



## **Carta hipsométrica do perímetro urbano da cidade de Macapá-AP utilizando modelos de elevação do TOPODATA e o LAF**

Herondino dos Santos Filho <sup>1</sup>

Marcelo José de Oliveira <sup>1</sup>

Darren Norris <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amapá – UNIFAP  
Rod. Juscelino Kubitschek, s/n – Caixa Postal 261  
68902-280 – Macapá – AP, Brasil  
herondino7@yahoo.com.br  
{geomarcelooliveira, dnorris75}@gmail.com

**Resumo.** Macapá encontra-se na planície do estuário amazônico, onde a baixa altitude é revelada pela tipificação de suas áreas inundadas, localmente chamadas de “ressacas”. Estas áreas de proteção ambiental tornam-se áreas de risco, pois comumente são ocupadas pela população de baixa renda, podendo ainda apresentar um problema mais grave com a elevação do nível do mar. A compreensão de sua elevação em relação ao nível do mar deve ser uma preocupação constante principalmente do setor público para ações resilientes e mitigadoras nas esferas socioambientais. A modelagem numérica do perímetro urbano da cidade pode permitir um planejamento que dê respostas em caso de desastres ambientais, quanto às ações a serem tomadas, pelo conhecimento de sua altimetria. Este trabalho teve como objetivo a elaboração de um mapa altimétrico (hipsométrico) do perímetro urbano da cidade de Macapá na escala 1:100.000, utilizando os produtos oferecidos pelo INPE como os insumos do TOPODATA, a ferramenta do Laboratório de Agricultura e Floresta - LAF e do software SPRING. Os resultados mostram que a correlação entre os dados LAF e os obtidos pelo TOPODATA são bastante significativos.

**Palavras-chave:** hipsométrico, TOPODATA, LAF, MNT, altimetria, ressaca.

**Abstract.** Macapá is a city located on the floodplain of the Amazon estuary, where low altitude results in areas frequently flooded by storm surges, locally known as “ressacas”. However, urban expansion across the floodplains means that these areas of environmental protection are transformed into areas of socio-environmental risk. These “ressaca” areas are commonly occupied by low-income populations, and the risks may become a more serious problem with predicted sea level rise. To enable the development of protection and mitigation actions in the social and environmental spheres a more detailed understanding of the elevation relative to sea level should be a constant concern mainly in the public sector. The numerical modeling of the altitude of the urban perimeter of the city can allow the planning of appropriate response actions in the event of environmental disasters. This study aimed to produce a hypsometric altimetry map of the urban perimeter of the city of Macapá at 1: 100,000 scale, using the products offered by INPE, specifically TOPODATA, a tool from the Agriculture and Forest Laboratory (“Laboratório de Agricultura e Floresta”- LAF) and SPRING software. The results show that the correlations between results of LAF and TOPODATA are highly significant.

**Key-words:** hypsometric, TOPODATA, LAF, DEM, altimetry, floodplain

## 1. Introdução

Em qualquer estudo que descreva algum tipo de fenômeno espacial, ou de dados que tratam da superfície da terra, não há dúvidas de que a melhor maneira de analisá-los é por meio de uma representação gráfica, de visualização mais tangível, como um mapa ou um modelo numérico de terreno (MNT). Um modelo numérico de terreno (MNT) ou ainda também chamado modelo digital de elevação (MDE), é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre (Câmara et al, 2001). Segundo Valeriano (2008), os modelos digitais de elevação (MDE) são arquivos que contêm registros altimétricos estruturados em linhas e colunas georreferenciadas, como uma imagem com um valor de elevação em cada pixel.

Uma grande quantidade de dados altimétricos foram disponibilizados para toda América do Sul em meados de 2003, por meio da Missão Topográfica por Radar ou Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM. A SRTM foi uma missão espacial liderada pela agência espacial americana - *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e envolveu as agências espaciais da Alemanha (*Deutschen Zentrum für Luft - und Raumfahrt* - DLR) e Itália (*Agenzia Spaziale Italiana* - ASI) (Araújo, 2006 apud Valeriano, 2005).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE por meio da iniciativa TOPODATA, apresentou uma quantidade significativa de variáveis locais derivadas dos dados SRTM para todo o Brasil, que estão disponíveis gratuitamente. Estes dados foram refinados da resolução espacial original de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30m) pelo método de krigagem (Valeriano, 2008).

O INPE também é o responsável pela disponibilização do Laboratório de Agricultura e Floresta – LAF, que mediante cadastro em sua plataforma virtual, fornece dados de séries temporais MODIS em aplicações de análises de mudanças de uso e cobertura da terra, calcula os valores do índice de vegetação e precipitação. Além de fornecer a visualização dentro do perímetro circunscrito de um determinado raio, a altimetria de qualquer ponto da área de estudo. Segundo Batista Filho et al. (2013), o fácil manuseio e o acesso que o programa LAF oferece constitui uma boa fonte de obtenção de dados altimétricos, tendo o cuidado de respeitar as suas limitações, relacionadas ao uso em altitudes elevadas e distorções com o efeito espelho geradas em vales estreitos, situação não observada na região objeto de estudo desta pesquisa.

## 2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi de elaborar um mapa altimétrico – hipsométrico - confiável do perímetro urbano da cidade de Macapá. Segundo Simm (2011), o mapa hipsométrico é um fatiamento em cores da superfície gerada pelo modelo numérico de terreno, ou MDE. Para esse

fim será utilizado como instrumentos, insumos e dado SRTM disponíveis no TOPODATA/INPE, o Laboratório de Agricultura e Floresta – LAF e o SPRING 5.3, com o propósito de verificar a elevação média da cidade de Macapá, em especial, das áreas de preservação ambientais denominadas “ressacas”, as quais segundo Santos Filho (2011), abrangem cerca de 20% do perímetro urbano da sede de Macapá. A cidade é capital do estado do Amapá, e está situada na planície do estuário da foz do Amazonas, estando, portanto, sujeita à ação de marés. Em função disso, é comum durante a estação chuvosa e as marés de sizígia a ocorrência de alagamentos, sobretudo, nas áreas mais baixas e de ressaca. O que denota, ainda mais a importância de dados altimétricos como os gerados pelo presente estudo.

As áreas de ressaca são campos de inundação de grande extensão e alimentadas por um sistema complexo de bacias hidrográficas inseridas no perímetro urbano da cidade de Macapá. São espaços de relevante interesse ambiental e urbano, pois funcionam como elementos naturais de drenagem, corredores de circulação de vento, além de abrigar uma biodiversidade característica que agregam qualidade ambiental à cidade. Todavia, vem sendo francamente ocupados pela população de baixa renda, que encontra um espaço “gratuito” para a construção de suas moradias. A falta de políticas públicas para o ordenamento das ressacas, associada à ineficiência de fiscalização vem contribuindo para o aumento da ocupação e degradação socioambiental desses ecossistemas. Segundo Acselrad (2004), a desigualdade ambiental é sem dúvida uma das principais expressões da desigualdade social, em que “os pobres estão mais expostos aos riscos devido à localização de suas residências, mais vulneráveis a enchentes, a ação do esgoto a céu aberto, além do lançamento de rejeitos sólidos”.

### **3. Material e Métodos**

De forma sistemática e ordenada a elaboração e validação da carta hipsométrica de Macapá, seguiu os seguintes procedimentos metodológicos: delimitação da área de estudo, aquisição de imagem, processamento de imagem, geração de modelo digital de elevação e avaliação do mapeamento.

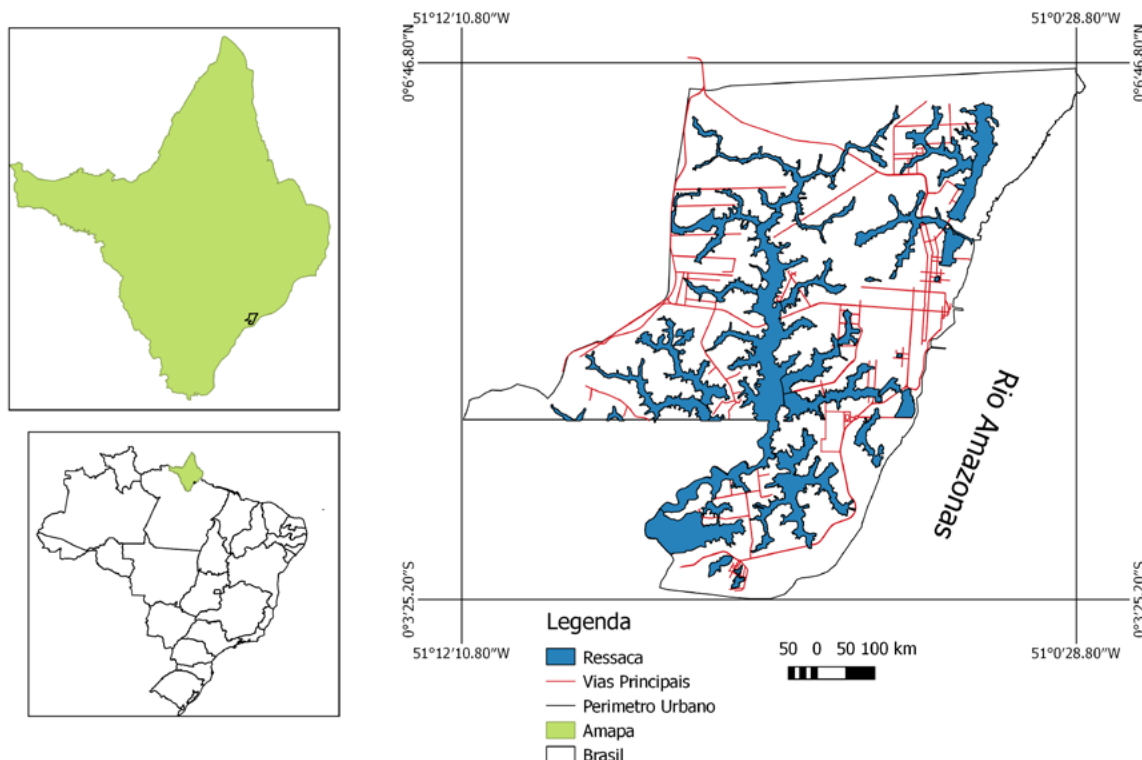
#### **3.1 Delimitação da área de estudo**

O perímetro urbano da cidade de Macapá, capital do estado do Amapá, foi objeto de estudo deste trabalho. A área investigada se insere no retângulo envolvente definido pelos paralelos 0° 3' 27" e 0° 6' 45" Latitude sul e norte respectivamente, e meridianos 51° 12' 17" e 51° 0' 15" Longitude oeste (**Figura 1**). A delimitação desta área foi o primeiro passo para a elaboração do modelo digital de elevação.

#### **3.2 Aquisição da imagem**

Procedeu-se a aquisição da imagem junto ao Projeto TOPODATA do INPE em seu formato Geotiff. Esses dados foram elaborados a partir dos dados SRTM ( ) disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores (INPE, 2015). Também no INPE se obteve, de forma gratuita, o software SPRING versão 5.3, utilizado em/no processamento das imagens.

Os dados estão todos dispostos em quadrículas compatíveis com a articulação 1:250.000, portanto, em folhas de 1o de latitude por 1,5° de longitude. Para a área de estudo obteve-se duas quadrículas, haja vista a peculiaridade da cidade de Macapá ser cortada pela linha do Equador, estando à primeira no hemisfério sul e de notação: 00s525, ou seja, latitude 0° sul e longitude 52° e 30'. Enquanto que a segunda quadrícula encontrando-se no hemisfério norte de notação: 01n525, ou seja, latitude 01 norte e longitude 52° e 30'.



**Figura 1.** Localização da área de estudo, Macapá-AP

### 3.3 Processamento da imagem

Após o download da imagem no TOPODATA, e para que a sua leitura fosse feita no SPRING, foi criado um projeto contendo os paralelos  $0^{\circ} 59' 59''$  e  $1^{\circ} 0' 2''$  Latitude S e N, respectivamente, e meridianos  $52^{\circ} 29' 59''$  e  $50^{\circ} 59' 58''$  Longitude W. Em seguida, foi feito o mosaico com o interpolador vizinho mais próximo e também o seu recorte com o shapefile do perímetro urbano da cidade fornecido por Santos Filho (2011).

Ademais, foi elaborado um novo projeto denominado Macapa, com os seguintes parâmetros:

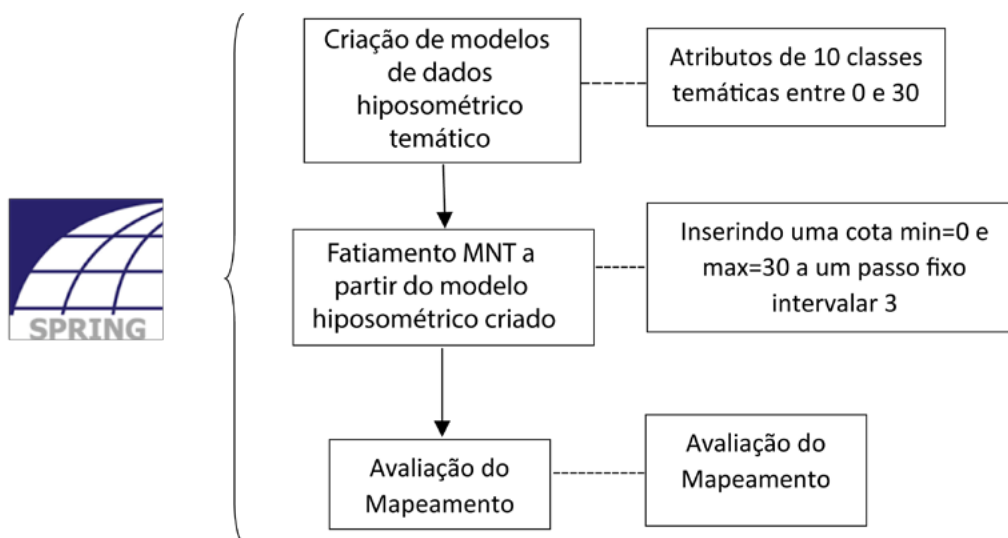
- Sistema de projeção cartográfica: UTM/DATUM – SIRGAS 2000
- Meridiano central: 51o WGr na Zona: 22
- Coordenadas: GMS e Hemisférios: Norte e Sul;
- Coordenadas do retângulo envolvente:
  - o  $51^{\circ} 12' 17''$ ; s  $0^{\circ} 3' 27''$ (Canto esquerdo inferior)
  - o  $51^{\circ} 0' 15''$ ; n  $0^{\circ} 6' 45''$ (Canto direito superior)

A partir deste novo projeto foi construído o modelo de dados para elaboração do mapa hipsométrico.

### 3.4 Geração do mapa altimétrico (hipsométrico)

A **Figura 2** mostra os procedimentos adotados para o tratamento dos dados obtidos junto ao TOPODATA. Inicialmente foi feita a criação do modelo de dados temático e os atributos das suas classes. A seguir, procedeu-se o fatiamento, onde se definiu os limites: do valor da cota mínima (0) e máxima (30 m), baseados em valores próximos dos mínimo e máximo registrados nos dados fornecidos pela própria imagem do TOPODATA. A seguir definiu-se o intervalo de

fatiamento em 3 metros, o qual se julgou ser o adequado para a representação de dez classes entre 0 e 30 metros em respectivo intervalo (3m).



**Figura 2.** Fluxograma do processamento da imagem Geotiff no SPRING

### 3.5 Avaliação do mapeamento

Para dar confiabilidade ao produto cartográfico gerado, os dados do TOPODATA são comparados com os dados fornecidos pelo LAF, gerando modelos de regressão linear simples entre as duas fontes de dados.

A comparação dos dois modelos foi precedida da aquisição de 32 amostras de coordenadas GMS obtidas no LAF, abrangendo toda área do perímetro urbano da cidade de Macapá, e por meio da função de posicionar cursor do Spring e suas operações métricas na carta gerada. Os dados de elevação apresentados no gráfico polar são obtidos dos modelos de elevação disponíveis no globo em que o círculo oportuniza a escolher os valores de todo o perímetro percorrido de um círculo em dada coordenada. Neste trabalho o raio do círculo foi de 200 m, obtendo-se os pontos de maior elevação (Max) e os de menor elevação (Min).

A avaliação do mapeamento também teve a análise estatística por meio dos seguintes parâmetros: Coeficiente de *Pearson* [R], Coeficiente de Determinação [R<sup>2</sup>], Erro médio (*Mean Error*), o Erro Quadrático Médio (EQM), Erro Médio Percentual (EMP) e análise dos gráficos obtidos.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Carta hipsométrica

Os resultados contam com o mapeamento hipsométrico da área do perímetro urbano da cidade de Macapá em escala de 1:100.000 com 10 classes altimétricas, com uma variação mínima de 0(zero) metros até uma elevação máxima de 30 (trinta) metros de altura conforme mostra a No mapa é possível observar a abrangência das áreas de ressacas em tonalidade de azul no perímetro urbano, as quais se encontram a uma elevação entre 0 e 6 metros de altitude, num total de 17,9% deste perímetro. A maior altitude encontrada no perímetro urbano da cidade de Macapá encontra-se entre 24 a 30 metros de altitude, somando um valor de 1,5% deste total. Os valores de 27 à 30 m de elevação é de apenas 0,2%.

Outro fator relevante a ser observado pela carta hipsométrica (**Figura 3**), é verificar que a

altitude da zona sul da cidade de Macapá é visivelmente mais baixa que a altitude da zona norte. Na zona sul a elevação predominante vai até 12 metros e na zona norte essa é mais equilibrada entre os outros valores das classes altimétricas.

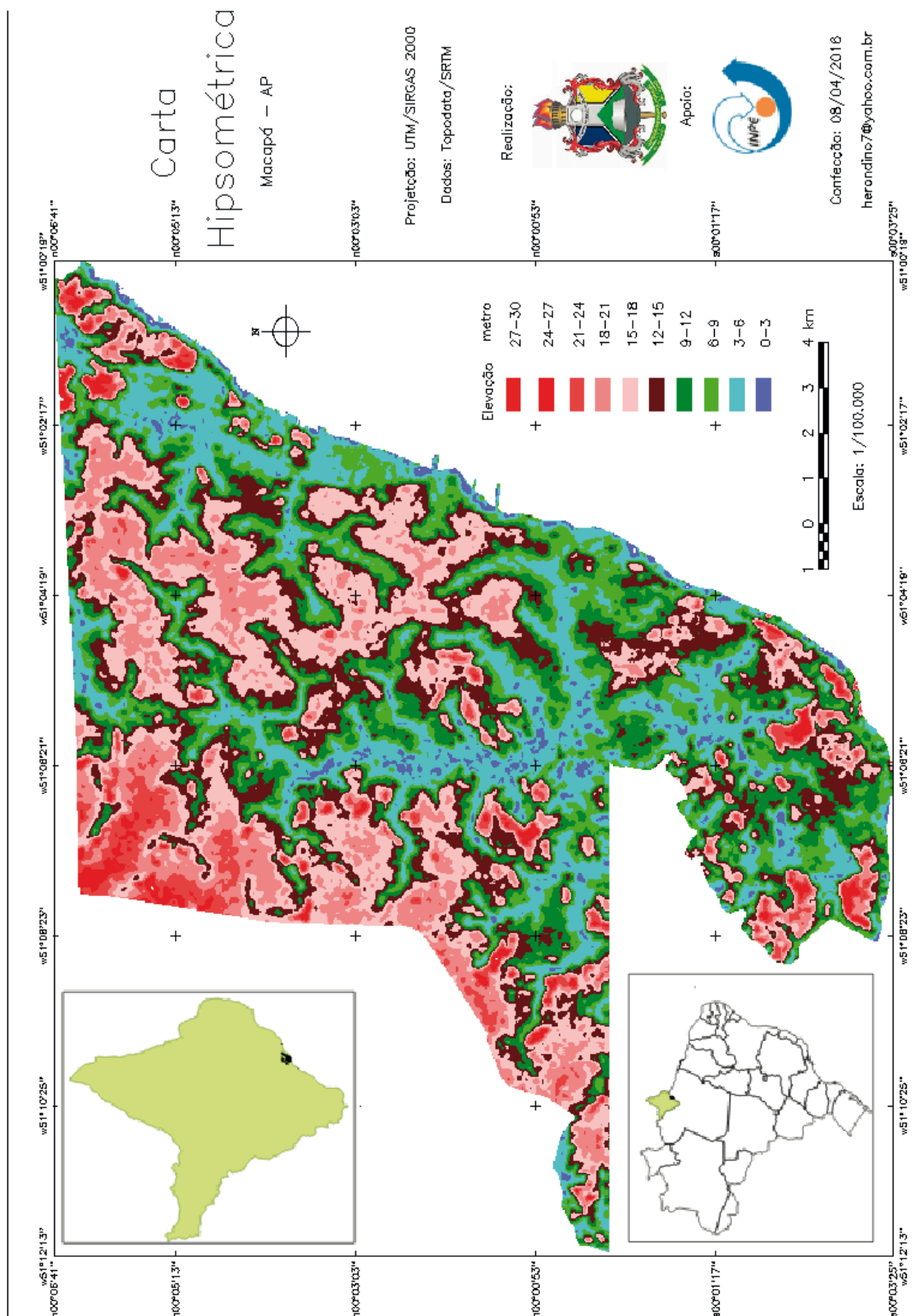


Figura 3. Carta Hipsométrica com intervalo entre as classes de 3m de Macapá-AP

Há também uma zona de transição (6-9m) entre a área de ressaca e a porção seca que se encontra em verde claro. Esta responde por 14,7% do perímetro urbano. Esta porção é em grande parte utilizada para o escoamento das águas da chuva para as áreas de ressaca; abrangendo também a mata ciliar, conforme apresenta a Tabela 1.

A **Tabela 1** mostra ainda que 98,5% da elevação da cidade de Macapá encontram-se entre 0 e 24 metros de altitude e 83,0% é de 0 a 18 metros.

Altitude(m)	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Fa (%)
0-3	3,56	1,9	1,9
3-6	29,42	16,0	17,9
6-9	27,05	14,7	32,6
9-12	27,37	14,9	47,5
12-15	31,68	17,2	64,7
15-18	33,64	18,3	83,0
18-21	21,21	11,5	94,6
21-24	7,21	3,9	98,5
24-27	2,40	1,3	99,8
27-30	0,37	0,2	100,0

**Tabela 1.** Áreas das classes hipsométricas

#### 4. 2 Avaliação/validação do mapeamento

As 16 primeiras amostras apresentadas na **Tabela 2** foram obtidas em terra firme e as 16 seguintes foram centradas em áreas inundadas periodicamente, conhecidas como ressacas. As médias de elevação encontradas para o mínimo valor em terra firme, tanto do modelo LAF quanto do modelo TOPODATA foram 12,10 e 11,06 metros respectivamente. Na área de ressaca, esses valores caem para 4,0 e 1,3 metros no modelo LAF e TOPODATA respectivamente. Para as médias de elevação de máximo valor em terra firme, foram de 18,10 e 18,37 para os modelos LAF e TOPODATA respectivamente. As medidas máximas de elevação para as áreas de ressacas são de 9,9 para ambos os modelos.

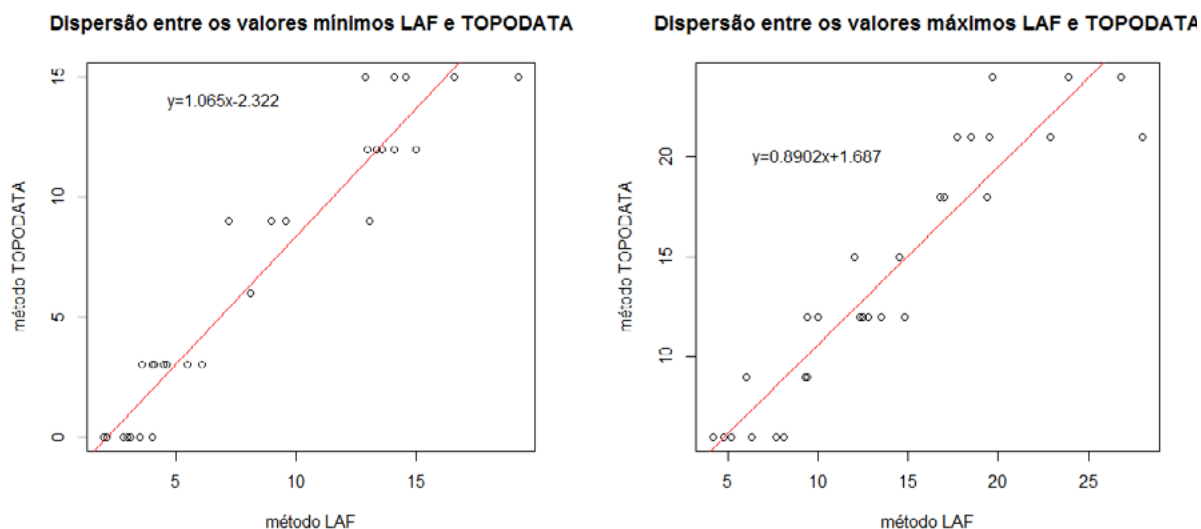


**Tabela 2.** Comparação entre as medidas no LAF e TOPODATA em coordenadas GMS

nº	Coordenadas GMS		REFERÊNCIA	LAF		TOPODATA	
	LAT	LONG		min	max	min	Max
1	n 00 04 30.29	o 51 07 58.15	P_LagoaAzul	19.3	22.9	15	21
2	n 00 05 18.76	o 51 07 01.47	Amazonas	12.9	23.9	15	24
3	n 00 04 06.21	o 51 05 16.63	Infraero	14.1	17.7	15	21
4	n 00 05 27.05	o 51 02 59.69	Lago da vaca	9.6	19.4	9	18
5	n 00 04 46.73	o 51 01 46.61	FazendaNorte	4.1	8.1	3	6
6	n 00 03 09.55	o 51 04 11.84	Aeroporto	15.0	19.5	12	21
7	n 00 00 51.98	o 51 08 30.52	P_LagoDuka	9.0	12.0	9	15
8	s 00 00 20.71	o 51 05 00.57	Unifap	14.1	16.8	12	18
9	n 00 02 05.8	o 51 05 08.52	Bis	13.4	18.5	12	21
10	n 00 01 24.37	o 51 04 28.12	BancoBuri	16.6	19.5	15	21
11	s 00 02 05.58	o 51 05 04.52	JK	14.6	19.7	15	24
12	s 00 02 29.37	o 51 05 49.17	jk_Bosque	13.1	26.8	9	24
13	s 00 03 10.49	o 51 06 45.42	Fazendinha	7.2	10.0	9	12
14	s 00 02 38.13	o 51 07 26.05	Jk_Amiraldo	4.6	9.3	3	9
15	n 00 01 32.38	o 51 07 33.98	GoiabalCurva	13.0	17.0	12	18
16	n 00 00 52.21	o 51 07 17.99	GoiabalMeio	13.6	28.0	12	21
17	s 00 02 05.77	o 51 07 01.69	R_I_Fortaleza	2.1	9.4	0	9
18	s 00 01 17.10	o 51 05 57.03	R_Tacaca	3.0	4.8	0	6
19	s 00 00 20.63	o 51 04 36.16	R_MarcoZero	6.1	9.4	3	12
20	n 00 00 11.81	o 51 05 48.85	R_Congós_Beirol	2.0	6.3	0	6
21	n 00 00 51.90	o 51 05 32.70	R_ChicoDias	3.0	5.2	0	6
22	n 00 00 11.66	o 51 08 30.52	R_I_Arco	3.0	7.7	0	6
23	n 00 01 24.66	o 51 08 13.38	R_Coracao	3.5	12.8	0	12
24	n 00 02 29.24	o 51 07 01.84	R_Marabaixo	4.5	19.4	3	18
25	n 00 01 40.65	o 51 06 13.18	R_L_Indios	2.8	4.2	0	6
26	n 00 02 37.20	o 51 05 24.54	R_SaComprido	3.1	13.5	0	12
27	n 00 03 50.04	o 51 06 53.66	R_Km9	3.6	14.8	3	12
28	n 00 03 51.20	o 51 05 08.21	R_InfraeroII	8.1	14.5	6	15
29	n 00 05 10.61	o 51 04 28.04	R_Acai	5.5	12.5	3	12
30	n 00 05 18.49	o 51 02 10.70	R_Jandia	3.0	6.3	0	6
31	n 00 05 02.65	o 51 03 15.20	R_L_Vaca	4.0	12.3	0	12
32	n 00 03 17.52	o 51 02 51.10	R_P_Socorro	4.0	6.0	3	9

Os gráficos de dispersão dos valores máximos e mínimos apresentam entre os dois modelos uma correlação direta positiva, conforme mostra a **Figura 4**. Neles também são expressas as equações de ajustamento da reta.





**Figura 4.** Gráficos de dispersão e regressão

A correlação existente entre os dois modelos mostrou ser forte quando comparado as elevações mínimas encontradas, pois apresentou um coeficiente de determinação R<sup>2</sup> no valor de 0,9266, ou seja, 92,66% da variação do modelo TOPODATA pode ser explicado pela variação do modelo LAF. Para as elevações máximas, o R<sup>2</sup> foi de 0,8817, ou seja 88,17% da variação do modelo TOPODATA pode ser explicado pela variação do modelo LAF. Em ambas as situações são apresentadas uma forte correlação entre os dois métodos, destacando-se o de menor elevação.

Os coeficientes de Pearson foram de 0,9626 e 0,9390 mostrando um correlação direta muito forte nos valores de mínima e de máxima elevação, respectivamente.

O erro médio, calculado pela média aritmética dos erros, foi pequeno, uma vez que os erros positivos acabam compensando os erros negativos, o que poderia acabar distorcendo o resultado, e como mostra a **Tabela 3** o erro médio dos valores mínimo e máximo é próximo de zero, o que revela ser um resultado imparcial.

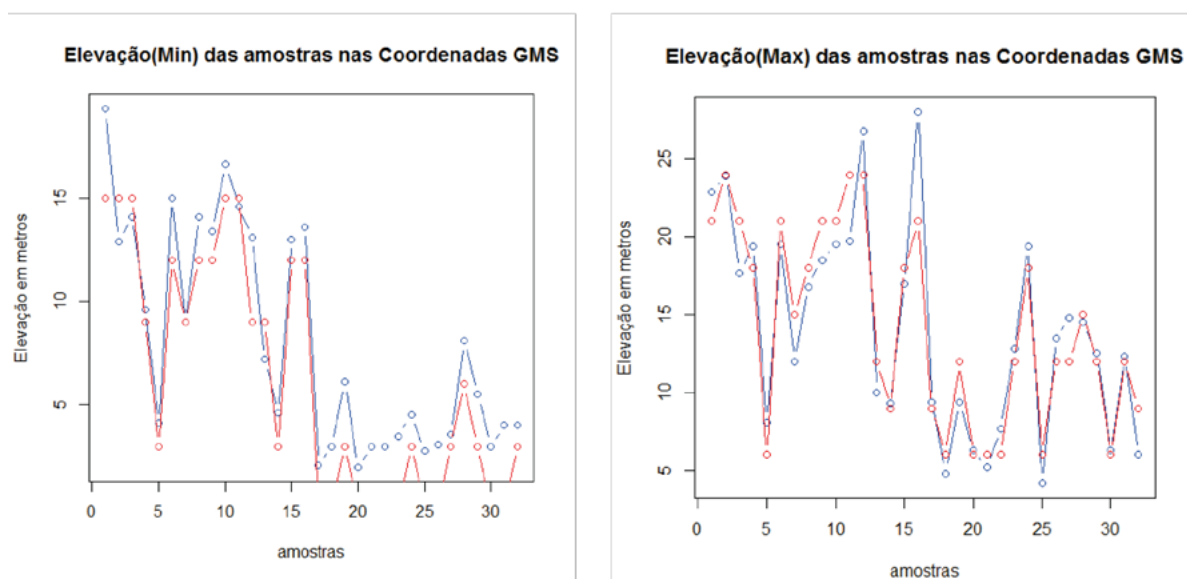
Na **Tabela 3**, o erro quadrático médio (EQM) apresenta o valor médio entre os dois conjuntos de erros, evidenciando uma melhor condição para os valores de menor elevação (min).

Parâmetros	Valores Analisados	
	Min	Max
Erro Médio	0.000023	0.000386
EQM	2.391473	4.472942
Erro Médio Percentual	0.008486	0.110066
Coefficiente de Pearson	0.962610	0.939004
Coef. Determinação	0.926619	0.881729

**Tabela 3.** Análise estatística da correlação encontrada

O erro percentual também se aproximou de zero, mostrando que houve mais consistência nos valores mínimos do que os valores máximos.

A sobreposição das linhas do método TOPODATA sobre o método LAF é perceptível pelas linhas dos gráficos que se encaixam, tanto dos mínimos valores, como também dos máximos valores obtidos da elevação na circunferência, conforme apresenta a **Figura 5**.



**Figura 5.** Gráfico comparativo entre os dois modelos: azul o método LAF e o vermelho o TOPODATA

As elevações médias inteiras máximas encontradas nas áreas de terra firme e ressacas (áreas úmidas) foram de 18 e 10 metros, respectivamente, para ambos os métodos (LAF e TOPODATA). A sua menor elevação apontada pelo método TOPODATA nessa área é de 1,3 m. Isso mostra uma suscetibilidade maior às variações provocadas pelas águas das chuvas e mudanças atípicas das marés nas áreas de ressacas, o que por sua vez gera uma situação de risco para os moradores que fixam suas residências naquele local.

## 5. Conclusões

A carta altimétrica (hipsométrica) gerada é um instrumento seguro e que permite a leitura clara e direta para um planejamento que necessite de informações sobre a altimetria do terreno de Macapá, numa escala restrita até 1:100.000. Na indisponibilidade de dados de campo para validação do modelo gerado, a utilização de informações do LAF se mostrou satisfatória, considerando que os coeficientes de correlação para os valores máximos e mínimos foram superiores a 0,93; e os erros médios percentuais muito próximos de zero.

## 6. Agradecimentos

Ao Laboratório de Geoprocessamento de Ciências Ambientais – LABEGEOCA pela disponibilidade de seus computadores e conexão e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE pela disponibilização dos diversos recursos, ambientes e software que tornaram possível a elaboração do presente estudo.

## 7. Referências

- Achselrad, H. **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Heinrich Boll, 2004.
- Araujo, E. P. **Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em microbacias por geoprocessamento**. 2006. 89 p. (sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/08.25.13.19-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas espaciais, São José dos Campos, 2006.
- Batista Filho, J. M.; Assireu, A. T. ; Barouch, A. L. V;Pons, N. A. D . Comparação dos produtos altimétricos TOPODATA, LAF e medidas in situ em região de topografia complexa. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -

- SBSR, 2013. p. 4534-4539. Disponível em:< <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0356.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- BRITO, Jorge Luiz Nunes e Silva; COELHO FILHO, Luiz Carlos Teixeira. Fotogrametria Digital. 1 ed. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2007.
- Câmara, G. et al. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Objectoriented. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395 - 403, May - Jun 1996.
- Câmara, G.; Davis, Clodoveu; Monteiro, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE-10506-RPQ/249. São José dos Campos, 2001. Disponível em:< <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- Carvalho, E. M. D.; Pinto, S. D. A. F., 2011, Curitiba. Fusão de imagem CBERS-2B (CCD e HRC) para atualização de dados de cartas topográficas e de imagens de menor resolução espacial. Curitiba: Anais Xv Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbsr, 2011. 7434 p. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0299.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- Garofalo, D. F. T.; Liesenberg, V. ;. Análise comparativa da informação altimétrica presente nos modelos digitais de elevação ASTER GDEM 1 e 2, SRTM e TOPODATA. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2015, João Pessoa. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013. p. 2867-2875. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0565.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- INPE. Ministério da Ciência e Tecnologia. /[www.dsr.inpe.br](http://www.dsr.inpe.br), 2015. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 24 Novembro 2015.
- Santos Filho, H.; Almeida, M. G. ; Ribeiro, M. M. Mapeamento e classificação das áreas de ressaca na região metropolitana de Macapá-AP utilizando imagens do satélite CBERS-2B. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013, Foz do Iguaçu. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2013. p. 2211-2217. Disponível em:< <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0108.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- Santos Filho, H. ; Almeida, M. G. ; Rios, R. O . Mapeamento e análise da carta imagem da cidade de Macapá-AP obtida através da fusão das imagens do satélite CBERS-2B multisensor CCD e HRC. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, Curitiba. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011. p. 2614-2619. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0473.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- Simm, A. P. R .L. Mapeamento do potencial de instabilização de taludes rodoviários: usando SIG e seções geológico – geotécnicas de campo com aplicação da rodovia SP-310. 1ª Ed. Biblioteca24horas, São Paulo , 2011. p. ISBN978-85-7893-925-0.
- Valeriano, M. M. **TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2008. INPE-15318-RPQ/818. Disponível em:< <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.