

**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

## ***RELATÓRIO TÉCNICO***

***Altimetria de estações fluviométricas do Acre e Rondônia***



Residência de Porto Velho – REPO

PORTO VELHO  
Dezembro/2015

*Altimetria de estações fluviométricas do Acre e Rondônia*

---

**EQUIPE EXECUTORA:**

**Joana Angélica Cavalcanti Pinheiro**  
Pesquisadora em Geociências – D Sc.

**Wladimir Ribeiro Gomes**  
Técnico em Geociências

**Edcarlos Bezerra de Freitas**  
Auxiliar de Campo

**Herculys Pessoa e Castro**  
Pesquisador em Geociências

**Francisco de Assis dos Reis Barbosa**  
Pesquisador em Geociências – M Sc.

---

---

## Sumário

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 - TRABALHO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DOS DADOS .....</b>	<b>5</b>
<b>4 - BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>11</b>

---

## 1 – INTRODUÇÃO

Visando obter informações altimétricas com alto nível de precisão, foi realizado a obtenção da conversão das cotas das estações fluviométricas sob referência arbitrária para a altitude ortométrica. Tal trabalho foi obtido a partir de receptores GNSS, com precisão centimétrica, possibilitando melhorar a qualidade de dados das cotas fluviométricas, além de permitir a realização de trabalhos posteriores dependentes desse tipo de informação. Pode-se citar, como exemplos, a utilização desses dados em modelos hidrológicos, mapeamento de manchas de inundação e definição precisa do perfil longitudinal dos rios.

As altitudes que tem o geóide como seu referencial são denominadas de ortométricas, sendo definidas pela distância vertical do ponto da superfície terrestre até o geóide. O geóide é definido como a superfície equipotencial que melhor se ajusta ao nível médio dos mares. O nível médio dos mares é escolhido como uma superfície de referência que melhor define a forma da Terra por ser uma superfície de equilíbrio hidrostático e estar sempre procurando adequar-se às forças atuantes sobre o nosso planeta, além da maior parte da superfície terrestre ser coberta pelos oceanos. No Brasil, o nível médio dos mares é definido pelas observações maregráficas tomadas entre os anos de 1949 e 1957 no Porto de Imbituba, no litoral do estado de Santa Catarina (DALAZOANA, 2005).

Com o avanço e aplicações das técnicas oriundas da geodésia espacial, as quais são referenciadas ao elipsóide e contêm um significado geométrico da atitude, faz-se necessário atribuir um caráter físico a essas altitudes (MOREIRA, 2005). Nesse sentido, foi desenvolvida uma série de modelos que definem a ondulação geoidal, termo que é utilizado para definir a distância que separa o geóide do elipsóide de referência. A Figura 1 define um desenho esquemático da relação da altitude geométrica e ortométrica.

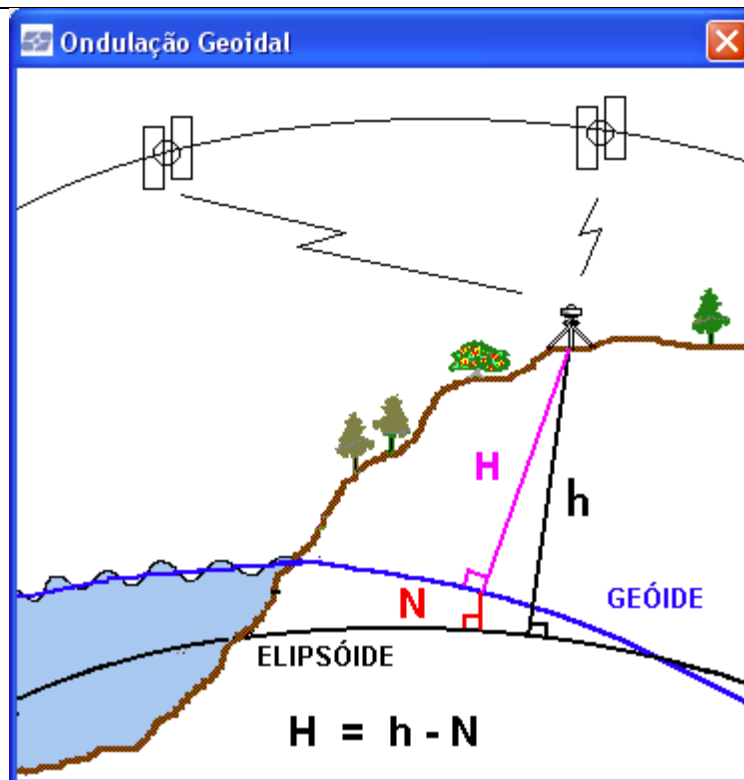


Figura 1 - Ondulação Geoidal (Fonte: Modelo MAPGEO2004).

Como procedimento de processamento, foi empregado o método de posicionamento por ponto preciso (PPP), que permite determinar a posição da estação utilizando órbitas e relógios precisos dos satélites, definidos, por sua vez, pelos centros de análise IGS. Uma das grandes vantagens do modo PPP é a não necessidade de outras estações terrestres como referência, tornando as soluções independentes, o que evita propagação de erros e movimentos diferenciados entre estações como acontece no método de dupla diferença. A qualidade dos resultados PPP está intimamente ligada à utilização de receptores de dupla frequência, qualidade das órbitas, relógios, modelos de refração troposférica, correção ionosférica e modelos físicos. Utilizam-se esses critérios seguindo as normas do IERS (2003) e um tempo de observação razoável através das medidas de fase e estimação da ambiguidade em valores inteiros, podendo-se atingir uma precisão centimétrica.

## 2 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

Foram analisadas quatro estações fluviométricas no estado do Acre e uma estação no estado de Rondônia. As estações do Acre que compuseram essa primeira etapa foram estações localizadas no rio principal, cujo impacto foi considerado como prioridade, por

apresentaram-se como estações de alerta do Sistema de Cheias da bacia hidrográfica em questão (Figura 2). Foi realizado o mesmo trabalho na estação de Ji-Paraná devido à uma solicitação externa, contudo, a abrangência de tal trabalho deverá ser estendido no próximo ano (Figura 3).

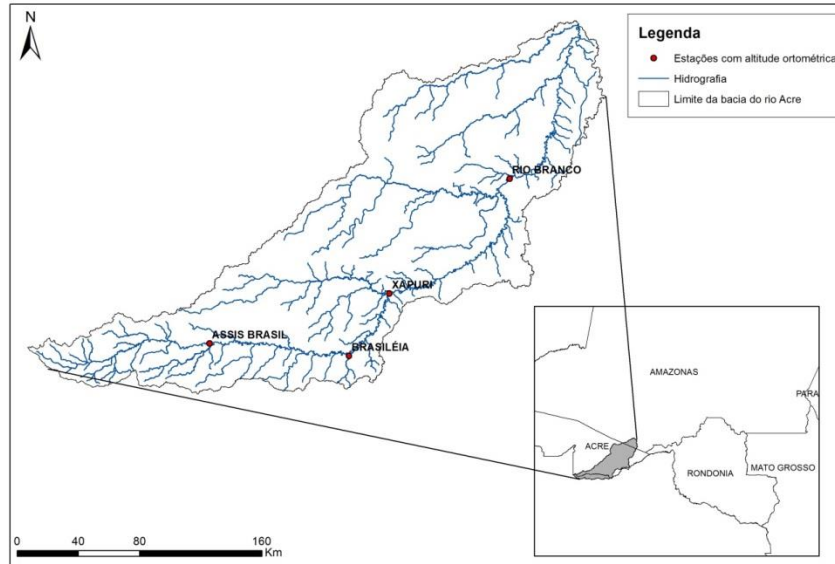


Figura 2 – Localização das estações fluviométricas da bacia do rio Acre com altitude ortométrica.

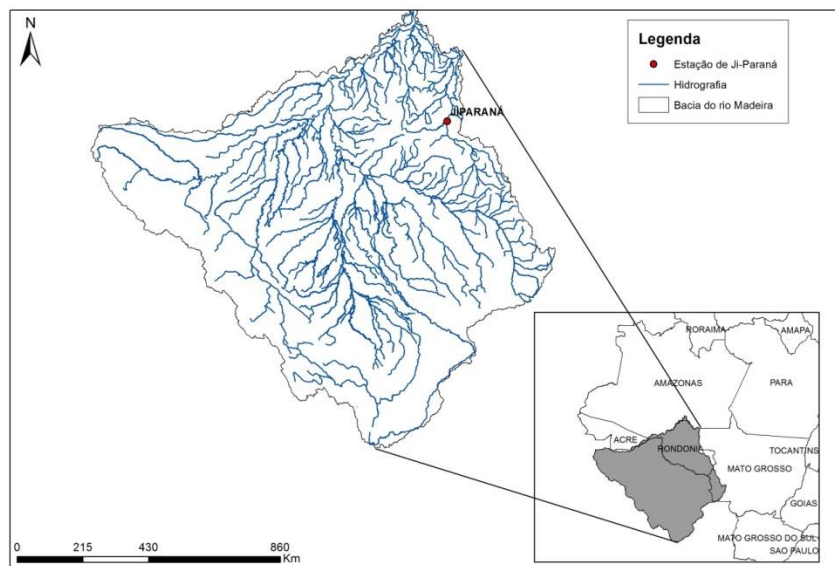


Figura 3 – Localização da estação fluviométrica de Ji-Paraná com altitude ortométrica.

---

### 3 - TRABALHO DE CAMPO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Foi utilizado o uso do equipamento GeoTech GTR-G2, que são receptores de dupla frequência (L1/L2), que realizam o rastreamento do GPS. O local de colocação da antena foi na RN mais adequada de cada estação e, a fim de garantir o correto valor cotado da RN, foi realizado o nivelamento e o contra-nivelamento com o nível topográfico. A RN de cada estação foi escolhida a partir da análise da sua estabilidade. Quando não era possível a colocação da antena em cima da RN, foi utilizado o nível topográfico para obtenção de outro lugar com a mesma cota da RN escolhida. Esse fato ocorreu em Rio Branco e em Xapuri. Para estes casos, aplicou-se a equação:

$$H = h - N$$

Onde: H = altitude ortométrica (m); h = altitude geométrica (m); N = ondulação geoidal (m).

O tempo de permanência mínima do GPS foi 3 horas e 20 minutos, após o nivelamento do receptor e do ligamento do aparelho. O tempo de permanência foi considerado com 20 minutos a mais a fim de descartar esses minutos iniciais que podem apresentar algum ruído, além de ter menos satélites rastreados.

Posteriormente à aquisição dos dados, os arquivos brutos do GPS (.PCD) foram descarregados e transformados pro formato *rinex*, por meio do *software* Convert4, pois é o formato requerido para o PPP. Por fim, os dados foram processados no site do IBGE (<http://www.ppp.ibge.gov.br/ppp.htm>), inserindo o arquivo *rinex*, o tipo de antena (que no caso é a NOV702GG NONE), a altura da antena (padronizado para este trabalho como 2 m) e um email do usuário.

Na utilização do PPP nas estações de Brasília e Assis Brasil, o local foi considerado fora do contorno do Brasil, sendo necessária a utilização do *software* MAPGEO2015 para a obtenção da ondulação geoidal do ponto e posterior cálculo da altitude ortométrica. Para a obtenção dos resultados com efemérides precisas, foi necessário aguardar 15 a 20 dias após a data de rastreamento. A precisão final aproximada para o levantamento altimétrico foi de 0,020 m e do levantamento planimétrico foi de 0,010 m.





Figura 4 – RN 10 (cota 16991 mm) da estação fluviométrica de Rio Branco/AC.

### ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DE RIO BRANCO:

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 58' 33,1056"	-67° 48' 01,8111"	158,55	8897017.775	631478.253	-69
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 58' 33,0995"	-67° 48' 01,8116"	158,55	8897017.963	631478.239	-69
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,010	0,011			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	24,81					
Altitude Ortométrica (m)	133,74					



Figura 5 - RN 3 (cota 15473 mm) da estação fluviométrica de Xapuri/AC.

### ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DE XAPURI:

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-10° 38' 59,8363"	-68° 30' 23,5097"	195,44	8822681.864	553971.739	-69
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-10° 38' 59,8301"	-68° 30' 23,5101"	195,44	8822682.054	553971.727	-69
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,006	0,010			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	27,40					
Altitude Ortométrica (m)	168,04					



Figura 6 - RN 3 (12653 cota mm) da estação fluviométrica de Brasília/AC.

## ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DE BRASILÉIA:

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-11° 01' 05,5426"	-68° 44' 42,0484"	215,22	8781995.643	527854.086	-69
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-11° 01' 05,5365"	-68° 44' 42,0488"	215,22	8781995.830	527854.074	-69
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,004	0,005			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	Fora do Contorno do Brasil					
Altitude Ortométrica (m)	Fora do Contorno do Brasil					



Figura 7 - RN 4 (cota 12893 mm) da estação fluviométrica de Assis Brasil/AC.

### ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DE ASSIS BRASIL:

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (ê a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-10° 56' 36,7131"	-69° 33' 58,9845"	264,80	8790206.242	438113.283	-69
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-10° 56' 36,7065"	-69° 33' 58,9847"	264,80	8790206.445	438113.277	-69
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,006	0,007			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	Fora do Contorno do Brasil					
Altitude Ortométrica (m)	Fora do Contorno do Brasil					

IBGE - MAPGEO2015 - Versão 1.0

Entradas | Ilustrações | Ajuda

**SISTEMA DE INTERPOLAÇÃO DE ONDULAÇÃO GEOIDAL (SIRGAS2000)**

ENTRADA VIA TECLADO  Graudecimal  
 GMS

ID do Ponto: ASSISBRA

Latitude: 10 56 36.7065

Longitude: - 69 33 58.9847

Ondulação Geoidal: 29.15

ENTRADA VIA ARQUIVO

Formato Arquivo Entrada:  ID do Ponto,  Lat Lon (Grau Decimal),  Lat Lon (GMS),  Lon Lat (GMS)

Formato Arquivo Saída:  ID do Ponto,  Coordenadas de Entrada,  Ondulação Geoidal

Arquivo de entrada: \_\_\_\_\_

Arquivo de saída: \_\_\_\_\_

Processa



Figura 8 – RN 7 (cota 11058 mm) da estação fluviométrica de Ji-Paraná/RO.

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-10° 52' 25,7616"	-61° 56' 07,9823"	154,20	8797768.110	616339.972	-63
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-10° 52' 25,7558"	-61° 56' 07,9835"	154,20	8797768.288	616339.936	-63
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,004	0,008			
Modelo Geoidal	MAPGEO2010					
Ondulação Geoidal (m)	13,03					
Altitude Ortométrica (m)	141,17					

Tabela 1 – Resumo das informações das estações obtidas do levantamento altimétrico.

Estação Fluviométrica	RN	Cota RN	Altitude geométrica	Altitude ortométrica	Zero da régua
	nº	mm	m	m	m
<b>Rio Branco</b>	10	16991	158,55	133,74	116,749
<b>Xapuri</b>	3	15473	195,44	168,04	152,567
<b>Brasiléia</b>	3	12653	215,22	187,59	174,937
<b>Assis Brasil</b>	4	12893	264,8	235,65	222,757
<b>Ji-Paraná</b>	7	11058	154,2	141,17	130,112

---

#### **4 – BIBLIOGRAFIA**

DALAZOANA, R. **Estudos dirigidos à análise temporal do Datum Vertical Brasileira.** 2005. 188 p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

MOREIRA, D.; CALMANT, S.; PEROSANZ, F.; KENUO, R.; SANTOS, A.; SILVA, J.; ROTUNNO FILHO, O. C.; SEYLER, F.; RAMILLEN, G.; MONTEIRO, A. Uso de dados de geodésia espacial para estudos hidrológicos na bacia amazônica. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...** Bento Gonçalves, 2013. p. 1-8.