

Avaliação das imagens do mosaico GEOCOVER 2000 como âncora para trabalhos de mapeamento geológico

P.D. Jacques¹, P.C.G. de Albuquerque², J.H. Gonçalves¹, E. Crepani², J.S. de Medeiros²,
P.R.M. Bastos¹ & M.A. Silva¹

1 CPRM – Serviço Geológico do Brasil

2 INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais

Abstract The objective of this study is to assess the accuracy of the GeoCover-TM 2000 mosaics in a region of Minas Gerais state. The technical team used two GPS receivers to assess the magnitude of the displacement of coordinates, among the 15 points identified on the ground and their counterparts in the mosaic. The χ^2 test was used in this validation to compare differences between the points frequencies observed (on the field) and expected (on the GeoCover Images). The results are satisfactory as the value of the χ^2 is near zero, what means a high similarity between the GPS co-ordinates and the GeoCover images. It's suggested that this procedure be tested in other areas of Brazil, such as Amazonian region, in Brazil, where there are large areas of empty basic cartographic information.

Palavras-chave: Cartografia, sensoriamento remoto, estatística.

A CPRM no intuito de executar o plano plurianual (2004 – 2007) do Programa Geologia do Brasil (PGB), celebrou convênio com algumas universidades brasileiras, que possuem cursos de geologia, por meio do subprograma “Levantamentos geológicos básicos em execução e em parcerias com as universidades”, para realizar o mapeamento de áreas ainda não mapeadas ou re-trabalhar dados já existentes.

Estão sendo mapeadas 41 folhas na escala 1:100.000 pelas universidades e 60 folhas nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 pela CPRM (Fig. 1).



Figura 1. Mapeamentos Geológicos do PGB

As tarefas procuram atender três grandes linhas:

- correto posicionamento das feições geológicas nas cartas elaboradas;
- alimentação do banco de dados corporativo *GEObank* com dados alfa-numéricos padronizados por meio de bibliotecas, e
- montagem de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para divulgação imediata dos dados gerados.

INTRODUÇÃO Para atender as especificações, quanto à precisão para o posicionamento dessas feições, nos documentos produzidos, a equipe de geoprocessamento e cartografia da CPRM pesquisou diversos insumos que poderiam ser utilizados. A partir da consultoria de especialistas do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a equipe da CPRM concluiu sobre o utilização dos mosaicos GeoCover-TM 2000 neste trabalho considerando os seguintes motivos básicos:

- resolução das imagens;
- continuidade das feições geológicas, evitando problemas entre folhas consecutivas;
- facilidade de aquisição dos mosaicos por meio da internet e sem ônus para a CPRM, e
- cobertura do Brasil e do mundo inteiro.

Sendo assim, essas imagens atualmente são as âncoras dos mapeamentos geológicos da CPRM, entendendo-se por “imagem âncora” a imagem com posicionamento espacial confiável e preciso para as necessidades do mapeamento geológico básico e que possa ser utilizada como base para lançamento das informações temáticas e para o georreferenciamento

de outras informações provenientes das mais diversas fontes.

O objetivo deste trabalho é avaliar a acurácia do mosaico GeoCover™ 2000. A equipe da CPRM, junto com os especialistas do INPE, foi ao campo com três receptores GPS com o objetivo de avaliar a grandeza do deslocamento das coordenadas, entre os pontos identificados no terreno e seus homólogos no mosaico.

METODOLOGIA A área escolhida localiza-se em Minas Gerais, numa região que fica entre W e SW de Belo Horizonte cobrindo os seguintes municípios: Alfenas, Alpinópolis, Areado, Carmo do Rio Claro, Conceição da Aparecida, Formiga, Oliveira e Varginha. Foram reconhecidos e ocupados 15 pontos no período de 25 a 28 de outubro de 2005 (Fig. 2). A equipe possuía três receptores GPS: Dois receptores GPS L 1, SOKKIA, modelo Stratus e um GPS GARMIN modelo eTrex.

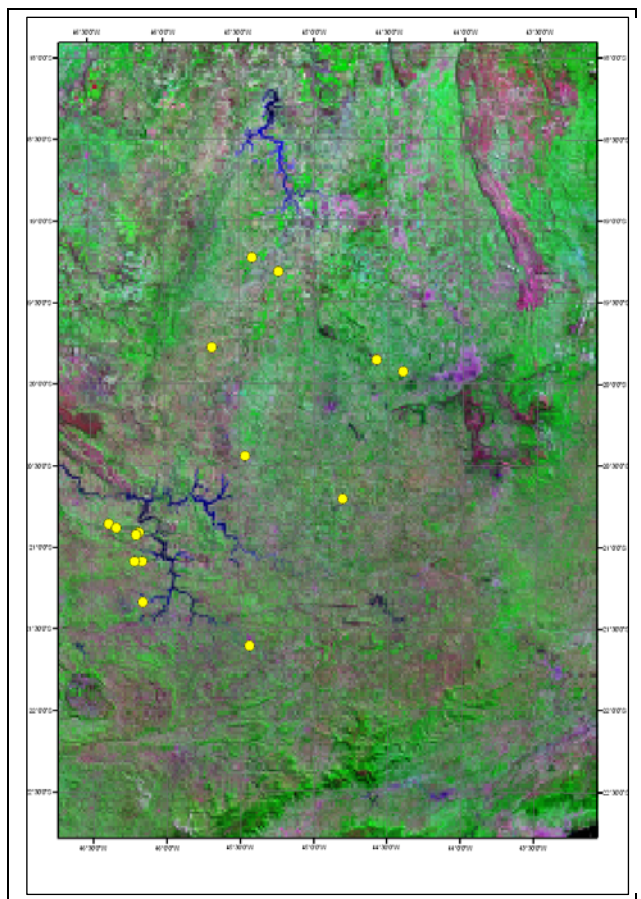


Figura 2. Localização dos pontos visitados no campo

Os pontos escolhidos foram identificados nos entroncamentos de estradas, nos centros de rotatórias e feições rodoviárias identificáveis nas imagens do mosaico Geocover. Em cada um desses pontos o GPS SOKKIA era posicionado e coletava dados durante

uma hora. Posteriormente esses dados eram descarregados no computador, à noite, para serem processados. No processamento dos dados foram utilizadas as estações RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo), implantadas respectivamente em Viçosa e Varginha, na determinação das coordenadas. Paralelamente a esse posicionamento utilizou-se também os dados observados no GPS eTrex para determinação dos mesmos pontos.

O processamento dos dados GPS, devido à resolução das imagens, e a precisão desejada para o mapa, permitiu como resultado uma solução FLOAT + ppm.

Todos os deslocamentos ao longo das rodovias BR e MG, percorridas pela equipe, foram gravados por um GPS GARMIN modelo 12XL em modo *track* para auxiliar no reconhecimento dos pontos.

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos com os GPSs eTrex e SOKKIA respectivamente e as medidas dos mesmos pontos notáveis obtidas dos mosaicos GeoCover.

O teste utilizado nessa validação das imagens GeoCover é o χ^2 . É um teste estatístico que compara divergências entre as frequências observadas e esperadas. De uma maneira geral, pode-se dizer que se a diferença das frequências for pequena, ou seja, próxima a zero, significa que os grupos se comportam de maneira semelhante.

O χ^2 é calculado por meio da fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

Onde: O = Frequência Observada (neste trabalho serão as medidas realizadas com GPS)

E = Frequência Esperada (neste trabalho serão as medidas obtidas nos mosaicos GeoCover).

RESULTADOS E CONCLUSÕES A Tabela 2 apresenta o cálculo de χ^2 para o GPS eTrex. Com exceção da medida do ponto 13 para a UTM E, em destaque na tabela 2, os outros pontos apresentam medidas muito próximas, sendo seus respectivos χ^2 próximos à zero. Caso o ponto 13 fosse excluído do cálculo, o valor de χ^2 UTM N seria 0,000311051. Provavelmente houve um erro na leitura da medida dessa coordenada em campo. Embora esse GPS não seja recomendado para levantamentos topográficos e geodésicos, a equipe que participou do trabalho achou melhor não excluir esse ponto, ainda que a determinação feita com o GPS da SOKKIA apresente pouca diferença das coordenadas obtidas dos mosaicos GeoCover.



Ponto	Localização	UTM N ETREX	UTM E ETREX	UTM N SOKKIA	UTM E SOKKIA	UTM N GeoCover	UTM E GeoCover
1	Trevo Joatuba	7796103,990	562686,890	7796103,922	562694,132	7796093,860	562701,061
2	Trevo Patos de Minas	7804124,670	544220,840	7804119,803	544222,559	7804111,523	544221,797
3	Trevo Abaeté	7863812,490	475351,730	7863804,174	475335,974	7863811,760	475341,677
4	Morro da Coruja – Município de Abaeté	7873545,930	456688,220	7873587,790	456671,615	7873560,769	456660,261
5	Trevo Luz	7812402,560	428429,670	7812399,324	428433,078	7812398,002	428443,607
6	Trevo Formiga	7738954,590	452088,110	7738930,016	452114,388	7738930,148	452117,911
7	Trevo Alpinópolis	7692635,850	356490,230	7692635,237	356490,973	7692622,380	356505,804
8	Entroncamento estrada de terra	7689982,060	361969,180	7689981,883	361968,885	7689997,893	361931,905
9	Trevo Ilicinea	7686974,680	377743,460	7686978,087	377737,107	7686967,812	377741,803
10	Trevo Carmo	7685552,510	375451,390	7685549,946	375457,393	7685552,574	375456,410
11	Trevo Conceição da Aparecida	7667577,030	380096,650	7667555,132	380069,841	7667558,174	380088,149
12	Mirante de Conceição de Aparecida	7667589,600	374740,470	7667596,941	374742,892	7667610,687	374755,207
13	Trevo Areado	7638110,150	380567,950	7639955,076	380558,263	7639962,701	380550,069
14	Trevo Varginha	7610139,220	455319,390	7610138,062	455321,529	7610140,789	455318,685
15	Trevo Oliveira	7709593,230	520504,190	7709594,498	520501,945	7709595,778	520497,132

Tabela 1. Valor das medidas obtidas no campo em pontos notáveis com GPS e nos mosaicos GeoCover

Ponto	O _{ETREX-E} (UTM N)	O _{ETREX-E} (UTM E)	(O _{ETREX-E}) ² UTM N	(O _{ETREX-E}) ² UTM E	X ² UTM N	X ² UTM E
1	-10,13	14,17	102,62	200,81	1,31626E-05	0,000356866
2	-13,15	0,96	172,83	0,92	2,21464E-05	1,68392E-06
3	-0,73	-10,05	0,53	101,06	6,78218E-08	0,000212615
4	14,84	-27,96	220,21	781,72	2,7968E-05	0,001711813
5	-4,56	13,94	20,78	194,23	2,65963E-06	0,000453342
6	-24,44	29,80	597,40	888,11	7,71943E-05	0,001964323
7	-13,47	15,57	181,44	242,54	2,35864E-05	0,000680326
8	15,83	-37,28	250,68	1389,44	3,25983E-05	0,003838956
9	-6,87	-1,66	47,17	2,74	6,13646E-06	7,26595E-06
10	0,06	5,02	0,00	25,20	5,36284E-10	6,71274E-05
11	-18,86	-8,50	355,55	72,27	4,6371E-05	0,000190141
12	21,09	14,74	444,68	217,17	5,79944E-05	0,000579507
13	1852,55	-17,88	3431943,36	319,75	0,449209439	0,000840226
14	1,57	-0,71	2,46	0,50	3,23567E-07	1,09222E-06
15	2,55	-7,06	6,49	49,81	8,41909E-07	9,56964E-05
	Resultado				0,44952049	0,01100098

Tabela 2. Comparação dos dados do GPS eTREX com os dados dos mosaicos Geocover



A tabela 3 apresenta o cálculo de X^2 para o GPS SOKKIA. Os valores de X^2 , tanto para as coordenadas UTM E e UTM N, são muito próximos de zero, indicando que as coordenadas determinadas no campo e os valores dessas coordenadas medidas no mosaico são muito semelhantes.

A conclusão do trabalho, diante dos resultados do levantamento dos pontos de controle, mostra que o mosaico GeoCover pode ser empregado satisfatoriamente como base de referência para o mapeamento geológico, visto a diferença das coordenadas obtidas em campo e no mosaico serem compatíveis com as necessidades geológicas. Em vista

disso, a CPRM encaminhou à CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) pedido para que seja homologado esses mosaicos como base de referência para elaboração de mapas temáticos geológicos.

Recomenda-se ainda que mosaicos que cobrem outros locais do Brasil sejam avaliados, para que a utilização dessas imagens seja implementada nas empresas brasileiras, sejam do setor público ou privado, que trabalham com mapeamentos temáticos. Sugere-se também que essas avaliações sejam realizadas na região amazônica, onde existem grandes áreas de vazio cartográfico.

Ponto	O _{SOKKIA} -E (UTM N)	O _{SOKKIA} -E (UTM E)	(O _{SOKKIA} -E) ² UTM N	(O _{SOKKIA} -E) ² UTM E	X ² UTM N	X ² UTM N
1	-10,0622	6,929	101,2478688	48,011041	0,0000129870	0,0000853225
2	-8,2796	-0,7612	68,55177616	0,57942544	0,0000087841	0,0000010647
3	7,5855	5,7029	57,53981025	32,52306841	0,0000073170	0,0000684204
4	-27,0206	-11,3545	730,1128244	128,9246703	0,0000927297	0,0002823208
5	-1,3223	10,5287	1,74847729	110,8535237	0,0000002238	0,0002587354
6	0,1322	3,523	0,01747684	12,411529	0,0000000023	0,0000274520
7	-12,857	14,8307	165,302449	219,9496625	0,0000214884	0,0006169596
8	16,0096	-36,9801	256,3072922	1367,527796	0,0000333300	0,0037784118
9	-10,2754	4,6963	105,5838452	22,05523369	0,0000137354	0,0000583871
10	2,6284	-0,9824	6,908486559	0,96510976	0,0000008989	0,0000025705
11	3,0416	18,3082	9,251330561	335,1901872	0,0000012066	0,0008818749
12	13,7465	12,3148	188,9662623	151,654299	0,0000246447	0,0004046756
13	7,6249	-8,1945	58,13910001	67,14983025	0,0000076099	0,0001764547
14	2,727700001	-2,8445	7,440347293	8,09118025	0,0000009777	0,0000177704
15	1,2794	-4,8129	1,636864361	23,16400641	0,0000002123	0,0000445036
	Resultado				0,0002261477	0,0067049238

Tabela 3. Comparação dos dados do GPS SOKKIA com os dados dos mosaicos Geocover.