

Análise Preliminar dos Dados de Elevação do SRTM na Elaboração de Cartas Planialtimétricas e Derivadas Morfométricas

Helena Sabrina Barreto dos Santos

Graduanda em Geografia pela Universidade Estadual Feira de Santana - UEFS / Bolsista FAPESB /
Departamento de Tecnologia, helebina@oi.com.br

Anna Paula de Alencar Lima

Graduanda em Geografia pela Universidade Estadual Feira de Santana - UEFS / Bolsista da Estação
Climatológica – 83221 / Departamento de Tecnologia, annapaulaalencar@oi.com.br

Jackson Lima de oliveira

Graduando em Geografia pela Universidade Estadual Feira de Santana - UEFS / Bolsista da
Estação Climatológica – 83221 / Departamento de Tecnologia jacksonuefs@yahoo.com.br

Rosângela Leal Santos

Prof^a Dr^a em Engenharia dos Transportes pela Universidade de São Paulo - USP, Prof^a. Assistente da
UEFS / Coordenadora da Estação Climatológica - 83221 / Departamento de Tecnologia -
rosangela_uefs@yahoo.com.br

Abstract: The absence of a systematic mapping basic scales with 1:100.000 undertakes studies of nature mapping in the city of Feira de Santana - BA. Planialtimétrico A survey done in this town, will provide greater knowledge of the geomorphological features of the council, fundamental to any study of regional planning and management. The data from the Shuttle Radar Topography Mission (Schuttle Radar Topographic Mission) are regarded as the best topographic information available for free, as its spatial resolution and accuracy. Therefore, such information emerge as a new opportunity to obtain data on large scales, allowing studies in various areas of knowledge, economical way. To that end, the main objective of this work is the preparation of the letter planialtimetrica simplified the municipality of Feira de Santana, 1:100.000 scale, with curves of equidistant level of 50m, developed from satellite orbital SRTM products. Search to highlight the most relevant to various analyses, especially the geographical, because in the context of science that studies the geographical area, it is salutary to detailed analysis of the various attributes that will assist in research related to vegetation, climate, topography, urbanization, hydrography, mapping, among others. The methodology used was based on the techniques of digital processing of images and geostatistics, of which stand out the record of images, the drafting of MDT (Digital model of the Land), the generation of rectangular crates, and interpolation of points with krigeagem Spring.4.2 use the software.
Keywords: topographic chart, SRTM, digital processing of images.

Resumo: A ausência de uma cartografia básica sistemática com escalas 1:100.000 compromete os estudos de natureza cartográfica no município de Feira de Santana – BA. Um levantamento planialtimétrico feito nesta localidade, irá proporcionar um maior conhecimento, das características geomorfológicas do município, fundamentais para qualquer estudo de gestão e planejamento regional. Os dados do SRTM (*Schuttle Radar Topographic Mission*) são considerados como a melhor informação topográfica disponibilizada de forma gratuita, quanto a sua resolução espacial e acuracidade. Logo, essas informações surgem como uma nova possibilidade de obter dados em grandes escalas, possibilitando estudos em diversas áreas do conhecimento de maneira econômica. Para tanto, o principal objetivo deste trabalho é a elaboração da carta planialtimetrica simplificada do município de Feira de Santana, em escala 1:100.000, com curvas de nível equidistantes de 50m, elaboradas a partir de produtos orbitais de satélite SRTM. Busca-se evidenciar aspectos mais relevantes para diversas análises, principalmente as geográficas, pois em se tratando da ciência que

estuda o espaço geográfico, é salutar a análise minuciosa dos diferentes atributos que irá auxiliar em pesquisas relacionadas à vegetação, clima, relevo, urbanização, hidrografia, cartografia, dentre outros. A metodologia empregada baseou-se nas técnicas de processamento digital de imagens e na geostatística, das quais se destacam o registro de imagens, a elaboração de MDT (modelo Digital do Terreno), a geração de grades retangulares, interpolação de pontos e krigagem com a utilização do *software* Spring.4.2.

Palavras-Chave: Carta topográfica, SRTM, processamento digital de imagens.

Introdução

Devido a fatores políticos históricos, existe um vazio cartográfico nas cartas topografias 1:100.000, no Estado da Bahia correspondente a 07 cartas, abrangendo, inclusive, o segundo município mais populoso do Estado, Feira de Santana, localizado a apenas 98 km da capital, Salvador. Esta ausência de informação quanto a elaboração de planejamento estratégico e gestão territorial nestes municípios dificulta qualquer trabalho de natureza cartográfica, pois estas cartas são os documentos em escala mais detalhado existente no Estado. Decorre daí uma necessidade de elaborar uma cartografia básica sistemática em escalas iguais ou maiores que 1:100.000, principalmente diante aos graves problemas enfrentados pelos recursos hídricos da região, que se caracteriza como nascente de importantes sistemas hidrográficos locais e regionais como a bacia do Rio Pojuca e do Rio Subaé, além do sistema lagunar característico desta região de tabuleiros e sua ocupação desordenada, além do comprometimento do lençol freático, o qual, constitui-se na principal fonte de água para quase 40% da população. Essa disponibilidade cartográfica irá surgir como uma nova possibilidade de obter-se dados em grande escala, principalmente no que se refere a importância da análise dos recursos hídricos urbanos. Este levantamento cartográfico gerados a partir de produtos orbitais irá beneficiar os estudos cartográficos de forma econômica, se comprovada sua viabilidade. O presente trabalho busca então, avaliar a potencialidade dos produtos gerados pelo SRTM na elaboração de uma cartografia altimétrica 1:100.000, com curvas de nível equidistantes de 50m.

Caracterização da área de estudo

Feira de Santana está localizado na Região Nordeste do Brasil, no estado da Bahia (**Fig. 1**), na região econômica do Paraguaçu, sendo geomorfologicamente composta por tabuleiros e pediplanos, o qual lhe confere um relevo subhorizontal, com baixas variações

altimétricas, prevalecendo o relevo plano. O município possui uma área de 1350km², inserido cerca de 105km a noroeste da cidade de Salvador, capital do estado, tendo como retângulo envolvente as coordenadas geográficas 12°09'S / 12°20'S e 38°53'W / 39°07'W (SANTOS; OLIVEIRA, 2006).

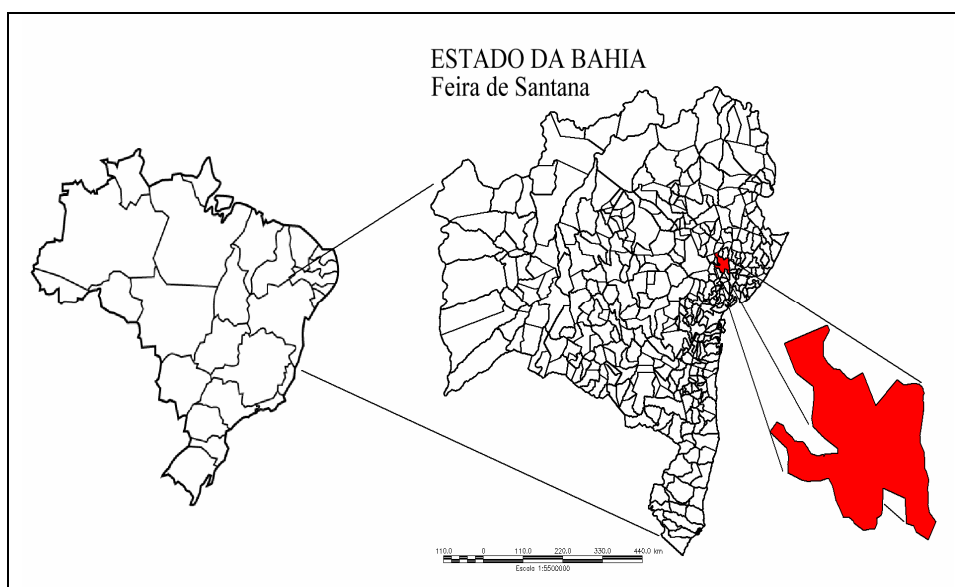


Figura 1 – Localização do Município de Feira de Santana (BA)

No que tange a uma análise morfométrica, é um município pouco acidentado, tornando-se conhecido por ser praticamente plano. Caracterizado por dois principais conjuntos geomorfológicos: Planalto Sedimentar do Leste e os “Inselbergs” e Glacis do Oeste, podendo ser observado na sede da cidade apenas o primeiro com altitudes maiores que 230m, com sedimentos areno-argilosos e arenosos pouco consolidados.

Materiais e Métodos:

Materiais

Para a execução deste trabalho foi utilizado o *software* Spring em duas diferentes versões: o 3.6.02 e o 4.3; modelo digital de elevação (MDE) do município de Feira de Santana como fonte de dados altimétricos, gerados a partir do SRTM, com resolução espacial de 3 arcos segundo (aproximadamente 92 metros); e material bibliográfico (**Fig. 2**).

SRTM

A missão SRTM foi um esforço conjunto da NASA, do *Deutsches Zentrum für Luft - und Raumfahrt* (DLR) e da Agenzia Spaziale Italiana (ASI). O ônibus espacial Endeavour decolou no dia 11 e retornou no dia 22 de fevereiro de 2000 e uma de suas missões foi à cartografia, por interferometria, de grande parte da superfície terrestre. O ônibus espacial orbitou em volta da Terra 16 vezes por dia, num total de 176 voltas. Observou-se aproximadamente 80% da superfície terrestre, a qual representa 95% da área ocupada do globo. Os dados coletados pelo radar compreenderam a região entre os paralelos 60° N e 56° S (VALERIANO, 2004).

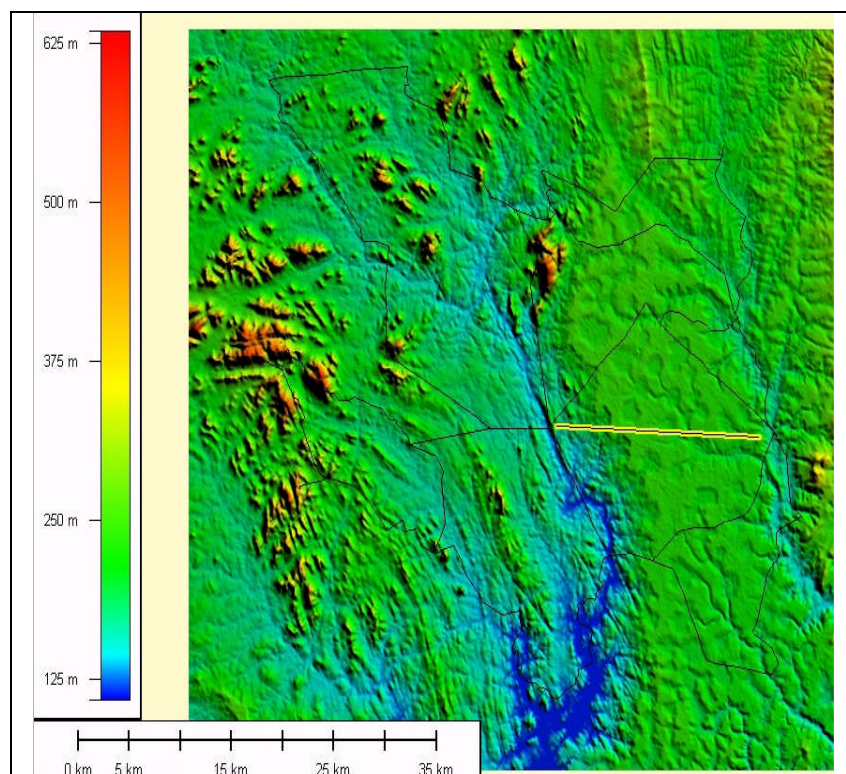


Figura 2 – Visualização da imagem SRTM que abrange o retângulo envolvente do município de Feira de Santana (BA), com escala vertical de cor hipsométrica.

Para a aquisição de dados foram instaladas antenas de radar, nas bandas C e X, no compartimento de carga da nave e na ponta de um mastro de 60 metros estendido perpendicularmente para o exterior da nave. O método utilizado foi o de interferometria, onde a antena principal, a bordo da espaçonave, emitia ondas de radar para a Terra e as duas

antenas coletavam as ondas refletidas, adquirindo-se dessa forma altitudes através do método de interferometria. A partir de imagens orbitadas pelo SRTM podem ser feitos processamento de dados de locais específicos, pois este lança o pulso no alvo e este é refletido pelo sensor através de ondas eletromagnéticas, o qual é processado e transformado em imagem, porém os dados SRTM que o torna adequados para determinada aplicação podem ser válidos para outra. No que tange ao MDT (Modelo Digital de Terreno), ele tem formato resultante de malha regular com espaçamento de 3", valor que pode ser considerado como a resolução do modelo que, em termos lineares, situa-se a aproximadamente 90 metros ao longo dos meridianos. Cada imagem de 1° x 1.5 ° tem aproximadamente 2.5Mb/cena.

Métodos

As imagens do SRTM foram adquiridas da rede mundial de computadores diretamente do endereço eletrônico da USGS (*United States Geological Survey*), as quais estão disponíveis sob a resolução de 3", ou cerca de 90m (<http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>). Em seguida foi feita a interpolação dos dados (vizinho mais próximo), além da utilização do método de maior acurácia como a krigeagem.

Utilizou-se os arquivos S12W39, S12W40, S13W39 e S13W40, as quais foram mosaicadas para abranger toda a extensão do município e, em seguida, foram recortadas, segundo esta área. O produto final foi convertido ao formato TIFF para ser utilizado em qualquer software.

Na etapa seguinte os dados foram avaliados estatisticamente (**Tabela 1 e 2**), para caracterizar os parâmetros da imagem gerada. Os dados foram interpolados através da krigeagem, para terem a resolução da sua altitude convertida para o intervalo de 30m, segundo metodologia proposta por Valeriano (2002). Foram geradas então as isolinhas correspondentes (intervalo de 30m), gerando-se um mapa altimétrico.

Krigeagem

A krigeagem, ou interpolação geoestatística, tem como objetivo criar uma superfície que minimize o erro dos valores avaliados e do modelo estatístico da superfície. É considerado como o mais notável método de interpolação MAUNE et al. (apud CANCORO, 2001).

A diferença entre a krigeagem e outros métodos de interpolação é a maneira como os pesos são atribuídos às diferentes amostras. Na krigeagem, o procedimento é semelhante ao de interpolação por média móvel ponderada, exceto que aqui os pesos são determinados a partir de uma análise espacial, baseada no semivariograma experimental. Além disso, a krigeagem fornece, em média, estimativas não tendenciosas e com variância mínima.

Tabela 1 – Análise estatística univariada dos dados SRTM da área de Feira de Santana (BA)

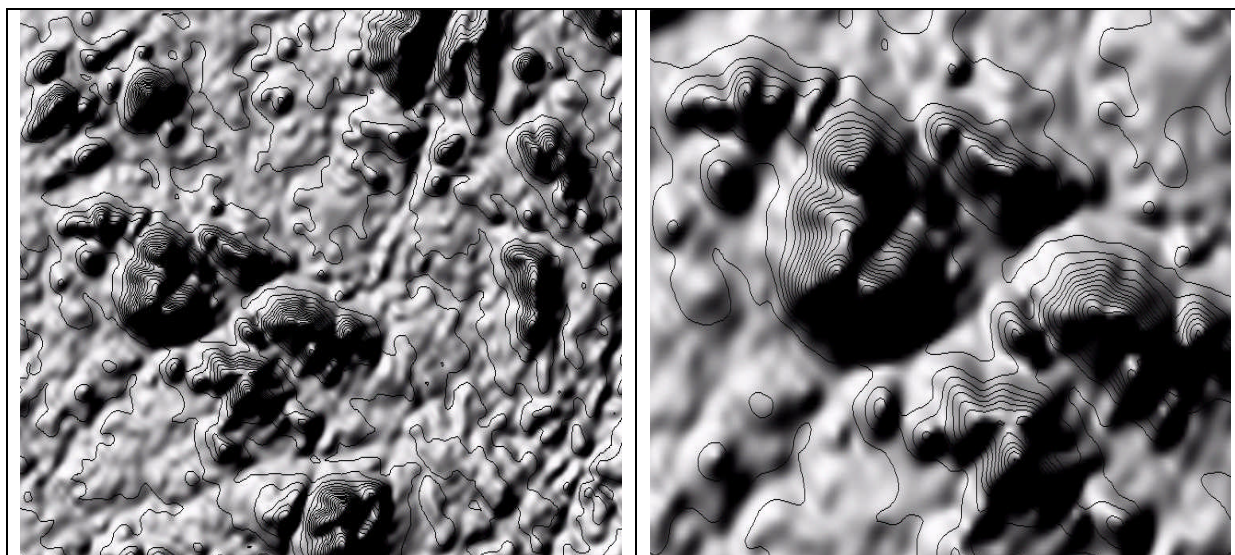
Estatística Univariada			
	X	Y	Z
Minimum:	-40817.147	-1385742.12806	109
25%-tile:	-25139.651936	-1371919.957855	184
Median:	-9369.390629	-1358005.021408	209
75%-tile:	6400.870677	-1344182.851204	234
Maximum:	22078.365741	-1330360.681	635
Midrange:	-9369.3906295	-1358051.40453	372
Range:	62895.512741	55381.44706	526
Interquartile Range:	31540.522613	27737.106651	50
Median Abs. Deviation:	15770.261306	13914.936447	25
Mean:	-9369.3906294606	-1358051.4045312	212.45267238365
Trim Mean (10%):	-9369.3906294579	-1358051.4045309	209.2465260865
Standard Deviation:	18183.130193935	16014.003600934	48.315847569918
Variance:	330626223.64958	256448311.33071	2334.4211263996
Coef. of Variation:			0.22741934487258
Coef. of Skewness:			1.8515226472654

Tabela 2 – Estatística dos dados da grade após o processo de krigeagem por análise do vizinho mais próximo

Estatística de Vizinho Mais Próximo		
	Separation	Delta Z
Minimum:	92.766241999809	0
25%-tile:	92.766242999816	1
Median:	92.766242999998	3
75%-tile:	92.766243	5
Maximum:	92.766243000002	123
Midrange:	92.766242499905	61.5
Range:	1.0001931514125E-006	123
Interquartile Range:	1.8360424292041E-010	4
Median Abs. Deviation:	1.8189894035456E-012	2
Mean:	92.76624292636	4.1717137636008
Trim Mean (10%):	92.766242973339	3.3407472676624
Standard Deviation:	2.6121369586534E-007	5.5722457254635
Variance:	6.8232594907633E-014	31.049922424946
Coef. of Variation:	2.8158270468354E-009	1.3357210108907
Coef. of Skewness:	-3.2651154596652	3.8575775202869
Root Mean Square:	92.766242926447	6.9608274041481
Mean Square:	8605.5758266886	48.453118150339

Resultados e discussões

Há uma influência da resolução horizontal do MNT da modelação de parâmetros fisiográficos derivados GYASI – AGYEI, et al (apud CANCORO, 1995). Sendo assim, para que haja uma resolução adequada para um MNT, deve-se haver informações plano-altimétricas derivadas do próprio relevo (ZEILHOFER, 2001). Para tanto, a comparação do mesmo deve ser feita em várias escalas, em virtude das diferentes situações topográficas, e assim comparada a sua margem de erros (**Fig. 3 (a) e (b)**).



(a)

(b)

Figura 3 – Imagem sombreada do MDE gerado da SRTM com interpolação de krigeagem. (a) Relevos residuais de maior elevação da área, localizado à noroeste do município; (b) Detalhe dos relevos residuais com cotas altimétricas superiores a 450m

No município de Feira de Santana fica inviável fazer tais comparações, devido à ausência de uma cartografia básica do município, sendo encontrado o mesmo somente da parte urbana. Em escala 1:100.000 foi possível apenas comparar os resultados com a carta SD-24-V-B-III (Santo Estevão), no extremo oeste do município. Altimetricamente, a margem de erro considerado não foi significativa (~ 20m), devido o seu relevo que é avaliado como praticamente plano. Comparações com o MDT da área urbana (1:10.000) e com a carta 1:100.000 adjacente (Santo Estevão), veio a comprovar a qualidade do material gerado pelo SRTM, onde não foi encontrado erro superior a 20m.

Os problemas espaciais decorrentes da resolução espacial do SRTM (3 arcos segundo) e sua interpolação por krigeagem para uma resolução de 30 mostrou-se satisfatório, principalmente devido a topografia plana predominante (**Fig. 4**). Entretanto, em alguns pontos onde se verifica o surgimento de ressaltos, em particular na parte noroeste da carta, verificou-se a ocorrência de erros de até 53m.

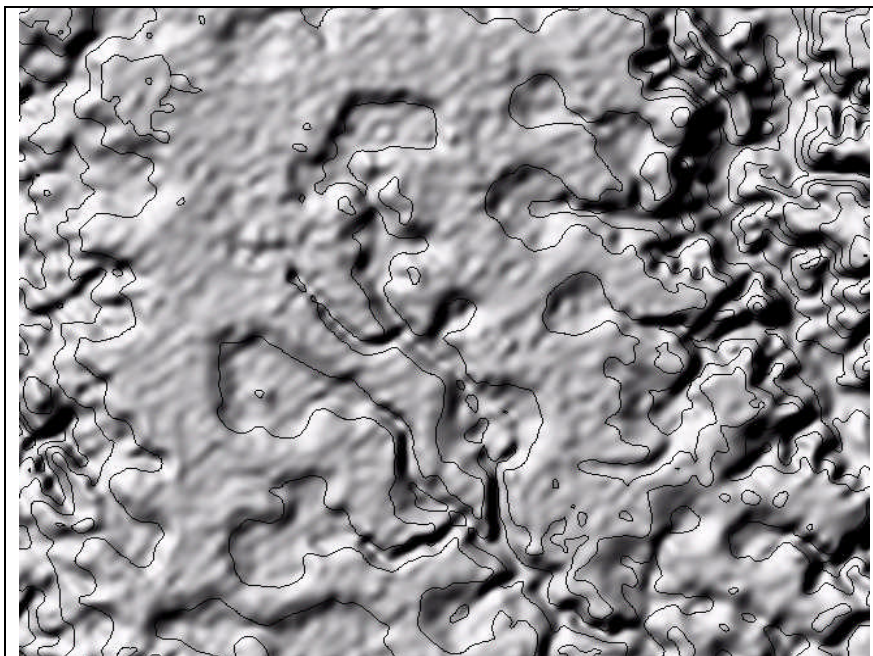


Figura 4 – Topografia plana, típica do sítio urbano de Feira de Santana. Destaque para o sistema lagunar inserido no tabuleiro, nascente das principais bacias hidrográficas da região.

Conclusões

Embora tenha apresentado problemas referentes a resolução espacial horizontal, não se pode descartar a importância e a relevância de produtos como o SRTM para a elaboração de cartas altimétricas, particularmente nas áreas dos vazios cartográficos do Estado da Bahia. Acredita-se que o acréscimo de impedâncias específicas como as redes de drenagem, aliados à técnica de krigagem, em muito melhorariam a qualidade dos produtos altimétricos gerados pelo SRTM, possibilitando a geração de produtos em escala 1:100.000 (Fig. 5).

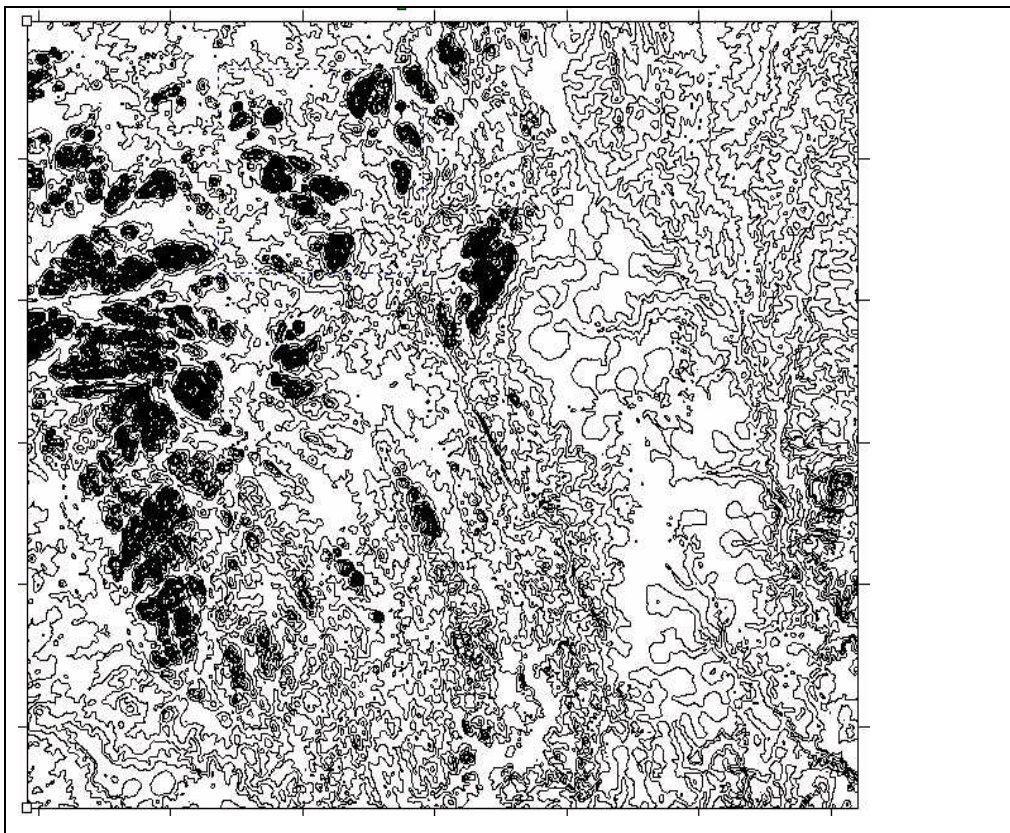


Figura 5 – Aspecto geral da carta final de Feira de Santana, em escala 1:100.000, com curvas de nível eqüidistantes de 50m. A região aplainada à leste do mapa, com poucas curvas de nível, refere-se a localização do sítio urbano de Feira de Santana, confirmando sua topografia aplainada. Destaque para as formas circulares e semi-circulares do mesmo local, correspondente ao complexo lagunar da região, nascentes das bacias do Pojuca e Subaé.

A coleta de pontos e o adensamento da malha (grid) com uso de GPS geodésico, também melhorariam a qualidade original deste produto.

A utilidade dos produtos orbitais adquiridos através do SRTM contribui para o aprimoramento da passagem de conhecimentos específicos e para a diminuição do grau de abstração comum em produtos cartográficos, principalmente quanto às formas de representação do relevo. Um dos fatores de imprescindível relevância neste trabalho, é que todos os produtos utilizados, desde as imagens orbitais, o modelo digital de elevação do SRTM e os *softwares* são gratuitos e se encontram disponíveis na Internet.

Referências

CANCORO, A. C. de O. **Implementação de modelos digitais de terreno para aplicações na área de geodésia e geofísica na América do Sul.** Unidade Escola Politécnica (EP) Área

de concentração Engenharia de Transportes Orientador ✕ Blitzkow, Denizar Banca Examinadora

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10102005-104155/> .
Acesso em:05/07/2006.

SANTOS, H. S. B. dos; OLIVEIRA, J. L. de. **Abordagem Climática Local: O caso de Feira de Santana**. In: VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geografia (SBCG) Anais. Artigos - Cd-Rom. Rondonópolis-MT, 2006.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**, São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p., 2004.

VALERIANO, M. M. **Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com krigagem**. São José dos Campos: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-9364-RPQ/736). 54p. 2002a.

ZEILHOFER, P. **Modelação de Relevo e Obtenção de Parâmetros Fisiográficos na Bacia do Rio Cuiabá**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 6 n.3 Jul/Set 2001- 109.