

Atualização do Mapa Municipal do IBGE em SIRGAS2000

Fabiana Silva Pires de Castro, M.Sc. ¹
Miriam Mattos da Silva Barbuda, M.Sc. ²
Leonardo Castro de Oliveira, D.E. ³

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ^{1,2}
Diretoria de Geociências – Coordenação de Cartografia – CCAR
Avenida Brasil 15.671 – Parada de Lucas
CEP 21241-051 - Rio de Janeiro – RJ
fabianasp@ibge.gov.br ¹
mbarbuda@ibge.gov.br ²

IME – Instituto Militar de Engenharia ³
Seção de Ensino de Engenharia Cartográfica – SE/6
Praça General Tibúrcio 80 - Urca
CEP 22290-270- Rio de Janeiro – RJ
leonardo@ime.eb.br³

Resumo: O Brasil, mais uma vez, atravessa um momento singular na Geodésia. A partir de 06/01/2005, com a assinatura do Decreto n.º 01/2005, passa o país a conviver, num período não inferior a 10 anos, com os referenciais SAD69 (*South American Datum of 1969*), este desde 1979, e SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) tanto para as atividades geodésicas quanto cartográficas, aceitando-se também o Córrego Alegre para as atividades cartográficas. Dentro desse contexto, o presente trabalho utilizou o produto mapa municipal do IBGE como objeto de estudo. Este produto é de significativa relevância às atribuições da instituição, pois oferece suporte às atividades de censo e ao monitoramento da divisão político-administrativa municipal. A pesquisa apresenta a metodologia utilizada para conversão do Mapa Municipal de Petrópolis – RJ de SAD69 para SIRGAS2000, utilizando os parâmetros oficiais fornecidos pelo IBGE. Após sua conversão, levantamentos de campo com receptores GPS de navegação foram realizados e estes inseridos diretamente em WGS84 ao mapa municipal em SIRGAS. Ao final, testes para a verificação do afastamento obtido entre as feições presentes no mapa municipal e as mesmas atualizadas foram realizados. Os resultados indicam a possibilidade futura de adoção da metodologia desenvolvida.

Palavras chaves: Atualização Cartográfica, Mapa Municipal, SIRGAS2000.

Abstract: Once again, Brazilian geodesy lives a singular moment in its history. With approve of the decree n.º. 5334/2005 of 06/01/2005, the country starts a transition period of at least 10 years coexisting two references, SAD69 (South American Datum of 1969) and SIRGAS2000 (Geocentric Reference System for Americas), even to cartographic and geodesic activities, accepting Córrego Alegre to cartographic ones. Within this context, this research used the municipal map of IBGE as objective of study. This product has significant relevance to the attributions of IBGE, as it offers support to the activities of census and to monitor the municipal political administrative boundaries. This research presents the methodology used to convert the municipal map of Petrópolis – RJ in SAD69 to SIRGAS2000, using the official parameter supplied by IBGE. After its conversion, land surveys using navigation GPS technology were realized and incorporated in the municipal map in SIRGAS. At the end, tests to verify the difference between the features in this and those updates were done. The results indicate the future possibility in using this methodology developed.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, nas décadas de 50 até 70, o referencial geodésico oficialmente adotado era o Córrego Alegre, que tem como superfície de referência o elipsóide Internacional de Hayford de 1924 e como ponto origem o vértice Córrego Alegre. A partir de 1979, o referencial adotado oficialmente para trabalhos geodésicos e cartográficos desenvolvidos no Brasil passou a ser o SAD69 - *South American Datum of 1969*. Ele utiliza o elipsóide de Referência Internacional de 1967 - GRS67 - aceito pela Assembléia Geral da Associação Geodésica Internacional no ano de 1967, em Lucerne, Suíça, o qual foi admitido como sendo a superfície geométrica que melhor se adaptava ao continente sul americano (IBGE, 2000).

Com o avanço das tecnologias de navegação e mensuração, o uso do GPS - *Global Positioning System* / Sistema de Posicionamento Global - tem se tornado freqüente em levantamentos geodésicos. Com este sistema de posicionamento consegue-se obter coordenadas com precisões, que podem variar entre o milímetro até dezenas de metros, atendendo, desta forma, se não a totalidade, a maioria dos usuários. Também pode ainda ser obtida a direção, velocidade, distância e tempo. O GPS utiliza como sistema de referência o WGS84 - *World Geodetic System of 1984*, de concepção geocêntrica. Portanto, apresenta diferenças em relação aos referenciais existentes associados a uma figura da Terra não geocêntrica, como é o caso, por exemplo, do SAD69. Devido à possibilidade de precisão milimétrica fornecida pelas novas técnicas de posicionamento e ao emprego de sistemas de coordenadas de concepção geocêntrica, a forma como um Sistema Geodésico de Referência - SGR - é definido e realizado tem sido refinada de modo a possuir precisão e características compatíveis com as atuais tecnologias. No Brasil, o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - e instituições parceiras desenvolvem estudos para a mudança do Referencial Geodésico Brasileiro, desde a definição do novo sistema até os impactos que a mudança acarreta.

A fim de acompanhar o desenvolvimento tecnológico para o posicionamento geodésico, o refinamento dos sistemas de referência e a mudança que vem ocorrendo em outros países, o Brasil, mais uma vez, atravessa um momento singular na Geodésia. A partir de 25 de Fevereiro de 2005, com a assinatura da Resolução n.º 1/2005 pela Presidência do IBGE, fica definido como novo sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB - e para o Sistema Cartográfico Nacional - SCN - o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, em sua realização no ano de 2000 - SIRGAS2000. A realização refere-se à época de referência do sistema. Desta forma, passa o país a conviver, num período não inferior a 10 anos, com os referenciais SAD69 e SIRGAS2000, tanto para as atividades geodésicas quanto cartográficas, sendo também aceito o Córrego Alegre para as atividades cartográficas (IBGE, 2005). Conforme a Resolução do IBGE n.º 1/2005, o sistema de referência é denominado SIRGAS2000. Porém, esta é a mesma denominação adotada para referir a realização do sistema. Portanto, neste trabalho será utilizado SIRGAS no sentido de sistema de referência e SIRGAS2000 para sua realização.

É esperado que o mapeamento existente seja convertido dentro do período de transição. A conversão dos documentos cartográficos durante o período de transição proporciona algumas vantagens e facilidades aos usuários, como por exemplo, a compatibilidade imediata dos dados GPS com os documentos cartográficos em SIRGAS, o aproveitamento dos dados de outras fontes em SIRGAS, a facilidade de troca de informações junto aos projetos e grupos de trabalho sobre a mudança do referencial.

O avanço tecnológico também ocorreu no produto Mapa Municipal do IBGE, o qual passou a ser produzido em ambiente digital, a partir do Censo de 2000 e atualizado com receptores GPS do tipo navegação. Os mapas municipais têm como finalidade o conhecimento da realidade física e territorial com vistas a subsidiar o planejamento e gestão do território, sendo um insumo para qualquer fase do desenvolvimento sócio-econômico de um país. Estes também são utilizados para dar suporte às atividades de coleta e disseminação de pesquisas do IBGE. Quando transformado em mapa municipal estatístico, apresentam a divisão dos setores censitários. Logo, este tipo de produto tem papel fundamental na coleta de dados no Censo Agropecuário e Demográfico, auxiliando no adequado dimensionamento do volume e custos da operação de coleta censitária, fornecendo aos recenseadores o reconhecimento de sua unidade de trabalho, evitando-se a ocorrência de omissões e/ou duplicidades que podem colocar em risco a operação censitária. Apresentam também o papel de síntese territorial na divulgação dos resultados do Censo (SANTOS et. al., 1999).

A operação do Censo Demográfico ocorre decenalmente em ano com final 0. Já o Censo Agropecuário é previsto para ocorrer em ano com final 5. Desta forma é necessário um retrato atual do território a fim de dimensionar ambas as operações, bem como o planejamento de custos e a distribuição de recursos, garantindo o recobrimento completo do espaço territorial que a operação censitária exige.

Os mapas municipais digitais são compostos por arquivos vetoriais e matriciais. Os arquivos vetoriais contêm o limite municipal, intramunicipal e as atualizações de campo realizadas com GPS. O limite municipal é obtido através da malha municipal digital, oriunda do mapeamento sistemático, no qual foram traçados os limites dos municípios estabelecidos por legislação e estes posteriormente digitalizados, formando a malha municipal digital em SAD69. Os arquivos matriciais que compõem os mapas municipais contêm os acidentes naturais e artificiais, toponímia e rede de coordenadas. Estes arquivos foram georreferenciados no sistema das folhas do mapeamento sistemático, que é a base para este mapeamento. Portanto, as folhas que não estão no sistema SAD 69 já passaram por uma transformação de sistema geodésico. Desta forma, tanto os arquivos vetoriais quanto matriciais sofrerão uma nova transformação de sistema de referência, agora para SIRGAS.

2 MAPA MUNICIPAL EM SIRGAS2000

Dado o início do período de transição, os 3 parâmetros de translação adotados pelo IBGE para conversão entre SAD69 e SIRGAS foram disponibilizados. A solução para a conversão baseada em modelagem de distorções é ainda inexistente. Desta forma, a partir dos resultados obtidos com a metodologia atual é indicado futuramente testes comparando as soluções sem e com a modelagem de distorções. Em função dos resultados encontrados, será possível obter indicadores com respeito ao emprego ou não dessa nova metodologia baseada em modelagem de distorções na conversão dos mapas municipais.

O SIRGAS é um sistema geodésico que atende aos requisitos de um CTS - *Conventional Terrestrial System*, que tem como referência atualmente o ITRS - *International Terrestrial Reference System*. Adota o elipsóide de revolução GRS80 - *Geodetic Reference System of 1980*, cuja origem coincide com o centro de massa da Terra. Para fins cartográficos, a realização atual do WGS84, o WGS84 (G1150) - onde o "G" indica o uso da tecnologia GPS e "1150" refere-se à semana GPS desta solução (NIMA, 1997), possui características muito semelhantes ao ITRF2000 - *International Terrestrial Reference Frame*, que é a última realização do ITRS, podendo ser considerada equivalente a ela. Como a realização SIRGAS2000 nada mais é do que uma densificação do ITRF2000 nas Américas (IBGE, 2000), conclui-se que existe também equivalência entre as realizações SIRGAS2000 e WGS (G1150). A diferença entre coordenadas de um mesmo ponto referido aos dois sistemas - WGS84 e SIRGAS - está estimada em algo inferior a 5 centímetros (FIG. 1), valor este que varia em função da região de interesse. Desta forma, os levantamentos GPS em WGS84 podem ser incorporados aos documentos cartográficos em SIRGAS sem a necessidade de transformações entre referenciais geodésicos. Porém, fatores como a escala do documento cartográfico, bem como a qualidade das observações e das coordenadas estimadas tem de ser considerada.

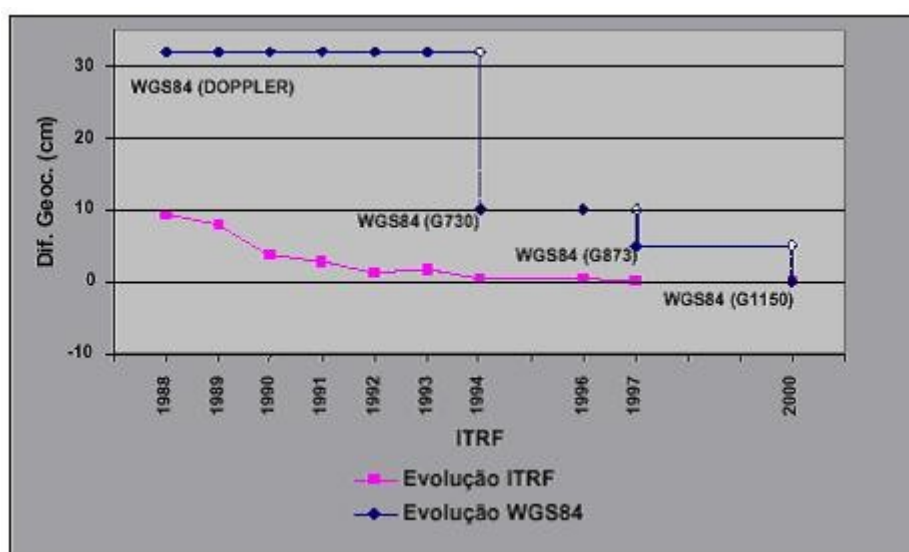
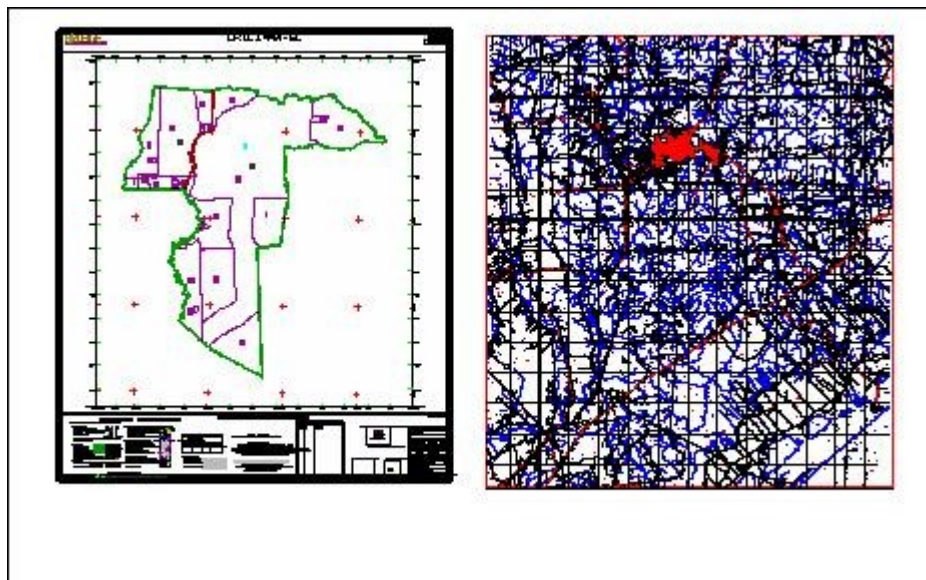


FIG. 1 Diferenças entre coordenadas ITRF e WGS84
Fonte: (IBGE, 2003)

Para converter os mapas municipais de SAD69 para SIRGAS foram utilizados os softwares *MicroStation95*, *IRAS B - Image/Raster B* - e como núcleo estrutural o MGE - *Modular GIS Environment*, o mesmo utilizado pelo *SisCart2.8.0*. No MGE, os respectivos módulos *MGE Basic Nucleus*, *MGE Coordinate System Operations* e *MGE Project Manager* foram necessários no processo de conversão. O MGE é um software da INTERGRAPH que permite adquirir, armazenar, analisar e visualizar dados, funcionando como um sistema de gestão de base de dados espaciais. Fornece um conjunto de funções para integração da informação espacial e alfanumérica num só sistema e funciona num ambiente integrado com o *MicroStation95*. O aplicativo *IRAS/B* permite a manipulação de imagens no formato matricial. Logo, como o mapa municipal é composto por arquivos matriciais e vetoriais, a manipulação de ambos ficou garantida com a utilização dos softwares anteriormente descritos.

Os arquivos matriciais que compõem o MM são oriundos da digitalização de todos os originais cartográficos do mapeamento sistemático produzidos pelo IBGE e DSG. Desta forma, os originais foram transformados para o ambiente digital via processo de digitalização matricial e, portanto, armazenados também no formato matricial. Posteriormente, os três arquivos matriciais referentes aos fotolitos preto, azul e vermelho (FIG. 2b) foram georeferenciados em SIRGAS. O fotolito azul corresponde à hidrografia, o preto representa a malha viária, localidades e grade de coordenadas, sendo que o vermelho representa as áreas urbanas e principais rodovias. Sugestão: deixar tudo junto referente aos arquivos matriciais.

No que se refere aos arquivos vetoriais, inicialmente foi convertido o arquivo contendo o contorno do município, os limites intramunicipais e os setores censitários, oriundos da malha municipal (FIG. 2a), e em seguida a moldura do município. Desta forma foi possível compor o mapa municipal completo em SIRGAS2000 (FIG. 3).



(a)

(b)

FIG 2 Mapa Municipal: informações vetoriais (a) e matriciais (b) do município de Criciúma/SC

Maiores detalhes sobre a conversão do mapa municipal para SIRGAS2000 podem ser encontradas em PINTO (2006).

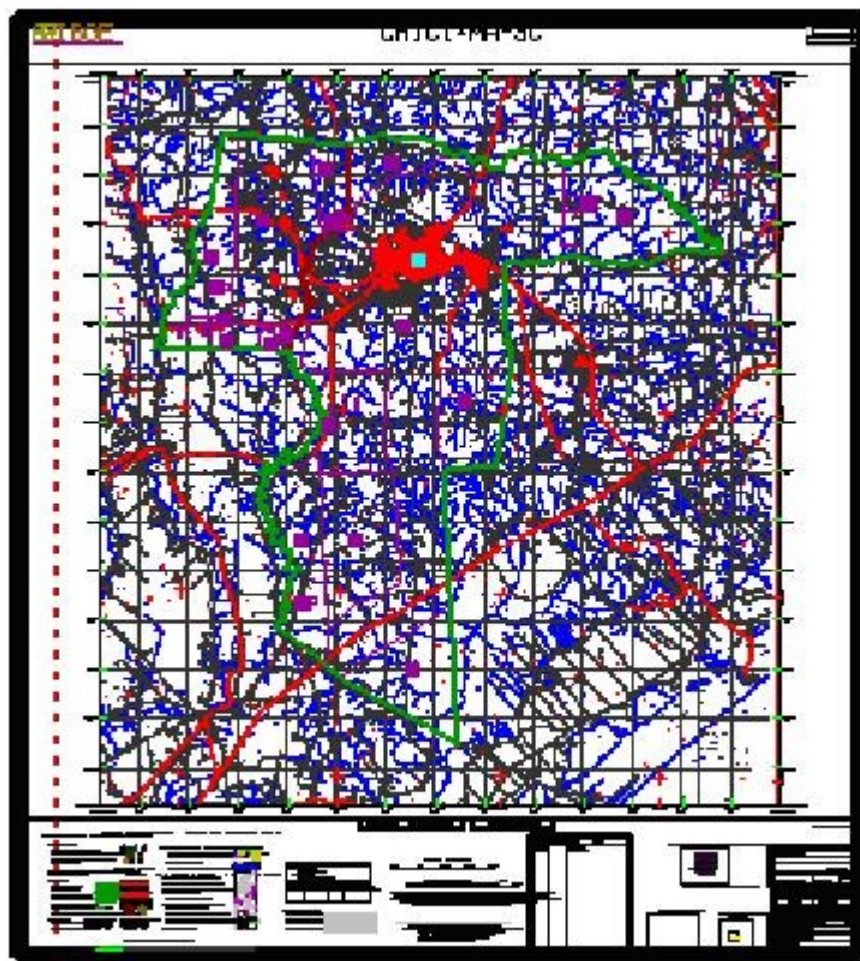


FIG 3 Mapa Municipal completo de Criciúma em SIRGAS2000.

3 ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

A atualização dos mapas municipais é realizada através do Sistema de Atualização Cartográfica - SisCartAT, o qual é um aplicativo do Sistema de Cartografia Automatizada - SisCart2.8.0 e tem como objetivo promover a atualização dos mapas municipais, através de atualizações de gabinete e levantamentos de campo com receptores GPS. Esta atualização objetiva a padronização das bases cartográficas e a incorporação das alterações efetivadas na paisagem geográfica introduzidas pela ocupação humana.

As atualizações - ou os elementos atualizados - do mapeamento municipal não são repassadas ao mapeamento sistemático por alguns motivos, inicialmente por ser uma atividade executada com receptores GPS do tipo navegação. Estas atualizações possuem precisão inferior em relação aos elementos constantes no mapeamento sistemático, os quais são oriundos de processos geodésicos e fotogramétricos. Logo, para a inclusão destas informações no mapeamento sistemático, estas deveriam receber um tratamento diferenciado, a fim de possibilitar a distinção entre elementos do mapa sistemático e elementos obtidos através da atualização com GPS. Embora a atualização do mapa municipal seja realizada periodicamente, pode ser considerado um processo mais econômico do que refazer as folhas do mapeamento sistemático, apesar da necessidade de deslocamento de equipes munidas de receptores GPS, bem como de carros para realizar os levantamentos, uma vez que o vôo aerofotogramétrico para produção do mapeamento sistemático, por exemplo, é mais oneroso do que o processo de atualização do mapa municipal. A atualização do mapeamento municipal como é feita atualmente é um processo

dedicado ao produto, mais simples e rápido do que refazer periodicamente as folhas do mapeamento sistemático de todo o país.

As atualizações dos mapas municipais são realizadas através das atividades de campo e de gabinete. O cadastro dos elementos atualizados é realizado no SisCartAT. Este sistema pode ser instalado em *notebook* e levado para campo para a transferência dos dados, pois não requer servidor de dados. A atualização de campo consiste basicamente na execução de duas atividades: determinação do posicionamento dos elementos com receptores GPS e levantamento da toponímia - atividade denominada de reambulação. Antes dos trabalhos de campo é realizado o planejamento em gabinete, onde são utilizados os mapas municipais estatísticos, que são os documentos básicos para a definição dos percursos das equipes em campo nos setores. Durante a atualização de campo os técnicos navegam com os mapas municipais estatísticos e os mapas de setores censitários rurais. Ao encontrar novos elementos ou alterações diversas, tanto no elemento quanto na toponímia, os técnicos locam as ocorrências destes elementos, naturais ou artificiais, com receptores GPS. Durante as atividades de campo eles também contam com a Ficha de Atualização de Gabinete - FAG, que fornece a listagem de todos os elementos de gabinete a serem confirmados em campo. As ocorrências da atualização de campo são documentadas em formulário padrão denominado Ficha de Atualização de Campo - FAC, de forma a evitar perda de dados. As informações levantadas em campo com receptores GPS são pontuais, chamadas *waypoints* (escolas, igrejas, etc.), ou contínuas, utilizando *tracklog* (estradas, caminhos, etc.), além de informações complementares descritas na FAC.

Após a etapa de campo, os dados GPS são transferidos para o SisCartAT e as informações da FAC são transcritas para formulário próprio do SisCartAT, denominado Informações do Elemento Atualizado - IEA (FIG. 4), sendo desta forma armazenadas no banco de dados do sistema. Ao transcrever os dados os mesmos são associados à categoria que correspondem, como hidrografia, vegetação, sistema de transportes, entre outras, e posteriormente são associados à feição correspondente dentro da categoria, como escola, rodovia, etc. Desta forma, os elementos coletados em campo são associados à respectiva categoria e feição e também a sua célula de representação, de acordo com os padrões adotados pela mapoteca topográfica digital do IBGE.

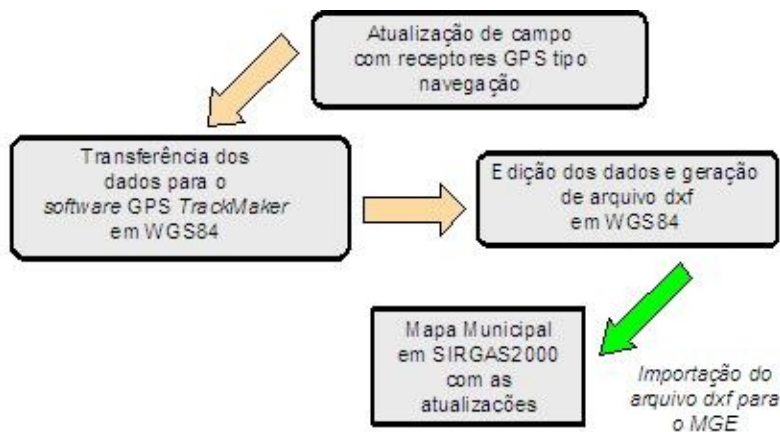
Porto	- E -	- N -
001	682779.25	7465166.61
002	682791.90	7465166.46
003	682810.37	7465152.57

FIG. 4 Ficha de Informações do Elemento Atualizado

Os elementos que não estão mais presentes em campo podem ser documentados na FAC e, posteriormente, excluídos do mapa municipal, bem como os elementos que tiveram sua toponímia ou posição geográfica alterada podem ser modificados no mapa municipal. Desta forma, o banco de dados de atualização possui informações sobre o retrato atual do município, que serão lançadas posteriormente no mapa municipal através do módulo denominado Lançamento da Atualização Cartográfica da versão 2.8.0 do SisCart. Após o lançamento, é gerado pelo sistema um arquivo *.dgn* contendo toda a atualização cartográfica do município.

4 METODOLOGIA PARA INCORPORAÇÃO DIRETA DAS ATUALIZAÇÕES DE CAMPO

A incorporação da atualização é realizada através de duas etapas. A primeira é a atualização de campo. Neste caso são coletados em campo as atualizações e alguns elementos já existentes no mapa municipal, a fim de permitir a verificação no Mapa Municipal da coincidência entre as coordenadas WGS84 e as coordenadas SIRGAS2000 transformadas. Já que uma das vantagens da adoção do SIRGAS é a possibilidade de utilizar diretamente dados GPS em WGS84, sem a necessidade de transformação entre sistemas de referência. Logo, a transferência dos dados não é realizada no SisCartAT, pois o mesmo converte toda a informação para SAD69. Logo, os dados do GPS são transferidos pelo *software* GPS *TrackMaker* em WGS84. Este software permite a comunicação bidirecional de dados entre o rastreador GPS e o computador. Isto quer dizer que os dados obtidos via GPS são transferidos para o computador como *waypoints* e *tracklogs* - linhas e trilhas. O programa GPS *TrackMaker* reconhece estes dados e possibilita ao usuário editá-los graficamente de uma maneira simplificada, bem como armazená-los em disco no formato .dxf ou realizar a transmissão dos dados para o GPS (GPS *TrackMaker*, 2005).



Na segunda etapa, de posse do arquivo dxf de atualização do município, o mesmo é importado diretamente para o mapa municipal em SIRGAS2000 sem a transformação do sistema de referência. Então, tem-se o mapa municipal em SIRGAS2000 e as atualizações de campo em WGS84. A metodologia adotada para a incorporação das atualizações de campo pode ser descrita conforme mostra a FIG. 5.

FIG. 5 Metodologia para a incorporação direta da atualização de campo, Fonte: (PINTO, 2006)

feições, foi utilizado o MRE - Método dos Retângulos Equivalentes. Segundo FERREIRA (1998), o MRE é um método que avalia o afastamento entre duas representações de um mesmo elemento e a geração de um indicador de não coincidência destas representações. Assim sendo, o método dos retângulos equivalentes consiste na determinação de um retângulo onde suas dimensões são parâmetros representativos do polígono construído a partir das representações existentes de uma mesma feição linear, sendo que o deslocamento médio indicará a relação de aproximação entre os elementos. A FIG. 6 sintetiza o princípio do método.

Maiores detalhes sobre o MRE podem ser encontrados na bibliografia indicada.

Foi realizado um ensaio de campo, e para este teste foi empregado um recorte do mapa municipal de Petrópolis/RJ, que passou anteriormente pela etapa de conversão do sistema geodésico de SAD69 para SIRGAS. A área da atividade de campo tem coordenadas planimétricas em sistema de coordenadas UTM, definidas pelo

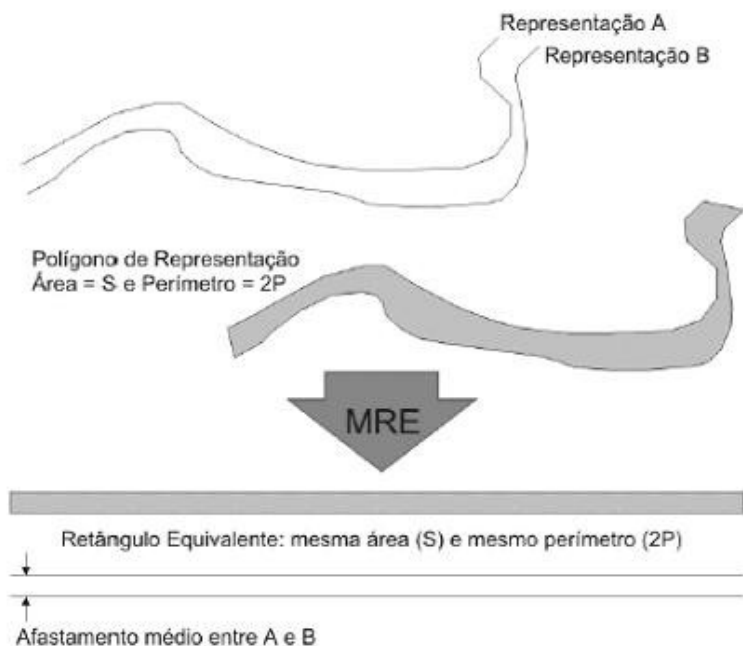


FIG. 6 Método dos Retângulos Equivalentes
Fonte: (FERREIRA, 1998)

retângulo envolvente ilustrado na FIG. 7. Dentro desta área os objetos de estudo são trechos das rodovias RJ 040 e União Indústria. Vale destacar que as coordenadas do retângulo envolvente estão em WGS84, sendo:

E1, N1 = (680000,000m, 7508.000,000m) - canto inferior esquerdo;

E2, N2 = (696000,000m, 7528.000,000m) - canto superior direito.

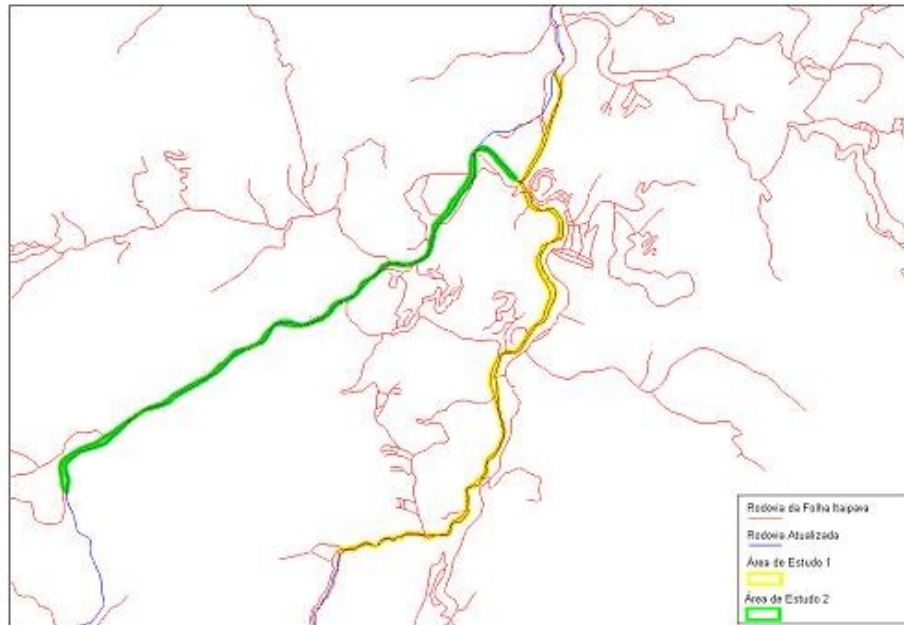


FIG. 7 Área de estudo no município de Petrópolis / RJ

5 RESULTADOS

Após o lançamento da atualização sobre o mapa municipal em SIRGAS, foi possível verificar, visualmente, a existência de um deslocamento entre o elemento existente no mapa municipal e o atualizado. A FIG. 8 mostra a representação atualizada em verde e a mesma representação existente no fotolito vermelho.

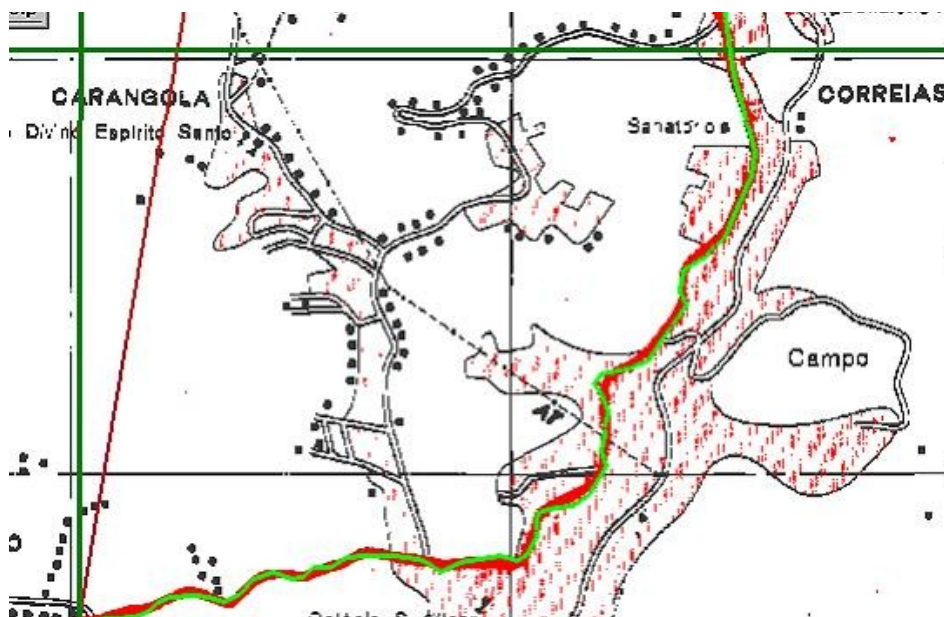


FIG. 8 Representação atualizada em campo e sua correspondente no mapa municipal

A comprovação quantitativa é realizada a partir das representações obtidas do levantamento de campo em relação à mesma representação existente no mapa municipal através da utilização do MRE - Método dos Retângulos Equivalentes. Já a comprovação qualitativa fica em função das especificações técnicas existentes para o produto em análise associadas aos valores obtidos.

Para a aplicação do MRE é necessário o cálculo da área e do perímetro do polígono formado pelos elementos lineares atualizados e os existentes no mapa municipal. Para a geração do polígono é necessário unir os extremos das linhas das duas representações. Neste caso foi necessário obter ambas as rodovias (FIG. 5) no formato vetorial, pois estas estavam presentes no mapa municipal no formato matricial. Para aplicação do método, adicionalmente teve-se de vetorizar, via MGE, a representação matricial das rodovias. Desta forma foi possível construir o polígono de representação com a rodovia vetorizada e a levantada em campo empregando GPS. Como as representações cruzavam-se em n pontos foi obtido mais que um polígono, e para estes foram realizados os cálculos de área e perímetro através do *software* MapInfo. Os valores obtidos encontram-se na TAB. 1.

TAB. 1 Área e perímetro dos polígonos da rodovia União Indústria - 01

Polígono	Área	Perímetro
01	11,64 m ²	20,93 m
02	79,70 m ²	72,92 m
03	1.288,14 m ²	295,03 m
04	1.696,18 m ²	233,71 m
05	3.266,02 m ²	349,15 m
06	9.676,63 m ²	641,06 m
07	15.997,04 m ²	1.565,72 m
08	26.858,80 m ²	2.405,99 m
09	31.123,20 m ²	2.053,31 m
10	111.469,94 m ²	5.417,75 m
11	117.073,52 m ²	5.783,32 m
12	206.500,67 m ²	6.917,49 m
13	25,18 m ²	148,08 m
Total	525.066,67m²	25.904,46m

Após a obtenção dos valores de área e perímetro, foram calculados os valores do comprimento e largura do retângulo equivalente e posteriormente o indicador de qualidade Q1. Os valores encontrados são os seguintes:

$$\begin{aligned} X2 &= 12.911,57\text{m} - \text{comprimento} \\ X1 &= 40,67\text{m} - \text{largura} \\ Q1 &= X2/X1 = 317,50 \end{aligned}$$

Conforme FERREIRA (1998), quando a relação $X2 : X1$, que corresponde ao indicador de qualidade Q1, situar-se acima de 300, é garantido que o erro relativo percentual da determinação é inferior a 1%. Aplicando ao caso do ensaio, sendo o afastamento médio igual a 40,67m, esta determinação tem erro inferior a 0,40m.

Análogo ao caso anterior, foram calculados os valores de área e perímetro dos polígonos referentes à rodovia RJ 040, como mostra a TAB.2.

Novamente, após a obtenção dos valores de área e perímetro, foram calculados os valores do comprimento e largura do retângulo equivalente e posteriormente o indicador de qualidade Q1. Os valores encontrados são os seguintes:

$$\begin{aligned} X2 &= 12.157,65\text{m} - \text{comprimento} \\ X1 &= 28,61\text{m} - \text{largura} \\ Q1 &= 424,90 \end{aligned}$$

Análogo ao caso anterior, sendo o afastamento médio igual a 28,61m, esta determinação tem erro inferior a 0,2861m.

TAB. 2 Área e perímetro dos polígonos da rodovia RJ 040 - 02

Polígono	Área	Perímetro
01	14.496,57 m ²	4.775,24 m
02	41,63 m ²	67,11 m
03	7.7941,19 m ²	4.402,31 m
04	564,45 m ²	349,53 m
05	16.188,50 m ²	989,90 m
06	18.773,90 m ²	1.306,69 m
07	23.682,59 m ²	1.756,77 m
08	4.542,96 m ²	699,37 m
09	9.162,85 m ²	684,01 m
10	928,12 m ²	280,74 m
11	9.394,71 m ²	729,95 m
12	5.591,54 m ²	662,57 m
13	8,63 m ²	26,57 m
14	123.149,83 m ²	4.986,71 m
15	43.313,60 m ²	2.492,71 m
16	83,00 m ²	162,35 m
Total	347.864,07m²	24.372,53m

Para a realização da avaliação qualitativa dos resultados obtidos foi utilizado o PEC - Padrão de Exatidão Cartográfica. Maiores detalhes sobre o PEC podem ser encontrados em BRASIL (1984). Como não existe especificação do mapa municipal ser avaliado pelo PEC, este poderá ser utilizado como um possível indicador de qualidade. O mapa municipal de Petrópolis utilizado neste estudo de caso está na escala 1:100.000. O PEC para a classe A é de 0,5mm na escala da carta. Logo, obtém-se o valor de 50m para a escala 1:100.000, que aplicado ao caso estudado, os valores encontrados de 28,61m e 40,67m atendem ao erro na escala da carta, portanto, parte dos requisitos estabelecidos pelo PEC classe ^a

6 CONCLUSÕES

Os testes realizados não permitem conclusões abrangentes nem definitivas, pois foram realizados apenas dois ensaios na mesma área. Porém, podem ser utilizados como um indicativo que o mapa municipal em SIRGAS possibilitou a utilização direta das coordenadas obtidas de receptores GPS de navegação. Isso implica, no futuro, após a realização de um número maior de ensaios com uma amostra de folhas adequada, em um menor esforço computacional devido a não necessidade de conversão do sistema de referência dos arquivos de atualização, bem como na maior facilidade na utilização do mapa municipal em SIRGAS com receptores GPS em campo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto n. ° 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1984. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. [Capturado em 11 de fevereiro de 2005].

Ferreira da Silva, Luiz Felipe Coutinho. *Avaliação e Integração de Bases Cartográficas para Cartas Eletrônicas de Navegação Terrestre*. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

GPS TrackMaker Professional. [online]. 2005. Disponível: <http://www.gpstm.com/index.php?lang=port>. [Capturado em 02 de janeiro de 2006].

IBGE. *Proposta Preliminar para a Adoção de um Referencial Geocêntrico no Brasil*. Documento Preliminar - Texto para discussão. Grupos de Trabalho I e II. Rio de Janeiro. 2000. 80p. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/historico/seminario_2000/seminario_2000_proposta_A.pdf. [Capturado em 03 de janeiro de 2004].

IBGE. *PMRG - Projeto Mudança do Referencial Geodésico.* Rio de Janeiro, 2003. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/Apresentacao_em_eventos/2003/XXI_Congresso_Brasileiro_de_Cartografia/CBC_2003_PMRG_A.pdf. [Capturado em 14 de agosto de 2005].

IBGE. *Resolução da Presidência do IBGE nº 01, de 28 de fevereiro de 2005.* Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2005. 7p. Disponível: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf. [Capturado em 18 de maio de 2005].

Mônico, João Francisco Galera. *Posicionamento pelo NAVSTAR – GPS: descrição, fundamentos e aplicações.* 1. ed. São Paulo: UNESP, 2000. 286 p. ISBN 85-7139-328-1.

NIMA. National Imagery and Mapping Agency. *Department of Defense World Geodetic System 1984.* NIMA TR 8350.2, Third Edition, 1997.

Pinto, Fabiana Silva. *Impactos da Mudança do Referencial Geodésico no Mapeamento Municipal.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica), IME. Rio de Janeiro, 2006.

Santos, Claudio João; Ribeiro, Edison P.; Freitas, Anna Lúcia B.; Magalhães, Wolmar G. *Mapas Municipais no Brasil.* [CD-ROM] Anais XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, Recife, 1999.