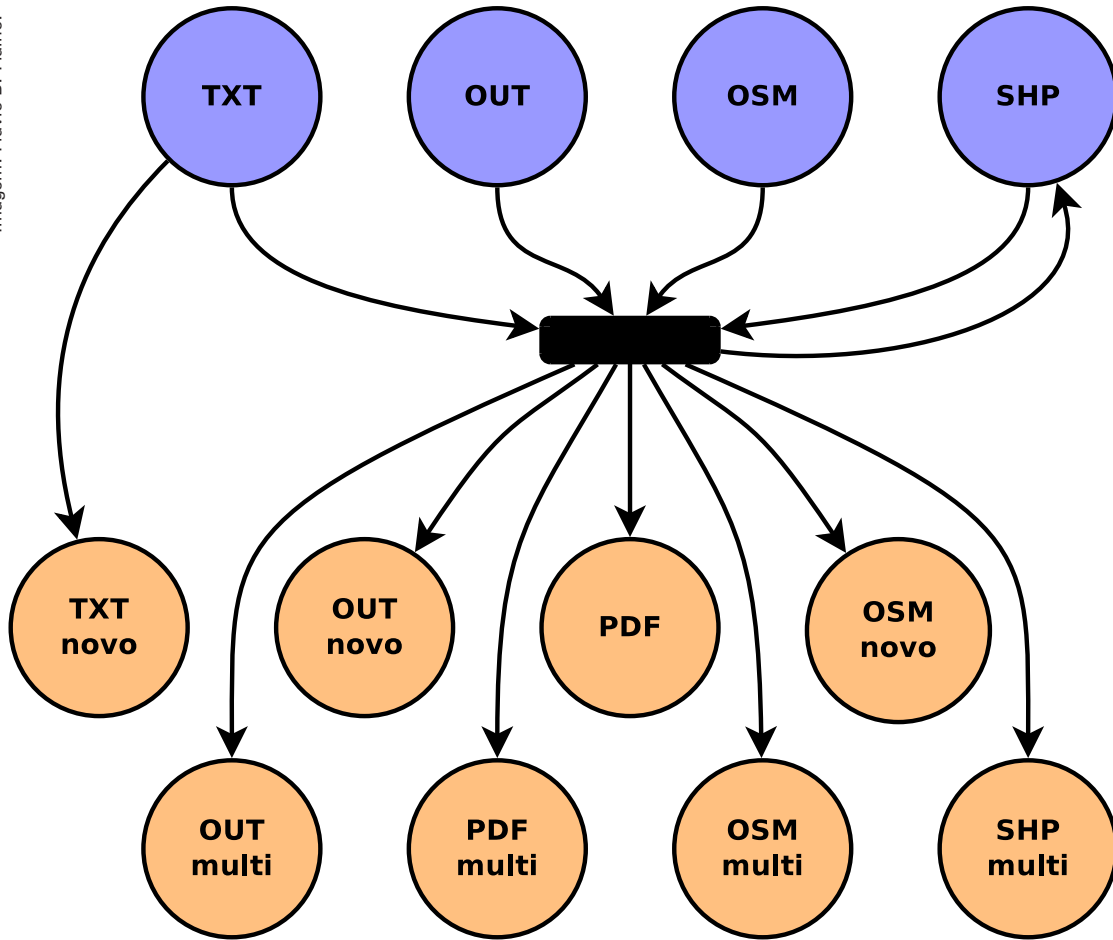


Fig. 6. Relação entre os arquivos lidos e criados pelo programa MapaGPS.

```

AVISO: Falha no ordenamento do setor XX12345.1.3
AVISO: Soma das areas dos setores difere da area do vinhedo: XX12345.1
ERRO: Cadastro XX12345 com 2 erros!
AVISO: Total de 2 erros encontrados!
    
```

Fig. 7. Exemplo de mensagens normalmente geradas pelo MapaGPS, ao processar um arquivo com problemas.

```
./mapagps XX12345.txt
```

Normalmente apenas os avisos e erros são mostrados. Entretanto, é possível obter mais informações, como mostrado na Figura 8, usando a opção '-v':

```
./mapagps -v XX12345.txt
```

Da mesma forma, o número de mensagens pode ser reduzido, conforme mostrado na Figura 9, usando a

opção '-q':

```
./mapagps -q XX12345.txt
```

Para aumentar ou diminuir ainda mais o número de mensagens, as opções '-v' e '-q' podem ser usadas mais de uma vez:

```
./mapagps -qq XX12345.txt
```

```
./mapagps -vvv XX12345.txt
```

```

Info:      Aumentando o grau de verbosidade
Info:      Cadastro: XX12345 ("XX12345.txt")
Info:      Fixando zona UTM: 22S
Info:      Ponto XX12345.1[.?.]1 (1.12) gravado
Info:      Ponto XX12345.1[.?.]2 (1.23) gravado
...
Info:      Ponto XX12345.2[.?.]24 (2.01) gravado
Info:      Ponto XX12345.2[.?.]25 (2.01) gravado
Info:      Ordenando setor XX12345.1.0
Info:      Ordenando setor XX12345.1.1
Info:      Ordenando setor XX12345.1.2
Info:      Nao foi possivel posicionar ponto: 1.2
Info:      Ordenando setor XX12345.1.3
Info:      Nao foi possivel posicionar ponto: 1.3
Info:      Nao foi possivel posicionar ponto: 1.3
Info:      Nao foi possivel posicionar ponto: 1.3
AVISO:    Falha no ordenamento do setor XX12345.1.3
Info:      Ordenando setor XX12345.1.4
Info:      Ordenando setor XX12345.2.0
Info:      Ordenando setor XX12345.2.1
Info:      Invertendo area externa negativa: 1.2 (1)
Info:      Invertendo area externa negativa: 1.3 (2)
AVISO:    Soma das areas dos setores difere da area do vinhedo: XX12345.1
ERRO:     Cadastro XX12345 com 2 erros!
Info:     Total de 0 cadastros sem erro
AVISO:    Total de 2 erros encontrados!
Info:     Gerando arquivos de saida OUT...
Info:     Arquivo 'XX12345.out' existe; tentando abrir 'XX12345.out.novo'
Info:     Gerando graficos...

```

Fig. 8. Exemplo de mensagens detalhadas geradas pelo MapaGPS, ao processar um arquivo com problemas, usando a opção '-v'.

```

ERRO:     Cadastro XX12345 com 2 erros!

```

Fig. 9. Exemplo de mensagens resumidas geradas pelo MapaGPS, ao processar um arquivo com problemas, usando a opção '-q'.

Estratégia de ordenamento de pontos

O ordenamento dos pontos é feito apenas em arquivos *TXT* (os pontos dos arquivos de tipo *OUT*, *Shapefile* e *OSM* já devem estar ordenados). Normalmente, o programa tenta ordenar os pontos de acordo com regras que otimizam o processamento. Essas regras consideram, entre outras coisas, a ordem dos pontos no arquivo, o tipo de ponto (ponto de canto ou de linha), a distância entre os pontos e se o novo segmento de reta cruzaria um segmento já traçado. Entretanto, é possível testar exaustivamente cada setor, de forma a garantir o seu ordenamento, através do uso da opção '-f':

```

./mapagps -f RS00000.txt

```

Essa função força o sistema a encontrar uma ordem que garanta que o setor possa ser ordenado, se isso não for impossível. Entretanto, o traçado de um setor pode não ser compatível com o dos outros setores, e ainda podem acontecer erros. Além disso, dependendo do número de pontos no vinhedo, essa opção pode tornar o programa bastante lento. Em alguns casos, entretanto, o seu uso pode ser interessante.

Compatibilidade com a versão anterior

Existem pequenas diferenças no formato do arquivo *OUT* do MapaGPS 2.0, em relação à versão 1.0. O programa atual sempre fecha os polígonos que formam os setores (repetindo o primeiro ponto no final), o que, na maioria das vezes, não acontecia

na versão anterior. Assim, os arquivos da versão atual geralmente têm uma linha a mais por setor. Outra diferença é que, na nova versão, os dados dos vinhedos são sempre precedidos por uma linha informando o nome do cadastro e a sua área total de vinhedos, enquanto que na versão anterior apenas a área total era fornecida numa linha no final do arquivo. Ainda, as subdivisões do vinhedo passaram a se chamar “Setor” ao invés de “Area” e o formato padrão de data passou a usar hífen (de acordo com a norma ISO 8601), ao invés de barras. É possível gerar o arquivo no formato *OUT* antigo, se necessário, fornecendo a opção ‘-c’:

```
./mapagps -c RS00000.txt
```

Esta opção, se usada junto com a opção ‘-t’, fará com que as datas de coleta dos pontos no novo arquivo *TXT* seja gerada no padrão da versão 1.0, com barras, ao invés de hífen.

A versão 1.0 do MapaGPS gerava um arquivo com a extensão ‘.ERR’ em caso de erro. Na versão 2.0, esse arquivo não é gerado e todos os erros são reportados na saída padrão.

Mudança de sistema de coordenadas

Desde 25 de fevereiro de 2015, o único sistema geodésico de referência oficialmente adotado no Brasil é o *SIRGAS2000* (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). É possível, no entanto, que alguns dados tenham sido coletados em outros sistemas e portanto devam ser convertidos. Para o sistema *WGS84*, não é necessária correção alguma, pois os dois sistemas são praticamente iguais. Entretanto, ainda é comum encontrar dados em outros sistemas utilizados anteriormente (*SAD69* ou *Córrego Alegre*, por exemplo), que necessitam de conversão. Outra questão importante é a relação das coordenadas de latitude e longitude com as projeções UTM, comumente utilizadas em mapas. O MapaGPS gera os croquis em *PDF* a partir de coordenadas planas (UTM, em metros). Entretanto, as coordenadas geográficas (latitude e longitude, também chamadas *latlong*) são preferíveis para armazenamento porque são independentes de fuso, ao contrário do conjunto de projeções UTM, que é dividido em 60 fusos (também chamados de zonas) que dependem da longitude. Em alguns casos, a medida pode ter sido feita em UTM e em outros em

latlong, devendo ser feita a conversão entre as duas. Não é raro que, por erros de configuração, os dois tipos de coordenadas de um mesmo ponto estejam inconsistentes entre si. O programa MapaGPS realiza a conversão entre sistemas de referência e projeções distintas, permitindo verificar erros nos dados. Por padrão, são utilizadas as coordenadas geográficas, a menos que elas tenham valor zero, em cujo caso as coordenadas planas são utilizadas. O programa calcula o valor correto das coordenadas planas e compara-o com os valores armazenados no arquivo, avisando o usuário (quando usada a opção ‘-v’) se a discrepância estiver acima de cerca de meio metro. É possível utilizar as coordenadas planas por padrão, especificando a opção ‘-u’:

```
./mapagps -u RS00000.txt
```

Nesse caso, as coordenadas geográficas serão calculadas a partir das coordenadas planas, a menos que estas tenham valor zero. Os sistemas de coordenadas são representados por parâmetros da biblioteca *PROJ.4*, facilmente encontrados na Internet. Se a opção ‘-u’ vier seguida imediatamente por uma sequência de parâmetros entre aspas, esses serão utilizados para caracterizar o sistema de coordenadas planas. Por padrão, as coordenadas UTM são consideradas como pertencentes ao fuso *22 Sul*, onde está localizada a maioria dos vinhedos do Brasil. O comando acima equivale a especificar a projeção *SIRGAS2000 UTM22S* por extenso:

```
./mapagps -u"+proj=utm +zone=22 +south +units=m
+ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs" RS00000.txt
```

Nota-se que não pode haver espaço entre a letra ‘u’ e as aspas iniciais e que o comando deve ser digitado todo na mesma linha. O conteúdo entre as aspas do exemplo acima especifica sete parâmetros da biblioteca *PROJ.4* que caracterizam o fuso *UTM 22 Sul* do sistema de referência *SIRGAS2000*: projeção UTM, zona 22, hemisfério Sul, unidade em metros, elipsoide *GRS80*, sem parâmetros de transformação para o sistema *WGS84*, ignorar padrões pré-definidos no sistema. Para mudar o sistema de coordenadas, deve-se substituir o conteúdo entre aspas pelos parâmetros que especificam o sistema de coordenadas planas desejado (que pode, inclusive, não ser UTM).

De forma semelhante, é possível priorizar o sistema

Tabela 1. Sistemas de referência comuns no Brasil e parâmetros PROJ.4 correspondentes, para uso com as opções '-l' e '-u' do MapaGPS.

Sistema de referência	Parâmetros PROJ.4
SIRGAS2000 (IBGE, 2005)	
latlong (EPSG:4674)	+proj=longlat +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs
UTM 22S (EPSG:31982)	+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs
UTM 21S (EPSG:31981)	+proj=utm +zone=21 +south +units=m +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0 +no_defs
SAD69 a partir de 1996 (IBGE, 2005)	
latlong (EPSG:5527)	+proj=longlat +ellps=aust_SA +towgs84=-67.35,3.88,-38.22 +no_defs
UTM 22S (EPSG:5858)	+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=aust_SA +towgs84=-67.35,3.88,-38.22 +no_defs
UTM 21S (EPSG:5531)	+proj=utm +zone=21 +south +units=m +ellps=aust_SA +towgs84=-67.35,3.88,-38.22 +no_defs
SAD69 antes de 1995 (IBGE, 1989)	
latlong (EPSG:4618)	+proj=longlat +ellps=aust_SA +towgs84=-66.87,4.37,-38.52 +no_defs
UTM 22S (EPSG:29192)	+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=aust_SA +towgs84=-66.87,4.37,-38.52 +no_defs
UTM 21S (EPSG:29191)	+proj=utm +zone=21 +south +units=m +ellps=aust_SA +towgs84=-66.87,4.37,-38.52 +no_defs
Córrego Alegre 1970-72 (IBGE, 1983; IBGE, 1989)	
latlong (EPSG:4225)	+proj=longlat +ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-4.12 +no_defs
UTM 22S (EPSG:22522)	+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-4.12 +no_defs
UTM 21S (EPSG:22521)	+proj=utm +zone=21 +south +units=m +ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-4.12 +no_defs
WGS84 (IBGE, 2005)	
latlong (EPSG:4326)	+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs
UTM 22S (EPSG:32722)	+proj=utm +zone=22 +south +units=m +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs
UTM 21S (EPSG:32721)	+proj=utm +zone=21 +south +units=m +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs

de coordenadas geográficas, através da opção '-l'. Quando acompanhada de uma sequência de parâmetros entre aspas, a opção '-l' também define o sistema de coordenadas em que foram medidas as coordenadas *latlong* do arquivo. Os parâmetros adequados para alguns sistemas de coordenadas comumente utilizados no Brasil no passado, junto com o código EPSG (IOPG, 2015), que permite identificar o sistema e projeção de forma única, são mostradas na Tabela 1.

Por conveniência, o programa MapaGPS permite especificar '**SIRGAS2000**', '**SAD69**' ou '**CorregoAlegre**' no lugar da definição completa do sistema de coordenadas. Assim, para ler dados no sistema de coordenadas SAD69, é possível especificar apenas:

```
./mapagps -l"SAD69" RS00000.txt
```

Caso um sistema de coordenadas inválido seja utilizado, o programa volta para o sistema *SIRGAS2000*.

Definição do fuso UTM

O fuso UTM normalmente é calculado automaticamente pelas coordenadas *latlong* do primeiro ponto lido pelo sistema. Em alguns casos, pode ser necessário defini-lo explicitamente. Exemplos incluem dados em que apenas as coordenadas UTM estão presentes, situações em que as coordenadas *latlong* estão erradas ou casos em que o cadastro está na zona limítrofe de dois fusos. O programa permite especificar o fuso UTM através de uma simplificação da notação do sistema de coordenadas, em que apenas o parâmetro '+zone=' é especificado, opcionalmente seguido por '+north' ou '+south'. Por exemplo, para forçar o fuso 21 sul, pode-se usar:

```
./mapagps -l"+zone=21" RS00000.txt
```

Nota-se que a especificação de fuso UTM pode ser feita tanto com a opção '-u' quanto com a opção '-l', apesar dela só afetar a projeção UTM. No exemplo acima, a preferência é dada às coordenadas

latlong, mas o fuso das coordenadas UTM nos arquivos de saída é modificado mesmo assim. Consequentemente, as coordenadas UTM geradas pelo programa estarão no fuso 21S.

As opções '-u' e '-l' podem ser especificadas juntas, tendo precedência a que vier por último. Além disso, as especificações simplificadas de sistemas de coordenadas podem ser combinadas com a especificação de fuso UTM. Um exemplo mais complexo pode ser o de um arquivo com coordenadas UTM no fuso 21 Sul e sistema SAD69, junto com coordenadas *latlong* no sistema SIRGAS2000. Para ler tal arquivo, mantendo a preferência pelo sistema de coordenadas geográficas, pode-se executar:

```
./mapagps -u"SAD69 +zone=21" -l"SIRGAS2000" \
  RS00000.txt
```

Para ler o mesmo arquivo usando, de preferência, as coordenadas planas, pode-se executar:

```
./mapagps -u"SAD69 +zone=21" RS00000.txt
```

As opções '-l' e '-u', quando usadas sem o parâmetro opcional, definem que o sistema de referência SIRGAS2000 será usado tanto para coordenadas planas quanto geográficas (o uso de uma única opção redefine ambos sistemas de coordenadas). Além disso, a ausência do parâmetro opcional força o programa a esquecer as definições de fuso UTM em vigor, fazendo com que ele seja determinado automaticamente pelo primeiro ponto lido do próximo arquivo.

Uma consequência disso é que, apesar dos três comandos abaixo serem equivalentes:

```
./mapagps -u"SAD69 +zone=21" RS00000.txt
```

```
./mapagps -l -u"SAD69 +zone=21" RS00000.txt
```

```
./mapagps -l"SIRGAS2000" -u"SAD69 +zone=21" \
  RS00000.txt
```

os dois comandos abaixo produzem resultados diferentes:

```
./mapagps -u"SAD69 +zone=21" -l"SIRGAS2000" \
  RS00000.txt
```

```
./mapagps -u"SAD69 +zone=21" -l RS00000.txt
```

Isso porque, enquanto a opção '-l' da primeira linha não afeta nem o fuso, nem o sistema de coordenadas UTM (pois possui o parâmetro opcional), a opção '-l' da segunda linha completamente anula a opção '-u' anterior.

Arquivos com múltiplos sistemas de coordenadas

As opções são aplicadas na ordem em que são lidas e afetam apenas os arquivos que as seguem. Assim, é possível ler um arquivo num sistema de coordenadas e outro arquivo em outro sistema:

```
./mapagps RS00000.txt -l"SAD69" XX12345.txt
```

No exemplo acima, o arquivo *RS00000.txt* é lido em SIRGAS2000 (o padrão, pois não havia opção '-u' ou '-l' anterior) e o arquivo *XX12345.txt* é lido em SAD69 (conforme especificado pela opção '-l').

Mesmo que o sistema de coordenadas seja o mesmo, o uso as opções '-l' ou '-u' sem parâmetros pode ser interessante, por fazer o programa esquecer o fuso UTM atual. Por exemplo, supondo que os arquivos A001.txt e A002.txt estejam em fusos UTM diferentes, o comando:

```
./mapagps A001.txt A002.txt
```

fará com que ambos arquivos sejam lido no fuso UTM do primeiro ponto do arquivo A001.txt, ao passo que o comando:

```
./mapagps A001.txt -l A002.txt
```

faz com que cada arquivo seja lido no seu fuso (especificamente, o primeiro ponto de cada arquivo irá determinar o seu fuso UTM).

Se os pontos de um mesmo cadastro foram coletados em dois ou mais sistemas de referência diferentes, é necessário converter ambos para o mesmo sistema antes de processar o cadastro como um todo. Para isso, pode-se utilizar a opção '-t', descrita anteriormente. Por exemplo, supondo que alguns pontos do arquivo *XX12345.txt* foram medidos em SIRGAS2000 UTM e outros foram medidos em SAD69 *latlong*, pode-se dividir o arquivo

em dois: *XX12345a.txt*, contendo os pontos em *SIRGAS2000 UTM* e *XX12345b.txt*, contendo os pontos em *SAD69 latlong*. Os dois arquivos podem ser processados separadamente, para gerar novos arquivos *TXT*:

```
./mapagps -t -u XX12345a.txt
./mapagps -t -l"SAD69" XX12345b.txt
```

Depois, basta juntar os dois arquivos *XX12345a.txt.novo* e *XX12345b.txt.novo* num só (*XX12345.txt*) e rodar o programa novamente:

```
cat XX12345a.txt.novo XX12345b.txt.novo \
> XX12345.txt
```

```
./mapagps XX12345.txt
```

As coordenadas dos arquivos *Shapefile* normalmente são expressas em graus de latitude e longitude. A opção *'-u'* faz com que as coordenadas dos *Shapefiles* sejam lidas como metros no sistema UTM. Assim, para ler um *Shapefile* com coordenadas planas, deve-se usar essa opção:

```
./mapagps -u XX12345.shp
```

É bom lembrar que, nesse caso, pode ser necessário especificar um parâmetro para a opção *'-u'*, caso a zona UTM do *Shapefile* não seja a *22S*.

Tipos de croqui

O croqui gerado no arquivo *PDF* pode ser ajustado de algumas maneiras. Primeiro, é possível alterar o tamanho do texto e a espessura das linhas do gráfico através da opção *'-e'*, seguida de um número que indica o fator de escala a ser usado (o valor padrão é 1). O valor dessa escala irá multiplicar o tamanho dos elementos do gráfico. Por exemplo, podem-se gerar gráficos com texto e linhas 50% menores ou 50% maiores, conforme a Figura 10, com:

```
./mapagps -e0.5 RS00000.txt
./mapagps -e1.5 RS00000.txt
```

Também é possível controlar quais elementos serão impressos no gráfico, através da opção *'-g'*, que deve ser seguida de um número, indicando quais elementos serão impressos. Os elementos do gráfico, com os respectivos valores da opção *'-g'*, são:

- 1: Eixos e escala X e Y, em metros
- 2: Título do gráfico, que consiste no nome do cadastro e a sua área total
- 4: Contorno dos setores, em preto
- 8: Código dos setores, no formato *V.S* (vinhedo setor)
- 16: Contorno dos vinhedos, em verde (ou vermelho, em caso de erro)
- 32: Número de ordem de coleta dos pontos, em azul

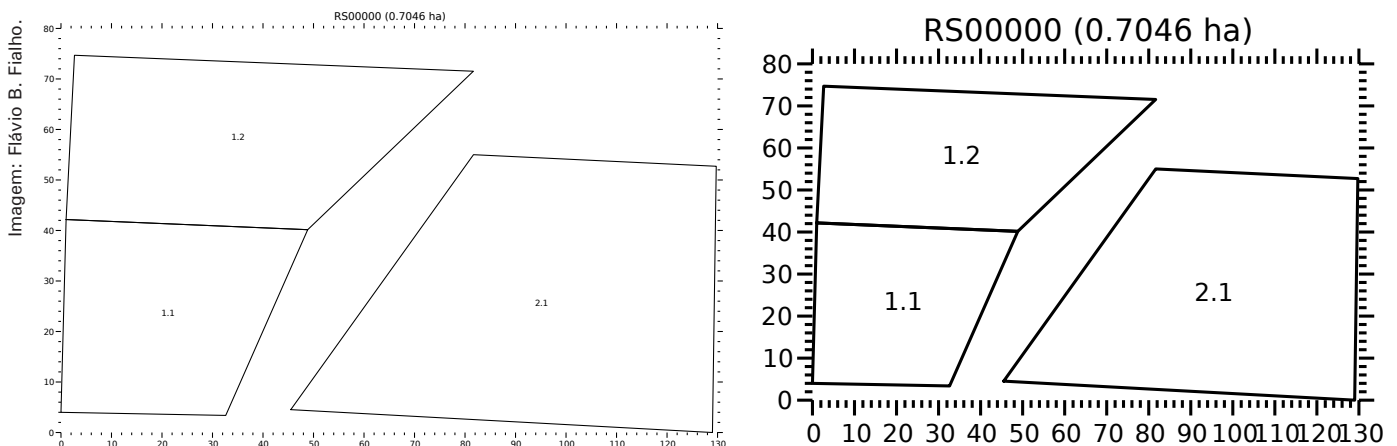


Fig. 10. Croquis em diferentes escalas, dadas pelas opções *'-e0.5'* (esquerda) ou *'-e1.5'* (direita).

Esses elementos são mostrados individualmente na Figura 11. O valor a ser usado na opção '-g' é a soma dos valores dos elementos da lista acima. Para imprimir todos os elementos possíveis, o valor deve ser $1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 = 63$, devendo-se assim usar a opção '-g63':

```
./mapagps -g63 RS00000.txt
```

O valor padrão para a geração do croqui é '-g15'. Entretanto, caso ocorra algum erro no processamento do cadastro, todos os elementos são mostrados, como se a opção '-g63' tivesse sido usada. Além disso, o título aparecerá em vermelho, bem como o contorno dos vinhedos e setores onde foi identificado erro. Um exemplo dessa situação é mostrado na Figura 12, em que ocorreu um erro no

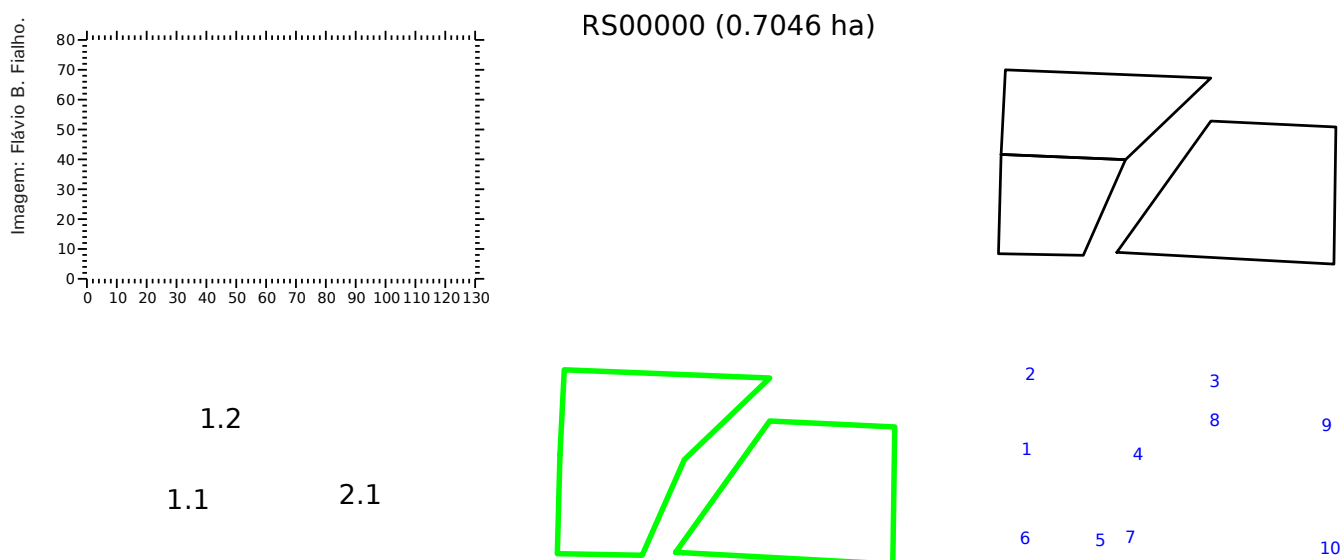


Fig. 11. Elementos que compõem os croquis, mostrados separadamente: eixos (1), título (2), setores (4), código dos setores (8), vinhedos (16), número dos pontos (32).

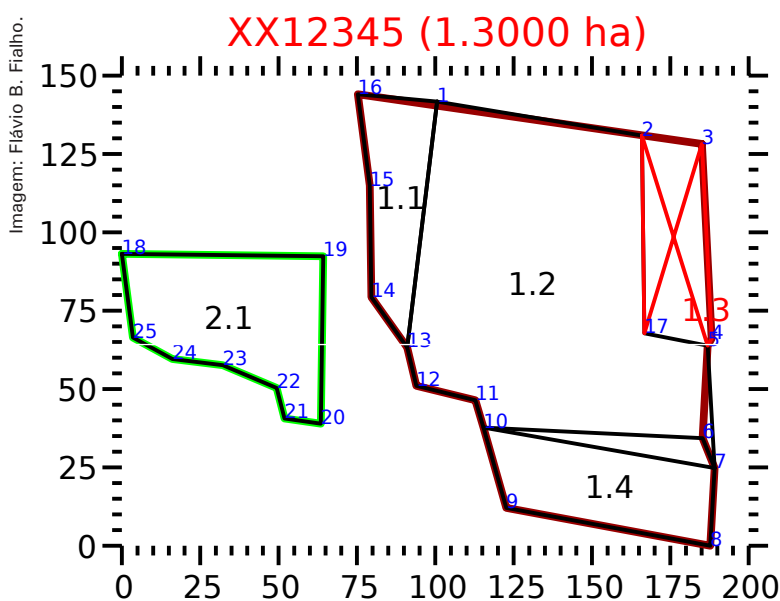


Fig. 12. Exemplo de croqui de cadastro com erro, mostrando todos os elementos gráficos, em que o título e o vinhedo com erro, à direita, são mostrados em vermelho.

ordenamento do setor '1.3' e, conseqüentemente, aquele setor, o vinhedo '1' e o nome do cadastro aparecem em vermelho. Como não houve erros no vinhedo '2', ele aparece com contorno verde. Nota-se também que o número de ordem de coleta dos pontos aparece em azul, para facilitar a correção do arquivo.

Ajustes nos dados

Na maioria dos casos, o programa MapaGPS ordena corretamente os pontos lidos de um arquivo *TXT*. Entretanto, em alguns casos, podem ocorrer erros no processamento dos dados coletados a campo. Isso pode ocorrer por erros simples no arquivo de dados, facilmente corrigíveis, por uma sequência de pontos difícil de ser ordenada ou, em raros casos, por uma situação particularmente problemática. Para solucionar esses problemas, os ajustes necessários, descritos a seguir, podem ser feitos editando o arquivo *TXT* com qualquer editor de texto, lembrando-se sempre de gravar o arquivo no mesmo formato *TXT*.

Devido às diferenças na forma de processamento dos dados e no algoritmo de ordenamento, alguns truques usados na versão anterior do MapaGPS para ordenar os pontos não funcionam na versão 2.0. Em particular, a duplicação de linhas e alteração da nomenclatura de pontos terá um efeito diferente. Ainda assim, a maioria dos arquivos *TXT* que rodavam corretamente na versão anterior deve ser processada sem erros na nova versão.

Erros no arquivo de dados

Essa é a situação mais fácil de ser resolvida, bastando localizar os erros e corrigi-los. Os seguintes pontos devem ser observados:

- Conferir erros de sintaxe no arquivo. Nesse caso, geralmente o MapaGPS emite a mensagem de aviso "*Erro lendo campos da linha*" e avisa qual linha de qual arquivo está com erro, facilitando a sua localização. Alguns erros comuns são o uso de vírgula ao invés de ponto para separar decimais, campos incorretos e falta ou excesso de campos. Outro erro que pode acontecer é omitir o sinal negativo na frente das coordenadas *latlong*. A longitude no Brasil é sempre negativa e, a menos que o vinhedo esteja no hemisfério

norte (o que é raro), a latitude também será negativa. Se o croqui gerado no arquivo *PDF* estiver em branco, geralmente essa é a causa do problema.

- Conferir a nomenclatura dos pontos. O padrão de nomenclatura dos pontos é o número do vinhedo, um ponto ('.') e os códigos dos setores que se ligam àquele ponto, sendo que a área externa e as áreas internas sem vinhedos são consideradas como parte do setor '0'. A nomenclatura dos pontos é a base do algoritmo de ordenamento dos pontos. Se algum ponto estiver com o nome errado, é praticamente certo que o ordenamento dos pontos irá falhar.
- Verificar se todos os pontos de linha do mesmo trecho estão juntos, bem como verificar se estão separados de outros pontos com a mesma nomenclatura, porém de trechos diferentes. Essa restrição é bastante enfatizada por FIALHO et. al. (2005) na especificação da metodologia de georreferenciamento. Não seguir essa regra geralmente resultará em erros nos traçados dos vinhedos. É aceitável que a ordem de medida a campo não siga essa regra, desde que a ordem dos pontos no arquivo *TXT* seja corrigida antes de processar os dados. Em alguns casos, o programa pode até ordenar corretamente os pontos mesmo que essa regra não seja seguida, mas essa prática não é recomendada. Uma exceção ocorre quando o vinhedo possui apenas um setor e todos os pontos têm a mesma nomenclatura, pois o último ponto obrigatoriamente ficará separado do primeiro, no arquivo.

Padronizando a ordem dos pontos

Em algumas situações, o programa pode ter dificuldade de ordenar pontos numa determinada sequência. Nesse caso, pode-se mudar a ordem das linhas dentro do arquivo *TXT*, de forma a reordenar os pontos. Como o programa MapaGPS processa cada vinhedo separadamente, a ordem de pontos dos vinhedos que não estiverem com problema pode permanecer inalterada, bastando reordenar os vinhedos em que ocorreu algum erro. Na maioria dos casos, a situação se resolve ao reordenar os vinhedos com erro da seguinte forma:

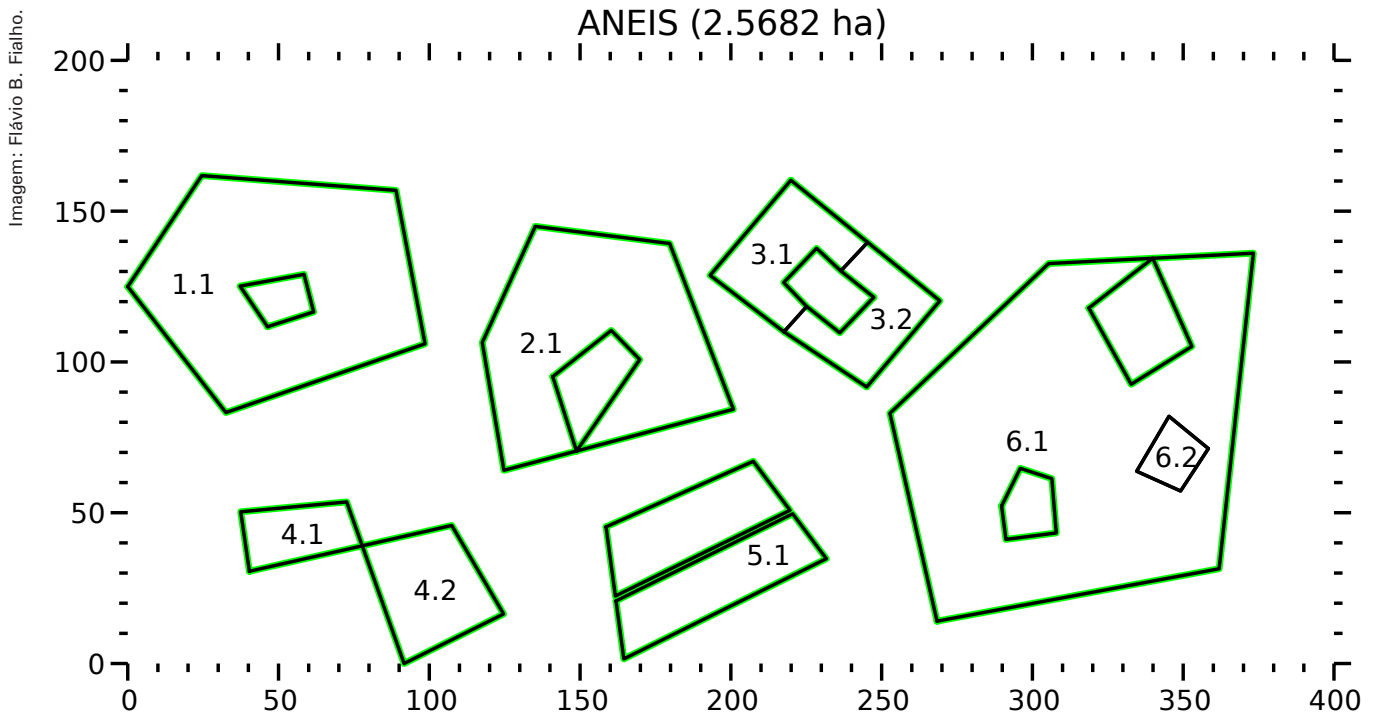


Fig. 13. Exemplo de vinhedos e setores com mais de um polígono. Os vinhedos 1 a 5 possuem dois polígonos cada e o vinhedo 6 possui três. Os setores 1.1, 2.1 e 5.1 possuem dois polígonos, o setor 6.1 possui quatro e os demais possuem um único polígono.

- Verificar a existência de setores com mais de um polígono. Um **polígono** é uma sequência de pontos fechada seguindo o contorno de um setor, conforme a Figura 13. Geralmente, há apenas um polígono por setor, mas pode acontecer de haver uma “ilha” dentro do setor, contendo outro setor ou algo que não seja vinhedo. Na Figura 6, são apresentadas algumas situações de setores com mais de um polígono. O setor ‘1.1’ possui uma “ilha” sem videiras dentro do vinhedo. O setor ‘2.1’ apresenta a mesma situação, mas o polígono interno está unido ao externo por um único ponto. Os setores ‘3.1’ e ‘3.2’ possuem apenas um polígono cada um, mas o contorno do vinhedo ‘3’ (que corresponde ao setor ‘3.0’) possui dois polígonos, porque a ilha formada entre os setores ‘3.1’ e ‘3.2’ não possui videiras. Os setores ‘4.1’ e ‘4.2’ possuem apenas um polígono cada, mas estão unidos por um único ponto, o que faz com que o contorno do vinhedo (o setor ‘4.0’) tenha dois polígonos externos. O setor ‘5.1’ apresenta uma situação um pouco irregular, em que o setor é composto de duas partes completamente separadas, que deveriam ser vinhedos diferentes, mas que, por algum motivo, foram cadastradas como um setor único (possivelmente as duas partes tenham as mesmas características e estejam apenas separadas por uma estrada). O setor ‘6.1’ possui quatro polígonos (uma condição extremamente rara), sendo dois internos sem videiras, um interno contendo o setor ‘6.2’ e um externo. O contorno do vinhedo ‘6’ (setor ‘6.0’), formado pelos setores ‘6.1’ e ‘6.2’, possui três polígonos. Vinhedos que tenham setores com mais de um polígono são mais difíceis de ordenar.
- Caso não haja setores com mais de um polígono, reordenar os pontos do vinhedo da seguinte forma: Começar por um ponto de canto externo, ou seja, um ponto que esteja ligado ao setor ‘0’ e a pelo menos dois outros setores. Seguir o contorno do vinhedo adicionando os pontos em ordem. Finalmente, adicionar os pontos internos, que não estejam ligados ao setor ‘0’, de preferência seguindo as linhas que dividem setores.
- Caso haja setores com dois polígonos ligados por apenas um ponto (como nos vinhedos ‘2’ e ‘4’ da Figura 13), começar pelo ponto em comum,

seguir o contorno do primeiro polígono, repetir o ponto em comum, seguir o contorno do segundo polígono e repetir novamente o ponto em comum no final. Por último, adicionar os pontos que não fazem parte dos polígonos.

- Caso haja setores com mais de um polígono sem um ponto em comum (como nos vinhedos '1', '3' e '5' da Figura 13), começar por um dos pontos de um dos polígonos e seguir o contorno até repetir o ponto. Em seguida, fazer o mesmo com os demais polígonos. Caso seja possível ligar os polígonos por meio de uma divisão entre setores (como no vinhedo '3'), escolher uma das ligações e começar a sequência dos polígonos preferencialmente pelos pontos situados na divisão escolhida. Ao final, adicionar os pontos que não fazem parte dos polígonos.
- Preferencialmente, iniciar pelo polígono externo, que define o perímetro do vinhedo, e depois adicionar os pontos dos polígonos internos dos setores.
- Preferencialmente, registrar os polígonos externos no sentido do relógio e os internos no sentido oposto. Apesar disso não ser obrigatório, essa é a forma usual de representar os polígonos.
- Preferencialmente, apenas um ponto em cada polígono deve ser duplicado, e apenas nos setores com mais de um polígono. Nesses casos, a ordem dos pontos do polígono deve começar e terminar pelo ponto duplicado.

Vinhedos com erros mais complexos

Os procedimentos acima resolverão a grande maioria dos problemas que ocorrerem. Em poucos casos, entretanto, isso pode não ser suficiente, especialmente na presença de setores com mais de um polígono. Nesses casos, é necessário um processo de tentativa e erro para conseguir ordenar vinhedos problemáticos. Pode ser útil executar o programa MapaGPS com as opções '-v', '-vv' ou '-vvv' para aumentar o nível de verbosidade e entender melhor como o programa está posicionando os pontos e os erros que estão ocorrendo. Os passos abaixo podem ser seguidos, em ordem, parando no momento em que o erro for corrigido:

- Girar, inverter ou reordenar polígonos: Se a sequência não funcionar e o setor com problema for parte de um polígono fechado (em que o primeiro ponto foi repetido no final, uma possibilidade é girar os pontos do polígono, ou seja, remover o primeiro ponto (que está duplicado no final) e duplicar o segundo ponto (que agora passou a ser o primeiro) no final do polígono. Isso pode ser feito quantas vezes for necessário. Outras possibilidades são inverter a ordem de um ou mais polígonos (trocando o primeiro ponto pelo último, o segundo pelo penúltimo e assim em diante), mudar a ordem dos polígonos (colocando o polígono interno primeiro e o externo depois) ou combinações dessas três técnicas.
- Mover pontos problemáticos: O algoritmo de ordenamento dá preferência para a ligação de pontos que estão imediatamente em sequência no arquivo. Assim, pode-se forçar a ligação entre dois pontos A e B colocando, no arquivo, o ponto A imediatamente antes ou depois do ponto B.
- Remover os pontos opcionais: A repetição do último ponto do último polígono do setor é opcional e, em alguns casos, a sua remoção pode ajudar o programa na resolução do problema.
- Colocar um polígono dentro do outro: Às vezes, para conseguir mapear vinhedos especialmente problemáticos, com setores com dois ou mais polígonos, pode-se ordenar os pontos de uma forma diferente, traçando parte do polígono externo, depois todo o polígono interno e finalmente o restante do polígono externo. Para isso, deve-se começar com um ponto 'A' externo e percorrer parte do polígono até um ponto 'B' que esteja ligado a um ponto 'C' do polígono interno por apenas um segmento. Após esse ponto, deve-se continuar pelo ponto 'C' e percorrer todo polígono interno na direção oposta, até repetir o ponto 'C'. Em seguida, deve-se repetir o ponto 'B' e percorrer a outra parte do polígono externo até chegar novamente ao ponto 'A'. Em alguns casos, pode ser necessário inverter a lógica e começar com o polígono interno.

- Renomear pontos: Em raros casos, pode ser necessário renomear pontos, removendo algum setor do nome de um ponto duplicado. Por exemplo, um ponto denominado '1.012' pode estar duplicado (ou até triplicado) no arquivo, para que o setor '0' seja mapeado corretamente. Entretanto, a duplicação pode estar interferindo no processamento do setor '1'. Nesse caso, pode-se renomear um dos pontos duplicados para '1.02', efetivamente removendo a duplicação no setor '1' (mas não nos demais). Quando o arquivo for processado, os dois pontos serão fundidos e o código final voltará a ser '1.012', para o processamento. Entretanto, o ponto ficará registrado apenas uma vez no setor '1'. Se for usada a opção '-t', o novo arquivo TXT gerado não irá funcionar corretamente nesses casos, pois todos os pontos voltarão à nomenclatura correta. O uso dessa técnica deve ser evitado, mas é um recurso possível de se utilizar excepcionalmente, quando nenhuma outra ordem de pontos funcionar.

Erros não detectados

Em alguns vinhedos, é possível que o programa MapaGPS não encontre erros, mas o croqui não esteja de acordo com o verificado no campo. Nesses casos, podem-se usar as mesmas técnicas já descritas para reordenar os pontos do arquivo, ajustando o arquivo de entrada até que o croqui do arquivo PDF esteja satisfatório.

Teste do programa

Para testar a praticidade do uso do programa, um grande número de cadastros medido a campo foi processado pelo programa, sem qualquer alteração prévia nos dados brutos. O objetivo desse teste foi verificar qual a proporção de acerto do programa, se for seguida corretamente a metodologia.

A nova versão do programa MapaGPS foi testada em 2761 cadastros, dos quais 67 (2,4%) continham setores com dois ou mais polígonos e 2694 (97,6%) possuíam apenas setores com um polígono. Desses últimos, 2503 cadastros (92,9%) foram processados sem erro na primeira execução do programa, 20 (0,7%) precisavam apenas de ajuste nos erros de sintaxe, 132 (4,9%) não estavam com os pontos de linha do mesmo trecho em sequência, 37 (1,4%)

foram processados corretamente após padronizar a ordem dos pontos e em apenas 2 cadastros (0,1%) foi necessário alterar a sequência de pontos. Dos 67 cadastros contendo setores com mais polígonos, 13 (19%) foram processados sem erro na primeira execução do programa, 39 (58%) foram processados corretamente após padronizar a ordem dos pontos e 15 (22%) necessitaram de processamento mais complexo.

No total, 2516 cadastros (91,1%) foram processados corretamente sem necessidade de qualquer ajuste, 152 (5,5%) continham erros metodológicos e foram processados normalmente após a correção desses erros, 76 (2,8%) precisaram ter a ordem dos pontos padronizada conforme descrito anteriormente e apenas 17 (0,6%) necessitaram de uma análise mais trabalhosa. Assim, após corrigidos os erros simples (de sintaxe e metodologia), a taxa de sucesso do programa MapaGPS ficou em 96,6%, que foi considerada satisfatória.

Conclusões

O software MapaGPS complementa a metodologia de georreferenciamento do Cadastro Vitícola e pode ser usado para facilitar o processo de mapeamento das propriedades. Pode também ser utilizado para outros cadastros agrícolas, além do vitícola, em que seja interessante manter um registro georreferenciado dos lotes.

Entre os benefícios do seu uso estão a simplificação do trabalho no campo, o ordenamento automático dos pontos, a integração com o Cadastro Vitícola, a facilidade de conversão entre arquivos de diferentes formatos e a geração de um croqui dos vinhedos. Este último pode ser usado diretamente pelos produtores, para auxiliar no planejamento e administração da propriedade.

Os dados georreferenciados para delimitação dos vinhedos podem ser obtidos por levantamento com GPS no campo ou desenhados sobre imagens aéreas, usando software de GIS. O MapaGPS facilita, ainda, misturar as duas técnicas, podendo ser usado para combinar dados de mais de uma fonte. O software e seu código fonte estão disponíveis para download no site da Embrapa de forma livre e gratuita.

Referências

FIALHO, F.B.; MELLO, L.M.R. de; GUZZO, L.C. **Metodologia de georreferenciamento do Cadastro Vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 26p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 50). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/busca-de-publicacoes/-/publicacao/541449/metodologia-de-georreferenciamento-do-cadastro-viticola>>. Acesso em: 30/06/2016.

IBGE. **Resolução 22/83 de 21 de julho de 1983**. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/bservico1602.pdf>>. Acesso em: 15/12/2015.

IBGE. **Resolução 23/89 de 21 de fevereiro de 1989**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/rpr_2389.pdf>. Acesso em: 15/12/2015.

IBGE. **Resolução 01/2005 de 25 de fevereiro de 2005**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 15/12/2015.

IOPG. **EPSG Geodetic Parameter Registry**. Disponível em: <<http://www.epsg-registry.org/>>. Acesso em: 15/12/2015.

ESRI. **ESRI Shapefile Technical Description: An ESRI Whitepaper**. 1998. Disponível em: <<https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: 30/06/2016.

OPENSTREETMAP. **OpenStreetMap**. Disponível em: <<http://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: 30/06/2016.

Circular Técnica, 131

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-Executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Cristiane Turchet*
Normalização: *Rochelle Martins Alvorcem*