

Aplicação do Modelo Digital de Terreno (MDT) Advanced Elevation Series (AES) em parte do município de Formosa, GO

Lucas Araújo Camargos¹
Cristiano Coutinho Silva¹
Marcelo Francisco Moraes¹
Cristiane Nobre Prudente¹

¹GlobalGeo Geotecnologias
Rua da Paisagem, 240 . 3º andar, Cj 301 . Vila da Serra .
Nova Lima – MG, Brasil - CEP: 34.000-000
globalgeo@globalgeo.com.br

Abstract. The 3D representation of earthly phenomenon is studied by several branches of science such as remote sensing, geomorphology, cartography, meteorology, hydrology, geology, topography, engineering and other areas. One of the predictable applications especially in earth's surface representation models, which is the main idea of this job, we can also apply this modeling at environmental phenomenon's monitoring, dam construction, endeavors technical availability, urban planning, land use and occupation and others. This article seeks to characterize the gap between Digital Terrain Model (DTM) and Digital Surface Model (DSM), discuss the geodetic precision survey stages accomplished during the field research, the collection methodology about the irradiated geodetic spots and the coordinates transportation starting from a referenced geodetic point broadcasted by the Brazilian Continuous Monitoring Network (RBMC) from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). To keep going geodetically grounded we'd rather to follow the technical statements established by IBGE and INCRA. This article intends to discuss using complementary methodologies, such as those cited right above; to argue the possible utility and versatility that the Digital Terrain Model can provide to a very close and accurate representation of reality, along with it useful aid as raw material to product a reliable result for a cartographic representation from a given area.

Palavras-chave: Digital Terrain Model, Digital Surface Model, Geodetic Survey, Advanced Elevation Series, Level Contour.

1. Introdução

A representação tridimensional de fenômenos terrestres são objeto de estudo de diversos ramos da Ciência como o Sensoriamento Remoto, Geomorfologia, Cartografia, Meteorologia, Hidrologia, Geologia, Topografia, Engenharias e outras áreas. Dentre as possibilidades de aplicações, sobretudo nos modelos de representação da superfície terrestre, foco deste trabalho, temos o monitoramento de fenômenos naturais, construção de barragens, estudos de viabilidade técnica de novos empreendimentos, planejamento urbano, uso e ocupação do solo, etc. Outros estudos também podem ser realizados, sobretudo aqueles que não são possíveis ou limitados a partir da visualização em ambiente 2D (Egg, 2012).

Nesta linha o Advanced Elevation Series (AES) da DigitalGlobe suporta alta precisão ao gerar Modelos Digitais de Superfície (MDS), Curvas de Nível e sobretudo os Modelos Digitais

de Terreno (MDT), que servem como ferramentas essenciais para auxiliar nas aplicações supracitadas (Digital Globe, 2014). Os objetivos deste artigo são apresentar a comunidade científica o produto AES da DigitalGlobe e verificar a conformidade altimétrica do MDT e das curvas de nível geradas.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da Área de Estudos

A área de interesse situa-se no município de Formosa na mesorregião Leste do Estado de Goiás, sendo limítrofe ao Distrito Federal e Minas Gerais,. Em 2014, Formosa tinha população estimada de 110.388 habitantes com área total de 5.811,79 km² (IBGE, 2014). Mais especificamente a área de estudo possui 100 km² de extensão e localiza-se entre os distritos do Bezerra e J.K às margens da BR-020. Como locais de interesse turístico, patrimônio natural e em alguns casos visíveis no MDT, temos o Buraco das Araras, Cachoeira e Sítio Arqueológico do Bisnau, Cachoeira do Brejão, Cachoeira da Gameleira e Gruta das Andorinhas sendo que todos os locais são facilmente acessíveis pela BR-020 que cruza totalmente a área de trabalho.

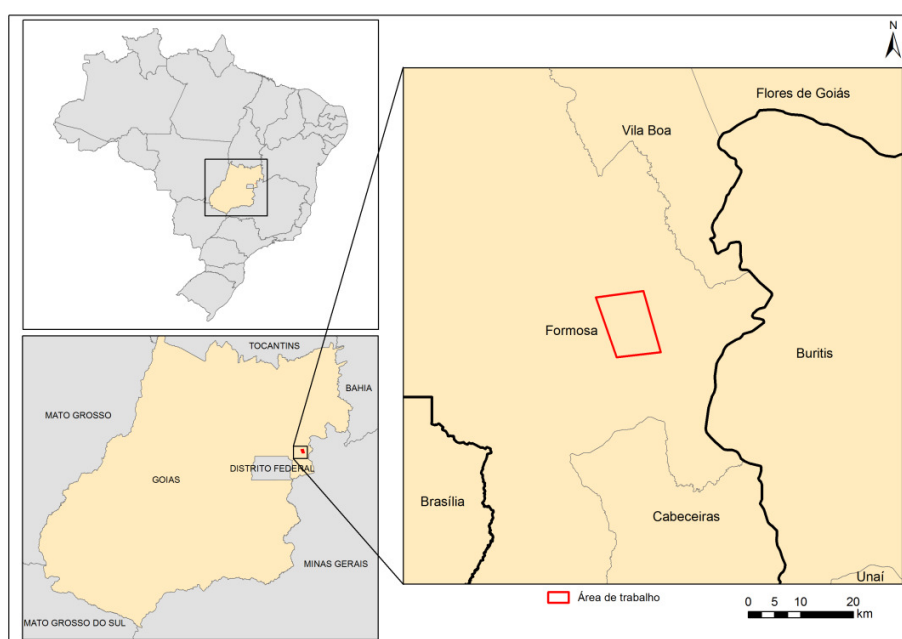


Figura 1. Localização da área de estudo

A imagem utilizada corresponde a uma passagem do satélite WorldView-2 com data de aquisição de 01 Julho de 2014, possui as bandas do Vermelho, Verde, Azul e Infra-Vermelho Próximo e 50 centímetros de resolução espacial.

Outras caracterizações importantes, uma vez que o trabalho enfoca a representação das formas de relevo através de um MDT, são referentes à Geomorfologia e Geologia locais. A área de trabalho conforme Guimarães (1997) apud Oliveira et. al. (2011) situa-se na Província Tocantins, inserida na zona externa da Faixa de Dobramentos Brasília (FDB), que compreende

um cinturão de dobras e empurrões que proveem do sistema orógeno brasileiro, abrangendo unidades litoestratigráficas de idade neoproterozóica que são os Grupos Paranoá e Bambuí. Ambas unidades apresentam a mesma orientação preferencial (N30°E), referente ao trend regional brasileiro e com baixo grau metamórfico.

O Grupo Paranoá através da Formação Jequitai constitui-se sobretudo por rochas terrígenas sendo composto pelo empilhamento de quartzitos e pelitos, com menor ocorrência de arcóseos, quartzitos glauconíticos e carbonatos. Estratigraficamente, acima desta formação, temos o Grupo Bambuí que apresenta contato concordante com ele, ou contato discordante com o Grupo Paranoá quando esta formação está ausente, sendo formado predominantemente por rochas pelito-carbonatadas. Neste grupo são encontrados a formação Santa Helena com Silitos e arenitos subquartzosos e a Formação Sete Lagoas com calcários, dolomitos, margas e folhelhos. De acordo com Latrubesse e Carvalho (2006), associadas a esta Formação, ocorrem lagoas e formas cársticas que podem ser visualizadas no trecho da BR-020 entre os municípios de Formosa e Posse.

Sobre as unidades geomorfológicas, Latrubesse e Carvalho (2006) identificam cinco unidades presentes na área de estudos, sendo que todas pertencem a sistemas denudacionais. As unidades são a Superfícies Regionais de Aplainamento IVA e IIA (SRAIVA e SRAIIA), Zona de Erosão Recuante (ZER), unidade de Morros e Colinas (MC) e unidade de Estruturas Dobradas formando Hogbacks (HB).

2.2 Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS)

Existem diversas denominações para conceituar os modelos que representam tridimensionalmente os diferentes fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. Dentre eles podemos citar o Modelo Digital do Terreno (MDT), Modelo Numérico do Terreno (MNT), Modelo Digital de Elevação (MDE) e o Modelo Digital de Superfície (MDS). (Egg, 2012)

O presente artigo se atém à conceituação do MDS e do MDT, uma vez que são os modelos mais utilizados na representação da superfície terrestre e pelo fato do AES consistir em um produto inovador no mercado de geotecnologias que contempla essas duas formas de representação topográfica. Grande parte dos modelos de elevação oriundos de sensores óticos são modelos de superfície gerados a partir de estereoscopia, ao contrário do AES, que pode ser uma modelo de terreno proveniente de sensores óticos a bordo dos satélites da DigitalGlobe.

O Modelo Digital de Superfície (MDS) representa a superfície terrestre acrescida de quaisquer objetos existentes sobre ela e que interferem no valor da reflectância do pixel. Desta maneira, se existirem formações vegetacionais ou edificações, por exemplo, a superfície representada será ao topo destas feições. Já o Modelo Digital do Terreno (MDT) representa a superfície real do terreno sem elementos que influenciam na reflectância do pixel como os que interferem no MDS. (Egg, 2012)

2.2.1 Advanced Elevation Series - AES

O AES é um modelo de elevação desenvolvido pela DigitalGlobe e sua aquisição se dá através da constelação de satélites que esta operadora possui. Sua obtenção é possível em qualquer parte da superfície terrestre e, em casos de estudos em pequenas ou médias escalas cartográficas, não existe a obrigatoriedade de trabalhos de campo com o apoio do GNSS Geodésico. Os produtos fornecidos possuem 8 metros, 4 metros ou 2 metros de resolução espacial, sendo que para a elaboração dos dois últimos é necessária a coleta de pontos de controle

(GCP's). Tais GCP's são obtidos através de levantamentos com GNSS diferenciais em campo. (Digital Globe, 2014).

O Modelo de elevação utilizado neste trabalho foi o Advanced Elevation Series (AES) - Very High Precision, que possui as feições do terreno e resolução de 2 metros. Este modelo tem dentre suas características, representar a altitude ao nível do solo ou terreno e não a de plantações, matas e edificações, dentre outras feições contidas na superfície. Assim, este método de coleta de dados altimétricos considera a altitude real das localidades e não a altitude de elementos naturais ou artificiais que possam estar presentes no espaço.

2.3 Coleta de Pontos de Controle em Campo

A coleta de Pontos de Controle em campo seguiu as recomendações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para Levantamentos Relativo Estático (2008). O receptor utilizado foi o GNSS L1/L2 da marca ALTUS APS-3. Após os trabalhos de campo, os GCP's pós-processados foram utilizados no apoio a geração do MDT, na ortorretificação da imagem de satélite e determinação da PEC/EP.

Em campo foram escolhidos pontos notáveis para fazer o rastreamento, como entroncamentos, beirais de telhados e outros, sempre levando em consideração a acessibilidade, distribuição espacial e diferentes cotas altimétricas ao longo da área de interesse. Os pontos do aparelho GNSS geodésico móvel, possuíam, no mínimo, 20 minutos de rastreamento distância da base fixa de até 10 km. Três bases foram utilizadas com, pelo menos, 7 horas de rastreamento no mesmo local, gerando assim 3 seções de observação. Para transportar as coordenadas da base fixa, foram escolhidas as estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE. Foram selecionadas as estações de Brasília (BRAZ) e Goiânia (GOGY), sendo que a primeira está distante, em linha reta, em torno de 100 km e a segunda 280 km da área de interesse. Tendo os valores da base processados e ajustados, fez-se o transporte de coordenadas dos aparelhos móveis para a base fixa. Desta maneira, obteve-se em 100 km², 18 pontos de controle com coordenadas UTM e Geodésicas (datum SIRGAS 2000), altitude elipsoidal e altitude ortométrica, obtidas através da compensação geoidal no software MAPGEO 2010 do IBGE.

Todos os pontos coletados em campo pela equipe, passaram no controle de qualidade e atendem as especificações de acurácia e precisão centimétrica que os órgãos como INCRA e IBGE solicitam.

3. Resultados e Discussão

Ao analisar a Figura 2, que trata de uma parte do MDT obtido neste trabalho, nota-se que ele representa a altitude ao nível do solo, ou seja, curvas sem a presença altimétrica dos elementos que interfeririam na obtenção destas informações, como formações vegetacionais e edificações. A figura apresenta duas imagens. A cena da direita traz um recorte da imagem do Satélite WorldView-2. Já a cena da esquerda apresenta a mesma imagem com a sobreposição das curvas de nível com equidistância de 2 metros. Nessa comparação é possível notar que as feições de vegetação não são observadas nas curvas de nível. Também é possível observar os talwegues e fundos de vales bem encaixados entre as curvas de nível.

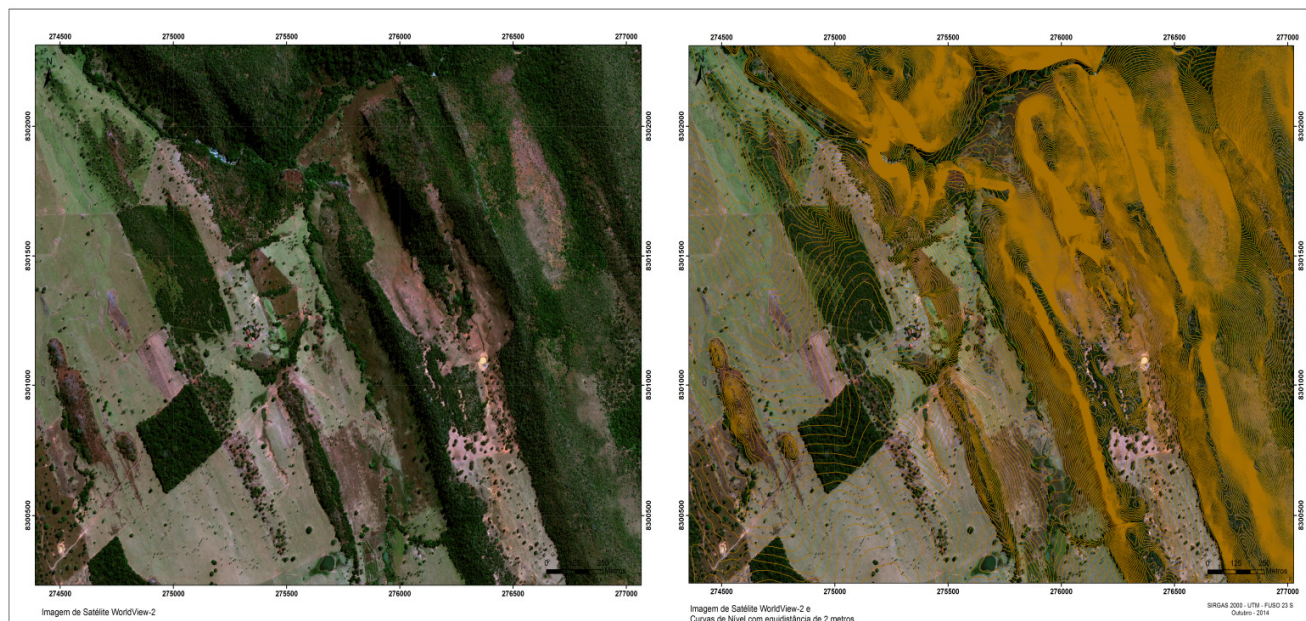


Figura 2: Imagem de Satélite WorldView-2 e Curvas de Nível com equidistância de 2 metros.

Na Tabela 1 estão dispostas a altimetria dos pontos de controle, altimetria da mesma localidade no MDT e a diferença entre elas. Nota-se que em 16 dos 18 pontos, os valores obtidos nos pontos de controle foram maiores se comparados com o MDT. Em todos os Pontos a diferença encontra foi inferior a 1 metro em valores positivos ou negativos.

Tabela 1. Altimetria dos Pontos de Controle, MDT e diferença

Ponto de Controle (m)	Ponto no MDT (m)	Diferença (m)
784,99	784,22	0,77
794,28	793,633	0,647
812,1	812,09	0,01
766,66	765,669	0,991
861,35	861,81	-0,46
709,19	708,368	0,822
795,82	794,978	0,842
818,83	818,793	0,037
814,19	813,598	0,592
735,96	735,083	0,877
743,66	743,053	0,607
737,34	736,761	0,579
546,7	545,96	0,74
764,61	763,9030	0,707
877,18	876,661	0,519
751,79	751,431	0,359
758,59	757,847	0,743
803,28	803,483	-0,203

A validação da altimetria das curvas de nível ocorreu a partir dos pontos de controle coletados em campo com receptor GNSS de dupla frequência, seguindo as normas exigidas pelo IBGE (2008). Os pixels deste modelo possuem 2 metros de resolução espacial. Com esta análise, identificou-se que nenhuma das amostras apresentaram erros superiores ao espaçamento nativo do modelo, o que por si já representa uma excelente acurácia

Já na Figura 3, está representado o modelo digital de terreno obtido a partir da imagem do satélite WorldView2 com resolução espacial de 2 metros.

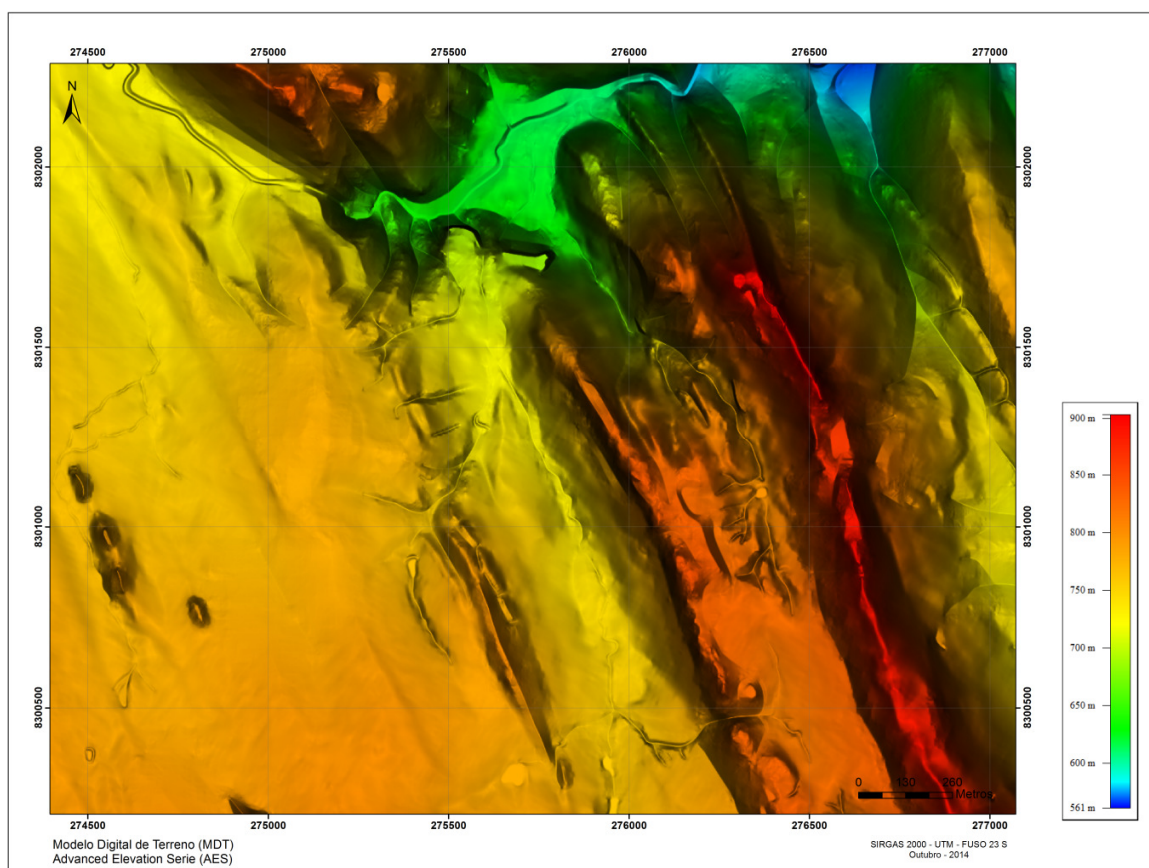


Figura 3: MDT Advanced Elevation Series (AES)

Na Figura 4 temos representados dois Pontos de Controle e as curvas de nível com conformidade em relação a altimetria dos Pontos.

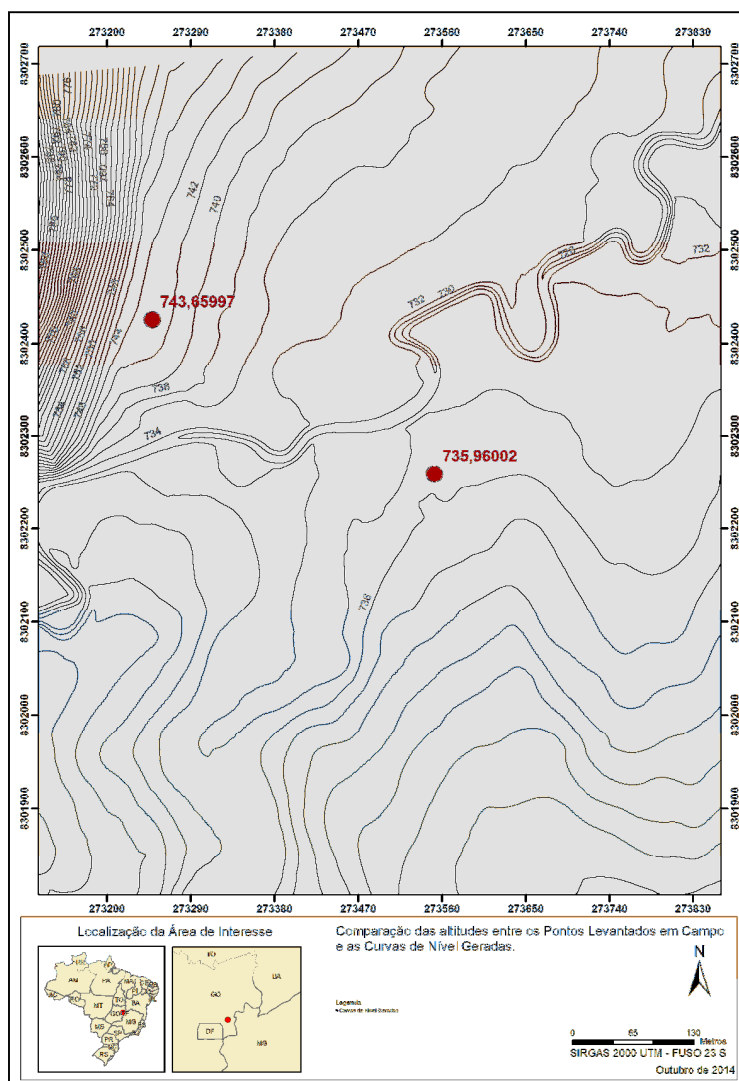


Figura 4: Curvas de Nível Geradas e Pontos Coletados em Campo.

4. Conclusões

O Modelo Digital de Terreno AES - Very High Precision, atingiu as expectativas em relação a representação das formas de relevo e precisão. Assim, este método de coleta de dados altimétricos considera a altitude real das localidades e não a altitude de elementos naturais ou artificiais que possam estar presentes no espaço.

Da mesma forma, as curvas de nível alcançaram o nível de qualidade proposto, sendo que todos os pontos de controle apresentam conformidade com as respectivas curvas de nível, concretizando uma boa representação cartográfica do terreno.

Por fim, recomenda-se a utilização do Modelo Digital de Terreno – AES da DigitalGlobe devido aos excelentes resultados e acurácia observada neste produto. Além disso, a tecnologia de obtenção de dados a partir de sensores remotos orbitais, apresentam um variado número de

vantagens em relação às outras tecnologias, como maior agilidade na obtenção dos produtos topográficos, menores custos operacionais e altíssima relação custo/benefício se comparado a tecnologia laser ou mesmo topografia convencional.

Referências Bibliográficas

Digital Globe. Advanced Elevation Series (AES) Information Products. Disponível em: <<http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/Advanced%20Elevation%20Series%20Datasheet.pdf>>. Acesso em: 24 .out. 2014.

EGG, G.C. **Geração de Modelos Digitais de Superfícies Compostos Utilizando Imagens do Sensor PRISM/ALOS**, 2012 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Recomendações para levantamentos relativos estáticos. 2008 Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/recom_gps_internet.pdf> Acesso em: 10 Jun.2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Canal Cidades. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/237L7>> . Acesso em: 22. out, 2014.

Latrubesse, E. M.; Carvalho, T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia, 2006. 130 p.

Oliveira, F. V de; Souza, V. V de; Couto Jr, A. F.; Martins, E de S. Compartimentação geomorfológica da região entre as cidades de Bezerra e Juscelino, Formosa, GO utilizando imagem SRTM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),15.,2011, Curitiba. **Anais...**Curitiba:INPE,2011. Artigos, p. 4094 - 4101 , On-line ISBN . 978-85-17-00057-7.Disponível em : < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0564.pdf>> . Acesso em: 20 out. 2014.