

## Uso de Modelo Digital de Elevação gerados a partir do ASTER GDEM, para Caracterização Altimétrica do Município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná

Julio Caetano Tomazoni<sup>1</sup>  
Tayoná Cristina Gomes<sup>1</sup>  
Elisete Guimarães<sup>1</sup>  
Taisller Guimarães da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR  
Caixa Postal 135 85601-970 - Francisco Beltrão – PR, Brasil  
caetano@utfpr.edu.br; tayonagomes@hotmail.com; guimarães@utfpr.edu.br  
taisller01@hotmail.com.

**Abstract** - Through this work we evaluated the potential use of digital elevation model from ASTER GDEM products to characterize the height of the Renascença city of PR. The data obtained from ASTER GDEM were correlated with products obtained from maps prepared by the Brazilian Army, aiming to analyze the degree core correspondence cards between the two methods. The comparison of the data showed that there is a direct correlation, in an area of 20,496.96 ha, which represents 48.19% of the territory. The remainder of the territorial extension, or 51.81%, no correspondence between the areas classified by both methods. If adopted an acceptance threshold of  $\pm 50$ m above sea level, the correlation between the altitude classes generated by the two methods, reaches a total of 38,986.65 hectares, accounting for 91.67% of the territory. Whereas, the ASTER GDEM data used, had no control points and crude form, by which the maps were generated, it can be assumed that the method has good potential for the altimetric study of the municipalities of Southwest Paraná State. Therefore, through this study it was demonstrated that the ASTER GDEM data, can be used to update the maps covering different regions of Brazil and once adopted checkpoints will present these data and altimetric good planimetric accuracy.

**Palavras chaves:** update cartographic, geomorphological mapping, image processing, atualização cartográfica, mapeamento geomorfológico, processamento de imagem.

### 1. Introdução

As informações planimétricas do Município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná, se constituem por cartas geográficas do Ministério do Exército na E:1:50000, elaboradas no ano de 1980, a partir de fotos aéreas de 1976. Estes documentos cartográficos possuem uma defasagem de mais de 40 anos.

Os documentos cartográficos desatualizados tornam-se uma limitação na execução de atividades de mapeamento, que necessitam de informações cartográficas atualizadas. Tais fatos se devem, por que o Brasil é um país desprovido de reconhecimento da importância dos produtos cartográficos, fruto da carência de uma consciência cartográfica.

Com o avanço tecnológico, novos produtos e metodologias surgem para a construção de bases cartográficas e potencializam a supressão dos vazios cartográficos, bem como possibilitam a atualização dos documentos já existentes. Imagens oriundas de sensores a bordo de plataformas orbitais e softwares específicos, voltados para a cartografia digital, têm aberto a possibilidade dos usuários gerarem seus próprios produtos cartográficos. É importante observar, que os produtos cartográficos novos também possuem uma limitação, sobre a qual é associada uma escala máxima para a construção de um documento cartográfico. Esta escala máxima é determinada pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), que é um indicador da qualidade cartográfica dos documentos no Brasil (RODRIGUES, et al, 2010).

Com o advento de sensores orbitais, modelos de elevação puderam ser extraídos através da interferometria, modo de operação de alguns sensores imageadores de microondas, como o exemplo do Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), ou da estereoscopia, através de sensores ópticos que adquirem imagens com retrovisada, a exemplo do ASTER/Terra (Fueckner, et al., 2009).

Os produtos ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) GDEM (Global Digital Elevation Model), constituem informações altimétricas derivada do instrumento estéreo ao longo da orbita do Satélite TERRA - EOS (Earth Observing System) AM 1 (ENGESAT, 2010).

Os dados ASTER GDEM, são produzidos através de um consorcio entre o Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) do Japão e National Aeronautics and Space Administration (NASA), dos Estados Unidos, para construção de uma modelo digital de elevação global de livre acesso. A partir do dia 29 de junho de 2009, modelos digitais de elevação, construídos a partir de pares estereoscópicos de imagens oriundas da plataforma EOS AM-1 com o instrumento ASTER, sensor VNIR, foram disponibilizados gratuitamente e sem restrições (RODRIGUES, et al, 2010).

O objetivo deste trabalho e avaliar a adequação do uso dos produtos ASTER GDEM, na construção e atualização de mapas do mapeamento geomorfológico do Município de Renascença PR. Os dados altimétricos fornecidos pelo ASTER GDEM foram correlacionados, com a altimetria gerada a partir das Cartas Geográficas elaboradas pelo Ministério do Exército Brasileiro, com intuito de confirmar o potencial de uso deste produto no mapeamento sistemático do relevo de outros municípios do Sudoeste do Paraná.

## **2. Produtos ASTER GDEM**

Se trata de informação altimétrica derivada do instrumento estéreo ao longo da orbita do sensor ASTER, que adquire imagens no infra vermelho próximo (0,78 a 0,86 Micrometros), nas bandas 3 N (Nadir) e 3 B (Back), que pode ser gerada como um MDE (modelo digital de elevação) relativo (sem pontos de controle) ou um MDE calibrado (com pontos de controle de apoio). A informação é gerada por processo digital de auto-correlação entre os 2 canais especificados acima. A precisão relativa de localização vertical de até 50 m sem pontos de controle. A precisão relativa de localização horizontal de até 50 m sem pontos de controle. Precisão absoluta de localização vertical de até 20 metros com pontos de controle. A precisão absoluta de localização horizontal de até 30 metros com pontos de controle. A área recoberta por cada imagem e MNT isoladamente: 60 por 60 Km ou 3.600 Km<sup>2</sup>. O tamanho do MDE final é de 2500 linhas por 2500 colunas. A resolução horizontal é de 30 metros. A resolução vertical é de 10 metros. (ENGESAT, 2010).

O GDEM foi criado com o processamento e correlacionamento de 1,3 milhões de arquivos de cenas ASTER, de imagens ópticas, cobrindo a superfície terrestre entre as latitudes de 83°N e 83°S. Ao todo o mosaico possui 22.895 imagens de 1° por 1°. As especificações quanto ao formato de saída são: GeoTIFF (Geographic Tagged Image File Format), 16 bits, 1m por ND (nível digital), georreferenciado no sistema geoidal WGS84/EGM96, com coordenadas geográficas, níveis digitais especiais de -9999 para pixels sem dados e 0 para corpos de água marítimos (RODRIGUES, et al, 2010).

As principais aplicações são: topografia até a escala 1:50.000 - curvas de nível com 20m de equidistância; modelos de declive, modelagem de bacias hidrográficas e drenagens; cartografia, geomorfologia, pedologia e outras ciências do solo; estudos de uso e ocupação de solos, em áreas urbanas e rurais e todas as aplicações derivadas.

O MDE é usado com dado na ortocorreção de imagens de satélites e fotos aéreas em geral. É recomendado, para maior precisão e utilidade do produto, se gerar o MNT ASTER

com pontos de apoio para alcançar a precisão absoluta máxima de 7 m, horizontalmente e verticalmente.

### 3. Material e Métodos

A área escolhida para o trabalho corresponde ao município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1), cujos pontos extremos estão assim caracterizados: ponto extremo norte localizado a  $26^{\circ}04'12''\text{S}$  e  $52^{\circ}55'48''\text{O}$ ; ponto extremo sul localizado a  $26^{\circ}22'08''\text{S}$  e  $53^{\circ}01'39''\text{O}$ ; ponto extremo oeste localizado a  $26^{\circ}14'06''\text{S}$  e  $53^{\circ}04'02''\text{O}$ ; e ponto extremo leste localizado a  $26^{\circ}08'17''\text{S}$ . A área total do município é de 42.529,23ha.

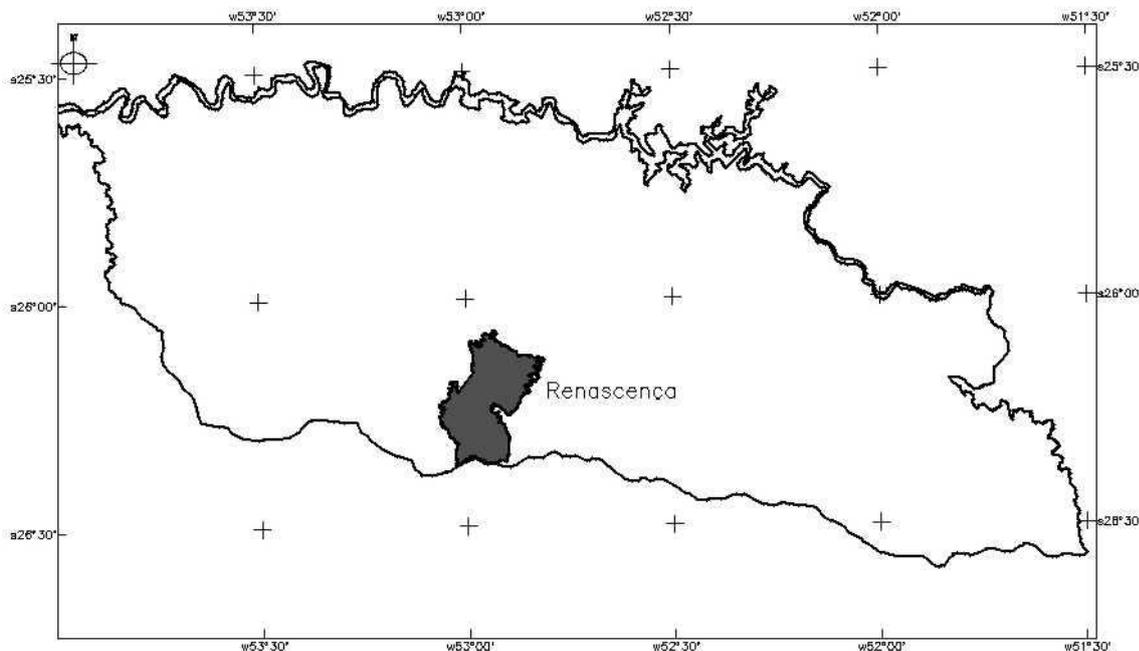


Figura 1 – Localização do Município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná.

Foram utilizados, neste estudo, dois conjuntos distintos de MDEs. O primeiro gerado a partir de curvas de nível da Carta Geográfica, o segundo obtido com os dados do ASTER GDEM. As Cartas geográficas são referenciadas ao datum planimétrico Córrego Alegre e datum altimétrico de Imbituba-SC. Os dados dos dados ASTER GDEM referenciado ao sistema WGS84/EGM96.

Para o processamento dos dados ASTER adquiridos nas bandas espectrais 3N e 3B foi utilizado o programa Spring 5.1.6 - módulos Imagem e MNT (modelo numérico do terreno), para a interpretação das imagens adquiridas do Site <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>.

O primeiro passo, para realização do estudo, foi à criação de um banco de dados/projeto em ambiente Spring, abrangendo todo o território do município de Renascença. O banco de dados/projeto foi referenciado ao datum horizontal SAD69. Na sequência procedeu-se o registro do arquivo raster das Cartas geográficas MI2861/2, MI2861/4, MI2862/1 e MI2862/3, E:1:50000, que abrangem a área de estudos. Em seguida realizou-se o processo de importação destes arquivos, para o banco de dados/projeto já mencionado, com a conversão do datum planimétrico de Córrego Alegre, para SAD69. As imagens das cartas foram armazenadas em um modelo de dados de imagem e serviram como plano de fundo para digitalização das curvas de nível. Na sequência criou-se um plano de informação, em uma categoria em modelo de dados MNT, e procedeu-se a digitalização das curvas de nível das cartas geográficas.

Procedeu-se o download das imagens ASTER GDEM, em formato GeoTIFF sem pontos de controle, 16 bits, do Site <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>. Convém ressaltar que o ND dos pixels destas imagens são valores de altitude. Estas imagens foram incorporadas ao banco

de dados/projeto, por importação direta e foram armazenadas em uma categoria de dados de imagens. No processo de importação procedeu-se a mudança do datum planimétrico de WGS84, para SAD69. Na sequência a matriz altimétrica da imagem, foi exportada em formato SPR e reincorporada ao banco de dados, na forma de grade altimétrica em categoria/modelo de dados MNT.

Feita as devidas incorporações dos dados da Carta geografia e do Aster GDEM, obteve-se para cada tipo de dados, um plano de informação com resolução espacial X30m, Y30m. Estes planos de informações foram então fatiados, gerando um plano de informação em modelo de dados temático, cujos dados constituíam imagem temática, com resolução espacial de pixel de 30m. Em seguida efetuou-se a tabulação cruzada destes dois planos de informações obtendo-se os dados das tabela 2.

Como a altitude fornecida pelos dados ASTER GDEM são referenciadas ao modelo geoidal EGM96, e as cartas geográficas do Ministério do Exército ao Datum Vertical do Brasil de Imbituba-SC investiga-se o grau de correlação destes produtos no mapeamento sistemático planialtimétrico do território do município de Renascença PR.

#### 4. Resultados e Discussões

Verificando a Tabela 1, constata-se que nas classes altimétricas de 540 a 600m, 600 a 650m, 650 a 700m e 700 a 750m, as áreas classificadas a partir da carta geográfica são respectivamente 12,60%, 18,06%, 13,73% e 7,88% maiores do que as geradas pelo ASTER GDEM. Já para as classes altimétricas de 750 a 800 m, 800 a 850 m, 850 a 900 m, 900 a 950 m e 950 a 1000 m as áreas classificadas a partir do ASTER GDEM são respectivamente 5,21%, 34,49%, 24,03%, 56,70% e 90,43% maiores do que as geradas a partir da carta geográfica.

Tabela 1 – Classes Altimétricas Geradas a Partir da Carta Geográfica e ASTER GDEM.

Altitude m	Carta geográfica		ASTER GDEM	
	Área ha	% da área	Área ha	% da área
540 – 600	1263,42	2,97	1104,21	2,60
600 - 650	5562,72	13,08	4558,23	10,72
650 - 700	10235,88	24,07	8830,71	20,76
700 – 750	11549,43	27,16	10639,71	25,02
750 - 800	9592,11	22,55	10119,42	23,79
800 - 850	2611,44	6,14	3986,37	9,37
850 - 900	1049,22	2,47	1381,14	3,25
900 - 950	619,11	1,46	1429,83	3,36
950 - 1000m	45,9	0,11	479,61	1,13
Total	42529,23	100,00	42529,23	100,00

Analisando as tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3, pela classificação utilizando o ASTER GDEM na classe altimétrica de 540 a 600m ficou classificado 1.104,21 ha. Dessa área total se comparado com a altimetria da carta, 70,59% pertencem à mesma classe de 540 a 600m. Já 23,6 e 5,81% pertencem respectivamente às classes 600 a 650m e 650 a 700m para os dados gerados pela carta.

Na classe 600 a 650m os dados gerados pelo ASTER GDEM classificam uma área de 4.558,23ha. Se correlacionados com a altimetria gerada pela carta, 62,01% pertencem a mesma classe (600 a 650m). A área restante distribui-se 25,76% na classe de 650 a 700m, 8,97%, para a classe de 540 a 600m, 3,16% na classe 600 a 650m e 0,01% na classe 750 a 800m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 650 a 700m, pelos dados gerados pelo ASTER GDEM enquadram-se uma área total de 8.830,71 ha. Se correlacionado com os dados gerados pela carta 55,64% pertencem à mesma classe (650 a 700m). Já 24,96%, 17,2%, 1,31% e 0,34% pertencem respectivamente às classes 600 a 650m, 700 a 750m, 750 a 800m e 540 a 600m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 700 a 750m foi enquadrado uma área 1.0639, 71 ha pelo Aster GDEM. Se correlacionado com a carta 51,74% pertencem à mesma classe (700 a 750m). Já a área restante de 33,48%, 12,2%, e 2,48% pertencem respectivamente as classes 650 a 700m, 750 a 800m e 600 a 650m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 750 a 800m pelo Aster GDEM foi classificada uma área 10.119, 42ha. Se correlacionado com a carta 49,41% pertencem a mesma classe (750 a 800m). A área restante fica distribuída 38,56%, 5,75%, 5,01%, 1,01% e 0,17% respectivamente para as classes 700 a 750m, 800 a 850m, 650 a 700m, 850 a 900m e 900 a 950m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 800 a 850m pelo Aster GDEM ficou classificada uma área 3.986,37ha. Desse total 22,35% se comparado com a carta geográfica pertencem à mesma classe. O restante da área 59,19%, 10,36%, 5,95%, 1,66% e 0,24% pertencem respectivamente, as classes 750 a 800m, 700 a 750m, 850 a 900m, 900 a 950m e 650 a 700m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 850 a 900m, pelo ASTER GDEM ficou classificada uma área de 1.381,14 ha. Quando comparado com a altimetria classificada pela carta verifica-se que 15,7% pertencem à mesma classe e a área restante fica distribuída 39,61%, 32,50%, 6,76%, 4,67% e 1,40%, pertencendo respectivamente para as classes 750 a 800m, 800 a 850m, 900 a 950m, 700 a 750m e 950 a 1000m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 900 a 950m pelo ASTER GDEM foram classificados 1.429,13 ha. Desse total, se comparado com a carta, 26,03% pertencem à mesma classe. A área restante fica dividida em 32,72%, 24,52%, 15,42%, 1,05% e 0,2%, pertencendo respectivamente às classes 800 a 850m, 850 a 900m, 750 a 800m, 950 a 1000m e 700 a 750m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Para a classe 950 a 1000 pelo ASTER GDEM existem 479,61 ha. Se confrontado com os dados da carta 0, 26% pertencem a mesma classe. O restante da área fica distribuído, 43,84%, 31,38%, 14,58% e 9,95%, respectivamente para as classes 800 a 850m, 850 a 900m, 900 a 950m e 750 a 800m (vide tabelas 2 e 3 e figuras 2 e 3).

Tabela 2 – Tabulação Cruzada, com Áreas em ha, Constando nas Linhas as Classes de Altitudes Determinadas Através do ASTER GDEM e nas Colunas as Classes de Altitudes Determinadas Através da Carta Geográfica.

Altitude m ASTER/GDEM	Altitude m, extraídas da Carta Geográfica – Áreas em ha									Total
	540 – 600	600 – 650	650 – 700	700 – 750	750 – 800	800 – 850	850 – 900	900 – 950	950 – 1000	
540 – 600	<b>779,49</b>	260,55	64,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1104,21
600 – 650	409,05	<b>2826,45</b>	1178,64	143,82	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	4558,23
650 – 700	74,16	2203,92	<b>4913,82</b>	1519,02	119,16	0,18	0,36	0,09	0,00	8830,71
700 – 750	0,72	263,34	3562,38	<b>5504,49</b>	1297,98	10,62	0,00	0,18	0,00	10639,71
750 – 800	0,00	8,46	507,33	3901,95	<b>5000,13</b>	581,76	102,51	17,28	0,00	10119,42
800 – 850	0,00	0,00	9,54	412,83	2359,44	<b>891,09</b>	237,15	66,06	10,26	3986,37
850 – 900	0,00	0,00	0,00	64,44	547,02	448,83	<b>208,08</b>	93,42	19,35	1381,14
900 – 950	0,00	0,00	0,00	2,88	220,41	468,72	350,64	<b>372,15</b>	15,03	1429,83
950 – 1000	0,00	0,00	0,00	0,00	47,70	210,24	150,48	69,93	<b>1,26</b>	479,61
Total	1263,42	5562,72	10235,88	11549,43	9592,11	2611,44	1049,22	619,11	45,9	42529,23

Observando-se a tabela 2 e figuras 2 e 3, verifica-se que da área total do município de Renascença de 42.529,23ha, quando confrontados através de tabulação cruzada entre os dados altimétricos gerados pelo ASTER GDEM e dados altimétricos gerados pela carta geográfica verifica-se, que existe uma correlação em uma área de 20.496,96ha, que corresponde a 48,19% do território. O restante da extensão territorial, ou seja, 51,81%, não existe correspondência entre as áreas classificadas pelos dois métodos.

Se levarmos em consideração um limiar de aceitação de  $\pm 50$ m de altitude, a correlação entre as classes altimétricas geradas pelo ASTER GDEM e Carta geográfica, atinge um total de 38.986,65ha, correspondendo a 91,67% de todo o território.

Tabela 3 – Cruzamento de informações, com Áreas em %, Constando nas Linhas as Classes de Altitudes Determinadas Através do ASTER GDEM e a correlação com as Classes de Altitudes Determinadas Através da Carta Geográfica.

Altitude m ASTER/GDEM	Altitude m, extraídas da Carta Geográfica – Áreas em %									Total
	540 – 600	600 – 650	650 – 700	700 – 750	750 – 800	800 – 850	850 – 900	900 – 950	950 – 1000	
540 – 600	<b>70,59</b>	23,60	5,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100
600 - 650	8,97	<b>62,01</b>	25,86	3,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	100
650 - 700	0,84	24,96	<b>55,64</b>	17,20	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	100
700 – 750	0,01	2,48	33,48	<b>51,74</b>	12,20	0,10	0,00	0,00	0,00	100
750 - 800	0,00	0,08	5,01	38,56	<b>49,41</b>	5,75	1,01	0,17	0,00	100
800 - 850	0,00	0,00	0,24	10,36	59,19	<b>22,35</b>	5,95	1,66	0,26	100
850 - 900	0,00	0,00	0,00	4,67	39,61	32,50	<b>15,07</b>	6,76	1,40	100
900 - 950	0,00	0,00	0,00	0,20	15,42	32,78	24,52	<b>26,03</b>	1,05	100
950 - 1000	0,00	0,00	0,00	0,00	9,95	43,84	31,38	14,58	<b>0,26</b>	100

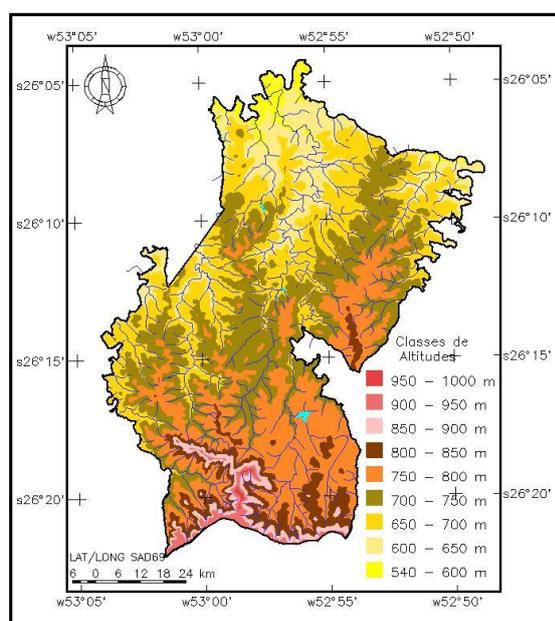


Figura 2 – Mapa Altimétrico Gerado com Base na Carta Geográfica.

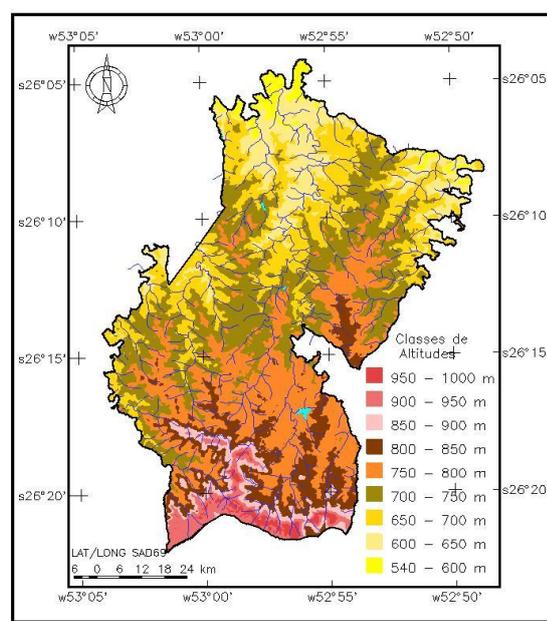


Figura 3 – Mapa Altimétrico Gerado com Base no ASTER GDEM.

## 5. Conclusões

Este trabalho avaliou o potencial de uso do modelo digital de elevação dos produtos ASTER GDEM, para caracterização altimétrica do Município de Renascença PR, correlacionando os dados, com produtos obtidos a partir de cartas geográficas elaboradas pelo Exército Brasileiro.

Os produtos utilizados no trabalho têm origens referenciais diferente, sendo que: as cartas geográficas são referenciadas ao datum planimétrico Córrego Alegre e datum altimétrico de Imbituba-SC; já os dados ASTER GDEM são referenciado ao sistema WGS84/EGM96. Para realização dos estudos, os datuns planimétricos foram convertidos para SAD69.

Ao confrontar os dados altimétricos gerados pelo ASTER GDEM, com os dados altimétricos gerados pela carta geográfica, verifica-se que existe uma correlação em uma área de 20.496,96ha, que corresponde a 48,19% do território. O restante da extensão territorial, ou seja, 51,81%, não existem correspondência entre as áreas classificadas pelos dois métodos. Se adotado um limiar de aceitação de  $\pm 50$ m de altitude, a correlação entre as classes altimétricas geradas pelos dois métodos, atinge um total de 38.986,65ha, correspondendo a 91,67% de todo o território

Considerando, a metodologia rústica, pela qual foram geradas as cartas geográficas e também sabendo, que os dados ASTER GDEM foram utilizados sem pontos de controle, pode

se admitir que a metodologia apresenta bom potencial, para o estudo altimétrico dos demais municípios do Sudoeste do Paraná.

## **6. Referências**

ASTER GDEM. <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp> Acesso em novembro de 2010.

ENGESAT. Altimetria Aster. <http://www.engesat.com.br/?system=news&eid=378>. Acesso em 10/11/2010.

Fuckner, M. A. et al. Avaliação altimétrica de modelos digitais de elevação extraídos de imagens ASTER em áreas com configuração topográfica distinta. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 683-690.

Rodrigues, T. L. et al., Avaliação da Adequação dos Produtos ASTER GDEM no Auxílio ao Mapeamento Sistemático Brasileiro. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 001 – 005.