

Avaliação da plataforma de Geoprocessamento, ERDAS IMAGINE¹, na produção de mosaico de multiplas imagens²

TOSHIYUKI TANAKA³

MARCOS ANTÔNIO TIMBÓ ELMIRO⁴

MARCELO DE ÁVILA CHAVES⁵

³ Eng. Agrônomo, pesquisador da EPAMIG

epamig@gold.com.br

⁴ Eng. Cartógrafo, MS em Sensoriamento Remoto, Prof. do IGC/UFMG

mtimbo@dedalus.lcc.ufmg.br

⁵ Eng. Agrônomo, MS em Sensoriamento Remoto, pesquisador do CETEC

avila@cetec.gov.br

Abstract.

Using about thirty National Systematic maps of IBGE (1:100,000) for four Landsat TM scenes to get one mosaic image, it was observed that some maps provided a good fit while other cause systematic distortion. This suggests that there might be on UTM displacement in some maps in relation to others. It was also observed that ERDAS IMAGINE, an image processor software, doesn't exclude the zero value when it creates a new image by resampling for Cubic Convolution Interpolation or by Bilinear Interpolation, resulting in a black dotted line on the division between two images of the mosaic. This black dotted line, however, disappears when the interpolation of resampling is performed using the Nearest Neighbour.

¹ ERDAS IMAGINE: Marca registrada da plataforma de Geoprocessamento de ERDAS Inc., Atlanta, GA. EUA.

² Trabalho desenvolvido no Curso de Especialização em Geoprocessamento do IGC/UFMG, financiado pela FAPEMIG, através do projeto do GeoMinas.

Resumo

Ao utilizar cerca de nove cartas do mapeamento sistemático nacional, da escala 1:100.000, para ajustar uma cena Landsat, observou-se, em alguns, a ocorrência de um erro sistemático em qualquer ponto neles escolhido, sugerindo que poderá haver um deslocamento da malha de coordenadas UTM desse mapas em relação a outros. Observou-se, também, que a plataforma de geoprocessamento ERDAS IMAGINE não exclui o valor zero das bordas da imagem, na reamostragem, com a opção de Interpolação por convolução cúbica, ou por Interpolação bilinear, resultando em uma linha preta pontilhada na divisão das duas imagens em mosaico. A linha pontilhada preta não aparece, quando feita a reamostragem com a Interpolação por vizinho mais próximo.

Introdução

Com a disponibilidade de recursos do micro computador, especialmente com a redução de custo de equipamentos e de aplicativos, é possível encontrar o uso da tecnologia computacional em variadas áreas de atuação. O tratamento geográfico de informações é uma dessas áreas que foi, grandemente, beneficiada pelo uso desses recursos. Sem entrar no mérito da denominação desta área, ou seja, Geoprocessamento ou Sistema de Informação Geográfica ou, ainda, Sistema Geográfico de Informações, a técnica começou a penetrar não só nas áreas técnicas, mas também nas áreas sócio-político e administrativa, pela sua facilidade de visualização, de interpretação e recuperação de dados e informações.

A difusão da técnica de utilização de dados digitais, oriundos do imageamento da superfície terrestre, pelo satélite artificial, provocou, conforme a expressão de Welford (1998), um tipo de “revolução” na elaboração e no uso de mapa. As informações geográficas pela nova tecnologia, com característica de melhor visualização do conteúdo temático e melhor localização espacial, levam a autora, Moura (1997), a dizer que: “A representação de fenômenos espaciais é, hoje, ponto de partida para a tomada de decisões e definições de estratégias de ação em vários campos das que têm sido denominadas *ciências espaciais*”. Esta tendência, aliás, já era captada por Colvocoresses (1974), que escrevia naquela época “com o uso da imagem de satélite começa a mudar o conceito estático de mapeamento para o conceito dinâmico”.

Em Minas Gerais, o governo criou o Geo-Minas, com o intuito de disseminar as novas técnicas e proporcionar as informações espaciais às suas instituições e ao público em geral, no sentido de tornar mais eficaz o seu gerenciamento.

A técnica de processamento de imagem, que é um dos pilares do Sensoriamento Remoto, por sua vez um dos ramos fundamentais do Geoprocessamento, também apresenta a mesma tendência, difundindo sua atuação em variadas áreas. À guisa de exemplo, sabe-se que o INCRA utilizou a imagem de satélite, colocada como pano de fundo de mapa de vetores digitalizados de cadastro dos proprietários rurais, para melhor visualização.

O uso das imagens de satélite, com seu custo relativamente baixo e resolução cada vez mais aperfeiçoada, está sendo incrementado em várias áreas. Para o usuário nem sempre é suficiente a cena padrão determinada pela órbita do satélite, necessitando, conseqüentemente, de duas ou

mais cenas montadas numa só imagem. O uso destas imagens poderá se estender também para grandes áreas. Zobrist (1983) apresentou a técnica de formação de mosaico e dois exemplos reais da utilização de mosaico em uma área relativamente grande.

A técnica de formação de mosaico com duas ou mais imagens de satélite foi desenvolvida e apresentada por vários autores. Uma das técnicas que apresentou um bom resultado foi desenvolvido por Milgram (1975 e 1977). Com base nesta técnica, foram apresentados vários outros métodos, como o do trabalho de Moik (1980), Yang Shiren (1987) e Elmiro (1994) entre outros, nos quais as linhas divisórias entre duas imagens sobrepostas estão sendo eliminadas.

No presente trabalho os autores avaliaram a plataforma comercial de Geoprocessamento, ERDAS IMAGINE, com seus recursos próprios, para a formação de mosaico.

Materiais e Métodos

Neste trabalho foram utilizadas imagens multitemporais de quatro cenas que abrangem a região dos municípios de Unaí, Paracatu a Coromandel no lado oeste e, Ubaí a Andrequicé no lado leste, ou sejam, as órbitas/ponto 219/071 e 219/072, de 24/05/94 e 220/071 e 220/072 de 03/08/94, todas de Landsat, com três bandas, 3, 4 e 5. Sua posição em sistema UTM é demonstrada na Figura 1.

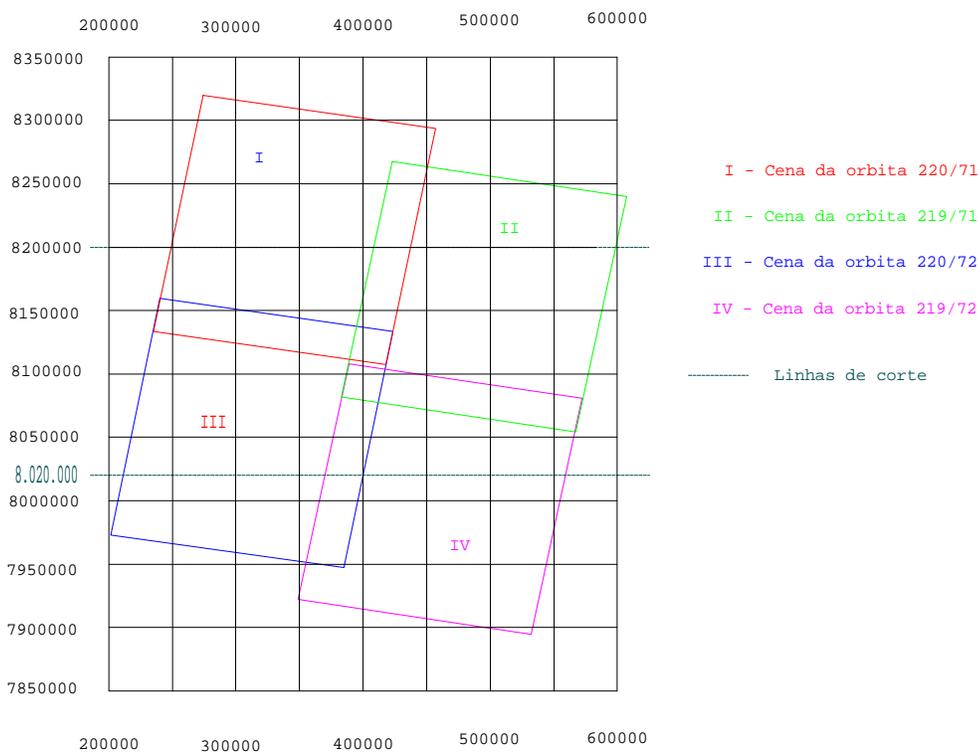


Figura 1-Quatro cenas utilizadas para o estudo de formação de mosaico.

Sabe-se que a forma mais confiável de obtenção de Pontos de Controle é através de levantamento de campo amarrado a rede geodésica fundamental (Elmiro, 1994). Entretanto, este processo demanda mais tempo e é mais oneroso. Neste trabalho foram utilizados os mapas, com a escala de 1:100.000, do IBGE, que cobrem grande parte da área entre 44°30'W a 47°30'W e 16°00'S a 18°30'S, conforme se verifica na Figura 2. Todos os mapas foram publicados entre 1969 a 1972.

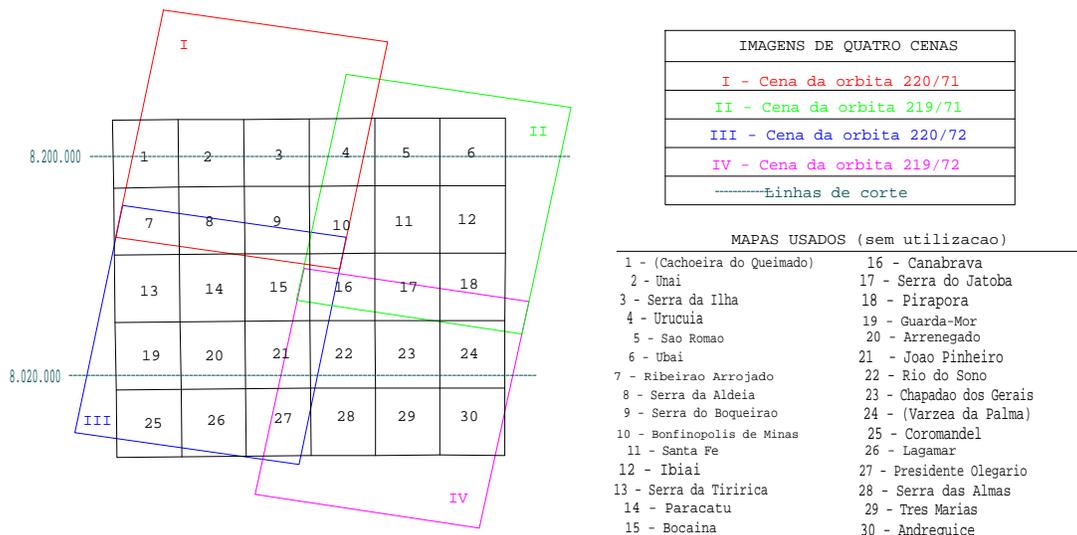


Figura 2-Quatro cenas Landsat e mapas do IBGE, utilizados para obter os Pontos de Controle.

Na maior parte do trabalho utilizou-se o “Software”, ERDAS IMAGINE, instalado em “Work Station”, DIGITAL, de 64 Mb de RAM com “Winchester” de 4 Gb, monitor de 20 polegadas, com rede de alta velocidade, ligando PC e “Work Station” todos, inclusive as cenas, pertencentes ao Laboratório de Geoprocessamento do Setor de Técnica de Análise Ambiental da Fundação CETEC, MG.

Após selecionados os Pontos de Controle as novas imagens foram criadas, com três métodos de interpolação, para estabelecer uma grade de pixels no sistema de coordenadas, a saber: Interpolação por vizinho mais próximo; Interpolação bilinear e Interpolação por convolução cúbica, todos métodos disponíveis como recursos de ERDAS IMAGINE.

Conforme descrito no trabalho de Elmiro (1994), na Interpolação por vizinho mais próximo, o valor de brilho do pixel mais próximo da coordenada (X',Y') será atribuído ao pixel da imagem corrigida, sem alterar o valor original do pixel. A Interpolação bilinear calcula o valor de brilho do pixel por duas interpolações lineares de quatro pixels mais próximos da coordenada (X',Y'). A Interpolação por convolução cúbica segue a mesma metodologia da Interpolação

bilinear porém, usam-se dezesseis pixels mais próximos da coordenada (X',Y') e calcula-se o valor, com o polinômio de terceiro grau.

Como uma cena ocupa, cerca de, 115 Mb e a imagem transformada em UTM passa a ocupar 160 Mb, as cenas da parte superior foram cortadas, após a transformação UTM, pela linha de 8.200.000 N e as da inferior pela linha de 8.020.000 N, para este estudo, a fim de reduzir recursos de armazenamento em disco.

A elaboração de mosaico foi realizada da seguinte forma: As cenas da parte superior, 220/71 e 219/71, foram mosaicadas, após terem sido devidamente cortadas pela linha de 8.200 km N. Este conjunto foi mosaicado para outro conjunto da parte inferior, que por sua vez é um mosaico das cenas 221/72 e 219/72, também devidamente cortadas em linha de 8.020 km N, conforme mostrado na Figura 2.

Resultados e discussão

A primeira das dificuldades encontradas no processo de mosaicagem foi a definição de pontos GCP, ou seja, os Pontos de Controle, dentro da imagem, através da carta. Para a imagem 220/072, foi localizado um total de 35 pontos, cujos resíduos individuais de todos os pontos, as localizações na imagem e correspondentes posições em UTM são apresentados, na Tabela 1. O resultado de erros RMS é apresentado na Tabela 2. Partindo destes resultados foi selecionado um total de treze pontos, para a transformação em UTM, a saber, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 22, 23, 27, 29, 30 e 31, cujo resultado de erros RMS é apresentado na Tabela 3.

Foi interessante notar que, nesta seleção, a inclusão de qualquer ponto oriundo do mapa de Presidente Olegário resultava em aumento de valor de RMS total acima de 1, distorcendo especialmente o valor de RMS do X. Notou-se também que os valores individuais de X-Residual dos pontos do mapa de Presidente Olegário apresentaram, sempre, um valor negativo. Por outro lado, a inclusão de qualquer um dos pontos do mapa de Guarda-Mor e dois pontos de Paracatu (Paracatu-2 e Paracatu-3) aumenta também o valor de RMS total, com valor individual de X-Residual positivo, variando de 2,76 a 4,96. Observou-se também que um outro conjunto de pontos também poderá apresentar um resultado com menor valor de RMS. É o caso do conjunto de pontos, 1, 7, 18, 20, 21, 23, 30 e 34, que resultou em 0,398907 o valor de RMS TOTAL, Tabela 4. Mesmo admitindo o erro técnico do posicionamento dos pontos de controle, os erros sistemáticos encontrados em determinados mapas em relação ao conjunto de outros, parecem sugerir que alguns deles tenham ponto de referência de coordenadas UTM ligeiramente deslocado em relação aos outros.

Sendo que o ponto de encontro de quatro cenas está numa área do mapa de Canabrava, a maioria dos pontos tomados neste mapa foi sempre incluída nos conjuntos de Pontos de Controle do presente trabalho. Para a imagem de 219/071 foram marcados um total de 34 pontos, dos quais foram selecionados 22 para a transformação UTM. Notou-se, também, que a inclusão dos pontos dos mapas de São Romão, Ubaí e Ibiaí causava o aumento de RMS.

Devido o período de publicação dos mapas, 1969 a 1972, ser um tanto antigo para uma região onde houve considerável mudança pela utilização do Cerrado, foram encontradas muitas estradas alterando suas posições. Surgiam novas estradas e não se encontravam outras.

Observou-se, também, o deslocamento da posição de confluência de rios e aumento da extensão das cidades.

No.	Identificação por mapa	Fonte (Imagem)		Destino (UTM)		Erro residual		
		X	Y	X	Y	X	Y	RMS
01	Canabrava-1	5405,8	658,2	398000	8116740	-0,415	0,008	0,415
02	Canabrava-3	5612,9	1774,9	397280	8082150	2,041	-0,230	2,054
03	Rio Sono-1	6092,3	2523,3	407020	8057520	4,701	-0,224	4,706
04	Rio Sono-2	5834,7	2861,5	397150	8018400	3,173	-0,084	3,174
05	Rio Sono-3	5976,1	3713,5	396100	8022100	4,764	-0,842	4,838
06	Rio Sono-4	6042,0	4008,7	396250	8012900	5,704	-0,664	5,742
07	João Pinheiro-1	5233,7	3207,7	376860	8040500	-1,517	0,223	1,533
08	João Pinheiro-2	4530,4	3109,6	356350	8046500	-4,565	-1,619	4,844
09	Bocaina-1	4552,0	734,3	371740	8118030	-8,008	1,699	8,187
10	Serra da Boqueirão-1	3807,6	144,2	353200	8139000	-6,863	1,147	6,958
11	Serra da Aldeia-1	2226,3	45,9	306800	8148750	2,075	-3,480	4,052
12	Serra da Aldeia-2	2411,0	499,9	309470	8134200	2,013	-1,314	2,404
13	Paracatu-1	3720,1	2588,4	335350	8065550	-4,514	1,951	4,918
14	Paracatu-2	2906,9	2120,1	314110	8083130	0,679	1,005	1,213
15	Paracatu-3	2761,1	1824,6	311650	8092700	2,135	-0,331	2,160
16	Rio Arrojado-1	1351,5	629,0	277070	8134750	5,731	-0,983	5,814
17	Rio Arrojado-2	937,4	1170,4	261280	8120200	5,018	-2,340	5,537
18	Serra da Tiririca-1	580,7	2163,0	244190	8091650	-1,005	1,623	1,909
19	Guarda-Mor-1	931,0	4510,8	240020	8019300	0,448	1,155	1,239
20	Guarda-Mor-2	2069,0	4025,9	277050	8029150	-1,410	0,811	1,627
21	Arrenegado-1	3648,9	7964,8	330960	8054540	-1,699	-0,146	1,705
22	Lagamar-1	3037,4	4750,4	301450	8003200	-2,852	0,599	2,914
23	Lagamar-2	2974,5	5564,2	294500	7978900	-2,010	0,436	2,057
24	Coromandel-1	1850,7	5153,3	263500	7996030	-0,122	0,916	0,924
25	Coromandel-2	2619,9	5767,0	282680	7974250	0,061	1,019	1,021
26	Presidente Olegário-1	5340,3	4642,2	371150	7996750	0,999	-0,312	1,046
27	Canabrava-4	5760,5	697,4	408400	8114050	0,700	0,072	0,704
28	Bonfinópolis-1	5544,3	337,1	404110	8125760	-1,190	3,037	3,262
29	Bonfinópolis-2	5342,4	5,6	400140	8136680	-1,835	1,115	2,947
30	Bonfinópolis-3	5613,9	208,1	407050	8129450	-0,203	-1,076	0,216
31	Canabrava-2	5746,7	1025,4	405950	8104200	1,238	0,285	1,271
32	Presidente Olegário-2	5074,3	4309,1	365150	8007950	-3,237	-0,366	3,258
33	Presidente Olegário-3	4934,5	4495,4	359900	8003000	-0,503	3,533	3,568
34	Presidente Olegário-4	4839,2	4629,0	356150	7999300	-2,098	-0,995	2,322
35	Presidente Olegário-5	4930,7	4977,1	356840	7988340	2,566	0,435	2,602

Tabela 1. Pontos de Controle e seus valores de Erro Residual, em pixel, da imagem Landsat, de órbita/ponto 220/072.

(X) RMS	3,232584
(Y) RMS	1,361377
TOTAL RMS	3,507556

Tabela 2. Resultado com o total de 35 pontos selecionados da imagem de Landsat, de órbita/ponto 220/072. Os erros expressos em pixels.

(X) RMS	0,341535
(Y) RMS	0,263298
TOTAL RMS	0,431245

Tabela 3. Resultado de um conjunto com 13 Pontos de Controle selecionados da imagem de Landsat, de órbita/ponto 220/072. Erros em pixels.

(X) RMS	0,202875
(Y) RMS	0,343465
TOTAL RMS	0,398907

Tabela 4. Um outro conjunto de 8 Pontos de Controle, maioria deles não-incluídos na seleção de 13 pontos, resulta também um baixo valor de RMS.

Quanto à reamostragem, verificou-se que o método Interpolação por vizinho mais próximo apresenta a mesma tonalidade de cinza da imagem original, porém cria quebras numa linha reta (Fig. 3). O tempo de processamento para uma cena foi de 3 minutos e 40 segundos.

O método Interpolação bilinear apresenta menor distorção da imagem original, porém sua coloração, e conseqüentemente a sua imagem, fica menos nítida (Fig. 4). O tempo de processamento foi de 4 minutos e 3 segundos.

O método Interpolação por convolução cúbica apresenta a mesma nitidez da coloração original e o mesmo formato original, sem criar as quebras numa linha reta (Fig. 5). O tempo de processamento de uma cena foi de 4 minutos e 35 segundos.

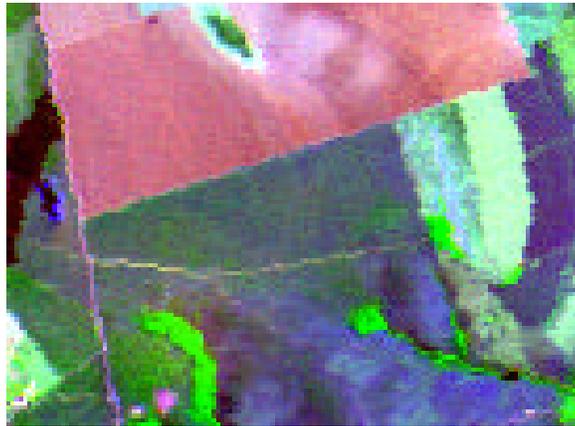


Figura 3-Com a Interpolação por Vizinho Mais Próximo a linha reta se quebra, formando uma escadinha.

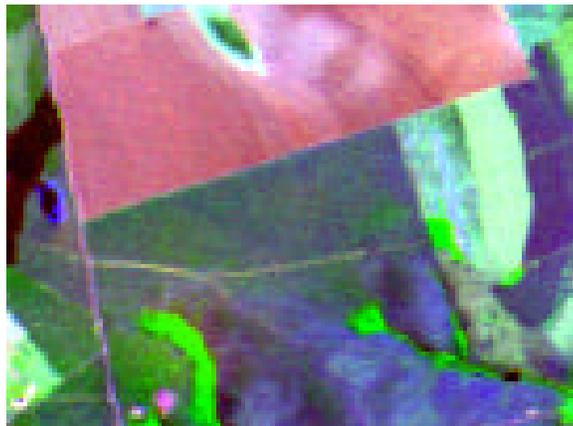


Figura 4-A Interpolação Bilinear mantém formato original porém perde a nitidez.



Figura 5-A Interpolação por Convolução Cúbica mantém, praticamente, a mesma forma e nitidez original da imagem.

Entretanto, a imagem de mosaico criado pelo método, tanto de Interpolação bilinear, quanto de Interpolação por convolução cúbica, apresenta uma linha pontilhada preta na imagem, onde começa a ter superposição das imagens (Fig 6).

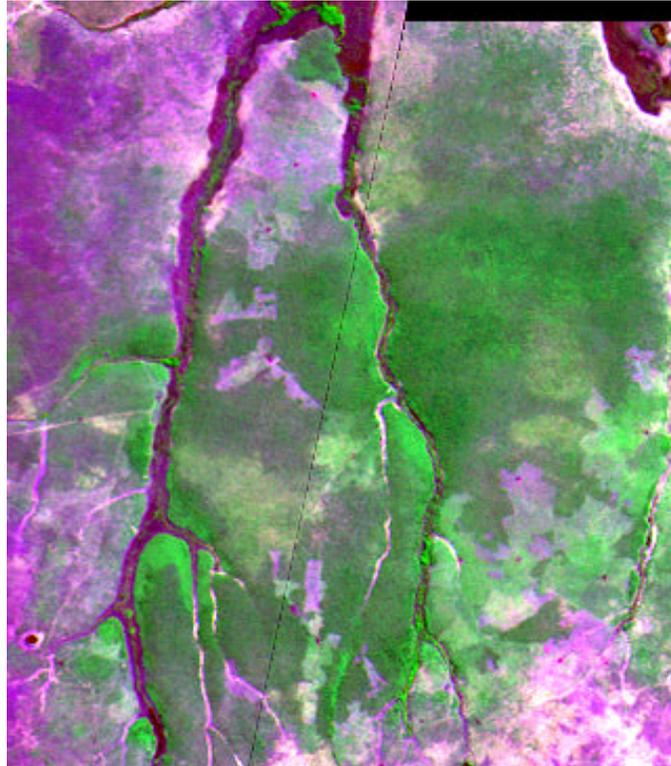


Figura 6-Com a Interpolação por Convolução Cúbica, aparecem as linhas divisórias onde há sobreposição de duas imagens.

Esta linha pontilhada ocorre, devido as bordas das imagens criadas por estes dois métodos apresentarem um tipo de dégradé. Esta forma de dégradé formada com pixels da borda da imagem é criada, devido à inclusão de nível de cinza zero, na reamostragem. O recurso de “Software” ERDAS IMAGINE permite excluir zero da estatística, mas não exclui o valor zero na formação da imagem, quando realiza a reamostragem (Fig. 7 e Fig. 8).

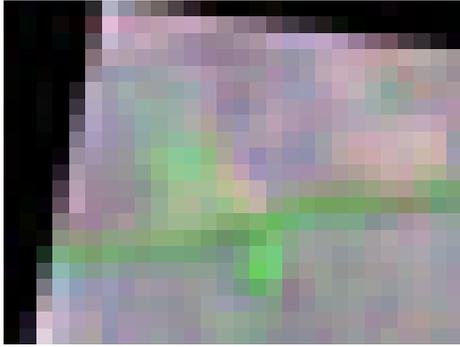


Figura 7-Canto de imagem feita por convolução cúbica.

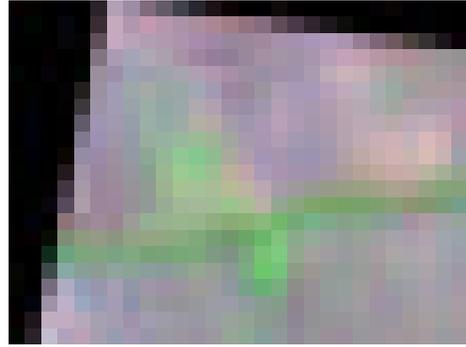


Figura 8-Canto de imagem feita por Interpolação bilinear.

A única forma de eliminar estas linhas divisórias foi a opção de Interpolação por vizinho mais próximo, na reamostragem, que cria suas bordas sem nenhum efeito de dégradé, (Fig. 9 e Fig. 10).

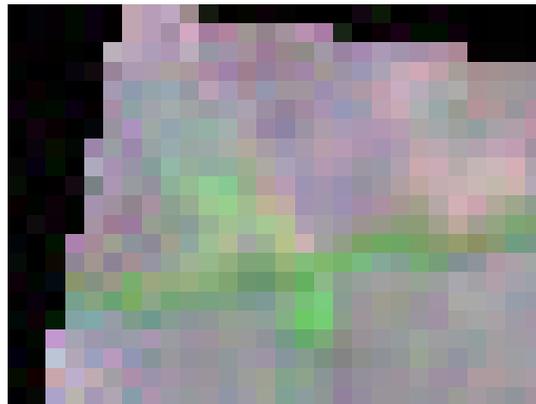


Figura 9-A borda formada por método Interpolação por vizinho mais próximo, sem dégradé.

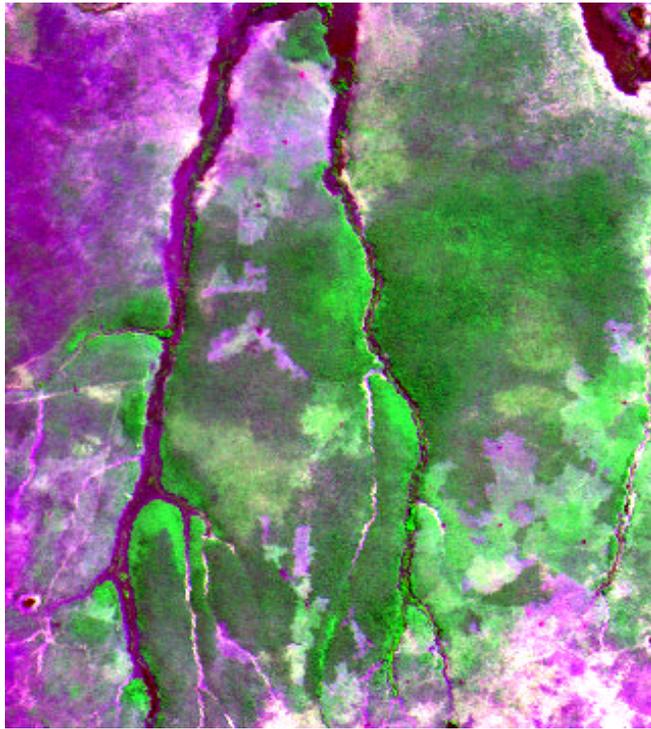


Figura 10-Mosaico feito com as imagens tratadas com a reamostragem pelo método Interpolação por vizinho mais próximo. A linha divisória desaparece.

CONCLUSÃO:

Este trabalho criou um mosaico de quatro cenas da Região Noroeste do Estado de Minas Gerais. Observou-se que há certo indício de que existe deslocamento da posição UTM de alguns mapas do IBGE, em relação a outros. Esta questão pode ser verificada melhor com a inclusão de alguns Pontos de Controle terrestre, no local onde as imagens são tratadas. Recomenda-se que seja desenvolvido um outro estudo pormenorizado para reportar a qualidade cartográfica dos mapas do IBGE, a fim de ratificar ou rejeitar as suspeitas aqui levantadas em relação a algumas cartas isoladas. Sabe-se que o controle de qualidade empregado na produção dos mapas sistemáticos é de bom nível, entretanto, sugere-se uma revisão por parte do próprio órgão produtor, a fim de fornecer uma posição oficial aos usuários. Caso seja constatada a existência de deslocamento de alguns mapas, esta correção poderá ser feita com o uso das imagens do

Sensoriamento Remoto, com certa eficiência, uma vez que a unidade de pixel, ou seja, 30m corresponde, em um mapa de 1:100.000, a apenas 0,3 mm.

A plataforma de Geoprocessamento, ERDAS IMAGINE, é um “software” possante para o tratamento de imagens. Entretanto, com a utilização dos recursos diretos da ERDAS IMAGINE, não se conseguiram eliminar as linhas pontilhadas pretas, onde começa a sobreposição das imagens num mosaico, quando a reamostragem foi realizada com o método de Interpolação por convolução cúbica ou por Interpolação bilinear. Esta linha pontilhada preta é eliminada somente quando a reamostragem foi feita com a Interpolação por vizinho mais próximo. Feita a reamostragem com Interpolação por vizinho mais próximo, a sobreposição das imagens não causou problema com o recurso da ERDAS IMAGINE, “Linear Rectangular Feathering”, deixando praticamente imperceptível a divisão entre elas.

Referências bibliográficas

- COLVOCORESSES, Alden P. Space oblique Mercator: a new map projection of the earth lends itself well to the utilization of ERTS imagery. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 40, n. 8, p. 921-926, Aug. 1974.
- ELMIRO, Marcos Antônio Timbó. **Técnica de processamento digital de imagens para aplicações no mapeamento por carta-imagem**. São José dos Campos: INPE, 1994. 116 p. (Dissertação, Mestrado em Sensoriamento Remoto).
- MILGRAM, D.L. Computer methods for creating photomosaics. **IEEE Transactions on Computers**, v. 24, n. 11, p. 1113-1119, Nov. 1975.
- MILGRAM, D.L. Adaptive techniques for photomosaicking. **IEEE Transactions on Computers**, v.26, n. 11, p.1175-1180, Nov. 1977.
- MOURA, Ana Clara Mourão. Globalização e metodologias no uso do geoprocessamento: estudos de casos de diferentes abordagens de análises espaciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 1997, Rio de Janeiro. [**Anais...**] (No prelo).
- MOIK, J.G. Digital processing of remotely sensed images. Washington: U.S. Government Printing Office, 1980. 330p. (NASA SP-431).
- WELFORD, John Noble. Revolutions in mapping. **National Geographic**, Wachington, v.193, n.2, p.6-39, Feb. 1998.
- YANG SHIREN, Li Li e PENG, Gao. Two-dimensional seam-point searching in digital image mosaicking. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 55, n. 1, p. 49-53, Jan. 1989.
- ZOBRIST, A. L., BRYANT, N. A., MCLEOD, R.G. Technology for large digital mosaics of Landsat data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 49, n. 9, p. 1325-1335, Sept. 1983.