



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ALCEU PERCY MENDEL JUNIOR**

**LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS ALTIMÉTRICOS POR SATÉLITE E  
ANÁLISES ESTATÍSTICAS COM IMPACTO NAS ANÁLISES FLUVIOMÉTRICAS,  
PLUVIOMÉTRICAS E DE VARIÁVEIS HIDROMETEOROLÓGICAS NA PARTE  
MERIDIONAL DA BACIA DO RIO TROMBETAS - PA**

**BELÉM - PARÁ**

**2022**

**ALCEU PERCY MENDEL JUNIOR**

**LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS ALTIMÉTRICOS POR SATÉLITE E  
ANÁLISES ESTATÍSTICAS COM IMPACTO NAS ANÁLISES FLUVIOMÉTRICAS,  
PLUVIOMÉTRICAS E DE VARIÁVEIS HIDROMETEOROLÓGICAS NA PARTE  
MERIDIONAL DA BACIA DO RIO TROMBETAS - PA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Hídricos.

Área de concentração: Planejamento, manejo e gestão de recursos hídricos.

Linha de pesquisa: Gestão em Recursos Hídricos

Hidrologia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Barbosa Queiroz

Coorientadores: Dr. Daniel Medeiros Moreira e Msc. David Franco Lopes

**BELÉM-PA**

**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

M5371 Mendel Junior, Alceu Percy.

Levantamentos geodésicos altimétricos por satélite e análises estatísticas com impacto nas análises fluviométricas, pluviométricas e de variáveis hidrometeorológicas na parte meridional da Bacia do rio Trombetas - PA / Alceu Percy Mendel Junior. — 2022.  
220 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Joaquim Carlos Barbosa Queiroz  
Coorientador(a): Prof. Dr. Daniel Medeiros Moreira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Belém, 2020.

1. Levantamentos geodésicos altimétricos por satélite. 2. Redução de altimetria hidrológica ao geóide. 3. Análises e processamento de dados fluviométricas, pluviométricas e de variáveis hidrometeorológicas. 4. Análises estatísticas. 5. Wavelet. I. Título.

CDD 551.480981

---

**ALCEU PERCY MENDEL JUNIOR**

**LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS ALTIMÉTRICOS POR SATÉLITE E  
ANÁLISES ESTATÍSTICAS COM IMPACTO EM PESQUISAS FLUVIOMÉTRICAS,  
PLUVIOMÉTRICAS E DE VARIÁVEIS HIDROMETEOROLÓGICAS NA PARTE  
MERIDIONAL DA BACIA DO RIO TROMBETAS - PA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Hídricos.

Área de concentração: Planejamento, manejo e gestão de recursos hídricos.

Linha de pesquisa: Gestão em Recursos Hídricos

Hidrologia Aplicada

Data da aprovação: 31 / 08 / 2020

Banca Examinadora:



Prof. Joaquim Carlos Barbosa Queiroz - Orientador  
Doutor em Geociências e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Pará, UFPA



Prof. Raimundo Nonato do Espírito Santo dos Santos - Membro  
Doutor em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia)  
Universidade Federal do Pará, UFPA



Prof. Evaldo Raimundo Pinto da Silva - Membro  
Doutor em Geologia Econômica  
Universidade Federal do Pará, UFPA



Prof. Milton Antônio da Silva Matta - Membro  
Doutor em Geologia e Geoquímica  
Universidade Federal do Pará, UFPA

Dedico esse trabalho com todo meu amor, gratidão e respeito, às pessoas mais entusiastas e sacrificadas pelo meu desenvolvimento acadêmico que são a minha esposa, Rosilene do Socorro de Oliveira Sarmiento, minha mãe, Léa Martins dos Santos, meu filho Lucas D. B. Mendel, e em memória de meus inesquecíveis e amados Alceu Percy Mendel, pai e amigo, e os avós, Dolores Martins dos Santos e Antônio Sabença dos Santos, com imensa saudade, amor, honra e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

À Deus antes e acima de tudo;

À minha esposa, Rosilene do S. de O. Sarmiento, companheira de todas as horas;

Ao meu estimado filho Lucas, pela compreensão;

Ao meus pais, Léa Martins dos Santos e *Alceu Percy Mendel, in memoriam*;

Aos meus avós;

Ao professor Joaquim Carlos Barbosa Queiroz, pela orientação, confiança, paciência, atenção, incentivo e colaboração e humildade. Este é fera em tudo;

Aos meus amigos e co-orientadores, pela confiança, paciência, ensinamentos, atenção e apoio: Dr. Daniel Medeiros Moreira (Doutor em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ em co-tutela com UPS/Toulouse com Título: Geodésia Aplicada ao Monitoramento Hidrológico da Bacia Amazônica - 2010); David Lopes Franco, M.Sc. (Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará - 2004);

Aos professores doutores Paulo Pontes e Milton Matta, pela oportunidade a mim oferecida, pela confiança, paciência, atenção e apoio.

Ao Serviço Geológico do Brasil / CPRM - Superintendência Regional de Belém, seus administradores assim como se corpo técnico que me apoiaram desde o início nessa pesquisa, onde todos como amigos me alimentaram com conversas sempre estimulantes, pelo apoio no trabalho e, também pelo companheirismo nos momentos difíceis de cansaço e de ausência, e por torcerem, rezarem e comemorarem comigo;

Aos Colegas do Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos, pelo companheirismo, e em especial a Pedro Alberto Moura Rolim e Manoel Imbiriba Junior, pelas atividades do curso PPRH realizadas em equipe. Só craque.

À equipe de bibliotecários da Biblioteca do IG da UFPA, representada pela Sra. Lúcia Imbiriba, por seus preciosos préstimos, apoio e orientações no tocante à formatação e edição dessa dissertação;

Ao PPRH / IG / UFPA, a todos os integrantes do corpo docente, às colaboradoras da secretaria, à Carla Tayana, à Larissa, à Joelma Lobo, por toda atenção e auxílio;

Ao CENSIPAM – Belém, através do meu amigo Pedro Alberto Moura Rolim, que sempre e incondicionalmente me apoiou e forneceu dados úteis e ensinamentos imprescindíveis para a pesquisa; O Mago da Modelagem Estatística Hidrológica;

E a todos os outros amigos aqui não mencionados, mas que, de alguma forma, auxiliaram neste trabalho.

A todos a minha gratidão imensa e eterna.

*“Se partires um dia de volta a Ítaca, pede  
que o caminho seja longo, rico de experiências,  
rico de saber”*

*Aleteia para Ulisses, em Ilíada, de  
Homero.*

*“Ítaca é a meta de chegada, mas... por que  
apressar-nos em chegar?”*

*Seu poema “Ítaca” sugere que, ansiosos  
pelo destino, muitas vezes deixamos de aproveitar  
o trajeto.*

*E é no trajeto que vivemos.*

*A meta de chegada deve estar sempre  
nítida e motivadora, mas é no trajeto, no aqui, no  
hoje que a vida nos abraça.”*

*Constantinos Kavafis*

## RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo de partida gerar dados de altimetria geodésica satelital em Referências de Nível de Estações Fluviométricas para atribuir altimetria ortométrica a todos os elementos da estação, mas principalmente às medições de nível d'água, nela realizadas possibilitando fazer correlações e análises com estações vizinhas, de jusante como de montante, como declividade e inclusive investigação por remanso. Constatou-se que, a ínfima declividade existente entre as estações propicia a ocorrência de remansos provocados por marés terrestre e oceânica, ventos, subsidência por compactação de estratos sedimentares (argilas), além de outros possíveis fatores. No estudo de correlações e sazonalidades, foi observado nas séries de precipitações e cotas um ciclo (ou período) sazonal dominante relativo à frequência de 12 meses, predominando uma defasagem em torno de 2 a 3 meses entre elas. Resultados com o uso de *cross-Wavelet* e *coerência Wavelet* mostraram ciclos plurianuais de 2 a 3 anos e acima de 5 anos entre as séries.

**Palavras-chave:** altimetria geodésica satelital; fluviometria; remanso; análises estatísticas; *wavelet*; rio Trombetas; Oriximiná PA.

## ABSTRACT

This research has as its starting objective to generate data of satellite geodetic altimetry in Level References of Fluviometric Stations to assign orthometric altimetry to all elements of the station, but mainly to the water level measurements, performed in it making possible correlations and analyzes with stations neighbors, downstream as well as upstream, as slope, including backwater investigation. The smallest slope between the stations provides backwaters caused by several factors. The correlations and seasonality analysis to precipitation and levels, showed a dominant seasonal cycle (or period) was relative to the frequency of 12 months, with a lag of 2 to 3 months predominating between them. Results with the use of cross-*Wavelet* and *Wavelet*-coherence showed multiannual cycles of 2 to 3 years and above 5 years between the series.

**Keywords:** satellite geodetic altimetry; fluviometry; backwater; statistical analysis; *wavelet*; Trombetas river, Oriximiná PA

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Figura 1 - Ciclo Hidrológico. ....	26
Figura 2 - Geodésia: representação das formas física e matemática do planeta Terra. ....	28
Figura 3 - Determinação de referencial altimétrico preciso utilizando dados GNSS em uma estação Fluviométrica da Rede Hidrometeorológica Nacional – ANA.....	29
Figura 4 – Distribuição espacial das estações fluviométricas que apresentam remanso. ....	31
Figura 5 – Referenciais topográficos, tipos de níveis de referência, e diferença entre altitude e cota.....	35
Figura 6 – Equipamentos topográficos para nivelamento: nível ótico mecânico e mira topográfica centimétrica. ....	36
Figura 7 – Seção de nivelamento com visada à vante e à ré. Fonte: Autor desconhecido, licenciado em CC BY-SA.....	37
Figura 8 - Seção de nivelamento composto com visada à vante e à ré.....	38
Figura 9 - Superfícies de referência elipsoidal e Geoidal, e a diferença entre altitudes e altura. ....	41
Figura 10- Mapa de Ondulação Geoidal no território do Brasil. ....	42
Figura 11 - Rastreador de sinais GNSS marca TECHGEO, modelo GTR-G <sup>2</sup> , munido de antena NOVATEL 702 GGL, em uso na estação Santarém. ....	46
Figura 12 - Detecção de componentes de baixa e alta frequência por TW. ....	48
Figura 13 - Relação do ângulo defase entre duas séries temporais (série 1 vs série 2). ....	51
Figura 14 - Mapa Político do estado do Pará, onde está representado o município de Oriximiná em sua porção noroeste, pelo extenso polígono de coloração amarelo escuro.....	53
Figura 15 - Mapa Político região norte do Brasil, onde está representado o município de Oriximiná em sua porção noroeste, pelo extenso polígono de coloração amarelada, assim como dos países fronteiriços a este município. ....	54
Figura 16 - Mapa Político da região noroeste do estado do Pará, onde estão representados os seus municípios, incluindo Oriximiná. ....	54
Figura 17 - Gráfico dos registros médios pluviométricos e de temperatura, em Oriximiná.....	577

Figura 18 - Gráfico dos registros de temperatura e sua faixa de variabilidade, em Oriximiná.....	577
Figura 19 - Registro feito por populares em calçada das maiores cheias já ocorridas na Rua 24 de Dezembro. Fonte: Autor.....	599
Figura 20 - Visão oposta da calçada da Figura 10, tendo o porto de Oriximiná ao fundo. ....	599
Figura 21 - Imagens de inundações no porto de Oriximiná.....	60
Figura 22 - Imagens de inundações no porto de Oriximiná.....	60
Figura 23 - Áreas de risco de inundação na sede do Município de Oriximiná-PA. ....	61
Figura 24 - Porção noroeste do Mapa Geológico e Estrutural do Estado do Pará, referente à área de estudo. Fonte: Fotografia do autor de produto cartográfico mineral da CPRM, Superintendência Regional de Belém.....	66
Figura 25 - Mapa da Bacia do Rio Trombetas e de seus afluentes Rios Mapuera, Cachorro e Cumuiná, na região noroeste do Pará. ....	68
Figura 26 - Focos de estudo hidrológico na porção baixa, meridional, da bacia do Rio Trombetas. ....	71
Figura 27 - Representação equivocada de uma UHE e de seu lago pretense na Cachoeira Porteira do Rio Trombetas em mapa político rodoviário do estado do Pará comumente encontrado em papelarias e livrarias.....	72
Figura 28 - Composição gráfica representando os locais de potencial de turismo de pesca esportiva para público nacional e internacional, explorado pelos quilombolas. ..	73
Figura 29 - Brasão do município de Oriximiná. ....	755
Figura 30 - Bandeira do município de Oriximiná.....	75
Figura 31 - Macrozoneamento do presente plano diretor do Município de Oriximiná. ....	766
Figura 32 - Foto aérea da sede do município de Oriximiná.....	77
Figura 33 - slide de apresentação sobre a extração mineral de bauxita para posterior transporte por via fluvial em navios cargueiros.....	77
Figura 34 - Porto Trombetas e sua rotina de contínuo revezamento de navios em carregamento. ....	78
Figura 35 - comunidade quilombola tradicional vizinha ao empreendimento e à margem do processo econômico industrial extrativista.....	78

Figura 36 - Vista aérea, de norte para sul, da vila sede do distrito de Cachoeira Porteira na margem esquerda do Rio Trombetas, fluindo de noroeste para sudeste.....	79
Figura 37 - Vista aérea, de sul para norte, da vila sede do distrito de Cachoeira Porteira, e ao fundo a confluência dos rios Mapuera (no alto a esquerda) e Trombetas logo acima da Cachoeira Porteira, em período de cheia.....	79
Figura 38 - Zoneamento do Município de Oriximiná.....	800
Figura 39 - Zoneamento do baixo curso do Rio Trombetas. ....	81
Figura 40 - Instalação da UFF em Oriximiná, Unidade Avançada José Veríssimo (UAJV). ....	82
Figura 41 - Campus da UFOPA em Oriximiná. ....	82
Figura 42 - Mapa em perspectiva contextualizando o Projeto Trombetas de Mineração no seu entorno.....	84
Figura 43 - Local da coleta de amostra de rocha em afloramento na margem esquerda do Rio Trombetas, a montante da Cachoeira da Porteira, em 00° 59' 54,24" S ; 57° 02' 02,94" W. ....	89
Figura 44 - Lâmina com seção delgada para análise microscópica. ....	89
Figura 45 - Detalhe de lâmina delgada para análise microscópica. ....	90
Figura 46 - Coleta de dados, em 2016, com GPS Geodésico sobre a RN-5 da estação fluviométrica de Vista Alegre, cuja cota arbitrária era de 10,702m. ....	97
Figura 47 - Coleta de dados, em 2015, com GPS Geodésico sobre a RN-2 da estação fluviométrica de Tabuleiro REBIO Trombetas, cuja cota arbitrária é de 16,185 m. ....	102
Figura 48 - Coleta de dados, em 2016, com GPS Geodésico sobre a RN-8 da estação fluviométrica de Cachoeira da Porteira Conj.1, cuja cota arbitrária era de 13,560 m. ....	107
Figura 49 - Coleta de dados, em 2018, com GPS Geodésico sobre a RN-8 da estação fluviométrica de Oriximiná, cuja cota arbitrária era de 9,127 m. ....	112
Figura 50 - Coleta de dados, em 2017, com GPS Geodésico sobre a RN-6 da estação fluviométrica de Oriximiná, cuja cota arbitrária é de 8,033 m. ....	117
Figura 51 - Esquema de fluxo hidráulico fluvial da área de estudo. ....	1188
Figura 52 - Dois gráficos das variações das altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (cm) dessas variações. Estão em azul porque são as que se variam na proporção inversa da carga hidráulica da estação chuvosa, e a linha púrpura é a média. ....	120

Figura 53 - Três gráficos das variações das altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (cm) dessas variações. Estão em vermelho porque não oscilaram na proporção inversa da carga hidráulica da estação chuvosa, e a linha púrpura é a média. ....	120
Figura 54 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial Plurianual de 2015 a 2018, com adoção nos dados de correção por diferença anual.....	128
Figura 55 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial Plurianual de 2015 a 2018, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais. ....	1299
Figura 56 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2015, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais. ....	13030
Figura 57 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2016, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais. ....	13030
Figura 58 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2017, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais. ....	13131
Figura 59 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2018, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais. ....	131
Figura 60 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação Vista Alegre.....	134
Figura 61 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação REBIO Trombetas. ....	134
Figura 62 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação Cachoeira da Porteira. ....	134
Figura 63 - Séries diárias para Cota e precipitação (Cachoeira da Porteira). ....	135
Figura 64 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação diárias (Cachoeira da Porteira). ....	136
Figura 65 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados diários de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.....	137
Figura 66 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação diárias. ....	138
Figura 67 - Cross-Wavelet (TWX) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações diárias. ....	139
Figura 68 - Séries mensais para Cota e precipitação da estação Cachoeira da Porteira. ....	140
Figura 69 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.....	140

Figura 70 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados mensais de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.....	141
Figura 71 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.....	142
Figura 72 - Cross-Wavelet (XWT) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações mensais da estação Cachoeira da Porteira. ....	143
Figura 73 - Séries mensais para Cota e precipitação (Cachoeira da Porteira).....	144
Figura 74 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação mensais (Cachoeira da Porteira). ....	144
Figura 75 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados mensais de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.....	145
Figura 76 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.....	146
Figura 77 - Cross-Wavelet (TWX) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações mensais da estação Cachoeira da Porteira. ....	1477

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registros médios pluviométricos e de temperatura, em Oriximiná.....	58
Tabela 2 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Oriximiná. ....	62
Tabela 3 – Registro de cotas máximas e mínimas na estação Tabuleiro ReBio Trombetas. ....	62
Tabela 4 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Cachoeira da Porteira. .	63
Tabela 5 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Vista Alegre. ....	63
Tabela 6 - Tipos de Estações em Operação sob Responsabilidade da ANA na Região Hidrográfica Amazônica (Consulta em Março/2007) P=Pluviométrica; E=Evaporimétrica; F=Fluviométrica; FD=Fluviométrica com Medição de Descarga Líquida; S=Sedimentométrica; Q=Qualidade de Água; Pr=Pluviográfica; Fr=Fluviográfica; T=Telemétrica. ....	70
Tabela 7 - Tipos de Estações em Operação sob Responsabilidade da ANA / CPRM na Região Hidrográfica do Roteiro 11: Municípios de Santarém, Óbidos e Oriximiná. P=Pluviométrica; E=Evaporimétrica; F=Fluviométrica; FD=Fluviométrica com Medição de Descarga Líquida; S=Sedimentométrica; Q=Qualidade de Água; Pr=Pluviográfica; Fr=Fluviográfica; T=Telemétrica. . ....	70
Tabela 8 - Dados geodésicos de Vista Alegre, obtidos em 03/12/2015. ....	93
Tabela 9 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 29/07/2016. ....	94
Tabela 10 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 12/12/2017. ....	95
Tabela 11 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 18/06/2018. ....	96
Tabela 12 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 28/11/2015. ....	98
Tabela 13 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 04/08/2016. ....	99
Tabela 14 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 09/12/2017. ....	100
Tabela 15 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 14/06/2018. ....	101
Tabela 16 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 29/11/2015. ....	103

Tabela 17 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 04/08/2016.....	104
Tabela 18 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 03/12/2017.....	105
Tabela 19 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 12/06/2018.....	106
Tabela 20 - Dados geodésicos de Oriximiná. Dados obtidos em 26/11/2015.....	108
Tabela 21 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 28/07/2016.....	109
Tabela 22 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 13/12/2017.....	110
Tabela 23 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 19-/06/2018.....	111
Tabela 24 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 23/11/2015.....	113
Tabela 25 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 05/08/2016.....	114
Tabela 26 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 15/12/2017.....	115
Tabela 27 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 10/06/2018.....	116
Tabela 28 - Variações das Altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (m) dessas variações.....	119
Tabela 29 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2015.....	122
Tabela 30 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2016.....	123
Tabela 31 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2017.....	124
Tabela 32 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2018.....	125
Tabela 33 - Comparativo valores anuais de Altitudes de N.A. corrigidas anualmente, 2015 a 2018.....	132

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF - Análise de Fourier

ALCAN - Rio Tinto Alcan

ANA – Agência Nacional de Águas

CPRM / SGB – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil

CSV - Arquivo de Valores Separados por Vírgulas

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

DOCX - Arquivo nativo do MS Word

EGM-08 - *Earth Gravitational Models* 2008 (Modelo Gravitacional da Terra 2008)

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

GLONASS - *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (Sistema de Navegação Global via Satélite Russo)

GNSS - *Global Navigation Satellite System* (Sistema Global de Navegação por Satélite); Soma de todos os sistemas de cada nacionalidade.

GPS - *Global Positioning System* (Sistema Global de Navegação)

GRACE - *Gravity Recovery and Climate Experiment* (Experimento Climático e Reconhecimento da Gravidade)

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICM Bio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IGS - *International GNSS Service* (Serviço Internacional GNSS)

MAPGEO 2004 - Modelo de Ondulação Geoidal 2004

MAPGEO 2010 - Modelo de Ondulação Geoidal 2010

MAPGEO 2015 - Modelo de Ondulação Geoidal 2015

MAPGEO 92 - Modelo de Ondulação Geoidal 1992

Med. Dia. - Média Diária

Med. Mens. - Média Mensal

MME - Ministério de Minas e Energia

MRN - Mineração Rio do Norte

N.A. - Nível D'água

PDC - Extensão de arquivo com dados brutos de sistema de navegação por satélite da marca TECHGEO.

PDF - *Portable Document Format* (Formato de Documento Portátil)

PIB - Produto Interno Bruto

PPP - Posicionamento por Ponto Preciso

PUC-PR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

RAR - É um formato de arquivo usado para compactação de dados

RBRT - Reserva Biológica Rio Trombetas

REBIO - Reserva Biológica

RHN - Rede Hidrometeorológica Nacional

RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas

RINEX - *Receiver Independent Exchange Format* (formato de troca independente de receptor)

RN - Referência de Nível

RRNN - Referências de Nível

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica de Radar Altimetro Embarcado)

SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

SUREG-BE – Superintendência Regional de Belém

TW - Transformadas de *Wavelet*

TWX - Transformadas de *Wavelet* Cruzada

UAJV - Unidade Avançada José Veríssimo

UC's - Unidades de Conservação

UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFOPA - Universidade Federal do Oeste do Pará

UFPA - Universidade Federal do Pará

UHE - Usina Hidrelétrica

UNESP - Universidade do Estadual Paulista

USGS - *United States Geological Survey* (Serviço Geológico dos Estados Unidos da América)

UTM-E - Coordenada Universal Transversa de Mercator Leste

UTM-N - Coordenada Universal Transversa de Mercator Norte

WTC - Coerência *Wavelet*

XLSX - Arquivo nativo do MS Excel

ZIP - É um formato de arquivo usado para compactação de dados

$\Delta H$  - Variação de Altitude

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	25
1.1	Hidrologia.....	25
1.2	Ciclo Hidrológico .....	26
1.3	Geodésia .....	27
1.4	Geodésia em prol da Hidrologia.....	28
2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	30
3	OBJETIVOS .....	32
3.1	Objetivo geral .....	32
3.2	Objetivos específicos.....	32
4	METODOLOGIA, MATERIAIS E PROCEDIMENTOS .....	33
4.1	Levantamento Altimétrico com Transporte de Cotas e de Altitudes por Topografia Clássica / Nivelamento Geométrico.....	34
4.1.1	Equipamentos utilizados no Nivelamento Geométrico .....	35
4.1.2	Procedimento do Nivelamento Geométrico Simples.....	36
4.1.3	Procedimento do Nivelamento Geométrico Composto .....	37
4.1.4	Precisão do Nivelamento .....	38
4.2	Estações permanentes GNSS.....	39
4.2.1	RBMC.....	40
4.3	Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO 2015 .....	40
4.4	Processamento dos Dados GNSS .....	42
4.4.1	Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) .....	43
4.5	Equipamentos da Geodésia por Satélites de Posicionamento Global e sua operação e processamento dos dados gerados .....	44
4.6	Tratamento dos dados Hidrológicos .....	46
4.7	Análises Estatísticas em prol da Hidrologia e da Geodésia.....	47
4.8	Séries Temporais ( <i>Wavelet</i> ).....	47

4.8.1 Transformada <i>Wavelet</i> Cruzada (TWX).....	49
4.8.2 Coerência <i>Wavelet</i> (WTC).....	49
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA DO RIO TROMBETAS, CONCENTRANDO EM SUA PORÇÃO INFERIOR E MERIDIONAL.....	53
5.1 Localização.....	53
5.2 Aspectos Fisiográficos.....	55
5.2.1 Clima .....	55
5.2.2 As quatro maiores Inundações mais recentes em Oriximiná-PA .....	58
5.2.3 Aspectos Geomorfológicos, Geológicos, Relevo e Solos .....	63
5.2.4 Aspectos Hidrográficos .....	66
<b>5.2.5 Potencial Hidráulico para geração de energia .....</b>	<b>71</b>
5.2.6 Potencial para Turismo e Pesca esportiva .....	72
5.2.7 Histórico do Município de Oriximiná – PA, também conhecida como Princesa do Trombetas .....	73
5.2.8 Patrimônio natural .....	80
5.2.9 Infraestrutura .....	81
5.2.10 Educação Superior.....	82
5.2.11 Economia.....	83
6 COLETA DE DADOS EM CAMPO E EM GABINETE.....	85
6.1 Dados altimétricos absolutos (geodésicos) em campo .....	85
6.2 Coleta de amostra de rocha de afloramento a montante da Cachoeira Porteira .....	89
6.3 Coleta de dados fluviométricos e pluviométricos no sítio eletrônico da ANA / <i>Hidroweb</i> , em gabinete.....	911
7 ANÁLISE DOS DADOS DE CAMPO.....	92
7.1 Vista Alegre Conj.1 (F – 1635.0002, Cota RN-5 = 10,702 m) .....	93
7.2 ReBIO Tabuleiro Trombetas Conj.1 (F – 1659.0000, Cota RN-2 = 16,185 m).....	98
7.3 Cachoeira Porteira Conj. 1 (F – 1665.0000, Cota RN-8 = 13,560 m).....	103
7.4 Oriximiná (F – 1665.0000, Cota RN-8 = 9,127 m).....	108

7.5 Óbidos M.E. (F – 1715.0001, Cota RN-6 = 8,033 m).....	113
7.6 Esquema de fluxo hidráulico fluvial da área de estudo .....	118
7.7 Variação de altimetria das RRNN das estações estudadas .....	119
7.8 Análise da variação anual da declividade entre as estações .....	121
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	127
8.1 Análises dos dados hidrológicos transformados pelos dados geodésicos .....	127
8.2 Perfis Hipsográficos Fluviais (Ex – Cotogramas) .....	127
8.3 Estatística, Pesquisa por sazonalidades e correlações .....	134
8.3.1 Dados diários. Período de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 (Cota) e 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 (Precipitação).....	135
8.3.2 Dados mensais. Período de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 (Cota) e 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 (Precipitação).....	140
8.3.3 Período de setembro de 1970 a maio de 2018 (Cotas máximas) e de julho de 1975 a maio de 2018 (Precipitação). Dados mensais.....	144
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	1499
10 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	150
REFERÊNCIAS .....	151
APÊNDICE A – RELATÓRIO DE CAMPO DE 2015 .....	156
APÊNDICE B - RELATÓRIO DE CAMPO DE 2016.....	156
APÊNDICE C - RELATÓRIO DE CAMPO 2017 .....	157
APÊNDICE D - RELATÓRIO DE CAMPO 2018.....	158
ANEXO A – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO B – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO C – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO D – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO .....	159
ANEXO E – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO F – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO.....	159
ANEXO G – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159

ANEXO H – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO .....	159
ANEXO I – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO J – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO .....	159
ANEXO L – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA .....	159
ANEXO M – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO .....	159

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Hidrologia

A Hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua reação com as formas vivas (CHOW, 1959).

A Hidrologia é uma ciência interdisciplinar que tem tido evolução significativa em face aos problemas crescentes, resultados da ocupação das bacias, do incremento significativo da utilização da água e do resultante impacto sobre o meio ambiente do globo.

Profissionais de diferentes áreas como engenheiros, agrônomos, geólogos, matemáticos, estatísticos, geógrafos, biólogos, entre outros atuam nas diferentes subáreas dessa ciência (TUCCI, 1993).

É a ciência que estuda o ciclo hidrológico, ou ciclo da água.

A Hidrometria é um dos setores de alicerce da hidrologia que consiste na medição das grandezas que interessam ao estudo da água na natureza, como vazões (líquidas e sólidas) e níveis de água em rios, lagos e represas, índices pluviométricos (chuva) e outros parâmetros. Pode ser aplicada também em medições de água em estações de tratamento de água ou de esgotos.

A Hidrogeologia é o ramo das Geociências (ciências da terra) que estuda as águas subterrâneas quanto a localização, profundidade, volume, movimentação, disponibilidade, distribuição e qualidade, e que faz interface entre a geologia, a hidrologia e engenharias.

A Política Nacional de Recursos Hídricos cita que "a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas", por meio do seu uso racional e da integração com a gestão ambiental e de uso do solo (BRASIL, 1997), e para tanto se faz necessário os monitoramentos hidrometeorológicos e hidrogeológicos em suas vertentes quantitativa e qualitativa.

Figura 1 - Ciclo Hidrológico.



Fonte: (USGS, 2008).

## 1.2 Ciclo Hidrológico

O ciclo da água, conhecido cientificamente como o ciclo hidrológico, refere-se à circulação contínua de água na hidrosfera, isto é, troca entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, águas subterrâneas e das plantas, assim como dos outros seres vivos.

A água se move perpetuamente através de cada uma destas regiões no ciclo da água constituindo os seguintes processos principais de transferência:

- Evaporação dos oceanos e outros corpos d'água (rios, lagos e lagoas) no ar e a evapotranspiração das plantas terrestres e animais para o ar.
- Precipitação, pela condensação do vapor de água do ar e caindo diretamente na terra ou no mar.
- Escoamento superficial sobre a terra, geralmente atingem o mar.

A maior parte do vapor de água sobre os oceanos retorna aos oceanos, mas os ventos transportam o vapor de água para a terra com a mesma taxa de escoamento para o mar, a cerca de 36 Tt por ano.

Sobre a terra, evaporação e transpiração contribuem com outros 71 Tt de água por ano.

A chuva, com uma taxa de 107 Tt por ano sobre a terra, tem várias formas: mais comumente chuva, neve e granizo, com alguma contribuição em nevoeiros e orvalho.

A água condensada no ar também pode refratar a luz solar para produzir um arco-íris. A determinação dos fluxos entre as diversas componentes do ciclo hidrológico é o objeto da modelação hidrológica.

### **1.3 Geodésia**

A Geodésia é a ciência que estuda as dimensões, forma e o campo de gravidade da Terra, permitindo analisar, medir e representar o espaço geográfico do planeta com precisão.

A Geodésia é, simultaneamente, um ramo das geociências e um tipo de engenharia, que trata do levantamento e da representação da forma e da superfície da terra (Definição clássica de Helmert), global e parcial, com as suas feições naturais e artificiais e o campo gravitacional da Terra.

O termo geodésia ou geodesia foi usado, pela primeira vez, por Aristóteles e pode significar tanto divisões da terra como também o ato de dividir a terra.

A Geodésia pode ser compreendida, de forma singela, como a ciência que estuda a forma, dimensões e o movimento de rotação da Terra, com identificação da localização de objetos em sua superfície e do campo gravitacional terrestre, além da variação dessas características no decorrer do tempo e ao longo do espaço.

A Geodésia faz parte de um conjunto de disciplinas denominadas “ciências geodésicas”, que incluem a cartografia, a topografia, a fotogrametria, o sensoriamento remoto e a astronomia de posição.

Blitzkow et al. (2011) ressalta que, no passado, era costume dividir a Geodésia em física, geométrica e espacial. No entanto essa segmentação perdeu a finalidade nos tempos atuais, a se considerar que com o avanço da era espacial na qual as metodologias aplicadas acabam envolvendo atividades pertinentes às três áreas anteriormente separadas da Geodésia.

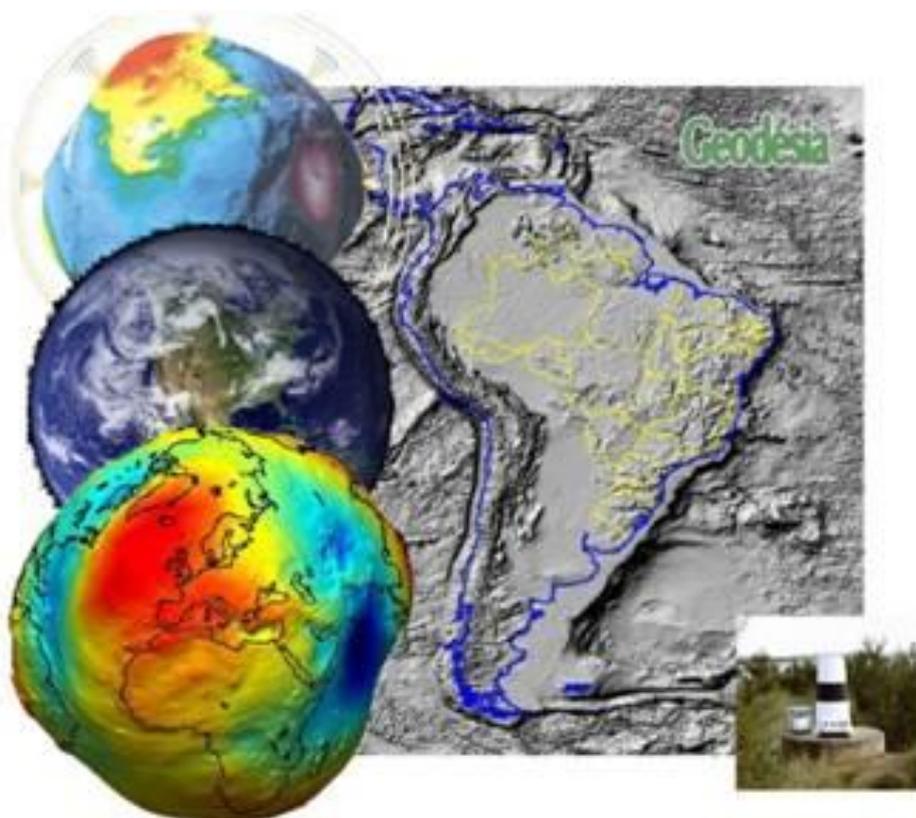
A tendência atual, segundo Blitzkow et al. (2011), é de identificar três (3) objetos distintos de interesse da Geodésia a saber: (1) geometria e as deformações da Terra; (2) parâmetros de orientação do planeta no espaço; (3) o campo gravitacional envolvendo o geóide.

Blitzkow et al. (2011) também destaca que a Geodésia não pode ser compreendida e limitada por simples matemática aplicada e dedicada exclusivamente a um processo de observações. Compreende-se que, nos dias atuais, a Geodésia está envolvida diretamente em atividades de diversos ramos de outras ciências, principalmente a partir do uso de sistemas de

navegação global por satélites (GNSS – *Global Navigation Satellite System*) a se destacar a aplicação de conceitos de Geodésia em estudos que envolvem a meteorologia, sismologia, geofísica, entre outras atividades de geociências e engenharia (MÔNICO, 2000b).

Sob a ponto de vista de aplicações hidrológicas, destacam-se, sobretudo as missões com fundamentos em princípios geodésicos.

Figura 2 - Geodésia: representação das formas física e matemática do planeta Terra.



Fonte: <http://www.cartografia.ime.eb.br/geodesia.html>, em 12 de março de 2019.

#### 1.4 Geodésia em prol da Hidrologia

As missões com fundamentos em princípios geodésicos são de grande valia à hidrologia, sobretudo para as suas aplicações hidrométricas e hidráulicas, pela determinação de referencial único que possibilita infinitas comparações e análises, pelo ganho de precisão, de exatidão, com consequente refinamento dos resultados e abertura da possibilidade de novas análises e correlações.

Nesta dissertação, aplica-se a Geodésia, a favor da Hidrometria, com base no emprego de conceitos e de técnicas diversas associadas mais estreitamente à aquisição de dados plani-

altimétricos de alta precisão tendo como principal ferramenta os sistemas de navegação global por satélites (GNSS – *Global Navigation Satellite System*).

Figura 3 - Determinação de referencial altimétrico preciso utilizando dados GNSS na estação Fluviométrica Caramujo da Rede Hidrometeorológica Nacional – ANA. Foto do autor (2017).



## 2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A região do baixo curso do Rio Trombetas, contribuinte na margem esquerda do Rio Amazonas, no estado do Pará, município de Oriximiná, é monitorada pela CPRM desde 1970 (17 de outubro) e apresenta inundações recorrentes no porto de Oriximiná trazendo diversos impactos para a dinâmica social e econômica da cidade, sem contar os riscos sanitários.

Acrescenta-se a isso, os conflitos entre os diversos usos dos rios por comunidades urbanas, comunidades quilombolas, aldeias indígenas, conservação pelo ICMBio da Reserva Biológica (ReBio) dos Tabuleiros do Trombetas e uso pelas mineradoras.

Para tornar mais complexo o cenário há previsão de implantação de Projeto de Usina Hidroelétrica na Cachoeira Porteira, com barragem e extenso lago adentrando pelos principais afluentes, aumentando a tensão pelo uso das margens e dos rios, concorrendo com quilombolas e indígenas. Como se não fosse suficiente, a região se tornou o 3º polo de turismo de pesca esportiva do Brasil, e um dos mais atrativos do mundo por estar à montante da ReBio, em ambiente natural muito preservado, sendo a mais nova e significativa fonte de renda para muitos dos quilombolas.

Em função deste cenário, e buscando dar uma contribuição significativa no processo dos estudos hidrológicos da região, diagnosticou-se a necessidade de se implantar um referencial altimétrico universal e conforme o padrão nacional para todas as estações fluviométricas assim como às pluviométricas da área de estudo.

Para cada curva traçada, há uma seleção de pontos que definiram seus parâmetros, e para cada um desses pontos há um desvio em relação à curva traçada - ou seja, é medido o quanto a curva de cota/vazão realmente coincide com a vazão medida na cota medida.

Convergindo as informações disponíveis de cota e vazão reunidas desde 1970, conforme relatório do DNAEE da estação Vista Alegre no Rio Cuminá da década de 1980, Publicação Nº 38 de 1983 da SUDAM que em seu Anexo 3 apresenta remanso na Estação da Cachoeira da Porteira no Rio Trombetas, e os estudos de construção de curva chave dos engenheiros David Lopes Franco, M.Sc. e Luanna Costa Dias foi possível perceber quase que indubitavelmente a ocorrência sazonal de represamento e ou remanso no baixo curso do Rio Trombetas e de seu afluente Rio Cuminá, muitas vezes também chamado de Erepecurú.

Por Remanso (Etimologia – derivada do latim: *Remansus*), entende-se: Quando o movimento uniforme de um curso d'água sofre uma alteração na seção de escoamento e/ou declividade, e/ou massa de água que, nos rios ou no mar, entra numa parte curva, formando uma espécie de pequena enseada sem quase nenhum movimento, porção de água estagnada ou

que não tem movimento sensível; água parada, trecho em que o rio se alarga, diminuindo consideravelmente o fluxo da correnteza, cessação de movimento; quietação, repouso, sossego.

Figura 4 – Distribuição espacial das estações fluviométricas que apresentam remanso.



Fonte: Dados de engenheiro David Lopes Franco, MSc. e da engenheira Luanna Costa Dias (2015).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Obter valores de altitude adquiridos por levantamentos geodésicos satelitais, a serem usados no lugar das cotas arbitrárias buscado utiliza-los nos estudos hidrológicos para reduzir ao mesmo referencial geodésico nacional todos os dados hidro meteorológicos, possibilitando análises diversas.

Ao obter quatro valores de cota, um para a estação cheia e outro para a estação seca, nos anos de 2015 a 2018, é possível verificar a ocorrência de variação significativa de altitude das RRNN das estações fluviométricas de Óbidos, Oriximiná, Tabuleiro ReBio e Cachoeira Porteira, e possivelmente na estação fluviométrica de Vista Alegre, no afluente Rio Cuminá (também conhecido como Rio Erepecurú e Rio Parú do Oeste).

#### 3.2 Objetivos específicos

- Adquirir dados geodésicos plani-altimétricos das RRNN das estações fluviométricas e pluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional, da Sub-Bacia16 - Bacia do Rio Trombetas, em duas temporadas secas e em duas temporadas úmidas consecutivas (2015 a 2018) para pesquisar se há ocorrência de variação de cota nas Referências de Nível (RRNN) das estações como indício da ocorrência de grande variação do armazenamento de água, *water storage* ( $Ws$ ), comparando datas específicas das estações seca e úmida.
- Elaborar esquema de fluxo fluvial hidráulico a montante da área de estudo;
- Elaborar uma análise de declividade entre as estações;
- Avaliar se a variável H (altitude) poderia ser ligada ao remanso;
- Comparar e buscar estatisticamente correlações e sazonalidades;

#### 4 METODOLOGIA, MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

A partir deste ponto do trabalho, esboça-se o arcabouço metodológico para tratar da questão central do estudo concernente à avaliação e aperfeiçoamento das cotas fluviométricas obtidas por satélites orbitais.

Assim, portanto, destacam-se as duas grandes áreas do conhecimento que aqui se encontram, a Geodésia e a Hidrologia, tendo a Geodésia exercendo papel estruturante de precisão e exatidão posicional para os trabalhos e pesquisas hidrológicas.

Quanto à Geodésia, destaca-se que a dissertação enfoca a geração de dados de campo através de receptores GNSS com vistas a tornar possível a aplicação da altimetria espacial no monitoramento ambiental e hídrico, com possibilidades de desenvolvimento de estudos hidráulico-hidrológicos na escala da bacia hidrográfica.

Na sequência, são discutidos, de forma breve, os procedimentos empregados no processamento dos dados de receptores GPS e medições de vazões com ADCP, entre outros, que ajudaram na análise dos resultados obtidos por receptores GPS apresentados nos próximos capítulos.

Como ferramenta principal, foram utilizados os dados de receptores GPS geodésicos.

A partir de dados GPS, serão estabelecidos o referencial altimétrico e a manutenção desse referencial a nível centimétrico em uma região com a problemática da Amazônia, com dificuldade de acesso às estações hidrológicas para obtenção de dados de GPS.

Com esparsas estações permanentes GPS, alguns dos sítios são afetados por mais de 10 centímetros de variações de deslocamento vertical causadas por efeitos de carga hidrológica, conforme anteriormente mencionado no trabalho “*Seasonal fluctuations in the mass of the Amazon River system and Earth’s elastic response*”, de Bevis et al. (2005).

A partir do referencial altimétrico obtido através das estações permanentes GPS, serão niveladas as estações fluviométricas garantindo, assim, a mesma referência altimétrica para os dados fluviométricos e para os perfis da altura da linha de água de forma a obter a declividade da linha de água nos locais de passagem da embarcação.

Em complementação, também foi utilizado o Modelo de Ondulação Geoidal MAPGEO 2015, do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no lugar do EGM08, com objetivo futuro de dar significado físico às medições GPS e de altimetria espacial, sendo avaliada a sua aplicação em relação à consistência com as propriedades hidrodinâmicas dos cursos de água em estudo.

Finalmente, considera-se relevante destacar o conjunto de campanhas conduzidas para atingir o objetivo da dissertação segundo a abordagem metodológica proposta. Foram quatro (4) campanhas / viagens, descritas em sequente capítulo, que englobaram os tipos de dados experimentais coletados, topográficos e geodésicos.

Nas seções seguintes, detalham-se os diversos procedimentos que compõem um fluxograma de atividades, procurando dar suporte e fundamentar as opções feitas na definição metodológica do trabalho.

#### **4.1 Levantamento Altimétrico com Transporte de Cotas e de Altitudes por Topografia Clássica / Nivelamento Geométrico**

Conforme a apostila de topografia da Professora Maria Cecília Bonato Brandalize da PUC/PR, este procedimento consiste na operação que determina as diferenças de nível ou distâncias verticais entre pontos do terreno.

O nivelamento destes pontos, porém, não termina com a determinação do desnível entre eles, mas, inclui também, o transporte da cota ou altitude de um ponto conhecido (RN – Referência de Nível) para os pontos nivelados.

Assim, segundo Garcia e Piedade (1984): A altitude de um ponto da superfície terrestre pode ser definida como a distância vertical deste ponto à superfície média dos mares (denominada Geóide).

A cota de um ponto da superfície terrestre, por sua vez, pode ser definida como a distância vertical deste ponto à uma superfície qualquer de referência (que é fictícia e que, portanto, não é o Geóide). Esta superfície de referência pode estar situada abaixo ou acima da superfície determinada pelo nível médio dos mares.

Então, segundo Espartel (1987):

A altitude corresponde a um nível verdadeiro, que é a superfície de referência para a obtenção da DV ou DN e que coincide com a superfície média dos mares, ou seja, o Geóide.

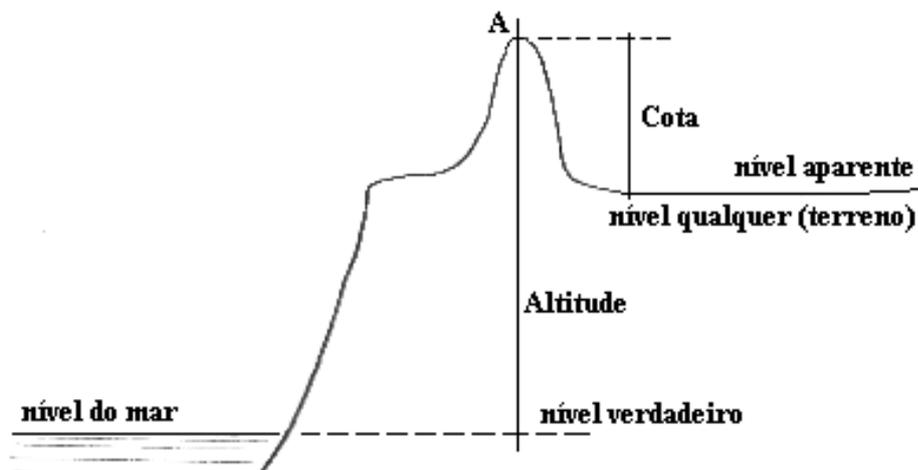
Altitude → Nível Verdadeiro

A cota corresponde a um nível aparente, que é a superfície de referência para a obtenção da DV ou DN e que é paralela ao nível verdadeiro.

Cota → Nível Aparente

A figura a seguir (GARCIA, 1984) ilustra a cota (c) e a altitude (h) tomados para um mesmo ponto da superfície terrestre (A). Torna-se evidente que os valores de c e h não são iguais pois os níveis de referência são distintos.

Figura 5 – Referenciais topográficos, tipos de níveis de referência, e diferença entre altitude e cota.



Com relação ao nivelamento geométrico, o texto prossegue da seguinte forma:

Este método diferencia-se dos demais pois está baseado somente na leitura de réguas ou miras graduadas, não envolvendo ângulos. O aparelho utilizado deve estar estacionado a meia distância entre os pontos (ré e vante), dentro ou fora do alinhamento a medir. Assim como para o método anterior, as medidas de DN ou DV podem estar relacionadas ao nível verdadeiro ou ao nível aparente, depende do levantamento.

#### 4.1.1 Equipamentos utilizados no Nivelamento Geométrico

- a) Nível Ótico – Segundo Espartel (1987), constitui-se de:
- um suporte munido de três parafusos niveladores ou calantes;
  - uma barra horizontal;
  - uma luneta fixada ou apoiada sobre a barra horizontal;
  - um nível de bolha circular para o nivelamento da base (pode também conter um nível de bolha tubular e/ou nível de bolha bipartida);

- eixos principais: de rotação (vertical), ótico ou de colimação (luneta) e do nível ou tangente central;
- duas miras ou réguas graduadas: preferencialmente de metal invar;
- para lances até 25m, a menor divisão da mira deve ser reduzida a 2mm, não podendo nunca exceder a 1cm (régua de madeira).

A figura a seguir ilustra um nível ótico e régua graduada, ambos da marca BERGER.

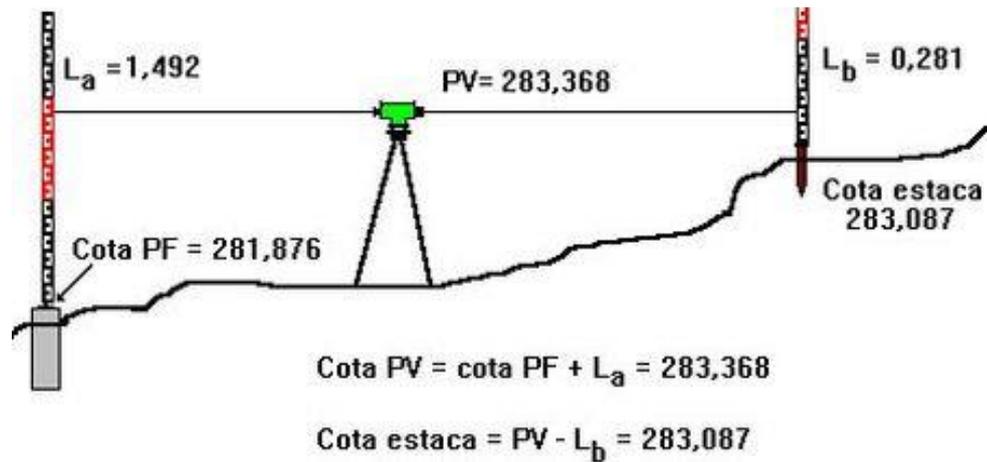
Figura 6 – Equipamentos topográficos para nivelamento: nível ótico mecânico e mira topográfica centimétrica.



#### 4.1.2 Procedimento do Nivelamento Geométrico Simples

O mesmo texto nos informa que neste método, indicado pela figura abaixo (DOMINGUES, 1979), instala-se o nível uma única vez em ponto estratégico, situado ou não sobre a linha a nivelar e equidistante aos pontos de nivelamento.

Figura 7 – Seção de nivelamento com visada à vante e à ré. Fonte: Autor desconhecido, licenciado em CC BY-SA.



Deve-se tomar o cuidado para que o desnível entre os pontos não exceda o comprimento da régua (4m).

Após proceder a leitura dos fios estadimétricos (FS, FM e FI) nos pontos de ré e vante, o desnível pode ser determinado pela relação:

$$DN = FM_{ré} - FM_{vante}$$

Se DN+ então o terreno está em aclave (de ré para vante).

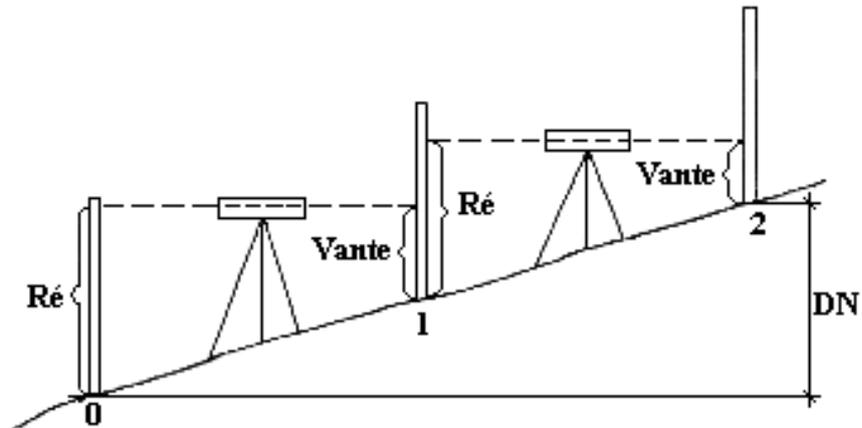
Se DN- então o terreno está em declive (de ré para a vante).

Este tipo de nivelamento pode ser longitudinal, transversal ou radiante e é aplicado a terrenos relativamente planos.

#### 4.1.3 Procedimento do Nivelamento Geométrico Composto

Este método, ilustrado pela figura abaixo (GARCIA, 1984), exige que se instale o nível mais de uma vez, por ser, o desnível do terreno entre os pontos a nivelar, superior ao comprimento da régua.

Figura 8 - Seção de nivelamento composto com visada à vante e à ré.



Instala-se o nível equidistante aos pontos de ré e intermediário (primeiro de uma série de pontos necessários ao levantamento dos extremos), evitando-se ao máximo lances muito curtos.

Procede-se a leitura dos fios estadimétricos (FS, FM e FI) nos pontos em questão e o desnível entre os dois primeiros pontos será dado pela relação:

$$DN_p = FM_{ré} - FM_{intermediário}$$

Se DN+ então o terreno está em *aclive*.

Se DN- então o terreno está em *declive*.

Assim, o desnível total entre os pontos extremos será dado pelo somatório dos desníveis parciais.

$$DN = \sum DN_p$$

#### 4.1.4 Precisão do Nivelamento

A precisão, tolerância ou erro médio de um nivelamento é função do perímetro percorrido com o nível (em km) e, segundo Garcia e Piedade (1984), classifica-se em:

- alta ordem: o erro médio admitido é de  $\pm 1,5\text{mm/km}$  percorrido;
- primeira ordem: o erro médio admitido é de  $\pm 2,5\text{mm/km}$  percorrido;
- segunda ordem: o erro médio admitido é de  $1,0\text{cm/km}$  percorrido;

- terceira ordem: o erro médio admitido é de 3,0cm/km percorrido;
- quarta ordem: o erro médio admitido é de 10,0cm/km percorrido;

Onde o erro médio é avaliado da seguinte forma:

- para poligonais fechadas: é a soma algébrica das diferenças de nível parciais (entre todos os pontos);
- para poligonais abertas: é a soma algébrica das diferenças de nível parciais (entre todos os pontos) no nivelamento (ida) e no contranivelamento (volta).

Este erro, ao ser processado, poderá resultar em valores diferentes de zero, para mais ou para menos, e deverá ser distribuído proporcionalmente entre as estações da poligonal, caso esteja abaixo do erro médio total temível.

Assim, segundo ESPARTEL (1987), o erro médio total temível em um nivelamento para um perímetro P percorrido em quilômetros, deverá ser:

$$\varepsilon_m = \pm 5\text{mm} * \sqrt{P}$$

E o erro máximo admissível, segundo o mesmo autor, deverá ser:

$$\varepsilon = 2,5 * \varepsilon_m$$

## 4.2 Estações permanentes GNSS

As estações permanentes GNSS foram fundamentais para execução deste trabalho. Através delas, puderam ser adquiridos dados de observações dos receptores GPS na área de influência do presente estudo, o que possibilitou avaliar efeitos de carga, ajuste de outras estações permanentes e nivelamento de réguas limnométricas por receptores GPS.

Neste trabalho, foram usados dados gerados por receptores GNSS de propriedade da CPRM / SGB e utilizados pelo autor, assim como dados da RBMC do IBGE, sendo essas redes descritas a seguir.

#### 4.2.1 RBMC

O Brasil possui uma rede de monitoramento GNSS sob gestão do IBGE estabelecida com o objetivo de atender à comunidade usuária GNSS em levantamentos diferenciais, sejam eles cinemáticos ou estáticos.

Além disso, suas estações servem como referência para materializar o Sistema de Referência Geocêntrico das Américas (SIRGAS) e para aplicações tais como estimativas de velocidades da placa sul-americana, modelagem da ionosfera e refinamento do mapa geoidal do Brasil (FORTES; GODOY, 1991).

A RBMC contribui também para a rede IGS, cedendo dados das suas estações de Brasília / DF, Fortaleza / CE e Presidente Prudente / SP.

O IBGE disponibiliza, em seu sítio na internet, os dados de sua rede na taxa de observação de 15 segundos e mantém um sistema chamado RBMC-IP, onde é possível adquirir dados em tempo real na frequência de 1 segundo, o que possibilita aplicações GNSS em tempo real e aquisição de dados em frequências melhores adaptadas a soluções GPS cinemáticas, as quais exigem tratamento de dados GPS com estações em movimento, como, por exemplo, levantamentos GPS sobre o barco apresentados durante este trabalho.

#### **4.3 Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO 2015**

Em função de sua rapidez e precisão na obtenção de coordenadas, os Sistemas Globais de Navegação por Satélite – GNSS (na sigla em inglês) revolucionaram as atividades que necessitam de posicionamento.

Entretanto, a altitude determinada utilizando um receptor GNSS não está relacionada ao nível médio do mar (ou, de forma mais rigorosa, ao geoide), mas a um elipsoide de referência com dimensões específicas.

Portanto, torna-se necessário conhecer a diferença entre as superfícies do geoide e do elipsoide, isto é, a altura (ou ondulação) geoidal, para que se possa obter a altitude acima do nível médio do mar (denominada ortométrica). Desta forma, existe um grande interesse por um modelo de ondulação geoidal brasileiro cada vez mais preciso para aplicações nas áreas de mapeamento e engenharia.

É com este objetivo que o (MAPGEO, 2015), assim como os modelos anteriores (MAPGEO, 2010; MAPGEO, 2004; MAPGEO, 1992), foi concebido e produzido conjuntamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da

Coordenação de Geodésia (CGED), e pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP.

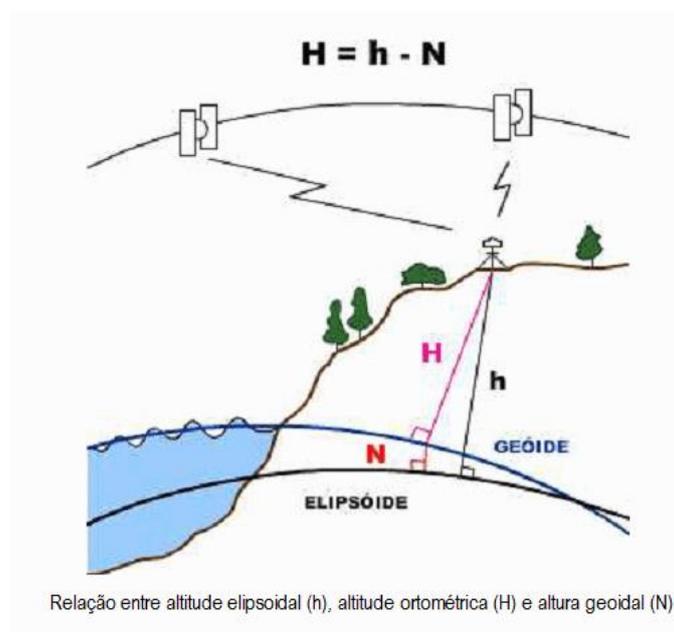
O novo modelo foi calculado com uma resolução de 5' de arco, e o Sistema de Interpolação de Ondulações Geoidais foi atualizado. Através deste sistema, os usuários podem obter a ondulação geoidal em um ponto ou conjunto de pontos, cujas coordenadas referem-se ao SIRGAS2000 e compreendidas entre as latitudes de 6°N e 35°S e entre as longitudes de 75°W e 30°W, dentro do território brasileiro, vide figura 10.

Para converter a altitude elipsoidal ( $h$ ), obtida através de receptores GNSS, em altitude ortométrica ( $H$ ), é necessário utilizar o valor da altura geoidal ( $N$ ) fornecida por um modelo de ondulação geoidal, utilizando a seguinte expressão, vide figura 09.

$$H = h - N$$

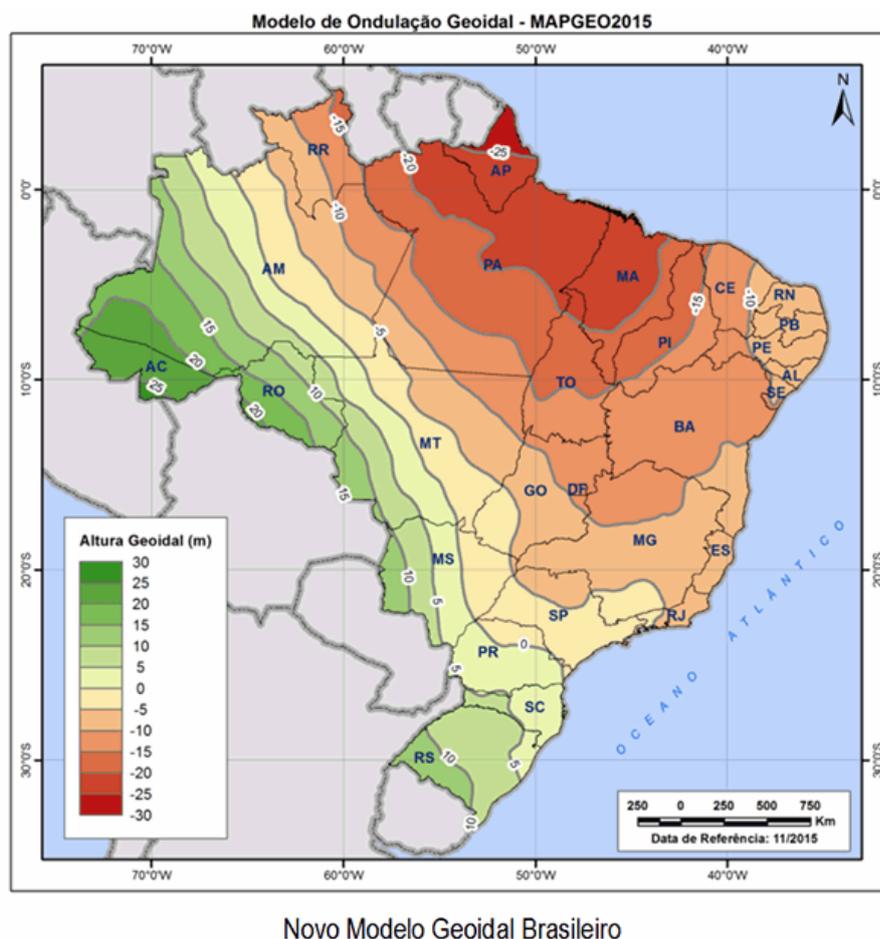
O Cálculo do Modelo de Ondulação Geoidal permitiu ao IBGE gerar para todo o território nacional o mapa de Interpolações de Ondulações Geoidais, representando a seguir.

Figura 9 - Superfícies de referência elipsoidal e Geoidal, e a diferença entre altitudes e altura.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE, 29/05/2019.

Figura 10 - Mapa de Ondulação Geoidal no território do Brasil.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE, 29/05/2019.

#### 4.4 Processamento dos Dados GNSS

Durante o presente trabalho, foram adquiridas várias quantidades de dados obtidos de receptores GPS.

As observáveis adquiridas por receptores GNSS (Capítulo 4, item 4.2) representam as informações relacionadas com a distância e medidas de fase do centro de fase da antena do receptor para os vários satélites GNSS observados, fazendo-se necessário que esses dados sejam processados de forma a estabelecer as coordenadas geodésicas dos diversos dados utilizados neste trabalho como, por exemplo, dados das estações GNSS permanentes, levantamentos por receptores GNSS com ocupação e reocupação de referências de nível (RRNN) das régua limnimétricas e dados de receptor GNSS em modo cinemático (móvel) a bordo do barco, durante deslocamento entre Óbidos e Oriximiná, no Rio Amazonas até a foz do Rio Trombetas, em 2016.

Para o processamento dos dados GNSS, foram escolhidas as observáveis das medidas de fase, sendo escolhidos os métodos de posicionamento por ponto preciso (PPP), sendo esse método descrito a seguir (MONICO, 2000b).

#### 4.4.1 Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

O método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE permite determinar a posição da estação utilizando órbitas e relógios precisos dos satélites, que são determinados, 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 pode ser considerada uma grande vantagem neste estudo sobre a determinação de variações locais das coordenadas da estação, pois 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 e um tempo de observação razoável através das medidas de fase e estimação da ambiguidade em valores reais ou inteiros, pode-se atingir uma precisão centimétrica.

Alguns trabalhos na literatura já provaram a utilidade e a qualidade do método PPP, como é caso do trabalho de Perez et al. (2002), quando foi estimado o vetor de deslocamento horizontal da placa tectônica sul-americana (SOAM), e do estudo de Mônico (2000b), quando também houve divulgação de resultados de boa qualidade utilizando as estações da rede brasileira de monitoramento contínuo (RBMC).

Como ilustração da técnica PPP, o IBGE possui, atualmente, em uma página de internet, com acesso em <http://www.ibge.gov.br/home/.../ppp/default.shtm>, um aplicativo que permite o envio pelo usuário do arquivo de variáveis observáveis RINEX, fornecendo, então, a coordenada da estação calculada no modo PPP e fazendo o envio de seu resultado via correio eletrônico.

Os arquivos das estações foram adquiridos diretamente do receptor através das campanhas de campo realizadas durante o tempo de estudo deste trabalho, 2015 a 2018.

Os arquivos das estações do IBGE vêm em formato RINEX (descrito no ANEXO A), comprimidos através do compactador ZIP.

#### **4.5 Equipamentos da Geodésia por Satélites de Posicionamento Global e sua operação e processamento dos dados gerados**

O principal equipamento da Geodésia por Satélites de Posicionamento Global é o rastreador de sinais GPS. Na realidade existe três grandes grupos, bem diferenciados, de rastreadores de sinais GPS de uso civil, em função de sua arquitetura de sensores e osciladores, de seu propósito e de seu custo.

Nesta pesquisa utilizaram-se equipamentos da categoria geodésicos, que são de altíssima precisão, pois são capazes de captar as duas ondas portadoras de sinais, a L1 e a L2, emitidas pelos satélites das constelações GPS e GLONASS, além do código C/A que modula a onda L1.

Os equipamentos utilizados foram na quantidade de 5 (cinco), no total das quatro viagens realizadas, sendo todos da marca brasileira TECHGEO, modelo GTR-G<sup>2</sup>, munidos de antenas NOVATEL 702 GG e NOVATEL 702 GGL de origem canadense.

Para cada um desses equipamentos desempenhar seu propósito ele precisa de muitos acessórios, como: cabo da antena, baterias Lítio-íon reservas ou baterias de automóvel, tripé, base nivelante, adaptador centragem para antena GPS, trena de 2 metros, ficha de campo para cada serviço que se vai realizar, prancheta, caneta, calculadora e máquina fotográfica.

Os equipamentos utilizados tinham seus números de série terminados por seus nomes de guerra: 06, 14, 26, 38, etc.

O procedimento de operação é relativamente simples, e o tempo útil de operação do equipamento não deveria ser menor que três horas em cada local, mesmo operando a uma taxa de coleta de dados de 1 segundo.

O procedimento mais complexo consiste em centrar e nivelar a base nivelante, que se rosqueia à mesa do tripé, perfeitamente alinhada com a linha vertical zenital que eleva do topo da Referência de Nível (RN). Dependendo da condição ambiental, se for desfavorável, pode-se levar mais de dez minutos até atingir o perfeito alinhamento e nivelamento. A precisão do trabalho depende desta cuidadosa operação.

Outro procedimento essencial é a mensuração com uso da trena da distância vertical inclinada do topo da RN até a uma aba localizada no bordo lateral da antena. Esta medida será necessária para se rebater à RN o valor de altimetria que será definido no centro da antena. Sem esta informação crucial fica impossível processar corretamente o arquivo, com o dado gerado de altitude não sendo referente à RN, mas sim ao local remoto ocupado pelo centro da antena.

Cada levantamento geodésico com equipamento GPS, da marca TECHGEO, modelo GTR-G<sup>2</sup>, gera um arquivo nativo com extensão PDC, que para ser processado precisa ser

convertido para o formato RINEX2, um tipo de formato universal de dados GPS, que consiste em três arquivos de extensão composta pelos dois últimos números do ano no qual foi feita a aquisição do dado seguido da letra O para o arquivo de observações (o principal), e outros dois arquivos complementares de terminações N e G.

Na seção de Anexos temos quatro tabelas, de título: Dados Básicos GPS, referente aos quatro anos da pesquisa nas quatro estações fluviométricas que são cerne deste estudo, onde correlaciona-se Nome da estação, altura inclinada (m), altura vertical (m), Modelo da antena, Número do equipamento GTR utilizado (GTR-G<sup>2</sup> número), Data Calendário Gregoriano, Data Calendário Juliano, Arquivo .PDC, Arquivo RINEX, Arquivo .PDF, dado de cota arbitrária da RN (Nivelamento ARBITRÁRIO da RN (m)) e nível arbitrário d'água (N.A. (m)).

Figura 11 - Rastreador de sinais GNSS marca TECHGEO, modelo GTR-G<sup>2</sup>, munido de antena NOVATEL 702 GGL, em uso na estação hidrológica de Santarém, no píer do porto da Companhia de Docas do Pará. Fonte: Autor (2017).



#### 4.6 Tratamento dos dados Hidrológicos

Quanto à Hidrologia, e seus dados (níveis e vazões de rios, quantidade e periodicidade de chuva, níveis de aquíferos, etc.) compostos por séries temporais, estocásticas, univariadas, sazonais, precisamos tratar seus dados com todo rigor estatístico necessário para melhor poder correlacionar esses dados, todos estando no mesmo referencial geodésico altimétrico.

#### 4.7 Análises Estatísticas em prol da Hidrologia e da Geodésia

As Análises Estatísticas dos dados hidrológicos e geodésicos são fundamentais para que se possa obter consistência, aderência à realidade, e confiabilidade. (SING, 1995).

Isto se dá através de Séries históricas de dados hidrológicos multi-variados, periodicidade intrínseca de cada dado, tratamento estatístico das séries, estudos das sazonalidades e estudos das correlações e atrasos temporais, dentre outros.

#### 4.8 Séries Temporais (*Wavelet*)

As características de variáveis hidrometeorológicas como, níveis e vazões de rios, periodicidades, precipitações, temperaturas, etc., podem ser analisadas por métodos de séries temporais. Em estudos de previsões é mais comum o uso de séries no domínio do tempo. Para estudos de características das séries, como a análise da variabilidade e/ou periodicidade de séries hidrológicas é mais adequado a utilização de métodos no domínio da frequência. Os dois principais métodos de análise no domínio da frequência são a Análise de Fourier e *Wavelets*.

A Análise de Fourier (AF) tradicional não é recomendada na investigação de fenômenos não estacionário ou naqueles em que há bruscas variações do sinal (FARGE, 1992). Nessas situações, a Transformada de *Wavelets* (TW) pode oferecer uma alternativa vantajosa em relação à AF. A grande maioria dos dados em ciências da Terra não apresenta variabilidade periódica, mas sim aperiódica. Nesses casos, é mais recomendável o uso de *Wavelets* que apresentam resultados que podem auxiliar melhor na compreensão das características das variáveis em análise. Conforme Bolzan (2004), a TW são técnicas apropriadas para análises de sinais não estacionários. Sua marcante característica de capturar informações em diferentes escalas, a possibilidade de ter seus parâmetros de análise variando de acordo com as características de cada trecho do sinal estudado e a realização de cálculos matemáticos em diferentes resoluções dão a esta ferramenta a versatilidade de localizar as altas e as baixas frequências simultaneamente em um mesmo trecho, tratando detalhadamente esses sinais.

A teoria da TW pode ser encontrada em vasta bibliografia, como, Farge (1992), Moretin (1999), Torrence e Comp (1998), Santos et al. (2013), entre outros. Com base nessa bibliografia pode-se mostrar que a TW decompõe a informação contida na série temporal, tanto em tempo quanto em escala (frequência). Na repartição da informação no tempo e na frequência, há um compromisso arbitrado pelo princípio da incerteza de Heisenberg. Assim, quanto melhor a localização temporal, pior será aquela em frequência e vice-versa.

A TW possui uma janela de comprimento variável que varia não somente por translação, mas também por dilatação ou contração, como se fosse uma “sanfona”. A TW analisa um sinal temporal  $f(y)$  em cada instante  $t$  sobre um intervalo de escala  $a$ . Assim, a transformada de um sinal definido sobre um intervalo unidimensional é apresentada como sendo uma função de duas variáveis,  $t$  e  $a$ , as quais devem ser consideradas como independentes. Então, a TW estuda uma escala particular pela convolução de  $f(y)$  com uma *Wavelet* localizada, a função  $g_{at}(y)$ , a qual estará dilatada ou contraída a partir de uma “*Wavelet-mãe*”,  $g(y)$ , em função da escala investigada.  $g_{at}(y)$ , é definida por (LAU; WENG, 1995):

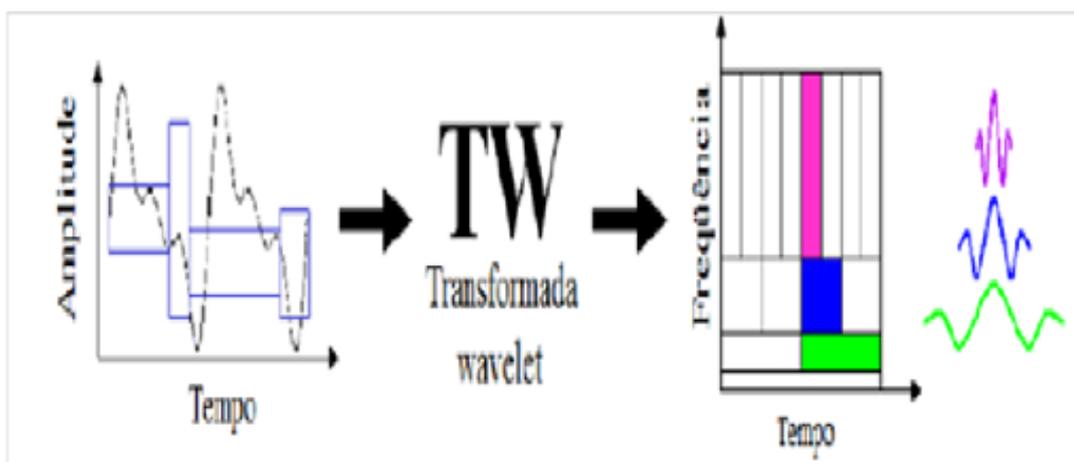
$$g_{at}(y) = \frac{1}{\sqrt{a}} g\left(\frac{y-t}{a}\right) \quad (1)$$

de acordo com Lau & Weng (1995), a TW é definida por:

$$W_g(a, t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} g^{\wedge}\left(\frac{y-t}{a}\right) f(y) dy \quad (2)$$

onde  $g^{\wedge}$  representa o complexo-conjugado de  $g$  definida sobre o semiplano  $(t, a)$ . Os valores de  $W_g(a, t)$  exprimem, então, a decomposição do sinal  $f(y)$  em posição  $t$  e em escala  $a$  precisas. O conjunto dos valores deste parâmetro fornece, assim, uma representação bidimensional do sinal no tempo (espaço) e em escala (frequência ou número de onda), ou seja, a TW tem a capacidade de capturar componentes de altas e baixas frequências, funcionando como uma janela que aumenta e diminui (Figura 1). Deste modo, a análise de *Wavelet* é capaz de captar tanto o comportamento local, quanto o comportamento global de um sinal, de forma simultânea (MORETTIN, 1999).

Figura 12 - Detecção de componentes de baixa e alta frequência por TW.



Fonte: VARGAS, Christian Barrera, 27/04/2019.

Segundo Farge (1992), pode-se definir uma densidade de energia no tempo-escala:

$$S(a, t) = \frac{[W_g(a, t)]^2}{a} \quad (3)$$

#### 4.8.1 Transformada *Wavelet* Cruzada (TWX)

Para examinar essa relação e a semelhança entre os dois sinais (ou duas séries), pode-se utilizar o Espectro *Wavelet* Cruzado TWX, caracterizado pelo módulo e pela fase da Transformada *Wavelet* Tradicional TW (VARANIS; PEDERIVA, 2011). A TWX utilizada foi a definida por Hudgins et al. (1993) como de dois sinais  $f(t)$  e  $g(t)$ , em  $L^2 [a, b]$ , como o produto da transformada *Wavelet*  $f(t)$  com o complexo conjugado da transformada *Wavelet* de  $g(t)$ , conforme Equação 4.

$$TWX = W_f(a, b) * W_g^*(a, b) \quad (4)$$

Sendo assim, a partir de duas séries de dados originais se constrói uma *Wavelet* Cruzada TWX; onde os espectros de energia são cruzados, e as duas séries testadas, e expostas a verificações quanto as suas relações de fase ou anti fase no espaço tempo-frequência. A potência da TWX de duas séries temporais é a energia de fundo do espectro, (Equação 4), nele o nível de confiança geralmente utilizado é 95% (TORRENCE; COMPO, 1998).

A TWX é uma ferramenta útil para realçar regiões de energia coincidente entre os sinais no domínio da transformada, bem como, determinar a fase relativa. A interpretação do local de fase como uma medida da diferença entre os dois sinais analisados no tempo ( $b$ ) e na escala ( $a$ ), pois a fase captura a coordenação entre as componentes. Como ela não é completamente localizada no tempo, surge a necessidade de um artefato de borda chamado de cone de influência (COI), correspondente a um intervalo de confiança de 95% onde os efeitos de borda são verificados pelo algoritmo, (TORRENCE; COMPO, 1998).

#### 4.8.2 Coerência *Wavelet* (WTC)

A WTC constitui o espectro normalizado de TWX, suavizado no tempo e na escala, pelo espectro de energia de TW individual. Os coeficientes do Espectro da TWX revelam quando existe um grau elevado de correlação entre funções  $f(t)$  e  $g(t)$  (TORRENCE; WEBSTER, 1999);

esses coeficientes são estimadores qualitativos da evolução temporal do grau de linearidade da interação entre duas séries temporais em uma dada escala. A Equação 5 apresenta o fator ( $s^{-1}$ ) utilizado para normalizar a densidade de energia, e ( $S$ ) é o operador de suavização no tempo ( $b$ ) e na escala ( $a$ ) utilizados

$$WTC_{f,g}(a,b) = \frac{|S(s^{-1}XW_{f,g}(a,b))|^2}{s(s^{-1}|W_f(a,b)|^2) s(s^{-1}|W_g(a,b)|^2)} \quad (5)$$

O resultado é mostrado por meio de um mapa de cores, também denominado de **escalograma**. O eixo horizontal representa o domínio temporal e o vertical as escalas utilizadas. A Coerência *Wavelet* apresenta valores entre 0(zero) e 1(um). Usualmente para valores próximos de 1(um) é alta e a cor com que se representa isso é o vermelho escuro; para valores próximos de 0(zero) é baixa, e a cor representante é o azul escuro. As cores azul claro, verde, amarelo e alaranjado, perfazem os valores intermediários.

O espectro de energia da TWX indica quais regiões apresentam potência comum entre duas séries temporais em determinado período. A WTC (Coerência *Wavelet*) é uma medida da intensidade da correlação entre duas séries temporais no domínio tempo-frequência, diferentemente da TWX, que é uma medida de potência comum entre duas séries. Se as regiões no espaço tempo-frequência com grande potência comum têm uma relação de fase constante, isso pode indicar uma relação de causalidade entre as séries temporais. Assim, pode-se verificar a significância das inter-relações entre as séries por meio da Coerência *Wavelet*.

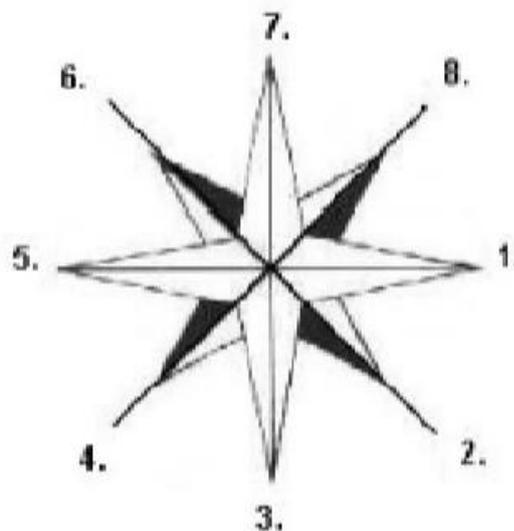
Pode-se obter, também, a fase  $\Omega(a,t)$  do sinal, num instante  $t$  e numa escala  $a$ :

$$\Omega(a,t) = \arctg \left[ \frac{Im[W(a,t)]}{Re[W_g(a,t)]} \right] \quad (6)$$

Uma utilização importante da informação fornecida pela fase do sinal consiste na detecção de uma singularidade isolada em uma localização  $t_o$  precisa, conforme é relatado por Mallat e Hwang (1992). Estes autores demonstraram, do ponto de vista matemático, que a TO constitui a ferramenta adequada para detectar singularidades isoladas nos sinais. Nestas, as isolinhas da fase  $\Omega(a,t)$  convergem para uma abscissa  $t_o$ , quando a escala tende para zero, o que abre novas perspectivas para a pesquisa rigorosa das regiões em que o sinal varia bruscamente.

Uma vez que, as regiões no espaço tempo-frequência com grande energia, tem uma relação de fase constante, essa relação de é representada por setas. Segundo Barbosa (2007) o sinal da diferença entre os ângulos de fase é destacado somente em regiões espectrais correlacionadas. Entretanto, sua relevância é dependente da energia encontrada sobre as frequências associadas em cada variável e também da *Wavelet* cruzada, sendo importante combinar toda a informação para obter a correta interpretação. A interpretação física dos ângulos de fase entre duas séries temporais pode ser avaliada de acordo com a Figura 1 (GRINSTED et al., 2004; BARBOSA, 2007). Barbosa ressalta que se deve saber qual série temporal é processada, primeiramente, no cálculo da transformada *Wavelet* cruzada e da coerência, para que seja válido o esquema.

Figura 13 - Relação do ângulo defase entre duas séries temporais (série 1 vs série 2).



Fonte: Barbosa (2007).

A interpretação física da Figura 13, onde os vetores apontam na direção dos números é a seguinte:

1. Série 1 e 2 completamente em fase
2. Série 1 avançada em  $45^\circ$  da série 2; a série 2 responde em  $1/8$  do período
3. Série 1 avançada em  $90^\circ$  da série 2; a série 2 responde em  $1/4$  do período
4. Série 1 avançada em  $135^\circ$  da série 2; a série 2 responde em  $3/8$  do período
5. Série 1 e série 2 em fase opostas
6. Série 2 avançada em  $135^\circ$  da série 1; a série 1 responde em  $3/8$  do período
7. Série 2 avançada em  $90^\circ$  da série 1; a série 1 responde em  $1/4$  do período

8. Série 2 avançada em  $45^\circ$  da série 1; a série 1 responde em  $1/8$  do período.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: BACIA DO RIO TROMBETAS, CONCENTRANDO EM SUA PORÇÃO INFERIOR E MERIDIONAL

### 5.1 Localização

A Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas está localizada na Mesorregião do Baixo Amazonas e cobre uma área aproximada de 136 mil km<sup>2</sup>. Pertence aos Estados do Pará, Amazonas e Roraima, sendo predominante no território paraense, banhando uma área de 9.054,261 km<sup>2</sup>. Está inserida nos municípios de: Oriximiná, Terra Santa, Óbidos e Faro. Tem como limites: ao norte, as Guianas, com latitude 02° 36' 36" N; ao sul, o rio Amazonas, com latitude -02° 06' 00" S; a leste, a bacia do Rio Cuminapanema (também denominado por Rio Paru do Oeste ou Rio Erepecuru – o que gera necessidade de atenção na pesquisa do estado da arte), com longitude de 55°11'24" W; e, a oeste, a bacia do Rio Nhamundá, com longitude de 59°02'24" W.

Figura 14 - Mapa Político do estado do Pará, onde está representado o município de Oriximiná em sua porção noroeste, pelo extenso polígono de coloração amarelo escuro.

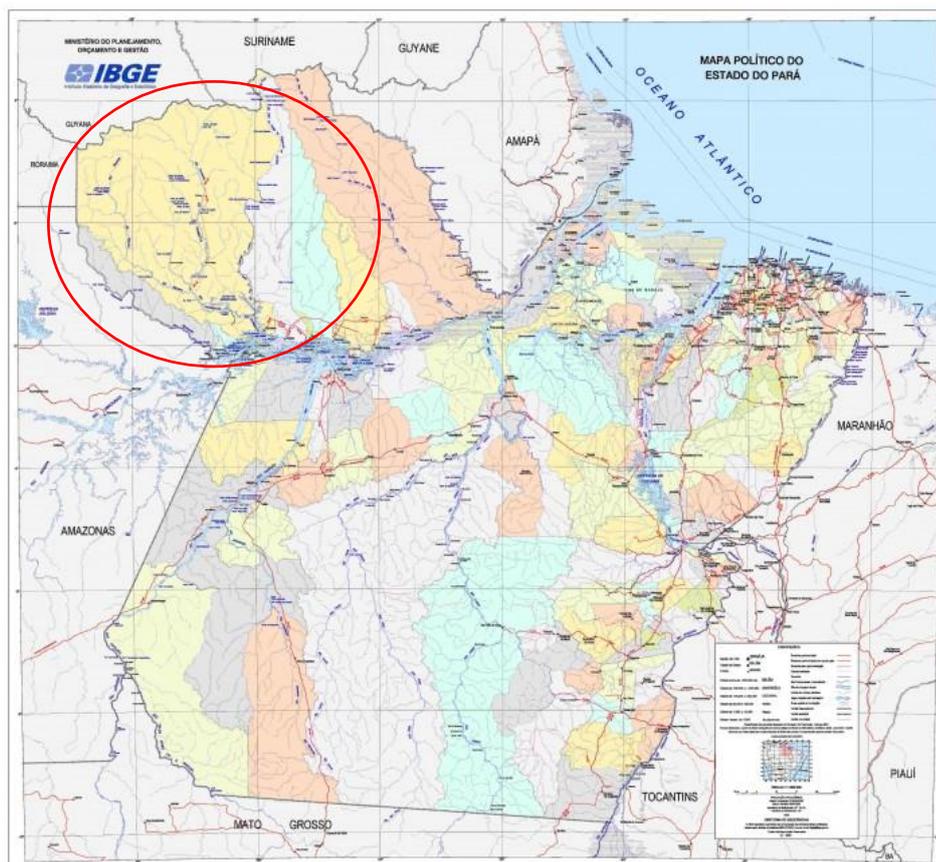
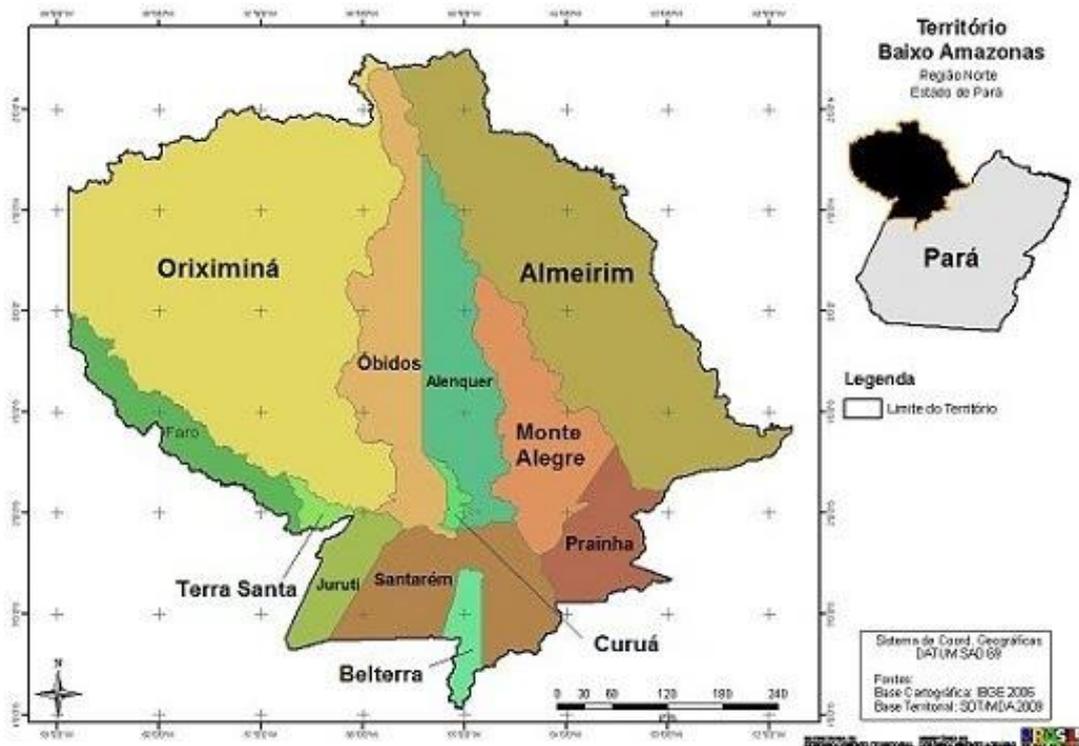


Figura 15 - Mapa Político região norte do Brasil, onde está representado o município de Oriximiná em sua porção noroeste, pelo extenso polígono de coloração amarelada, assim como dos países fronteiriços a este município.



Figura 16 - Mapa Político da região noroeste do estado do Pará, onde estão representados os seus municípios, incluindo Oriximiná.



## 5.2 Aspectos Fisiográficos

### 5.2.1 Clima

Conforme o Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas (baseado em OLIVEIRA ET ALL, 2003) a totalidade da Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas possui características climáticas semelhantes de outras regiões amazônicas, sendo classificada segundo Köppen como do tipo **Am**. A temperatura do ar é sempre elevada, com média anual de 25,6°C. A umidade relativa média mais alta já registrada foi de 92,8%, no ano de 1995, e a mais baixa foi de 70,43% em 1987, caracterizando a região como de clima úmido, com índice médio anual de umidade relativa superior a 85% e apenas quatro meses com média em torno de 76%. A umidade relativa do ar é sempre superior a 70% sendo que os meses mais úmidos vão de janeiro a julho, sempre com médias mensais superiores a 80%.

A pluviosidade se aproxima dos 2.000 mm anuais, e está entre as mais baixas da Amazônia. Entretanto, é um tanto irregular, durante o ano. A estação chuvosa se estende de dezembro a junho e a menos chuvosa de julho a novembro. A estação seca é de curta duração e com amplitude térmica de inferior a 5°C. Segundo o balanço hídrico, nos meses de fevereiro a julho, ocorre um excedente de mais de 750 mm no solo, sendo março o mês de maior índice. O déficit hídrico se intensifica entre agosto e dezembro, sendo setembro o mês de maior carência, com índices de menos de 90 mm.

Analisando os dados climatológicos registrados na estação de Porto Trombetas, observa-se a ocorrência de dois períodos distintos de precipitação na área da Reserva Biológica do Rio Trombetas. Esse padrão se iguala a muitas outras regiões da Amazônia, onde a estação seca é geralmente mais quente e a chuvosa geralmente apresenta as temperaturas mais baixas. Mas no geral, os dados estão de acordo com as características do clima equatorial: médias elevadas e pouca amplitude, tanto durante um dia quanto ao longo de todo o ano.

- Estação chuvosa: inicia-se em janeiro e termina em maio; com uma média de precipitação pluviométrica mensal de 293,64 mm;
- Estação seca: inicia-se em agosto, estendendo-se até outubro; com uma média de 66,6 mm/mês;
- Há dois períodos de transição: chuvoso-seco em junho e julho e seco-chuvoso em novembro e dezembro;
- Os meses de maior pluviosidade são março e abril, com uma precipitação média de 345,1 e 318,3 mm, respectivamente. Observa-se grande variabilidade na

distribuição da precipitação nesses meses, com conseqüente imprevisibilidade; o mínimo ocorreu em março de 1971, com 29 mm e o máximo em 1984 com um total de 682,7 mm;

- Os meses de menor pluviosidade são agosto e setembro, com uma precipitação média de 60,4 e 61,2 respectivamente. Esses meses apresentam uma constância pluviométrica maior do que os meses mais chuvosos;

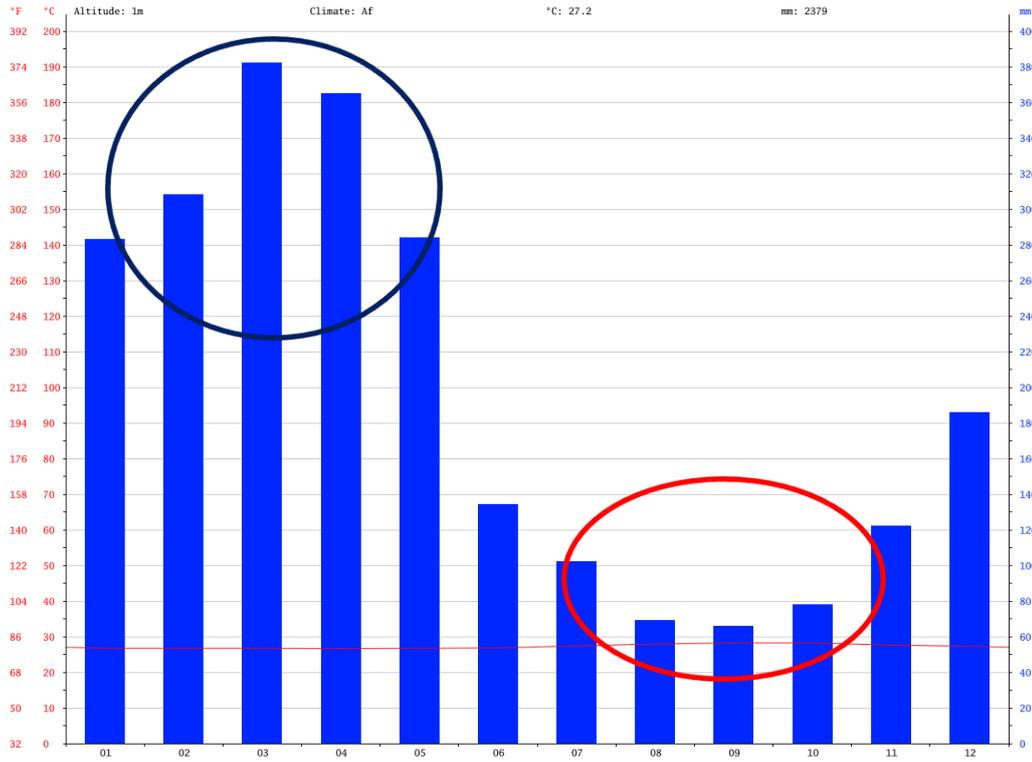
Da série histórica analisada observa-se que o máximo pluviométrico ocorreu em 1989, com uma precipitação de 2.770,4 mm e o mínimo pluviométrico ocorreu em 1983, com 1.427,4 mm.

A média anual para a série histórica foi de 2.140,5 mm. Apesar da sazonalidade do regime de chuvas da região, os valores quantitativos das chuvas para cada ano podem ser bem distintos dos valores da média. Esses valores dependem principalmente da intensidade de chuvas durante a estação chuvosa, período no qual ocorre maior variabilidade das médias mensais de um ano para outro.

O balanço hídrico é negativo de junho a novembro, e principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro, que são os meses de menor pluviosidade. Isso significa que nesses meses a alta evaporação, associada à baixa precipitação pluviométrica ocasiona um déficit de água em toda a região de abrangência da Estação Meteorológica de Porto Trombetas.

Em Oriximiná o clima é tropical e existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade. De acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é **Af**. A temperatura média anual em Oriximiná é 27,2 °C. A média anual de pluviosidade é de 2379 mm.

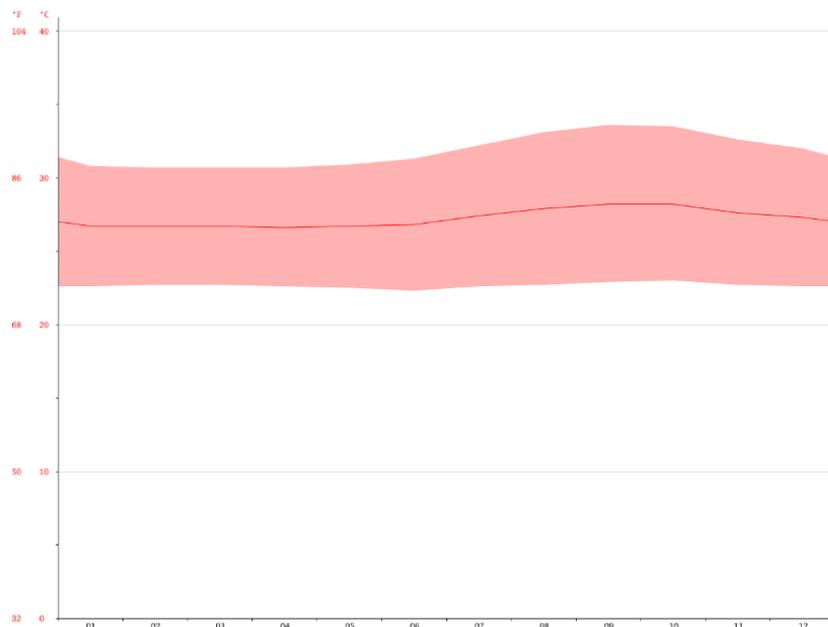
Figura 17 - Gráfico dos registros médios pluviométricos e de temperatura, em Oriximiná.



A precipitação do mês Setembro é de 66 mm, que é o mês mais seco.

O mês de março é o mês com maior precipitação, apresentando uma média de 382 mm.

Figura 18 - Gráfico dos registros de temperatura e sua faixa de variabilidade, em Oriximiná.



No mês de setembro, o mês mais quente do ano, a temperatura média é de 28.2°C. Ao longo do ano Abril tem uma temperatura média de 26.6 °C, e esta é a temperatura média mais baixa do ano. As temperaturas médias têm uma variação de 1.6 °C durante o ano.

Tabela 1 - Registros médios pluviométricos e de temperatura, em Oriximiná.

	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Novembro</b>	<b>Dezembro</b>
<b>Temperatura média (°C)</b>	26.7	26.7	26.7	26.6	26.7	26.8	27.4	27.9	28.2	28.2	27.6	27.3
<b>Temperatura mínima (°C)</b>	22.6	22.7	22.7	22.6	22.5	22.3	22.6	22.7	22.9	23	22.7	22.6
<b>Temperatura máxima (°C)</b>	30.8	30.7	30.7	30.7	30.9	31.3	32.2	33.1	33.6	33.5	32.6	32
<b>Chuva (mm)</b>	283	308	382	365	284	134	102	69	66	78	122	186

Existe uma diferença de 316 mm entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso, sendo os meses mais chuvosos de fevereiro a abril, e os meses mais secos de agosto a setembro.

### 5.2.2 As quatro maiores Inundações mais recentes em Oriximiná-PA

Inundação da orla do porto, no centro, com alagamento de sua porção mais baixa, onde está a Rua 24 de Dezembro, e seu ponto mais baixo situa-se na esquina com Travessa Carlos Maria Teixeira.

Figura 19 - Registro feito por populares em calçada das maiores cheias já ocorridas na Rua 24 de Dezembro, em Oriximiná.



Fonte: Autor.

Figura 20 - Visão oposta da calçada da Figura 19, tendo o porto de Oriximiná ao fundo.



Fonte: Autor.

E na Figura 20 temos o registro das maiores cheias já ocorridas feito por populares em calçada do comércio da área portuária de Oriximiná.

Figura 21 - Imagens de inundações no porto de Oriximiná.



Figura 22 - Imagens de inundações no porto de Oriximiná.



Figura 23 - Áreas de risco de inundação na sede do Município de Oriximiná-PA.



As cotas arbitrárias máximas e mínimas do Rio Trombetas, na estação Fluviométrica do Porto de Oriximiná, código 1690.0000, próximo da foz no Rio Amazonas, nos anos de 2009 a 2018, foram:

Tabela 2 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Oriximiná.

<b>Anos</b>	<b>Cota Máxima (mm)</b>	<b>Data Cota Máxima</b>	<b>Cota Mínima (mm)</b>	<b>Data Cota Mínima</b>
<b>2009</b>	932	31/05	60	02/12
<b>2010</b>	804	03/06	5	16/10
<b>2011</b>	858	01/06	94	13/10
<b>2012</b>	887	01/06	45	26/10
<b>2013</b>	903	28/05	192	01/01
<b>2014</b>	919	26/05	234	17/11
<b>2015</b>	893	29/05	44	07/11
<b>2016</b>	667	09/06	105	02/01
<b>2017</b>	878	14/05	101	02/01
<b>2018</b>	805	25/05	287	01/01

Fonte: ANA (2009 a 2018).

As cotas arbitrárias máximas e mínimas do Rio Trombetas, na estação Fluviométrica de Tabuleiro ReBio Trombetas, código 1659.0000, nos anos de 2009 a 2018, foram:

Tabela 3 – Registro de cotas máximas e mínimas na estação Tabuleiro ReBio Trombetas.

<b>Anos</b>	<b>Cota Máxima (mm)</b>	<b>Data Cota Máxima</b>	<b>Cota Mínima (mm)</b>	<b>Data Cota Mínima</b>
<b>2009</b>	1230	19/06	227	02/12
<b>2010</b>	1126	05/06	307	05/12
<b>2011</b>	1233	09/06	314	26/11
<b>2012</b>	1169	08/05	214	28/12
<b>2013</b>	1282	26/05	361   412	01/01   31/10
<b>2014</b>	1213	09/05	403	17/11
<b>2015</b>	1145	12/05	222	
<b>2016</b>	887	16/05	277   280	01/01   11/12
<b>2017</b>	1181	14/05	290	02/11
<b>2018</b>	1146	24/05	458	01/01

Fonte: ANA (2009 a 2018).

As cotas arbitrárias máximas e mínimas do Rio Trombetas, na estação Fluviométrica de Cachoeira Porteira, código 1665.0000, nos anos de 2009 a 2018, foram:

Tabela 4 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Cachoeira da Porteira.

Anos	Cota Máxima (mm)	Data Cota Máxima	Cota Mínima (mm)	Data Cota Mínima
2009	1202	19/06	209	31/10
2010	1122	03/06	259 e 319	01/01 e 05/12
2011	1252	08/06	247	23/12
2012	1116	07/05	154	01/11
2013	1302	25/05	241 e 331	03/01 e 27/11
2014	1182	08/05	267	12/11
2015	1100	12/05	104	10/12
2016	850	06/05	114 e 141	01/01 e 10/12
2017	1172	12/05	202	01/12
2018	1152	23/05	304	01/01

Fonte: ANA (2009 a 2018).

As cotas arbitrárias máximas e mínimas do Rio Cuminá, na **estação Fluviométrica de Vista Alegre**, código **1680.0000**, nos anos de 2009 a 2018 foram:

Tabela 5 - Registro de cotas máximas e mínimas na estação Vista Alegre.

Anos	Cota Máxima (mm)	Data Cota Máxima	Cota Mínima (mm)	Data Cota Mínima
2009	-	-	-	-
2010	-	-	-	-
2011 (só 2 e 3)	994	31/03	529	01/02
2012	-	-	-	-
2013	-	-	-	-
2014 (só 4 a 12)	1087	26/05	308	20/11
2015 (1 a 6 e 12)	983	15/05	245	25/12
2016	734	12/05	240 e 261	09/01 e 11/12
2017	1080	11/05	268	12/12
2018 (1 a 5)	1004	17/05	321	01/01

Fonte: ANA (2009 a 2018).

### 5.2.3 Aspectos Geomorfológicos, Geológicos, Relevo e Solos

A Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas apresenta diversificadas formas de relevo, desde bastante dissecadas e arrasadas a platôs de encostas escarpadas. As formas de relevo apresentadas são reflexos do condicionamento litológico, dos processos morfoclimáticos e morfoestruturais que atuaram na região

Esta região é representada, geologicamente, por unidades geológicas pré-cambrianas, cujas idades variam do Arqueano ao Proterozóico Superior. Na região ocorrem, também, sedimentos paleozóicos pertencentes à Bacia Sedimentar do Amazonas, coberturas lateríticas terciárias e sedimentos aluviais recentes, preenchendo o fundo dos vales dos rios e igarapés que drenam a região.

Segundo dados do DNPM (2003), não existem requerimentos de pesquisa no interior da RBRT. Na zona de amortecimento, especificamente na Floresta Nacional de Saracá - Taquera, é realizada a lavra comercial de bauxita pela Mineração Rio do Norte (MRN). Verificam-se, além de bauxita no entorno, pedidos de pesquisa para chumbo, cobre, ilmenita, nióbio, ouro, platina, prata, tantalita, titânio, tungstênio, volfrâmio, zinco, zircão, dentre outros, com potencial para exploração em escala comercial. Em caso de viabilidade econômica, as pesquisas minerais poderão ser revertidas em lavra mineral, cuja emissão de portaria de lavra é emitida pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). No entanto, por se situarem no entorno de duas UC's federais, no licenciamento ambiental, devem ser emitidos também pareceres do IBAMA quanto à autorização de lavra nesses locais.

O relevo regional apresenta-se intrinsecamente relacionado à evolução geológica, caracterizada pelo Projeto RADAMBRASIL (1976), Folha S.A. 21 – Santarém, em cinco compartimentos morfoestruturais:

– Planalto Dissecado Norte da Amazônia: talhadas em rochas pré-cambrianas de origem vulcânicas, sub-vulcânicas e metamórficas. Existem variações dentro dessa Unidade, com trechos mais rebaixados penetrando em relevos mais elevados, dando-lhes aspecto de residuais em meio a uma superfície de aplainamento. Apresentam rede de drenagem pouco densa, geralmente orientada e adaptada aos alinhamentos estruturais.

– Depressão Periférica do Norte do Pará: constituída por rochas pré-cambrianas do Complexo Guianense e solos podzolizados. Predomina uma superfície de aplainamento conservado (Esp) sobre áreas onde grande densidade de drenagem promoveu a dissecação, originando formas de relevo como colinas (c) e interflúvios tabulares densamente drenados. Formas de relevo topograficamente mais elevadas formam-se em toda a unidade, porém de maneira descontinuada, comportando-se como residuais da superfície de aplainamento, classificados como *inselbergs*.

– Planalto da Bacia Sedimentar do Amazonas: corresponde à borda norte da Bacia Sedimentar do Amazonas, constituída de rochas sedimentares paleozoicas. Geologicamente está localizada também entre os sedimentos terciários da Formação Barreiras, ao sul e pelas litologias pré-cambrianas da Depressão Periférica do Norte do Pará, ao norte. É representado

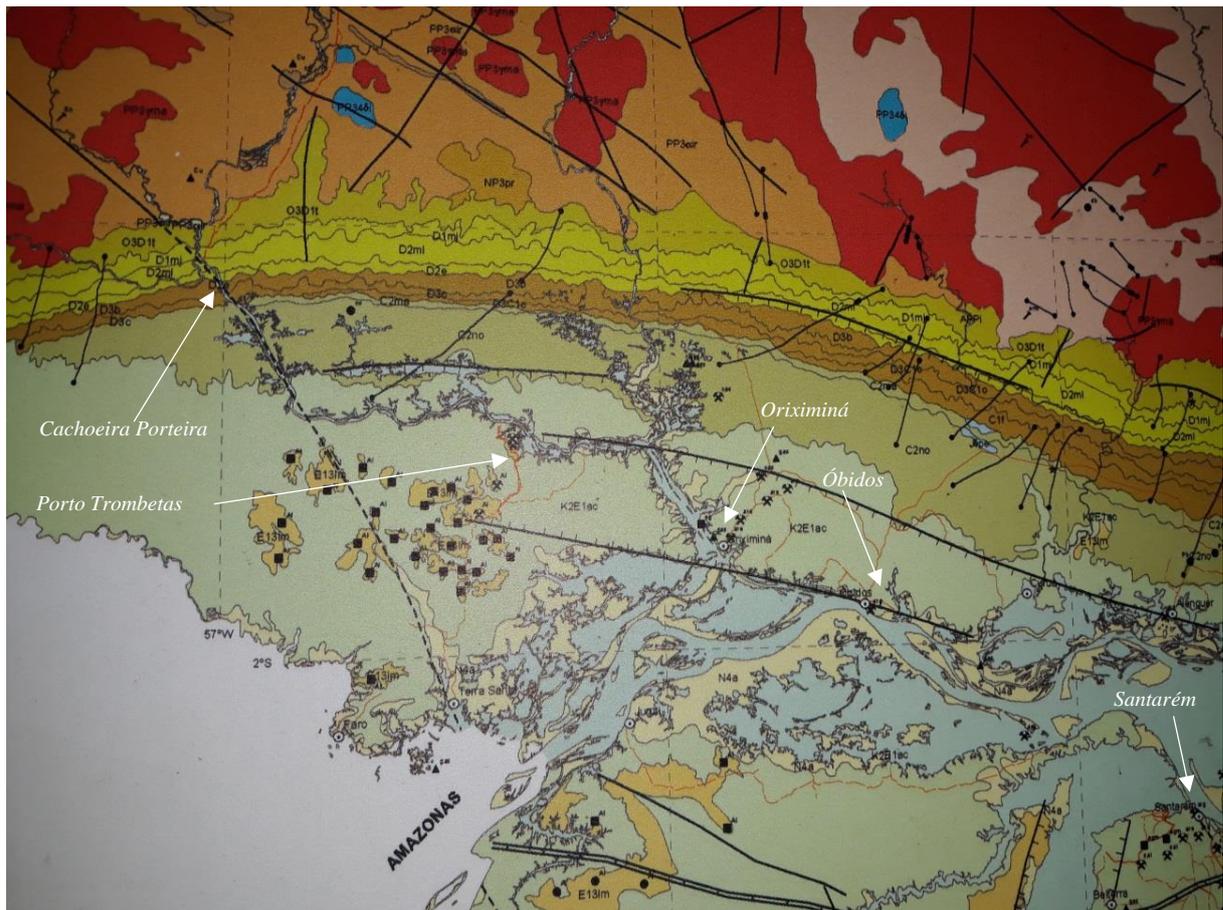
por relevos residuais elevados pertencentes a um setor de borda norte da sinéclise (Bacia) sedimentar do Amazonas, com altitudes entre 300 e 350 m.

– Planalto Rebaixado da Amazônia: estende-se pelos dois lados da Bacia Sedimentar do Amazonas, com altimetria de aproximadamente 100 m. A região de estudo é representada pelo Médio Amazonas, lado norte na Bacia Sedimentar do Amazonas. A litologia da unidade é predominantemente sedimentar, ocorrendo também sedimentos terciários da Formação Barreiras. A superfície de aplainamento conservada (Espp) predomina em toda a unidade, notando-se apenas a incipiência de entalhamento dos talwegues, além do registro de colinas e ravinas (cr).

– Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro: as condições geomorfológicas deste Planalto refletem a intensa atuação dos processos erosivos, resultando uma grande faixa de dissecação em interflúvios com encostas ravinadas (inr), interflúvios tabulares (it), interflúvios tabulares com drenagem densa (itd), colinas e ravinas (cr). Localmente ocorrem superfícies tabulares (Estb) ocupando posição altimétrica mais elevada em relação aos relevos dissecados próximos.

Em relação aos solos, dentre as classes mapeadas na região da UC destacam-se, quanto à distribuição geográfica, os Latossolos Amarelos, os quais apresentam evidentes destaques por estarem distribuídos, em estreita correlação, nas superfícies aplainadas e pediplanadas predominantes. As classes dos Gleissolos e Neossolos Flúvicos são predominantes junto às superfícies aluvionais e áreas permanente ou sazonalmente alagadiças, também com grande expressão geográfica na região, fruto do predomínio de planícies e da grande influência exercida pela variação do nível dos rios Trombetas e Amazonas, ao longo do ano. Também foram identificados Latossolos Vermelho-amarelos, Argissolos Vermelho-amarelos e Neossolos Litólicos, porém com menores expressões.

Figura 24 - Porção noroeste do Mapa Geológico e Estrutural do Estado do Pará, referente à área de estudo.



Fonte: Fotografia do autor de produto cartográfico mineral da CPRM, Superintendência Regional de Belém (2015).

Transição do Planalto das Guianas para Bacia Sedimentar do Amazonas, estando a Cachoeira Porteira na borda da área livre do Aquífero Alter do Chão, com ocorrência de arenitos muito antigos, com granulometria muito diminuta e compactados, conforme amostra colhida no local e laminação realizada no laboratório da CPRM – SUREG-Be, e descrito na sessão 6.2, Figuras 43, 44 e 45 (página 68).

#### 5.2.4 Aspectos Hidrográficos

O município dispõe de grandes e caudalosos cursos d'água, sendo que os principais são os rios: Trombetas, que banha a sede do município pelo lado esquerdo; Amazonas, que delinea a fronteira sul do município; Erepecuru, importante afluente pela margem esquerda e que serve de limite natural com o município de Óbidos; Nhamundá, que serve de limite natural para fronteira do estado do Pará com estado do Amazonas, e; Cuminá, importante acesso ao extremo norte do município e a algumas comunidades quilombolas. Outros rios são o Acapu, Cachorro, Mapuera e o Cachoeiri.

Muitos lagos naturais compõem a hidrografia do município, sendo os principais: Sapucuí, Paru, Iripixi, Caipuru, Abuí, Maria-Pixí, Salgado, Ururiá e Batata; este último sendo um dos mais importantes, dada sua extensão, volume de água, acesso, navegabilidade e expressão econômica.

As quedas d'água da Porteira (com grande potencial hídrico), Chuvisco e Ventilado (com grande potencial turístico), Pancada, Vira-Mundo e São Pedro formam grandes paisagens naturais. Vale destacar as cachoeiras do Jatuarana, com relativa proximidade da sede do município, e as cachoeiras da região do Jamaracaru.

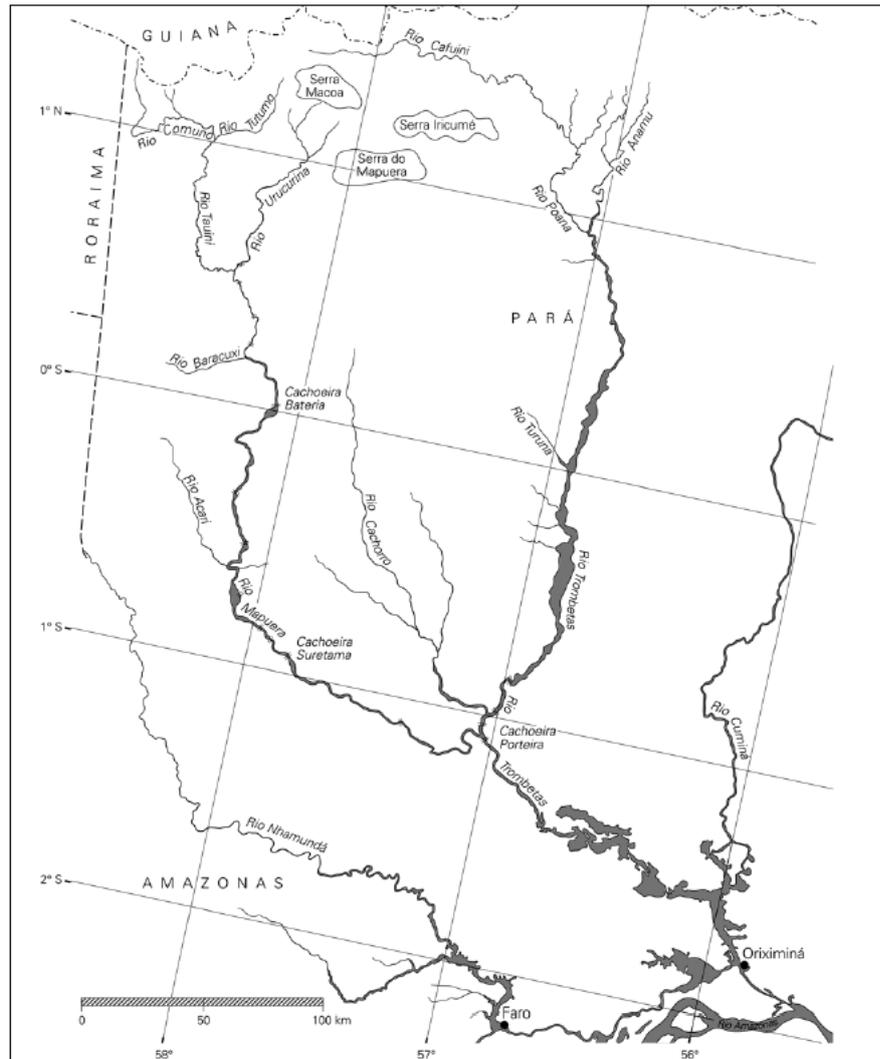
O rio Trombetas é um afluente de águas claras da margem esquerda do rio Amazonas com 760 km de extensão. É formado pelos rios Poana e Anamu, que nascem à cerca de 500 m de altitude, em elevações situadas na fronteira com a Guiana e Suriname, na Serra do Tumucumaque. Possui como principais afluentes o Rio Mapuera e o Rio Cachorro, na margem direita, que desembocam próximo da Vila Cachoeira Porteira. Na margem esquerda, a uns 40 km à montante de Oriximiná, desemboca o rio Cuminá ou Erepecuru (FERREIRA, 1993).

Parte do Rio Trombetas corre sobre escudo cristalino, com fundos de areia e rochosos e com gradiente acentuado, o que se manifesta pelas inúmeras quedas d'água e corredeiras, à montante da Cachoeira Porteira. À jusante, o rio corre sobre a bacia sedimentar, com fundo arenoso ou lamoso e com seção retangular. O gradiente de inclinação é pequeno (0,04 m/km) determinando uma maior área sazonal de inundação, durante o inverno.

O ciclo hidrológico apresenta um período chuvoso, entre abril e julho e outro seco entre setembro e janeiro. A diferença na altura da água pode chegar a mais de 6 m, sendo mais irregular no curso superior, acima de Cachoeira Porteira pela influência das chuvas locais. Nesta porção do rio há dois picos máximos, um em maio e outro em julho, enquanto que a jusante apenas um pico é evidente.

O Rio Trombetas, acima de Cachoeira Porteira, possui largura variável que pode chegar até aproximadamente 1 km, mas geralmente é mais estreito. As corredeiras e quedas de água dificultam a navegação em alguns pontos. A vegetação marginal é bem preservada, com árvores altas e boa quantidade de fruteiras, como araçá e camu-camu, que servem de alimento para peixes frugívoros como os pacus. Nas margens, é possível encontrar alguns remansos, ou praias de areia, com águas mais calmas.

Figura 25 - Mapa da Bacia do Rio Trombetas e de seus afluentes Rios Mapuera, Cachorro e Cuminá, na região noroeste do Pará.



Mapa das bacias do Trombetas e do Mapuera, no noroeste do Pará.

**Fonte:** Notas sobre o antigo povoamento indígena do alto Trombetas e Mapuera, em Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, Belém, Volume: 3, Número: 3, p. 387-397, set. - dez. 2008, <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/3H3jtHh6jSsrBJw8wXMxrZK/?format=pdf&lang=pt>

Nesta região existem poucos ambientes degradados, pois quase não há moradores nas margens do rio.

À jusante de Cachoeira Porteira, a presença do homem é mais evidente, particularmente, à medida que se aproxima de Porto Trombetas. Nesta porção dominam os lagos marginais, de águas pretas, quase todos com morfologia alongada e disposição W-E, que desembocam no Rio Trombetas através de um canal estreito de acesso.

As margens dos lagos apresentam vegetação arbórea alta, também relativamente preservada, especialmente quando nos afastamos do canal principal do rio, ou de locais com

moradores. As margens da floresta inundadas formam ambientes de igapó, de águas escuras e repletas de restos vegetais e material particulado.

O fundo destes locais é coberto com folheio. As águas apresentam-se muito ácidas, danificando olhos e mucosas, ao contato. Inúmeros recortes da paisagem, criam enseadas e pequenos canais, com abundância de árvores com frutos, os que constituem ambientes muito propícios para os peixes. As áreas abertas, apresentam águas com pouca correnteza e boa visibilidade, devido à cor da água e a menor quantidade de material de origem alóctone.

O rio Trombetas, afluente da margem esquerda do rio Amazonas, nasce na fronteira do Brasil com a Guiana, e em sua formação recebe águas dos rios Mapuera, Cachorro e Erepecuru, seus principais tributários. Ele tem sua cabeceira na Serra do Curucuri com o nome de rio Cafu.

Só passa a se chamar Trombetas a partir do encontro com o rio Wanamu (que desce da Serra de Tumucumaque). Também é conhecido como rio Uaiximana e Oriximiná. Possui cerca de 750 km de extensão, e navegável numa extensão aproximada de 230 km. No trecho navegável, suas margens apresentam terrenos planos, onde se formam vários lagos. Sua foz fica em frente à cidade de Oriximiná, onde se junta ao paraná Sapuc, cujo prolongamento é chamado de Baixo - Trombetas.

Após o encontro com o paraná Sapuc, chega a atingir até 1.800 m de largura, tendo seu leito dividido por várias ilhas estreitas e compridas, como a ilha de Jacitara. As principais drenagens que compõem a bacia do rio Trombetas são os rios Poana, Anamu, Turuna, Inhabu e Mapuera.

No contexto da Reserva Biológica do Rio Trombetas (RBRT), os principais rios que drenam a área e que compõem a bacia do rio Trombetas são: rio Acapu, igarapé Arrozal, Candieiro, Mungubal e Cabeceira Grande. Existem diversos lagos de várzea, ligados permanentemente ao rio Trombetas formando uma grande área alagada, os principais lagos são: Tapaginha, Jacaré, Mãe-cu, Juquiri, Juquirizinho, Curuçá-grande, Ipereira do Erepecu, Erepecu, Moura, Ajudante, Mussur, entre outros. Em termos limnológicos os afluentes do rio Trombetas podem ser caracterizados como rios de águas claras, de acordo com a classificação proposta por Sioli e Klinge (1962).

O ciclo hidrológico da área estudada apresenta período de cheia entre abril e julho com máximo em maio, e de seca entre setembro e janeiro, com vazão mínima em novembro/dezembro.

A Amazônia Brasileira dispõe de Redes Hidrometeorológicas composta por estações de monitoramento da qualidade das águas e de sedimentometria, de estações convencionais fluviométricas, pluviométricas e climatológicas administradas por organismos federais,

setoriais, estaduais e particulares, dentre as quais 773 (Tabela 02) elencam a Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN - em operação, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA e operadas por suas contratadas, inclusive a CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil, constituída com o objetivo de avaliar a disponibilidade hídrica e conhecer o regime hidrológico das bacias hidrográficas brasileiras e sub-bacias constituintes.

Os desafios do ambiente amazônico tornam a operação desta rede, através de roteiros, por via aérea, fluvial e terrestre muito mais complexa a logística.

Tabela 6 - Tipos de Estações em Operação sob Responsabilidade da ANA na Região Hidrográfica Amazônica (Consulta em Março/2007) P=Pluviométrica; E=Evaporimétrica; F=Fluviométrica; FD=Fluviométrica com Medição de Descarga Líquida; S=Sedimentométrica; Q=Qualidade de Água; Pr=Pluviográfica; Fr=Fluviográfica; T=Telemétrica.

TIPO DE ESTAÇÕES									EQUIPAMENTOS		
P	E	P+E	F	FD	F+FD	P+E+F+FD	S	Q	PR	FR	T
488	6	494	60	219	279	773	80	87	66	9	158

Fonte: Ana (2007).

As estações da Sub-Bacia – 16 (CPRM - MAPA DAS BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BRASIL, de Francisco F. N. Marcuzzo, em 05/ Dez / 2016), atendida pelo Roteiro 11, no estado brasileiro do Pará, em particular, operado de forma fluvial, partindo de Santarém para Juruti, Óbidos e Oriximiná, para acessar suas estações elencadas conforme Tabela 03.

Tabela 7 - Tipos de Estações em Operação sob Responsabilidade da ANA / CPRM na Região Hidrográfica do Roteiro 11: Municípios de Santarém, Óbidos e Oriximiná. P=Pluviométrica; E=Evaporimétrica; F=Fluviométrica; FD=Fluviométrica com Medição de Descarga Líquida; S=Sedimentométrica; Q=Qualidade de Água; Pr=Pluviográfica; Fr=Fluviográfica; T=Telemétrica.

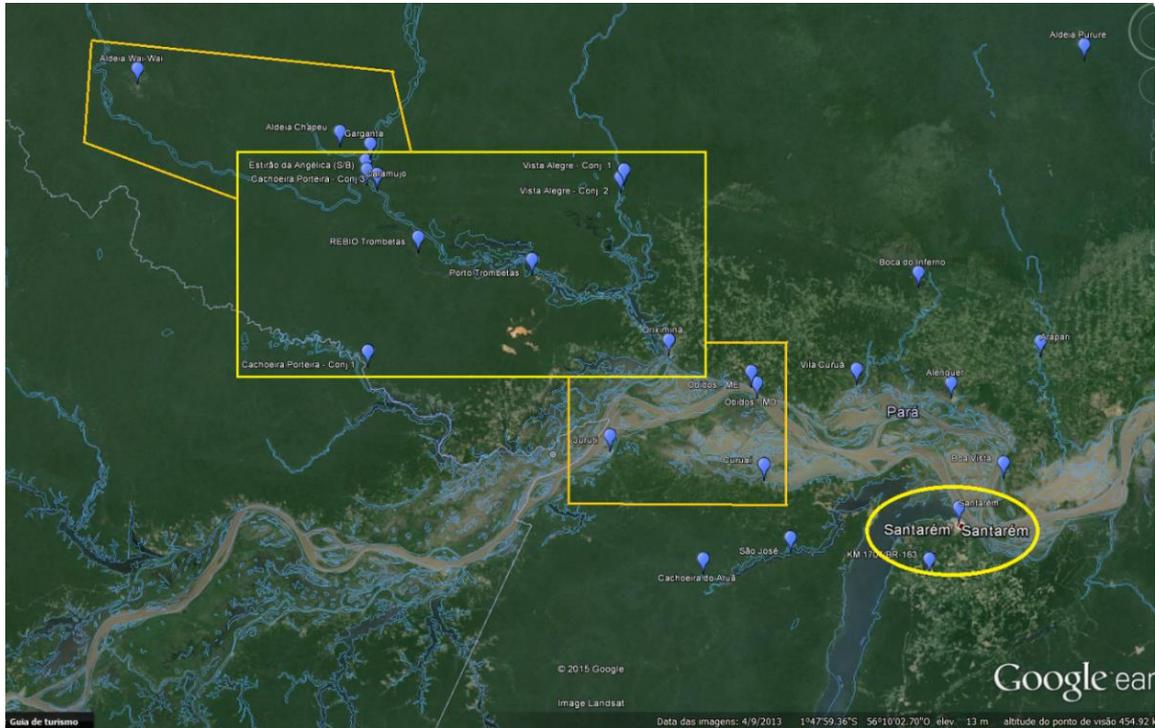
TIPO DE ESTAÇÕES									EQUIPAMENTOS		
P	E	P+E	F	FD	F+FD	P+E+F+FD	S	Q	PR	FR	T
6	0	0	1	0	8	0	2	8	2	0	3

Fonte: CPRM / SUREG-BE (2016), Rede Hidrometeorológica Nacional, engenheiro hidrólogo Johelder Eduardo Fornari de Souza.

Localizam-se em áreas históricas de colonização portuguesa na calha do Rio Amazonas, assim como o baixo e médio curso do Rio Trombetas e seus afluentes.

Suas nascentes estão localizadas no Planalto das Guianas, mais precisamente na Serra do Tumucumaque (Guianas e Suriname). Descendo para o sul-sudeste, em direção ao Rio Amazonas suas águas atravessam os municípios de Oriximiná e Óbidos.

Figura 26 - Focos de estudo hidrológico na porção baixa, meridional, da bacia do Rio Trombetas.



### 5.2.5 Potencial Hidráulico para geração de energia

No perímetro do Município de Oriximiná, onde ocorrem núcleos urbanos, atividades mineradoras, aldeias quilombolas, aldeias indígenas e inclusive o projeto de instalação de uma Unidade Hidrelétrica (UHE) Cachoeira Porteira, com potência projetada de 2.350 MW ainda em estágio operacional de inventariado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia.

Tal empreendimento ainda em fase de planejamento, com seu hipotético imenso lago, que já consta em impressões de mapas Político-Turístico e Rodoviário do Estado do Pará que estão a venda no comércio (fonte: <http://dams-info.org/pt/dams/view/cachoeira-porteira/> , visitado em 10/05/2018).

Figura 27 - Representação equivocada de uma UHE e de seu lago pretense na Cachoeira Porteira do Rio Trombetas em mapa político rodoviário do estado do Pará comumente encontrado em papelarias e livrarias.



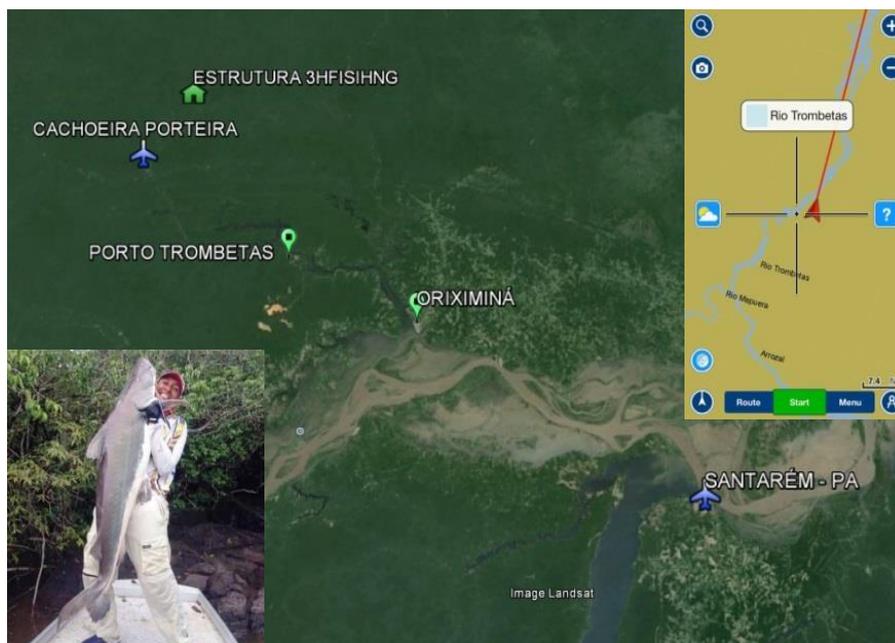
A região a montante dos núcleos urbanos e áreas de mineração, porém no coração das áreas de floresta amazônica ocupadas por quilombolas é ocupada por uma população tradicional de quase 10 mil pessoas descendentes de escravos fugidos de fazendas há mais de dois séculos e que vivem como extrativistas e mantêm as tradições de seus ancestrais. Às margens da bacia do Rio Trombetas também há terras indígenas ocupadas por etnias como Wai-Wai, Kaxuyana e Tunayana (fonte: <http://amazoniareal.com.br/hidreletricas-no-rio-trombetas-preocupam-quilombolas-e-indigenas-do-para/>, visitado em 10/05/2018).

Apesar de não construída, esta UHE já foi considerada como tão certa de ser aprovada e executada sua obra que já consta erroneamente na maioria dos mapas geopolíticos rodoviários do estado do Pará impressos por diversas gráficas, à venda na maioria das papelarias, livrarias e pela internet.

#### 5.2.6 Potencial para Turismo e Pesca esportiva

A Bacia do Rio Trombetas com extensas áreas dedicadas para Unidades de Conservação Ambiental, em todas os seus segmentos, possui a exuberância do verde dossel amazônico, a limpidez das águas, a diversidade de peixes e aves, e a beleza das inúmeras corredeiras e cachoeiras do Rio Trombetas, lagoas, pequenos rios afluentes e grandes cachoeiras que impedem a navegação.

Figura 28 - Composição gráfica representando os locais de potencial de turismo de pesca esportiva para público nacional e internacional, explorado pelos quilombolas.



A alta piscosidade do alto Rio Trombetas (acima da Cachoeira Porteira) se dá em função do difícil acesso e do rígido controle de visitação, pelo apoio logístico da comunidade quilombola local, que fez disso uma atividade turística de boa rentabilidade, sendo listado entre os 10 melhores lugares do mundo para a prática da pesca esportiva.

### 5.2.7 Histórico do Município de Oriximiná – PA, também conhecida como Princesa do Trombetas

Da Etimologia, o nome Oriximiná é de origem indígena, de procedência tupi, significando "o macho da abelha", o zangão. No entanto, frei Protásio Frinckel, conhecedor da região e de seus diversos núcleos de habitantes primitivos, inclina-se pela derivação de Eruzu - M'Na que significa "muitas praias".

Segundo a História, tradicionalmente considera-se que a colonização das terras de Oriximiná começou com o estabelecimento de vários quilombos / mocambos ao longo do rio Trombetas no século XIX. Entretanto essas terras foram habitadas por povos indígenas nômades e seminômades desde tempos imemoriais.

Por volta de 1815, escravos fugidos das lavouras de cacau e das fazendas de gado da região do Baixo Amazonas refugiaram-se entre as comunidades indígenas da região, formando quilombos. Esses quilombos estabeleceram inúmeras povoações ao longo da bacia do Rio

Trombetas e do Rio Erepecurú. Inicialmente seus assentamentos ficavam acima das cachoeiras, nas "águas bravas", com suas localidades chamadas de mocambos e seus moradores de mocambeiros. Para eles, a floresta significou liberdade e suporte para a vida.

A dificuldade de acesso os protegia das expedições que visavam destruir os mocambos. No final do século XIX e início do século XX, os quilombolas desceram as cachoeiras para ficar mais próximos da cidade para realizar transações comerciais. Neste mesmo período, as terras do Baixo e Médio Trombetas estavam sendo adquiridas por colonizadores interessados nos produtos da floresta, notadamente a madeira e a castanha-do-brasil.

Desde então, acirraram-se os conflitos pela terra das comunidades remanescentes de quilombos da região, que chegou a abrigar o que foi considerado o "Quilombo dos Palmares da Amazônia". Algumas dessas comunidades são tão importantes atualmente, que formam distritos administrativos, como é o caso de Cachoeira Porteira.

A colonização da região por parte dos europeus se deu a partir de 1877 por ação do padre José Nicolino de Sousa, nascido no município de Faro a partir de ascendência indígena. O padre fundou uma povoação na região, denominando-a Uruá-Tapera ou Murá-Tapera.

#### *5.2.7.1 Formação Municipal*

Através da lei nº 1 288, de 11 de dezembro de 1886, foi elevada à categoria de freguesia, com o nome de Santo Antônio do Uruá-Tapera, por Joaquim da Costa Barradas, presidente da então província do Grão-Pará. Foi elevado à categoria de vila com a denominação de Oriximiná pela Lei n.º 174, de 9 de junho de 1894. Foi oficialmente instalado em 5 de dezembro de 1894, com a posse do intendente Pedro Carlos de Oliveira.

Porém, por desentendimentos políticos, foi extinto como município pela lei n.º 729, de 3 de abril de 1900, sendo seu território anexado ao município de Óbidos. Foi finalmente elevado à categoria de município, com a restauração da emancipação, com a denominação de Oriximiná, pelo decreto estadual n.º 1.442, de 24 de dezembro de 1934.

Figura 29 - Brasão do município de Oriximiná.



Figura 30 - Bandeira do município de Oriximiná.



#### 5.2.7.2 Década de 1970 – Atualidade

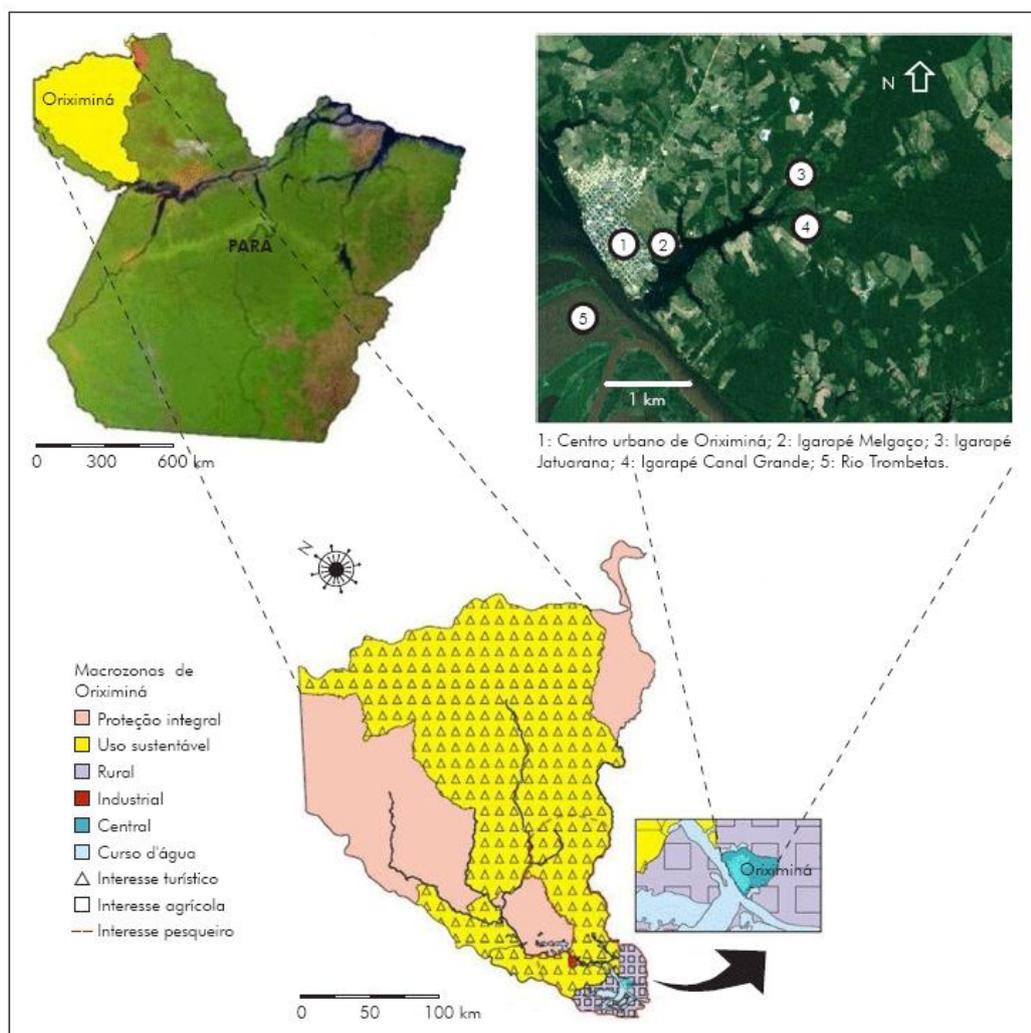
Na década de 1970 o município sofreu intensas transformações, com a descoberta de suas riquíssimas áreas minerais, em especial as reservas de bauxita. Ocorreu a implantação do projeto Trombetas, com a construção de rodovias, ferrovia, porto e uma “*company town*”, a vila de Porto Trombetas.

Havia a previsão, inclusive, da construção da Usina Hidrelétrica de Cachoeira Porteira, que nunca saiu do papel. Nesse período também são abertas as rodovias BR-163, BR-210 e PA-254, que ligaram definitivamente o município por via rodoviária ao território nacional, alterando profundamente as paisagens naturais da região. A abertura dessas estradas vinha sob a justificativa da política de segurança nacional, imposta pela ditadura militar no Brasil. Atualmente, as comunidades indígenas e quilombolas da região buscam o reconhecimento oficial de seus territórios tradicionais.

A sede municipal localiza-se na latitude 01°45'56" sul e na longitude 55°51'58" oeste, estando a uma altitude de 46 metros acima do nível do mar. Com 107.602,99 quilômetros quadrados de extensão territorial, o município é maior em área que países como Portugal, Áustria e Coreia do Sul.

É o segundo maior município em área do estado do Pará, sendo superado apenas pelo município de Altamira (161.445,91 km<sup>2</sup>). Limita-se com dois estados brasileiros (Roraima e Amazonas) e com dois países (Guiana e Suriname). Os Municípios limítrofes são: Óbidos, Faro, Terra Santa, Juruti (Pará); Caroebe (Roraima); Nhamundá (Amazonas); Alto Takutu–Alto Essequibo (Guiana); Sipaliwini (Suriname). Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Oriximin%C3%A1>.

Figura 31 - Macrozoneamento do presente plano diretor do Município de Oriximiná.



**Figura 1** – Localização do lago do Iripixi e seus principais igarapés no Município de Oriximiná, Estado do Pará, Brasil (coordenadas do centro administrativo: 1°46'00"S; 55°51'30"O) e o macrozoneamento local, presente no plano diretor municipal

### 5.2.7.3 Subdivisões Municipais

Administrativamente o município está subdividido em três distritos:

Distrito Sede (Cidade de Oriximiná):

Figura 32 - Foto aérea da sede do município de Oriximiná.



Distrito de Porto Trombetas (sediado na vila homônima) uma “company village”:

Figura 33 - slide de apresentação sobre a extração mineral de bauxita para posterior transporte por via fluvial em navios cargueiros.

**PROJETO TROMBETAS**  
(produção de bauxita)

- O minério desce o rio Trombetas, rio Amazonas até Barcarena-PA, de onde é exportado ou abastece os projetos de alumínio do N e NE.
- **EXPORTAÇÃO: E.U.A, Canadá, Europa, China e América do Sul.**

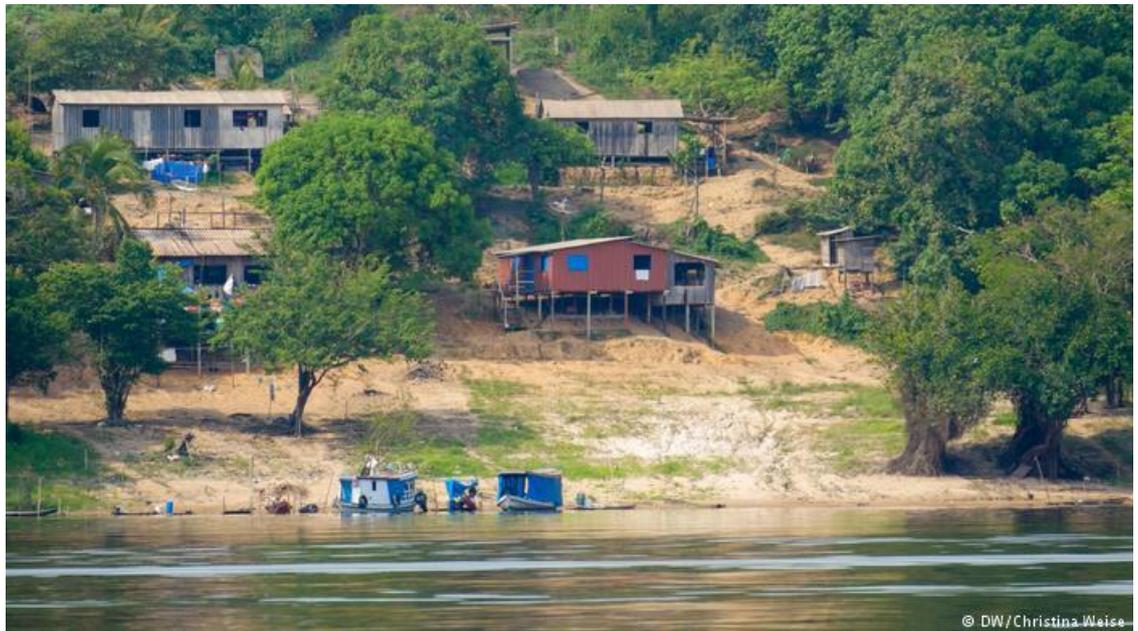



Porto no rio Trombetas -PA

Figura 34 - Porto Trombetas e sua rotina de contínuo revezamento de navios em carregamento.



Figura 35 - comunidade quilombola tradicional vizinha ao empreendimento e à margem do processo econômico industrial extrativista.



Distrito de Cachoeira Porteira (sediado na vila quilombola homônima):

Figura 36 - Vista aérea, de norte para sul, da vila sede do distrito de Cachoeira Porteira na margem esquerda do Rio Trombetas, fluindo de noroeste para sudeste.



Figura 37 - Vista aérea, de sul para norte, da vila sede do distrito de Cachoeira Porteira, e ao fundo a confluência dos rios Mapuera (no alto a esquerda) e Trombetas logo acima da Cachoeira Porteira, em período de cheia.



População composta por comunidades quilombolas, de cultura tradicional, fazendo interface com as comunidades indígenas a montante, e com os visitantes oriundos de jusante, além de turistas para pesca esportiva que podem vir por acesso aéreo.

### 5.2.8 Patrimônio natural

As principais áreas de preservação ambiental, que estão parcialmente ou em sua totalidade na área municipal, são:

- Área Indígena Nhamundá-Mapuera, abrangendo os municípios de Oriximiná e Faro, com 8 454 quilômetros quadrados;
- Área Indígena Trombetas-Mapuera, contígua à Área Nhamundá-Mapuera, com superfície de 39 704,18 quilômetros quadrados e um perímetro de 1 562 quilômetros;
- Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, com 27 000 quilômetros quadrados;
- Reserva Biológica do Rio Trombetas, com 3 850 quilômetros quadrados.

Figura 38 - Zoneamento do Município de Oriximiná.

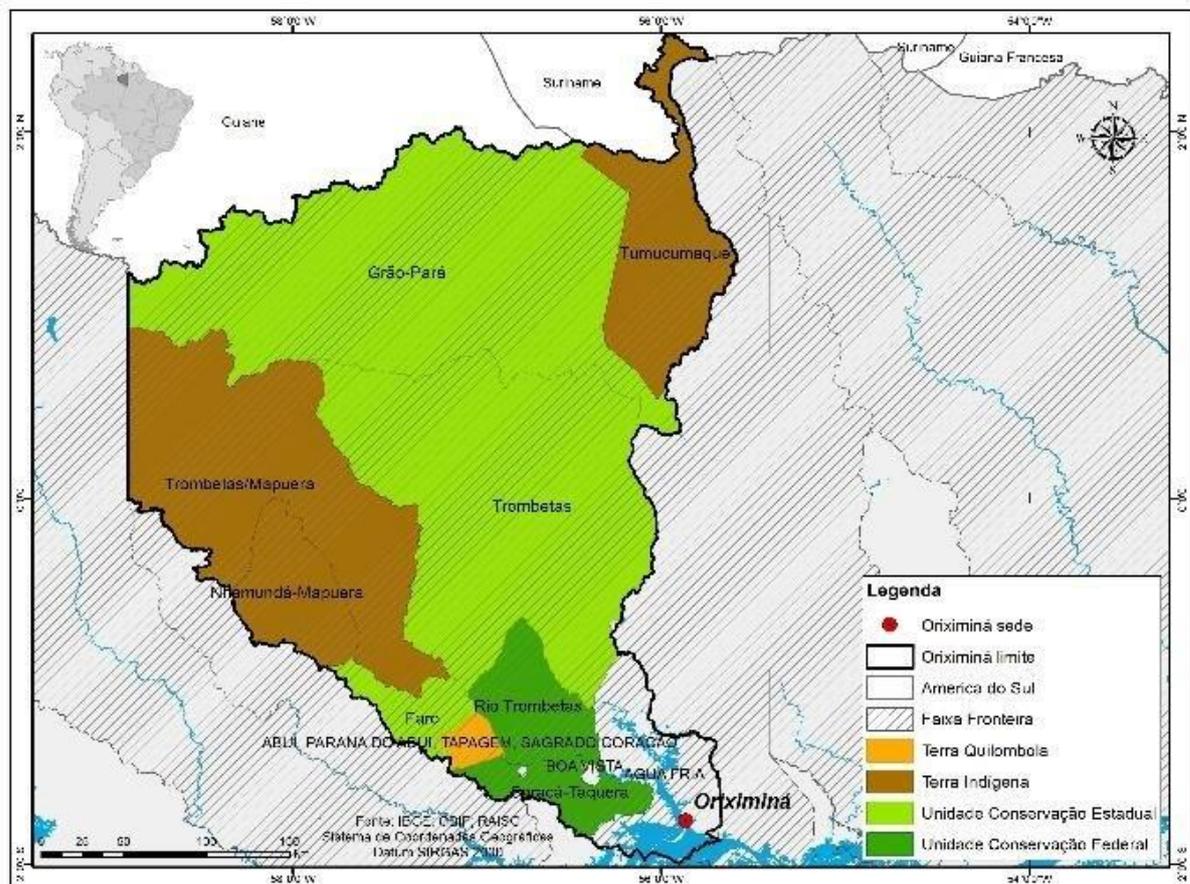


Figura 39 - Zoneamento do baixo curso do Rio Trombetas.



## 5.2.9 Infraestrutura

### 5.2.9.1 Transportes

O município de Oriximiná é servido por uma ferrovia, a Estrada de Ferro Trombetas, que funciona basicamente para o transporte de cargas das Minas do Saracá V, Saracá W e Bela Cruz para o Porto Fluvial de Porto Trombetas.

Oriximiná é servida pelo Aeroporto de Oriximiná, localizado a 8 quilômetros do centro da cidade, e pelo Aeroporto de Porto Trombetas, localizado no distrito de Porto Trombetas, servindo a população que reside e trabalha para a Mineração Rio do Norte, ambos tendo somente voos particulares.

Dada às características da região, cortada por grandes rios e com densa malha de drenagem, recoberta por densa floresta equatorial úmida, e praticamente carente de rodovias, o transporte fluvial é o mais usado para locomoção de pessoas e cargas. O principal terminal de passageiros do município fica no Porto de Oriximiná, de onde partem embarcações diariamente com destino à Santarém, Óbidos e com frequência para Manaus.

O transporte terrestre é feito pelas rodovias PA-254 e PA-439, que dá acesso às comunidades rurais do município. Pelo Plano Nacional de Rodovias, o município deveria ser cortado de norte a sul pela BR-163, sendo que até 2018 somente o trecho entre o distrito de Cachoeira Porteira e a BR-210 (Perimetral Norte - planejada) foi aberto, mas desde a década de

1970 não recebe manutenção. Portanto, não há ligação terrestre da sede municipal de Oriximiná para os seus principais distritos de Porto Trombetas e Cachoeira Porteira.

#### 5.2.10 Educação Superior

Em 1975 foi instalada no município de Oriximiná a Unidade Avançada José Veríssimo (UAVJ), filial pertencente à Universidade Federal Fluminense – UFF, que tem sede na cidade de Niterói-RJ, após se estabelecer primeiramente na cidade de Óbidos dois anos antes.

A unidade tem, como objetivo principal, desenvolver atividades de extensão, ensino e pesquisa. Atualmente, são desenvolvidas as seguintes atividades: gerenciamento de um hospital público local, atuação preventiva na área de saúde, programas de educação esportiva, assessoramento às comunidades na área de meio ambiente e implantação de sistemas agroflorestais.

Outra instituição com campus no município é a Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, ofertando as graduações em ciências biológicas, conservação e sistemas de informação.

Figura 40 - Instalação da UFF em Oriximiná, Unidade Avançada José Veríssimo (UAVJ).



Figura 41 - Campus da UFOPA em Oriximiná.



### 5.2.11 Economia

A principal atividade econômica do município de Oriximiná corresponde à indústria extrativa mineral, abrigando a maior produtora de bauxita do Brasil com 18 milhões de toneladas anual (2016). Segundo o Ministério de Minas e Energia, Oriximiná possui a maior quantidade de reservas conhecidas no Brasil. Na década de 1960 foram descobertas grandes reservas de bauxita na região norte do Brasil, devido ao incentivo de pesquisas que visavam aumentar o suprimento de bauxita majoritariamente para o mercado internacional.

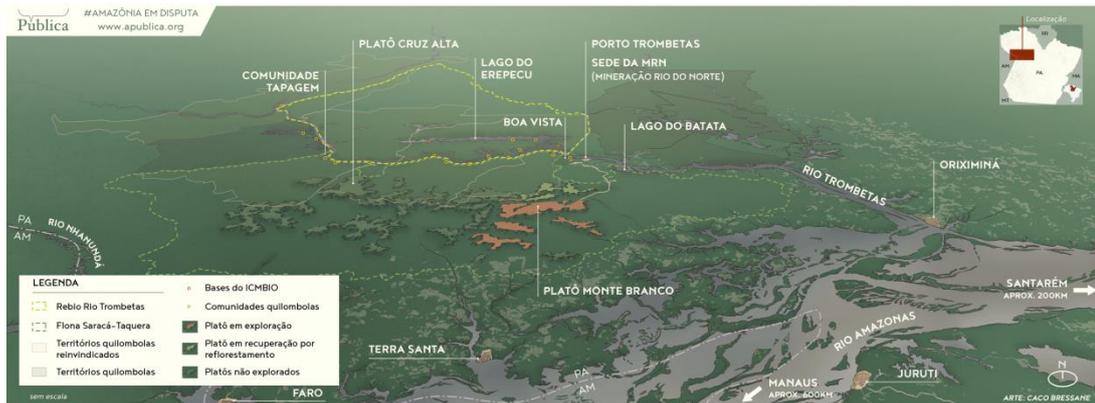
Com isso, em 1967 foi confirmado a descoberta da bauxita de valor comercial às margens do Rio Trombetas, através da Aluminas, subordinada da maior empresa de alumínio do Canadá, *Aluminium Limited of Canada* (ALCAN). O interesse da ALCAN pela bauxita Amazônica está amplamente ligado com as mudanças políticas ocorridas no país em 1964, a independência da Guiana em 1966 e a crise energética de 1970. A queda do preço do alumínio em 1971 inviabilizou os planos de instalação de novas minas pela ALCAN.

Portanto, em 1972, a ALCAN juntamente com a Companhia Vale do Rio Doce, que representava o governo brasileiro, começaram as negociações com a intenção de prosseguir com a continuidade da implementação do projeto, o que culminou na criação de uma *joint venture* formada pela coligação de oito empresas sob o controle da Vale e da ALCAN, em 1974, vigorosamente relacionado com o capital japonês. Desse modo, nota-se o grande interesse da exploração para o mercado externo.

O estabelecimento da empresa Mineração Rio do Norte (MRN) concretizou a exploração das jazidas de bauxita em Trombetas, o chamado “Projeto Trombetas”, o que acarretou mudanças drásticas em uma região que até aquele momento a principal atividade consistia em pesca e agricultura de subsistência e extrativismo, por ser habitada por variados grupos quilombolas.

Em 1979, iniciaram-se as atividades de lavra, o que configurou o fim da implantação do Projeto Trombetas. A capacidade inicial de produção era de 3,35 Mton por ano, ao decorrer do tempo houve o crescimento significativo da capacidade de produção em virtude de uma alta demanda de mercado e da alta aceitação nas refinarias estrangeiras. Com a finalidade de atender à crescente demanda externa e o mercado interno foi construído do complexo Bauxita-Alumínio, que envolvia os estados do Pará e do Maranhão.

Figura 42 - Mapa em perspectiva contextualizando o Projeto Trombetas de Mineração no seu entorno.



A importância da Mineração Rio Norte no sentido econômico é imensurável, pelos cálculos da empresa, ainda há bauxita a ser extraída até por volta do ano de 2050 e a própria empresa tem um planejamento de controlar o impacto ambiental causado por essa extração, estando dentro desse planejamento o replantio do mesmo número de hectares que é desmatado em prol da extração.

Do início do século XXI e até mais recentemente, a movimentação econômica para o município com base em minério e indústria proveniente para suprir as demandas do setor mineral tem alcançado cerca de metade do PIB do mesmo. Além do fator do peso econômico e do fator de compensação ambiental a empresa também trata de manter um ideal de Responsabilidade Social Empresarial com incentivos a Educação e a Saúde o que traz benefícios a longo prazo para região, benefícios esses que serão colhidos até mesmo quando a extração de bauxita terminar. Um dado importante a ser ressaltado é que Oriximiná teve um salto em seu IDH de 0,64 em 1991 para 0,72 em 2000 e outro dado é a manutenção de Oriximiná como o maior PIB da região do Baixo Amazonas.

Para concluir, existe uma discrepância no principal fator econômico quando o município é dividido em suas duas sub-regiões, a de Porto Trombetas e a de Cachoeira Porteira. Essas sub-regiões são respectivamente caracterizadas por uma ser extremamente ligada a mineração e a outra ter como fator econômico predominante a agricultura e a pesca familiar.

## 6 COLETA DE DADOS EM CAMPO E EM GABINETE

### 6.1 Dados altimétricos absolutos (geodésicos) em campo

No âmbito desta dissertação, com o apoio da Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM – Ministério de Minas e Energia do Brasil), responsável, junto a Agência Nacional de Águas (ANA), pela operação de parte significativa da rede pluviométrica e fluviométrica brasileira, foram realizadas 4 (quatro) campanhas de campo entre os anos de 2015 e 2018 na região de estudo, Rio Trombetas, com a participação do autor, acompanhando (como “carona” e restrito ao pouco tempo disponível em cada estação imposto pelas equipes que acompanhei) equipe de hidrotécnicos da CPRM alocados na Rede Hidrometeorológica Nacional, na execução periódica do Roteiro 11, que atende a Bacia 16, Baixo Rio Trombetas, seus afluentes, e as estações do Baixo Amazonas entre Santarém e Juruti.

Essas campanhas foram concebidas para a instalação e manutenção das estações *in situ*, coleta de dados fluviométricos e medições por receptores GPS para nivelamento das réguas e obtenção de perfis altimétricos dos rios, medições de vazões, com informações, em grande parte, apresentadas neste trabalho.

Houve uma quinta viagem, anterior, ocorrida em novembro e dezembro de 2013, portanto período de seca, onde coletou-se altimetria geodésica de novas RRNN instaladas ao lado de dois poços em Óbidos e uma em Oriximiná.

Por isso, em 2018, em período de cheia, inclui-se aos levantamentos reocupar esses três poços para efeito de expandir as comparações possíveis na região.

As 4 (quatro) campanhas realizadas estão brevemente descritas a seguir:

Duração de 3 semanas cada, hora no auge da temporada seca, hora no auge da temporada úmida, novembro / dezembro de 2015, maio/junho de 2016, novembro / dezembro de 2017 e junho de 2018.

1. Campanha novembro / dezembro de 2015, auge da temporada seca, muito severa e atípica, causando impossibilidade de acessar as estações mais de montante do roteiro pela baixíssima lâmina d’água; foram executados os primeiros nivelamentos de réguas, de nível d’água (N.A.) e de RRNN por receptores GPS e medição de vazões com ADCP;

2. Campanha maio / junho de 2016, no auge da temporada úmida. Acessibilidade muito facilitada pelas cheias dos rios; foram executados os primeiros nivelamentos de réguas, de nível d’água (N.A.) e de RRNN por receptores GPS e medições cinemáticas de GPS com o barco e medição de vazões com ADCP;

3. Campanha novembro / dezembro de 2017, auge da temporada seca, menos severa que a de 2015, sendo possível acessar novamente todas as estações; foram executados os primeiros nivelamentos de réguas, de nível d'água (N.A.) e de RRNN por receptores GPS e medição de vazões com ADCP;

4. Campanha junho de 2018, no auge da temporada úmida. Acessibilidade muito facilitada pelas cheias dos rios; foram executados os primeiros nivelamentos de réguas, de nível d'água (N.A.) e de RRNN por receptores GPS e medição de vazões com ADCP;

Nessas viagens foram visitadas as seguintes estações pluviométricas (P) e fluviométricas (F), e as referentes Fichas Descritivas de Estação, da ANA / CPRM, estão presentes nos Anexos deste trabalho, porém muitas estão desatualizadas aguardando sem previsão novas versões.

Os valores em milímetros são os valores arbitrários atribuídos a esses marcos de referência de nível.

**As estações grifadas em negrito e sublinhadas são as que são essenciais para esta pesquisa:**

No Baixo Amazonas do Estado do Amazonas (dados fornecidos pela CPRM / SUREG-MA – Manaus-AM):

- Parintins (F – 1635.0002, RN-1 = 8.881mm)

No Baixo Amazonas:

- Santarém (F - 1790.0001, RN-8 = 8.269mm e RN-9 = 8.286mm), pier do porto da CDP, margem direita;
- Lago Curuai (F – 1706.0000, RN-4 = 10.873mm remarcada para RN-4=11.102mm, margem sul);
- Juruti (P – 0025.6001, RN-1 (criada pelo autor), quintal da E.M.E.F. Escola Dep. Américo, margem direita);
- **Óbidos – ME (F – 1705.0001, RN-6 = 8.033mm (criada pelo autor), RN-7 não utilizada e RN-8 = 8.115mm), porto da CDP;**

No Baixo Trombetas:

- **Oriximiná (F – 1690.0000, RN7 – não utilizada, RN-8 = 9.127 mm e RN-9 = 9.237 mm (criada pelo autor), porto da sede municipal, margem esquerda, na foz);**
- Oriximiná (P – 0015.5000, RN-1 (criada pelo autor), hospital da sede municipal, área elevada e estável);
- Porto Trombetas (P – 0015.6002, RN-1 (criada pelo autor), vila quilombola na margem direita, área elevada e estável);
- **Tabuleiro REBIO Trombetas (F - 1659.0000, RN-1 = 15.161 mm e RN-2 = 16.185 mm), base do ICM Bio, margem esquerda, área elevada e estável;**
- **Cachoeira Porteira - conj.1 (F – 1665.0000, RN-6 = 12.558 mm, RN-7 = 13.463 mm e RN-8 = 13.560 mm), vila quilombola, margem esquerda, área elevada e estável;**

No afluente de jusante, entre Oriximiná e Porto Trombetas, Rio Cuminá (ou Rio Parú do Oeste):

- **Vista Alegre - conj.2 (F – 1680.0002, RN-4 = 10.642 mm, RN-5 = 10.702 mm e RN-6 = 10.390 mm), margem esquerda, área elevada e estável;**

No Rio Trombetas, acima da Cachoeira Porteira:

- Caramujo (F – 1646.0000, RN-1 = 19.479 mm, RN-2 = 19.698 mm e RN-3 = 18.591 mm que fora utilizada);
- Garganta (F – 1643.0000, RN-1 = 8.468 mm, que fora utilizada, RN-2 = 8.858 mm, RN-3 = 9.952 mm);

No afluente de montante, Rio Mapuera (ou Rio Urucurína):

- Estirão da Angélica (F – 1650.0000, RN-2 = 6.350 mm, RN-3 = 6.097 mm e RN-4 = 9.548 mm que fora utilizada) Aldeia indígena na margem esquerda a montante de ilha fluvial.

No afluente de montante Rio Cachorro:

- Aldeia do Chapéu (F – 1673.0000, RN-1 = 8.179 mm, e remarcada para 8.185 mm, entre 2017 e 2018 e RN-2 = 8.010 mm em 2018) Aldeia indígena Wai-Wai, na margem esquerda.

### Poços da RIMAS

Em Óbidos:

- Óbidos Poço RIMAS COSANPA Centro, 150000.6851, RN-1
- Óbidos Poço RIMAS P6 Engenho, 150000.5602, RN-1

Em Oriximiná:

- Oriximiná Poço RIMAS Juizado Infância e Adolescência, 150000-5605, RN-1

Foram coletados todos os dados limnimétricos, de descarga (F) e pluviométricos (P) das estações listadas acima, de 2013 a 2018, através sítio eletrônico da ANA / HIDROWEB, assim como dados de medições de vazão ou descarga líquida.

Em função da inexistência de dados de descarga líquida para as estações Parintins e Oriximiná, limitaremos os estudos hidrológicos deste trabalho, assim como apresentação de dados obtidos e seguintes análises, somente à três estações que se mostraram viáveis, que são: Vista Alegre Conj.1, REBIO Tabuleiro Trombetas e Cachoeira Porteira Conj.1., contudo Oriximiná se mostra também imprescindível no que tange seus dados de cota, que serão transformados neste trabalho em altitudes com apoio da Geodésia, para fim de confronto com dados da mesma natureza destas outras três estações já mencionadas.

Como subsídio ao processamento dos arquivos brutos gerados pelos equipamentos GPS Geodésicos utilizados em campo, foi necessário criar tabelas contendo um compendio de metadados. A seguir, apresento essas tabelas por ano de execução.

Foram obtidos dados hidrogeológicos de três poços do Projeto RIMAS, da CPRM, sendo dois em Óbidos (150000.6851 – COSANPA Centro e 150000.5602 - P6-Engenho) e um em Oriximiná (150000.5605 - Juizado Infância e Adolescência), salientando os dados de nível estático e nível dinâmico dos poços de monitoramento do aquífero Alter do Chão, tendo como referência de nível (RN) um marco fixado ao lado de cada poço por este autor e devidamente georreferenciados com GPS geodésico e ocupação igual ou superior a três horas, a uma taxa de coleta de 1 segundo e o transporte de altimetria para a boca do poço por nivelamento geométrico, em novembro de 2013, e as RRNN reocupadas em junho de 2018 para efeito de comparação dos valores obtidos, e comparação de eventual variação com eventuais variações encontradas nas RRNN às margens dos rios. Portanto, esses dados poderiam ser úteis para uma possível correlação com os níveis fluviais em cada uma das localidades.

## 6.2 Coleta de amostra de rocha de afloramento a montante da Cachoeira Porteira

Figura 43 - Local da coleta de amostra de rocha em afloramento na margem esquerda do Rio Trombetas, a montante da Cachoeira da Porteira, em  $00^{\circ} 59' 54,24''$  S ;  $57^{\circ} 02' 02,94''$  W.



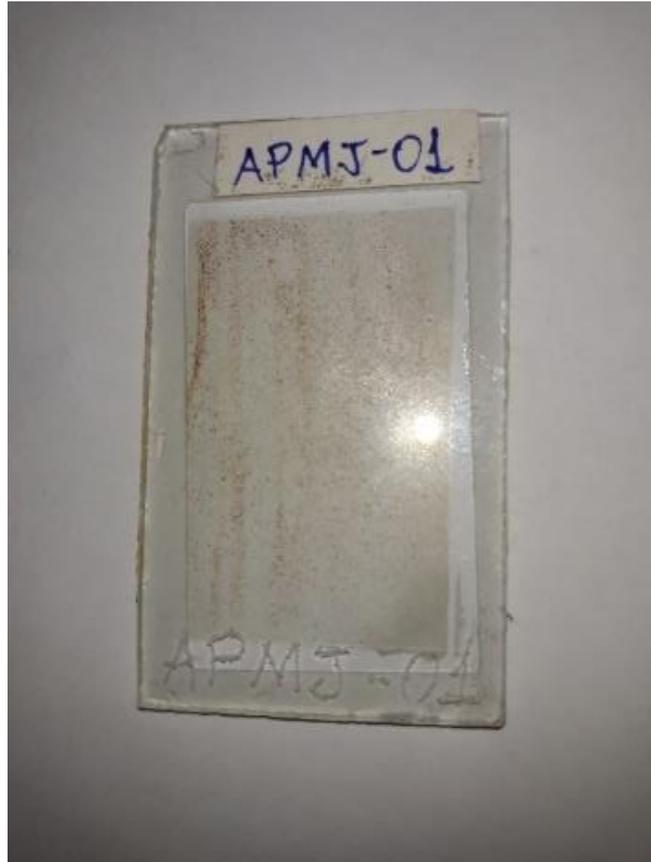
Amostra de rocha lascada de afloramento da Formação Alter do Chão para confecção de Lâmina com Seção Delgada que foi analisada em microscopia petrográfica pelo geólogo Luciano Castro, M.Sc., no laboratório da CPRM SUREG-Be, relatando que a amostra apresenta arranjo ou empacotamento fechado ou romboédrico, contato de compromisso e compactação química, tendo sofrido pressão em profundidade e retornado à superfície com alívio de pressão. Material que compõe a rocha é muito fino e maduro, transportado de longa distância, há muito tempo e apresentando turmalinas hexaédricas irregulares.

Figura 44 - Lâmina com seção delgada para análise microscópica.



Fonte: Autor.

Figura 45 - Detalhe de lâmina delgada para análise microscópica.



Fonte: Autor.

### **6.3 Coleta de dados fluviométricos e pluviométricos no sítio eletrônico da ANA / *Hidroweb*, em gabinete**

Coletou se do sítio eletrônico da ANA, *HIDROWEB*, em 20/12/2019, os dados fluviométricos e pluviométricos das estações Vista Alegre Conj.1, ReBIO Tabuleiro Trombetas e Cachoeira Porteira Conj.1. e Oriximiná no formato com extensão CSV, posteriormente convertido para formato nativo do MS *Excel* 365, de extensão XLSX.

Desses dados extraiu se dados de medições de descargas líquidas, incluindo vazões, séries de médias diárias e de médias mensais de cotas fluviométricas e séries diárias e séries de totais mensais de pluviometria.

Os dados de cotas fluviométricas originalmente em centímetros, foi ao lado convertido para metro, sendo esta a primeira conversão aplicada. E ao lado deste foram criados novos campos (colunas) para abrigar os valores referentes à conversão de cota para altimetria Ortométrica para cada ano de estudo utilizado fator de correção próprio e inerente ao levantamento geodésico realizado naquele ano, como também em outro campo aplicou-se fator de correção fruto da média entre os quatro anos de estudo, 2015 a 2018.

Esses dados serão depois copiados para outras planilhas de subsídio das análises a realizadas, descritas no Capítulo 7 a seguir.

## **7 ANÁLISE DOS DADOS DE CAMPO**

A seguir descreve-se o resultado das análises dos dados de medições geodésicas nos marcos de Referências de Nível para cada estação visitada, comparando os resultados das quatro séries, 2015, 2016, 2017 e 2018. Todos os arquivos gerados e utilizados estão em excelentes condições de processamento, pois os arquivos corrompidos foram detectados logo a seguir da conclusão de seu levantamento e segregados, forçando repetir uma nova sessão de rastreamento GPS com três horas de duração, ou com o mesmo equipamento, ou outro sobressalente disponível.

Ao término da realização dos processamentos dos arquivos RINEX no sítio eletrônico do PPP do IBGE e obtenção de relatórios no formato PDF a eles referentes, iniciou nova fase de manualmente extrair de cada relatório para uma planilha todos os seus dados.

### 7.1 Vista Alegre Conj.1 (F – 1635.0002, Cota RN-5 = 10,702 m)

O levantamento realizado no dia 03/12/2015 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0006.337.0.150.PDF nos Anexos):

Tabela 8 - Dados geodésicos de Vista Alegre, obtidos em 03/12/2015.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
Vista Alegre RN-5	-01° 07' 52,8397"	9.874.935,161 m	0,003	-56° 03' 16,8886"	605.173,625 m	0,005
Estação / RN	RN					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
Vista Alegre RN-5	-8,900	-22,230	+ 13,330		0,009	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2015		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
Vista Alegre RN-5	10,702	+ 13,330	+ 2,628		+ 2,628	
Estação / RN	Nível D'água em 03/12/2015					
	Cota N.A. arbitrário (m)	Correção ΔH 2015	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
Vista Alegre RN-5	+ 2,690	+ 2,628	+ 5,318	+ 2,628	+ 5,318	

O levantamento realizado no dia 29/07/2016 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.110.PPP5.16O.PDF nos Anexos):

Tabela 9 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 29/07/2016.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Vista Alegre RN-5</b>	-01° 07' 52,8386"	9.874.935,194 m	0,001	-56° 03' 16,8907"	605.173,560 m	0,003
Estação / RN	RN					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	-8,890	-22,230	+ 13,340		0,005	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2016		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	10,702	+ 13,340	+ 2,638		+ 2,628	
Estação / RN	Nível D'água em 29/07/2016					
	Cota N.A. arbitrário (m)	Correção ΔH 2016	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	+ 6,510	+ 2,638	+ 9,148	+ 2,628	+ 9,138	

O levantamento realizado no dia 12/12/2017 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, 0026.346.0.17O.PDF nos Anexos):

Tabela 10 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 12/12/2017.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Vista Alegre RN-5</b>	-01° 07' 52,8392"	9.874.935,176 m	0,002	-56° 03' 16,8904"	605.173,569 m	0,007
	<i>RN</i>					
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	-8,850	-22,230	+ 13,380		0,006	
Estação / RN	Cota <i>Altitude RN</i> (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção $\Delta H$ 2017		Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	10,702	+ 13,380	+ 2,678		+ 2,628	
	Nível D'água em 12/12/2017					
Estação / RN	Cota N.A. arbitrário (m)	Correção $\Delta H$ 2017	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Vista Alegre RN-5</b>	+ 2,180	+ 2,678	+ 4,798	+ 2,628	+ 4,748	

O levantamento realizado no dia 18/06/2018 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, 0014.169.0.180.PDF nos Anexos):

Tabela 11 - Dados geodésicos de Vista Alegre, dados obtidos em 18/06/2018.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
Vista Alegre RN-5	-01° 07' 52,8395"	9.874.935,167 m	0,002	-56° 03' 16,8897"	605.173,591 m	0,004
Estação / RN	RN					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
Vista Alegre RN-5	-8,960	-22,230	+ 13,270		0,007	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2018		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
Vista Alegre RN-5	10,702	+ 13,270	+ 2,568		+ 2,628	
Estação / RN	Nível D'água em 18/06/2018					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2018	N.A. Ortométrico 2018 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
Vista Alegre RN-5	?	+ 2,568	?	+ 2,628	?	

Figura 46 - Coleta de dados, em 2016, com GPS Geodésico sobre a RN-5 da estação fluviométrica de Vista Alegre, cuja cota arbitrária era de 10,702m.



Fonte: Autor.

## 7.2 ReBIO Tabuleiro Trombetas Conj.1 (F – 1659.0000, Cota RN-2 = 16,185 m)

O levantamento realizado no dia 28/11/2015 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0006.332.0.150.PDF nos Anexos):

Tabela 12 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 28/11/2015.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-01° 22' 13,4186"	9.848.529,484 m	0,005	-56° 51' 07,8151"	516.445,027 m	0,018
Estação / RN	RN					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-3,200	-21,040	+ 17,840		0,024	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2015		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	16,185	+ <b>17,840</b>	+ 1,655		+ 1,670	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A. arbitrário (m)	Correção ΔH 2015	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	+ 1,210	+ 1,655	+ 2,865	+ 1,670	+ 2,880	

O levantamento realizado no dia 04/08/2016 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.271.1.16O.PDF nos Anexos):

Tabela 13 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 04/08/2016.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-01° 22' 13,4196''	9.848.529,454 m	0,005	-56° 51' 07,8128''	516.445,098 m	0,024
<i>RN</i>						
Estação / RN	Elipsoidal l (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-3,230	-21,040	+17,810		0,020	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2016		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	16,185	+ 17,810	+ 1,625		+ 1,670	
Nível D'água em 04/08/2016						
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2016	N.A. Ortométrico 2016 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	+ 6,120	+ 1,625	+ 7,745	+ 1,670	+ 7,790	

O levantamento realizado no dia 09/12/2017 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, 0026.343.0.17O.PDF nos Anexos):

Tabela 14 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 09/12/2017.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-01° 22' 13,4197"	9.848.529,451 m	0,011	-56° 51' 07,8152"	516.445,024 m	0,048
<i>RN</i>						
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-3,130	-21,040	+ 17,910		0,041	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção $\Delta H$ 2017		Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	16,185	+ 17,910	+ 1,725		+ 1,670	
Nível D'água em 09/12/2017						
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção $\Delta H$ 2017	N.A. Ortométrico 2017 (m)	Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	+ 2,220	+ 1,725	+ 3,945	+ 1,670	+ 3,890	

O levantamento realizado no dia 14/06/2018 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, 0014.169.0.180.PDF nos Anexos):

Tabela 15 - Dados geodésicos de Tabuleiro REBIO Trombetas, dados obtidos em 14/06/2018.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM	Desvio Padrão	Geográfica	UTM fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-01° 22' 13,4213"	9.484.529,402 m	0,006	-56° 51' 07,8149"	516.445,033 m	0,022
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	-3,180	-21,040	+ 17,860		0,017	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2018		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	16,185	+ 17,860	+ 1,675		+ 1,670	
Estação / RN	Nível D'água em 14/06/2018					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2018	N.A. Ortométrico 2018 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	10,500	+ 1,675	12,175	+ 1,670	12,170	

Figura 47 - Coleta de dados, em 2015, com GPS Geodésico sobre a RN-2 da estação fluviométrica de Tabuleiro REBIO Trombetas, cuja cota arbitrária é de 16,185 m.



Fonte: Autor.

### 7.3 Cachoeira Porteira Conj. 1 (F – 1665.0000, Cota RN-8 = 13,560 m)

O levantamento realizado no dia 29/11/2015 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0006.333.0.150.PDF nos Anexos):

Tabela 16 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 29/11/2015.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-01° 05' 12,2003"	9.879.884,348 m	0,001	-57° 02' 48,6646"	494.787,557 m	0,004
	<i>RN</i>					
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-4,760	-21,780	+ 17,020		0,005	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção $\Delta H$ 2015		Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+13,560	+ 17,020	+ 3,460		+ 3,463	
	Nível D'água em 28/11/2015					
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção $\Delta H$ 2015	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+ 1,190	+ 3,460	+ 4,650	+ 3,463	+ 4,653	

O levantamento realizado no dia 04/08/2016 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.217.0.16O.PDF nos Anexos):

Tabela 17 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 04/08/2016.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-01° 05' 12,2004"	9.879.884,345 m	0,002	-57° 02' 48,6648"	494.787,550 m	0,008
<i>RN</i>						
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-4,740	-21,780	+ 17,040		0,010	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2016		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+13,560	+ 17,040	+ 3,480		+ 3,463	
Nível D'água em 04/08/2016						
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2016	N.A. Ortométrico 2016 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+ 6,120	+ 3,480	+ 9,600	+ 3,463	+ 9,583	

O levantamento realizado no dia 03/12/2017 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.337.0.170.PDF nos Anexos):

Tabela 18 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 03/12/2017.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-01° 05' 12,2015"	9.879.884,312 m	0,001	-57° 02' 48,6641"	494.787,572 m	0,002
<i>RN</i>						
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-4,750	-21,780	+ 17,030		0,004	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2017		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+13,560	+ 17,030	+ 3,440		+ 3,463	
Nível D'água em 03/12/2017						
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2017	N.A. Ortométrico 2017 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+ 2,120	+ 3,440	+ 5,560	+ 3,463	+ 5,583	

O levantamento realizado no dia 12/06/2018 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.163.0.180.PDF nos Anexos):

Tabela 19 - Dados geodésicos de Cachoeira Porteira Conj. 1. Dados obtidos em 12/06/2018.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-01° 05' 12,1995"	9.879.884,373 m	0,002	-57° 02' 48,6656"	494.787,526 m	0,007
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	-4,780	-21,780	+ 17,000		0,006	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2018		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+13,560	+ 17,000	+ 3,440		+ 3,463	
Estação / RN	Nível D'água em 12/06/2018					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2018	N.A. Ortométrico 2018 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	+ 10,050	+ 3,440	+ 13,490	+ 3,463	+ 13,493	

Figura 48 - Coleta de dados, em 2016, com GPS Geodésico sobre a RN-8 da estação fluviométrica de Cachoeira da Porteira Conj.1, cuja cota arbitrária era de 13,560 m.



Fonte: Autor.

#### 7.4 Oriximiná (F – 1665.0000, Cota RN-8 = 9,127 m)

O levantamento realizado no dia 26/11/2015 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.330.0.150.PDF nos Anexos):

Tabela 20 - Dados geodésicos de Oriximiná. Dados obtidos em 26/11/2015.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Oriximiná RN-8</b>	-01° 46' 12,1369"	9.804.318,592 m	0,002	-55° 52' 06,1070"	625.871,400 m	0,005
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Oriximiná RN-8</b>	-8,340	-20,720	+ 12,380		0,010	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2015		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+9,127	+ 12,380	+ 3,253		+ 3,163	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2015	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+ 0,640	+ 3,253	+ 3,893	+ 3,163	+ 3,803	

O levantamento realizado no dia 28/07/2016 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo PPP3\_0026.210.0.16O.PDF nos Anexos):

Tabela 21 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 28/07/2016.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Oriximiná RN-8</b>	-01° 46' 12,1388"	9.804.318,533 m	0,002	-55° 52' 06,1056"	625.871,443 m	0,008
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Oriximiná RN-8</b>	-8,560	-20,720	+ 12,160		0,008	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2016		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+9,127	+ 12,160	+ 3,033		+ 3,163	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2016	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+ 6,130	+ 3,033	+ 9,163	+ 3,163	+ 9,293	

O levantamento realizado no dia 13/12/2017 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.347.0.17O.PDF nos Anexos):

Tabela 22 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 13/12/2017.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Oriximiná RN-8</b>	-01° 46' 12,1381"	9.804.318,555 m	0,003	-55° 52' 06,1073"	625.871,391 m	0,008
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Oriximiná RN-8</b>	-8,400	-20,720	+ 12,320		0,011	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2017		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+9,127	+ 12,320	+ 3,193		+ 3,163	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2017	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+ 2,200	+ 3,193	+ 5,393	+ 3,163	+ 5,363	

O levantamento realizado no dia 19/06/2018 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0014.170.0.18O.PDF nos Anexos):

Tabela 23 - Dados geodésicos de Oriximiná obtidos em 19-/06/2018.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Oriximiná RN-8</b>	-01° 46' 12,1370"	9.804.318,589 m	0,002	-55° 52' 06,1074"	625.871,388 m	0,004
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Oriximiná RN-8</b>	-8,420	-20,720	+ 12,300		0,006	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2018		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+9,127	+ 12,300	+ 3,173		+ 3,163	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2018	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Oriximiná RN-8</b>	+ 7,970	+ 3,173	+ 11,143	+ 3,163	+ 11,133	

Figura 49 - Coleta de dados, em 2018, com GPS Geodésico sobre a RN-8 da estação fluviométrica de Oriximiná, cuja cota arbitrária era de 9,127 m.



Fonte: Autor.

### 7.5 Óbidos M.E. (F – 1715.0001, Cota RN-6 = 8,033 m)

O levantamento realizado no dia 23/11/2015 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0026.327.p.150.PDF nos Anexos):

Tabela 24 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 23/11/2015.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	-01° 55' 10,2071"	9.787.764,703 m	0,003	-55° 30' 48,3479"	665.344,460 m	0,012
	<i>RN</i>					
Estação / RN	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	- 10,110	- 21,240	+ 11,130		0,019	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2015		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 8,033	+ 12,380	+ 3,097		+ 3,087	
	Nível D'água em 28/11/2015					
Estação / RN	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2015	N.A. Ortométrico 2015 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 0,567	+ 3,097	+ 3,664	+ 3,087	+ 3,654	

O levantamento realizado no dia 05/08/2016 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo PPP3\_26.183.1.16O.PDF nos Anexos):

Tabela 25 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 05/08/2016.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	-01° 55' 10,2078"	9.787.764,681 m	0,002	-55° 30' 48,3465"	665.344,503 m	0,008
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	- 10,250	- 21,390	+ 11,140		0,007	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2016		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 8,033	+ 11,140	+ 3,107		+ 3,087	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2016	N.A. Ortométrico 2016 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 5,590	+ 3,107	+ 8,697	+ 3,087	+ 8,677	

O levantamento realizado no dia 15/12/2017 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0006.349.1.170.PDF nos Anexos):

Tabela 26 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 15/12/2017.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	-01° 55' 10,2073"	9.787.764,696 m	0,002	-55° 30' 48,3471"	665.344,485 m	0,006
Estação / RN	RN					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	- 10,260	- 21,390	+ 11,130		0,006	
Estação / RN	Cota Altitude RN (m)	Altitude Ortométrica (m)	Correção ΔH 2017		Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 8,033	+ 11,130	+ 3,097		+ 3,087	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção ΔH 2017	N.A. Ortométrico 2017 (m)	Correção ΔH média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 2,170	+ 3,097	+ 5,267	+ 3,087	+ 5,257	

O levantamento realizado no dia 10/06/2018 obteve (extraído de Processamento GPS pelo PPP do IBGE, arquivo 0014.161.0.180.PDF nos Anexos):

Tabela 27 - Dados geodésicos de Óbidos, obtidos em 10/06/2018.

Estação / RN	Latitude RN			Longitude RN		
	Geográfica	UTM N	Desvio Padrão	Geográfica	UTM E fuso 21 M.C.: -57°	Desvio Padrão
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	-01° 55' 10,2076"	9.787.764,687 m	0,002	-55° 30' 48,3479"	665.344,460 m	0,007
Estação / RN	<i>RN</i>					
	Elipsoidal (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (m)		Desvio Padrão	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	- 10,310	- 21,390	+ 11,080		0,007	
Estação / RN	<i>Cota Altitude RN (m)</i>	Altitude Ortométrica (m)	Correção $\Delta H$ 2018		Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 8,033	+ 11,080	+ 3,047		+ 3,087	
Estação / RN	Nível D'água em 28/11/2015					
	Cota N.A arbitrário (m)	Correção $\Delta H$ 2018	N.A. Ortométrico 2018 (m)	Correção $\Delta H$ média (2015 a 2018) (m)	N.A. Ortométrico média (2015 a 2018) (m)	
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	+ 7,280	+ 3,047	+ 10,327	+ 3,087	+ 10,367	

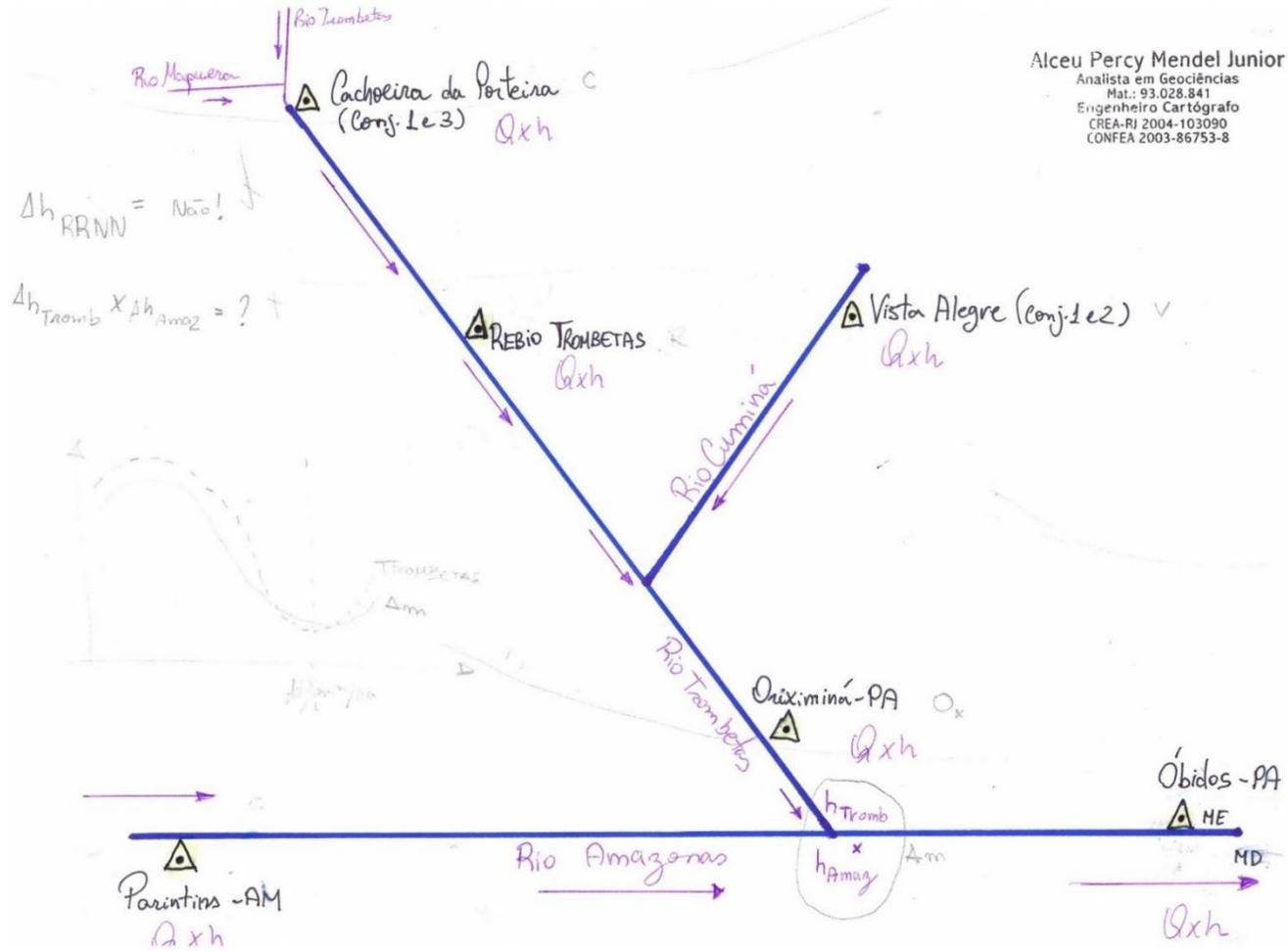
Figura 50 - Coleta de dados, em 2017, com GPS Geodésico sobre a RN-6 da estação fluviométrica de Oriximiná, cuja cota arbitrária é de 8,033 m.



Fonte: Autor.

7.6 Esquema de fluxo hidráulico fluvial da área de estudo

Figura 51 - Esquema de fluxo hidráulico fluvial da área de estudo.



### 7.7 Variação de altimetria das RRNN das estações estudadas

Após analisar os dados obtidos, contrariando o conhecimento corrente de que os valores das RRNN devem, ou deveriam, ser estáveis e constantes, constatou-se o contrário, e isto já se fazia suspeitar há décadas no sentimento de alguns técnicos que labutaram na coleta de dados de campo no Baixo Amazonas e no Rio Madeira durante o século XX.

Na Tabela 28 sintetiza-se esses os valores obtidos para as altitudes cada estação, em cada ano, a amplitude das variações, e se há correlação direta (em azul) ou inversa (em vermelho) no que tange à soerguimento com o período de seca na região, e de abatimento na estação de cheia sazonal. Em púrpura apresenta-se a linha do valor médio das altitudes. Ambos serão utilizados e comparados nos cotogramas.

Tabela 28 - Variações das Altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (m) dessas variações.

Estação / RN	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Amplitude da Variação	Valor Médio (m)
	2015	2016	2017	2018		
<b>REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2</b>	17.840	17.810	17.910	17.860	<b>0,050</b>	<b>17,855</b>
<b>Oriximiná RN-8</b>	12.380	12.160	12.320	12.300	<b>0,220</b>	<b>12,290</b>
<b>Vista Alegre RN-5</b>	13.330	13.340	13.380	13.270	<b>0,110</b>	<b>13,330</b>
<b>Óbidos M.E. RN-6</b>	11,130	11,140	11,130	11,080	<b>0,060</b>	<b>11,120</b>
<b>Cachoeira Porteira RN-8</b>	17.020	17.040	17.030	17.000	<b>0,040</b>	<b>17,023</b>

Para ser mais didático, a seguir, de forma gráfica, é possível demonstrar as variações das altitudes ao longo dos quatro anos nas quatro estações, as amplitudes das variações, seu comportamento coerente (azul) ou não (vermelho) com a hipótese de influência de carga hidráulica nas altitudes das margens dos rios.

Figura 52 - Dois gráficos das variações das altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (cm) dessas variações. Estão em azul porque são as que se variam na proporção inversa da carga hidráulica da estação chuvosa, e a linha púrpura é a média.

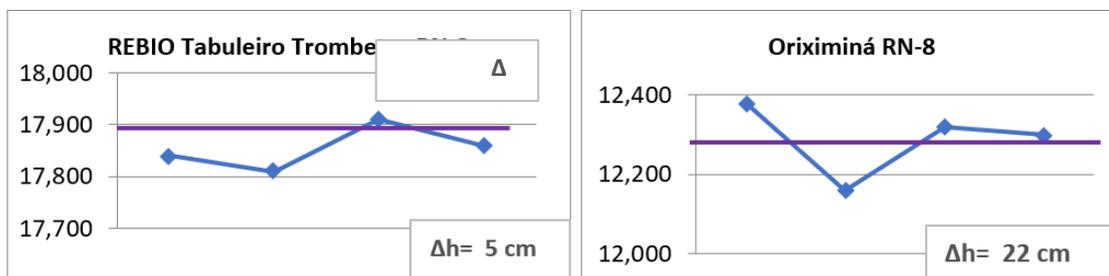
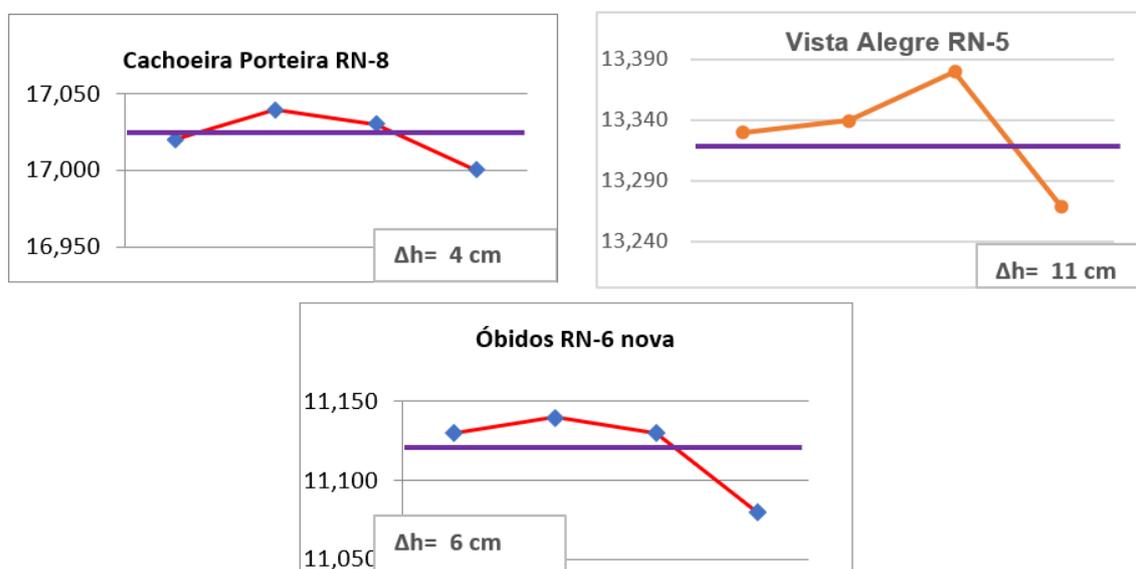


Figura 53 - Três gráficos das variações das altitudes (m) ao longo dos anos e as amplitudes (cm) dessas variações. Estão em vermelho porque não oscilaram na proporção inversa da carga hidráulica da estação chuvosa, e a linha púrpura é a média.



Esses dados são como as sapatas e colunas de uma construção, mas aqui são se uma pesquisa onde o georreferenciamento alicerça os estudos e as análises das grandezas ambientais e ambos interagem pois nada é estático ou consolidado eternamente.

No caso de uma investigação com uma série de medições geodésicas anuais, buscando transformar cotas arbitrárias em altitudes referenciadas ao geóide padrão adotado oficialmente pelo nosso país, na qual foi detectada variações significativas em altimetria, é preciso utilizar

algum tipo de correção que possa ser aplicado no processo de ajustar as séries de medições de cota, vazões, descargas líquidas e aderi-las mais à realidade dos fenômenos naturais.

Neste trabalho está sendo utilizado dois tipos para efeito de comparação, que são:

- Fator de Correção Anual da Altitude, ano a ano e se aplica somente às amostras contidas naquele ano;

- Fator de Correção da Altitude baseado na Média a ser aplicado em todo o universo amostral, esta podendo ser aritmética ou ponderada levando em consideração, por exemplo como elemento de ponderância o desvio padrão de cada amostra.

Neste trabalho optou-se pela média aritmética simples em detrimento da ponderada.

Esses elementos estão presentes em todas as tabelas das seções 9.1 a 9.5 deste capítulo e serviram para ajustar as séries de dados para os antigos Cotagramas, agora não sendo mais cotas, mas sim altitudes, e por isso poder-se-ia nomear de “Perfil Hipsográfico Fluvial” podendo ser anual, sazonal e até plurianual. As demais análises onde o elemento altimétrico é necessário também estão evitadas do conceito de similar ajuste pois este se deu no tratamento dos dados primordiais.

### **7.8 Análise da variação anual da declividade entre as estações**

A partir da redução de todos os referenciais altimétricos ao geóide ficou possível realizar um estudo anual da Declividade Aproximada (superestimada) entre as estações, o que seria impossível com cotas arbitrárias, apesar de considerar a distância como reta não seguindo as sinuosidades dos rios, que se consideradas fossem suavizariam ainda mais a declividade.

As Tabelas 29, 30, 31 e 32 apresentam os cálculos da Declividade Aproximada, anualmente, de 2015 a 2018, para cada trecho de relevância para as análises.

Tabela 29 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2015.

<b>2015</b>							
Estação de Montante	Estação de Jusante	Y = Distância Linear RETA em Latitude UTM	X = Distância Linear RETA em Longitude UTM	Distância Linear RETA horizontal UTM	Z = Desnível Ortométrico entre N.A. Ortométricos	Distância Linear 3D Ortométrica NA	Declividade entre NA em %
Cachoeira da Porteira RN-8	REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	31,354.864	21,657.470	38,107.394	0.555	38,107.394	1.456E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Oriximiná RN-8	44,210.892	109,426.373	118,020.058	0.202	118,020.058	1.712E-04
Vista Alegre RN-5	Oriximiná RN-8	70,616.569	20,697.775	73,587.347	1.285	73,587.347	1.746E-03
Oriximiná RN-8	Óbidos ME RN-6	16,553.889	39,473.060	42,803.665	0.229	42,803.665	5.350E-04
Vista Alegre RN-5	Óbidos ME RN-6	87,170.458	60,170.835	105,920.811	1.514	105,920.811	1.429E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Óbidos ME RN-6	60,764.781	148,899.433	160,821.018	0.431	160,821.018	2.680E-04
Cachoeira da Porteira RN-8	Óbidos ME RN-6	92,119.645	170,556.903	193,844.490	0.986	193,844.490	5.087E-04

Tabela 30 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2016.

<b>2016</b>							
Estação de Montante	Estação de Jusante	Y = Distância Linear RETA em Latitude UTM	X = Distância Linear RETA em Longitude UTM	Distância Linear RETA horizontal UTM	Z = Desnível Ortométrico entre NA Ortométricos	Distância Linear 3D Ortométrica NA	Declividade entre NA em %
Cachoeira da Porteira RN-8	REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	31,354.891	21,657.548	38,107.461	0.305	38,107.461	1.456E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Oriximiná RN-8	44,210.921	109,426.345	118,020.043	0.132	118,020.043	1.712E-04
Vista Alegre RN-5	Oriximiná RN-8	70,616.661	20,697.883	73,587.466	-0.015	73,587.466	1.665E-03
Oriximiná RN-8	Óbidos ME RN-6	16,553.852	39,473.087	42,803.675	0.466	42,803.675	1.089E-03
Vista Alegre RN-5	Óbidos ME RN-6	87,170.513	60,170.970	105,920.933	0.451	105,920.933	4.258E-04
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Óbidos ME RN-6	60,764.773	148,899.432	160,821.014	0.598	160,821.014	3.718E-04
Cachoeira da Porteira RN-8	Óbidos ME RN-6	92,119.664	170,556.980	193,844.566	0.903	193,844.566	4.658E-04

Tabela 31 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2017.

<b>2017</b>							
Estação de Montante	Estação de Jusante	Y = Distância Linear RETA em Latitude UTM	X = Distância Linear RETA em Longitude UTM	Distância Linear RETA horizontal UTM	Z = Desnível Ortométrico entre NA ortométricos	Distância Linear 3D ortométrica NA	Declividade entre NA em %
Cachoeira da Porteira RN-8	REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	31,354.861	21,657.452	38,107.382	-0.005	38,107.382	1.456E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Oriximiná RN-8	44,210.896	109,426.367	118,020.054	0.202	118,020.054	1.712E-04
Vista Alegre RN-5	Oriximiná RN-8	70,616.621	20,697.822	73,587.411	-0.025	73,587.411	1.665E-03
Oriximiná RN-8	Óbidos ME RN-6	16,553.859	39,473.094	42,803.684	0.126	42,803.684	2.944E-04
Vista Alegre RN-5	Óbidos ME RN-6	87,170.480	60,170.916	105,920.875	0.101	105,920.875	9.535E-05
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Óbidos ME RN-6	60,764.755	148,899.461	160,821.034	0.328	160,821.034	2.040E-04

Tabela 32 - Declividades para cada trecho de relevância, no ano de 2018.

2018							
Estação de Montante	Estação de Jusante	Y = Distância Linear RETA em Latitude UTM	X = Distância Linear RETA em Longitude UTM	Distância Linear RETA horizontal UTM	Z = Desnível Ortométrico entre NA ortométricos	Distância Linear 3D ortométrica NA	Declividade entre NA em %
Cachoeira da Porteira RN-8	REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	31,354.971	21,657.507	38,107.503	1.315	38,107.503	1.456E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Oriximiná RN-8	44,210.813	109,426.355	118,020.012	1.032	118,020.012	1.712E-04
Vista Alegre RN-5	Oriximiná RN-8	70,616.578	20,697.827	73,587.371	1.825	73,587.371	1.665E-03
Oriximiná RN-8	Óbidos ME RN-6	16,553.892	39,473.072	42,803.677	0.816	42,803.677	1.906E-03
Vista Alegre RN-5	Óbidos ME RN-6	87,170.470	60,170.899	105,920.857	2.641	105,920.857	2.493E-03
REBIO Tabuleiro Trombetas RN-2	Óbidos ME RN-6	60,764.705	148,899.427	160,820.984	1.848	160,820.984	1.149E-03
Cachoeira da Porteira RN-8	Óbidos ME RN-6	92,119.676	170,556.934	193,844.532	3.163	193,844.532	1.632E-03

As Tabelas 29, 30, 31 e 32 mostram a ínfima declividade existente entre as estações, apresentando ordem igual ou inferior a  $10^{-3}$  (dez elevado a menos três), não importando o ano, ou a variação que ocorra nas altitudes das posições extremas medidas, e nos anos de 2016 e 2017 houve a ocorrência de desnível negativo, grifados na cor vermelha, o que se apresenta como mais um fator a contribuir para o fenômeno do remanso fluvial.

## **8 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **8.1 Análises dos dados hidrológicos transformados pelos dados geodésicos**

Munidos desses dados altimétricos, oriundos dos levantamentos geodésicos, em Tabelas de número 08 a 32, e aplicando-os nos dados fluviométricos é possível elaborar cotagramas, pluviogramas, gráfico de vazões, correlações chuva x altitude, mais precisos e onde pode cruzar informações de várias estações fluviométricas pois agora todas estarão no mesmo referencial altimétrico, de onde novas interpretações podem ser obtidos.

Os Perfis Hipsográficos Fluviais e os Pluviogramas podem ser de vários tipos, no que tange à frequência da amostragem do dado: Múltiplos dados diários; Médias Diárias; Médias Mensais; Médias Sazonais; Médias Anuais e Médias Plurianuais. Contudo, os mais utilizados e neste trabalho da mesma forma explorados são os de Médias Diárias; Médias Mensais.

### **8.2 Perfis Hipsográficos Fluviais (Ex – Cotagramas)**

Os Perfis Hipsográficos Fluviais podem ser compostos de dados altimétricos de uma, duas ou até das cinco estações por hora estudadas. Quando reunimos as cinco estações em um Perfil Hipsográfico Fluvial Plurianual de 2015 a 2018, Figuras 54 e 55, estas apresentam não-parallelismo de suas linhas em muitos momentos, isto é, quando estas se sobrepõem ou se cruzam ao longo do tempo da análise. Esta situação está associada ao fato da altitude do nível d'água da estação de jusante está igual ou maior que da estação de montante.

Através de uma simples função de lógica, que se mostrou um poderoso meio de evidenciar situações anormais no fluxo hidráulico do corpo hídrico, atestou os momentos exatos que poder-se-ia associar a ocorrência de remanso, e ou enchente caso o remanso ultrapasse a cota de cheia.

Nste trabalho serão utilizadas duas séries de dados altimétricos parecidas, praticamente equivalentes, uma (diferenças aplicadas próprias de cada ano de estudo) de elaboração mais detalhada que a outra (diferença única aplicada fruto da média aritmética das diferenças anuais encontradas), para carregar os Perfis Hipsográficos Fluviais, com intuito de comparação da relação da penosidade de elaboração vs. benefício agregado.

Uma tem seus dados tratados através da adição de um fator de correção anual (um para cada ano) em função da diferença encontrada entre o valor altimétrico do ano e o valor da cota

arbitrária da RN, e se aplica um fator específico do ano somente nas amostras contidas neste mesmo ano, visto na Figura 54.

A outra tem seus dados tratados através também da adição de um fator de correção, mas este em função da média aritmética da diferença encontrada entre o valor altimétrico do ano e o valor da cota arbitrária da RN, e se aplica o mesmo valor a todos os elementos da série de dados, visto na Figura RR.

Figura 54 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial Plurianual de 2015 a 2018, com adoção nos dados de correção por diferença anual.

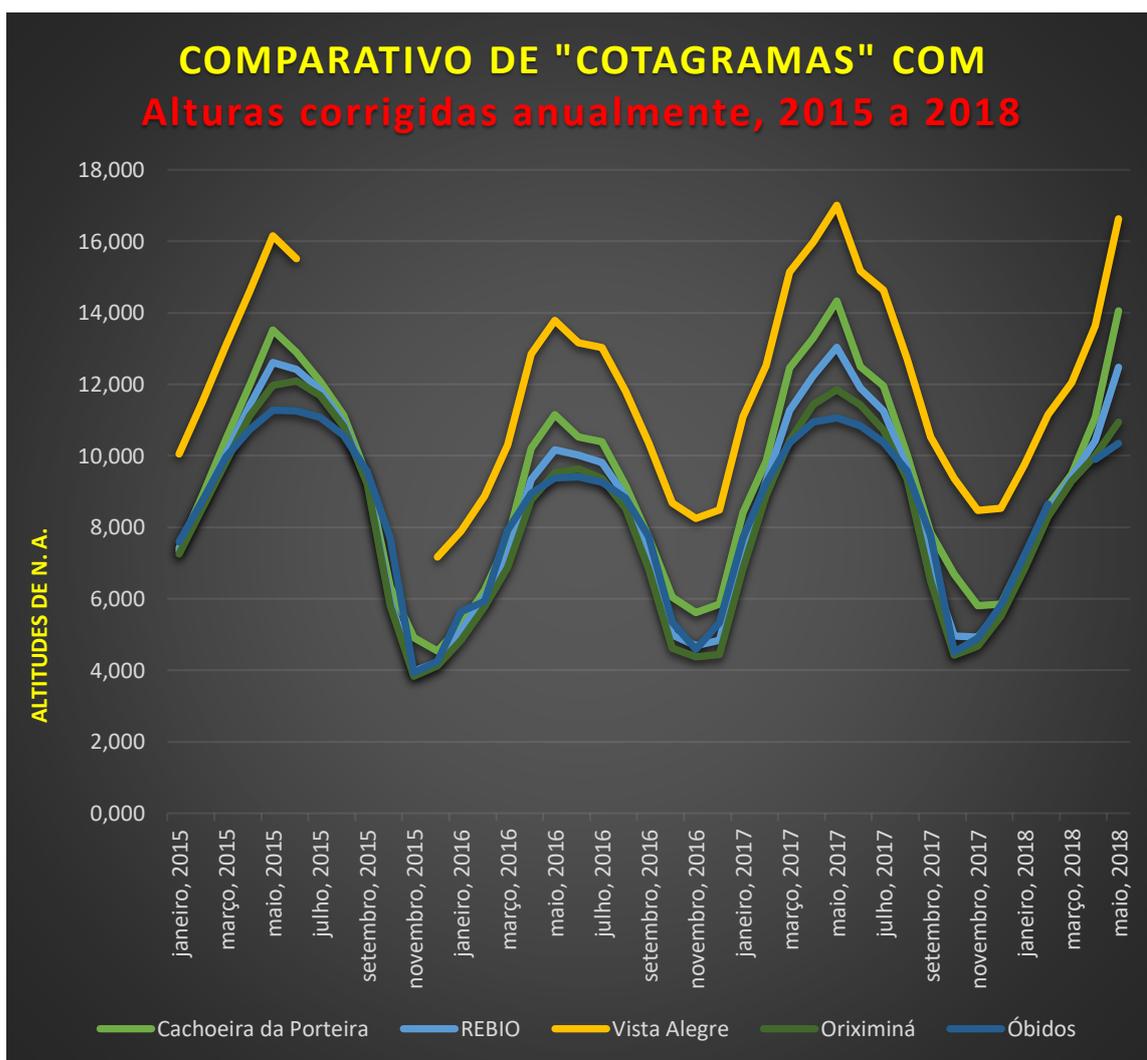
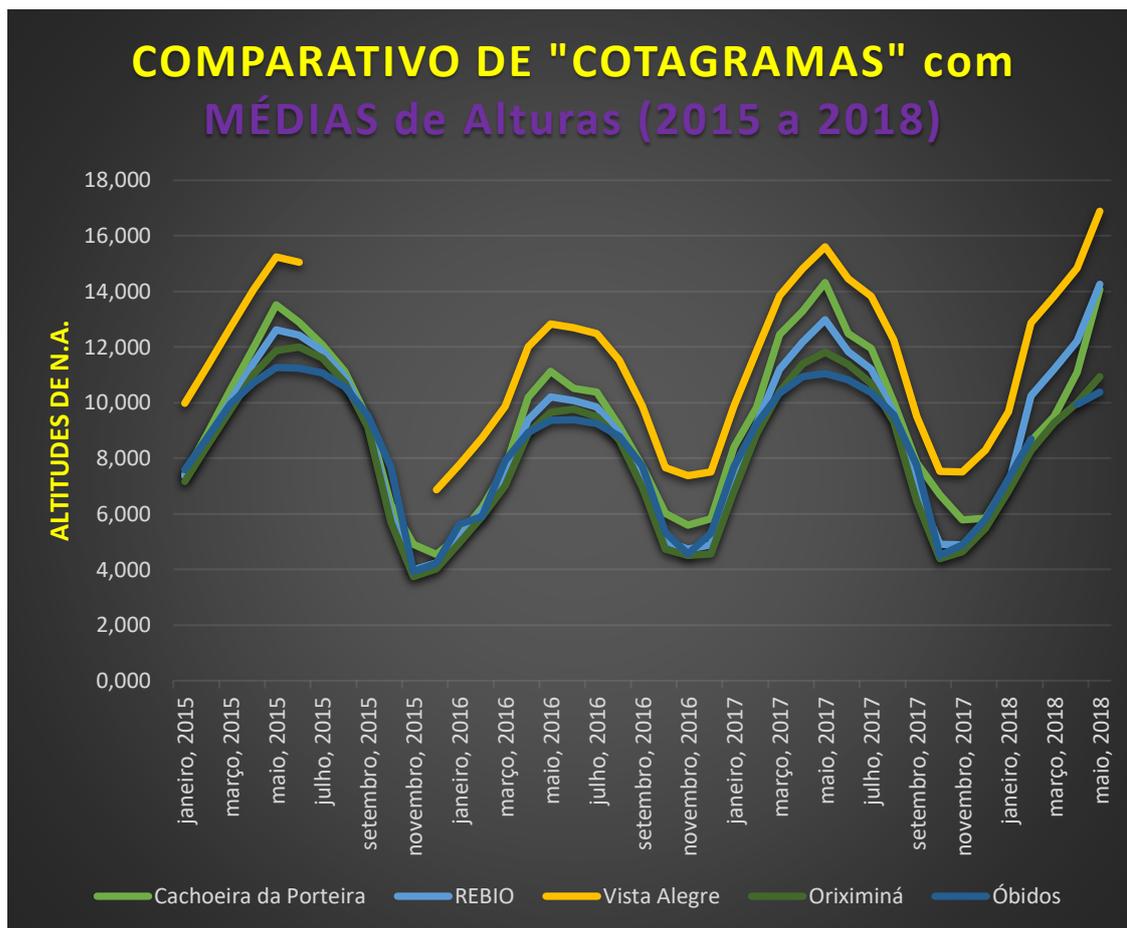


Figura 55 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial Plurianual de 2015 a 2018, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais.



Não foi detectada significativa diferença entre os dois métodos de ajuste, ambos apresentando a mesma capacidade de levar aos mesmo resultados e interpretações.

Assim sendo, opta-se pelo método da média de todos os anos da pesquisa por ser mais simples de tabular e gerar metadados.

Nas Figuras 56 a 59 a seguir busca-se graficamente representar esta condição melhor apreciada na tabela que deu origem aos gráficos, Tabela 33.

Figura 56 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2015, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais.

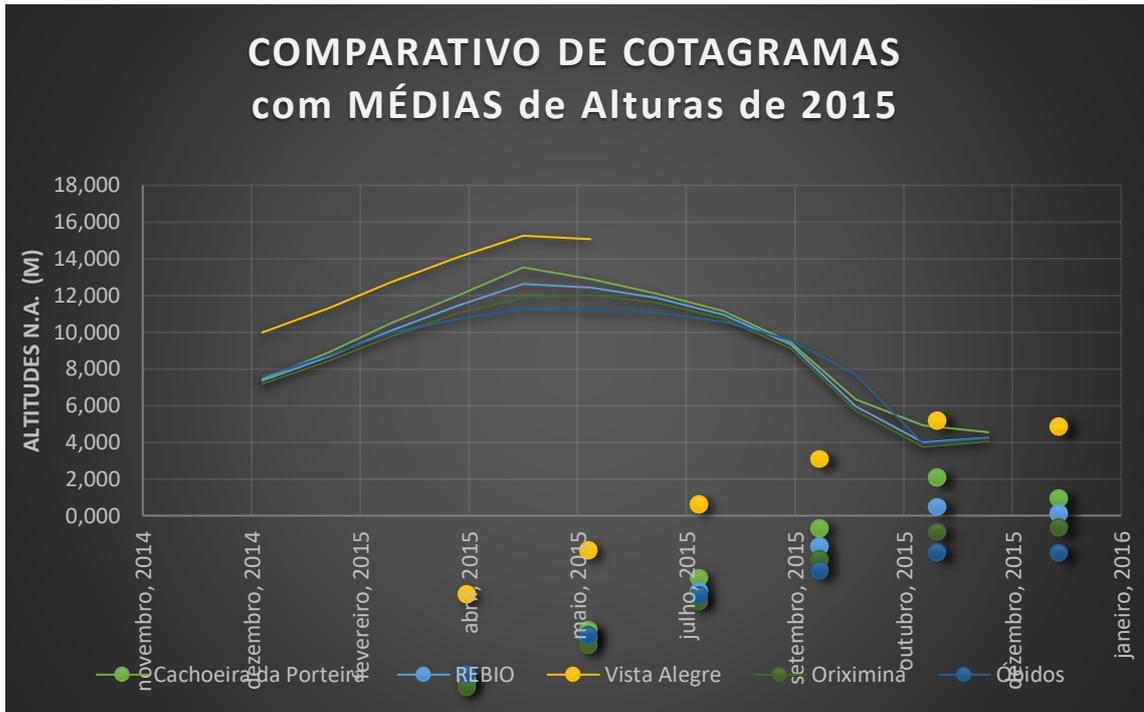


Figura 57 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2016, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais.

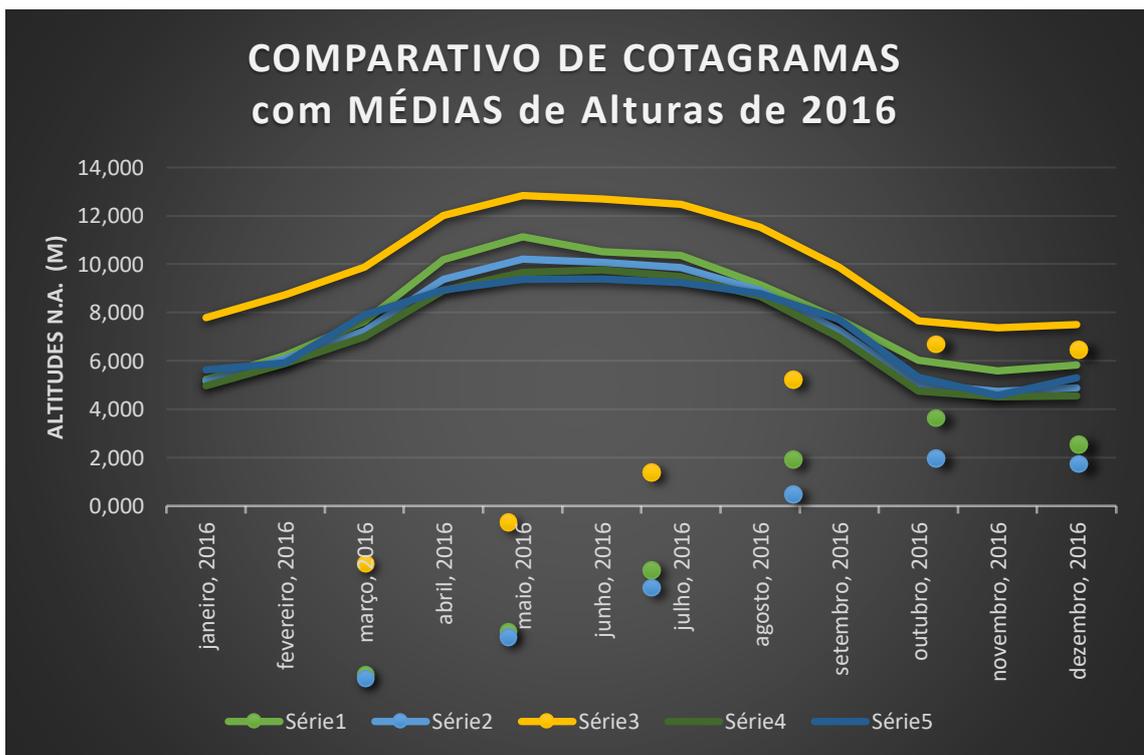


Figura 58 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2017, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais.

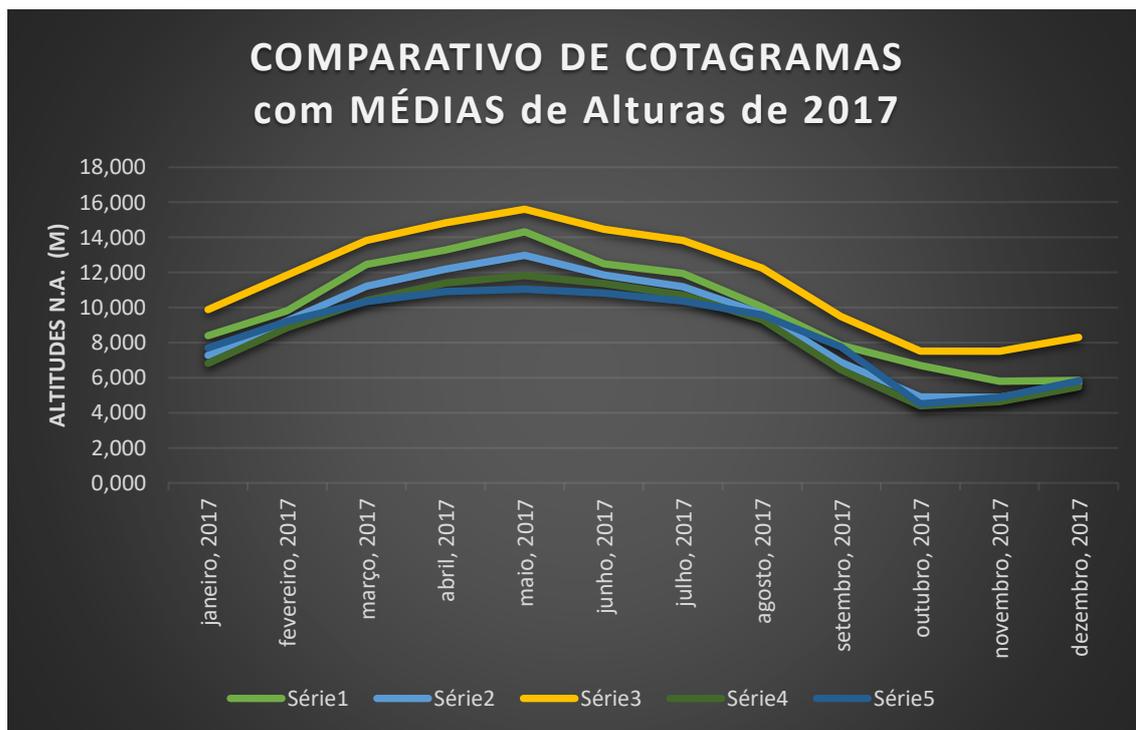


Figura 59 - Gráfico do Perfil Hipsográfico Fluvial de 2018, com adoção nos dados de correção pela média das diferenças anuais.

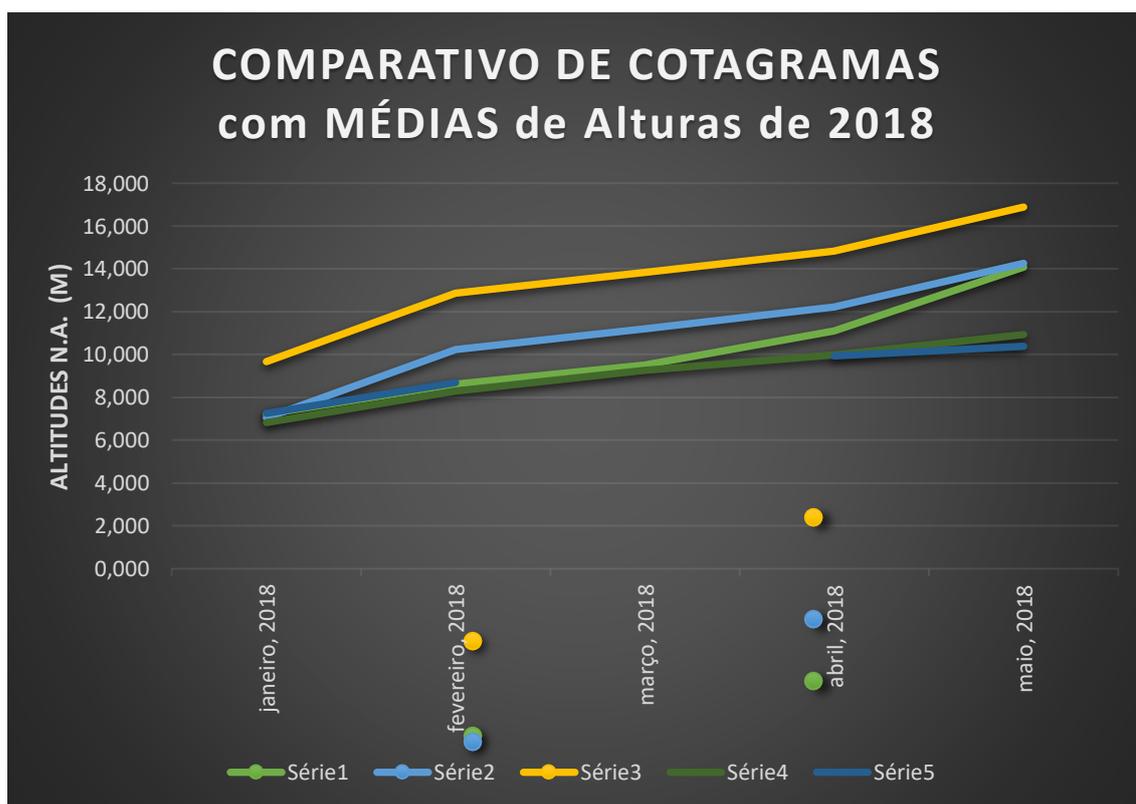


Tabela 33 - Comparativo valores anuais de Altitudes de N.A. corrigidas anualmente, 2015 a 2018.

<b>Data</b>	<b>Cachoeira da Porteira</b>	<b>REBIO</b>	<b>Vista Alegre</b>	<b>Oriximiná</b>	<b>Óbidos</b>	<b>Oriximiná → Óbidos</b>
<b>janeiro, 2015</b>	7.420	7.335	10.048	7.253	7.597	fluxo normal
<b>fevereiro, 2015</b>	8.900	8.675	11.528	8.553	8.757	fluxo normal
<b>março, 2015</b>	10.480	10.065	13.108	9.843	9.977	fluxo normal
<b>abril, 2015</b>	11.980	11.425	14.608	11.123	10.737	remanso
<b>maio, 2015</b>	13.520	12.605	16.148	11.963	11.277	remanso
<b>junho, 2015</b>	12.890	12.415	15.518	12.093	11.257	remanso
<b>julho, 2015</b>	12.090	11.855		11.693	11.077	remanso
<b>agosto, 2015</b>	11.130	10.925		10.823	10.577	remanso
<b>setembro, 2015</b>	9.420	9.315		9.213	9.557	fluxo normal
<b>outubro, 2015</b>	6.340	5.935		5.803	7.697	fluxo normal
<b>novembro, 2015</b>	4.910	3.975		3.833	3.937	fluxo normal
<b>dezembro, 2015</b>	4.540	4.225	7.168	4.123	4.237	fluxo normal
<b>janeiro, 2016</b>	5.250	5.105	7.888	4.843	5.647	fluxo normal
<b>fevereiro, 2016</b>	6.240	6.055	8.878	5.773	5.927	fluxo normal
<b>março, 2016</b>	7.660	7.195	10.298	6.873	7.927	fluxo normal
<b>abril, 2016</b>	10.210	9.335	12.848	8.773	8.947	fluxo normal
<b>maio, 2016</b>	11.150	10.165	13.788	9.533	9.387	remanso
<b>junho, 2016</b>	10.530	10.025	13.168	9.633	9.407	remanso
<b>julho, 2016</b>	10.390	9.805	13.028	9.363	9.267	remanso
<b>agosto, 2016</b>	9.170	8.865	11.808	8.533	8.807	fluxo normal
<b>setembro, 2016</b>	7.730	7.205	10.368	6.833	7.747	fluxo normal
<b>outubro, 2016</b>	6.040	4.985	8.678	4.613	5.347	fluxo normal
<b>novembro, 2016</b>	5.610	4.695	8.248	4.383	4.587	fluxo normal
<b>dezembro, 2016</b>	5.850	4.835	8.488	4.433	5.327	fluxo normal
<b>janeiro, 2017</b>	8.410	7.315	11.088	6.843	7.717	fluxo normal
<b>fevereiro, 2017</b>	9.840	9.285	12.518	8.893	9.237	fluxo normal
<b>março, 2017</b>	12.460	11.265	15.138	10.423	10.357	remanso
<b>abril, 2017</b>	13.300	12.245	15.978	11.433	10.937	remanso
<b>maio, 2017</b>	14.330	13.035	17.008	11.853	11.057	remanso
<b>junho, 2017</b>	12.490	11.895	15.168	11.413	10.837	remanso
<b>julho, 2017</b>	11.960	11.255	14.638	10.723	10.377	remanso
<b>agosto, 2017</b>	10.030	9.685	12.708	9.343	9.577	fluxo normal
<b>setembro, 2017</b>	7.850	6.925	10.528	6.493	7.757	fluxo normal
<b>outubro, 2017</b>	6.690	4.955	9.368	4.423	4.517	fluxo normal
<b>novembro, 2017</b>	5.800	4.935	8.478	4.673	4.897	fluxo normal
<b>dezembro, 2017</b>	5.850	5.725	8.528	5.503	5.817	fluxo normal
<b>janeiro, 2018</b>	7.190	7.045	9.758	6.833	7.217	fluxo normal
<b>fevereiro, 2018</b>	8.590	8.455	11.158	8.293	8.657	fluxo normal
<b>março, 2018</b>	9.480	9.415	12.048	9.283		
<b>abril, 2018</b>	11.070	10.425	13.638	10.003	9.897	remanso
<b>maio, 2018</b>	14.060	12.475	16.628	10.943	10.347	remanso

Vale a pena lembrar que a estação de Óbidos está no Rio Amazonas à jusante da foz do Rio Trombetas, não muito longe, e por isso este posto de medição serve de parâmetro para caracterizar o Rio Amazonas na foz do Rio Trombetas.

Através da diferença de altimetria do nível d'água registrado nas estações de Óbidos e Oriximiná, em sendo negativa, é possível afirmar que o Rio Amazonas pode estar sendo uma barreira dificultando o deflúvio do Rio Trombetas e este ficando em remanso até haver alteração das condições fluviais entre os rios. Este remanso pode se estender à montante se fazendo notar até nas outras três estações aqui apresentadas.

Da apreciação das Figuras 56 a 59 e da Tabela 33 pode-se então detectar que o Rio Amazonas, através das amostras de Óbidos, represa o Rio Trombetas, já em Oriximiná, tanto na subida quanto na descida de seu nível, antes e depois de sua máxima cheia anual.

Ora, como há de ter uma defasagem de tempo entre o extremo da cheia do Rio Amazonas e o Rio Trombetas, este fica represado quando de sua máxima cheia que coincide com o período de chuvas intensas, o que explica o agravamento do remanso numa específica época do ano, variando entre maio e junho, levando a enchentes da orla da cidade de Oriximiná. E isto é potencializado pela subsidência (até 22 cm registrado pelo GNSS – Tabela 33) causada por esta carga hidráulica ali acumulada.

Quando se faz a relação das medidas de altimetria (níveis ou cotas) com variáveis pluviométricas como a descarga e velocidade do rio, essa variabilidade do ciclo hidrológico pode provocar relações não unívocas (curva com laço de histerese) na relação entre níveis x descarga e níveis x velocidade média. Neste sentido, o represamento das águas do rio, provocando o remanso, pode ser caracterizado por curvas com laços de histerese (ROLIM, 2019).

Embora com poucos dados, foram plotados os gráficos das relações níveis altimétricos x descarga e níveis altimétricos x velocidade do rio para as estações de Vista Alegre, REBIO Trombetas e Cachoeira da Porteira, onde se pode ratificar as relações não unívocas causadas pelo remanso (Figuras 60, 61 e 62).

Foi utilizado o programa R, versão 4.0.0., *library (hysteresis)*, na construção dos gráficos.

Figura 60 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação Vista Alegre.

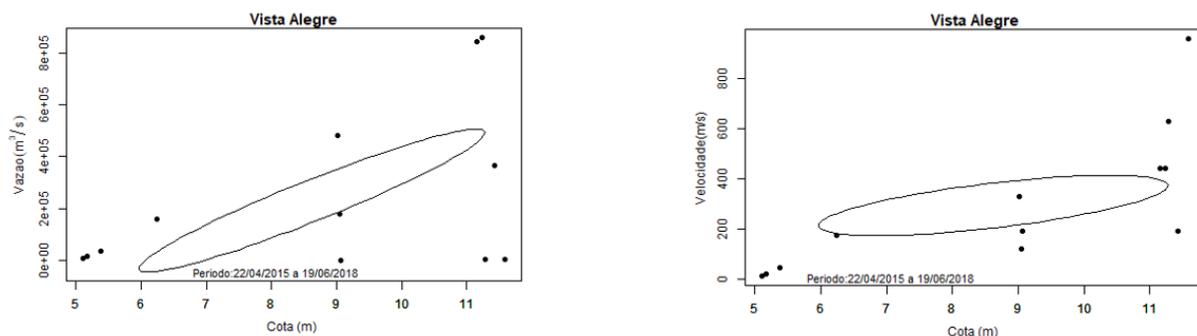


Figura 61 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação REBIO Trombetas.

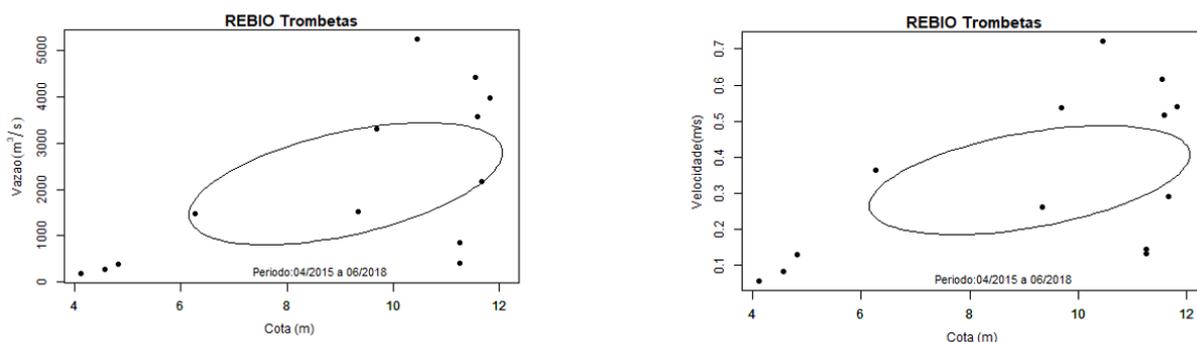
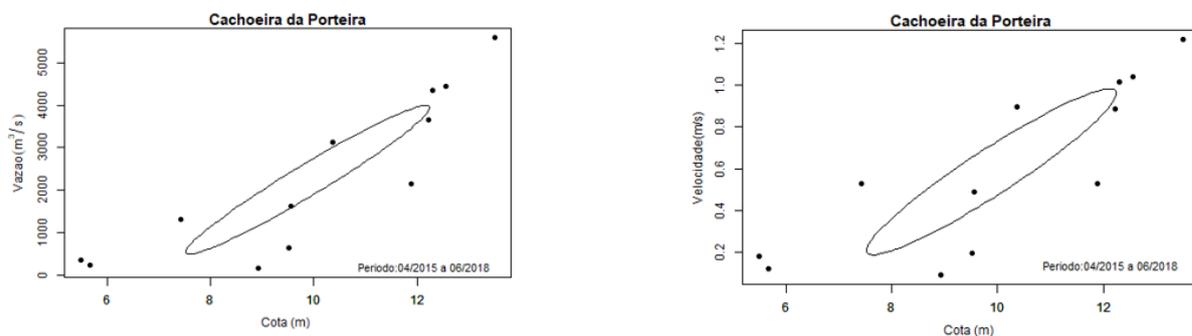


Figura 62 - Relação entre Altitudes (médias mensais) e Vazões (à esquerda) e Altitudes e Velocidade de escoamento, para a estação Cachoeira da Porteira.



### 8.3 Estatística, Pesquisa por sazonalidades e correlações

Com o objetivo de melhor compreender a variabilidade (periodicidade) do nível do rio e possível influência da precipitação sobre os níveis do rio foi utilizada a técnica da análise de *Wavelets* aos dados de cotas e precipitações. Sabe-se que cheias, secas e inundações podem prejudicar atividades econômicas e acentuar adversidades sociais em uma região.

Inicialmente, foram analisadas, para Cachoeira da Porteira, séries temporais compreendendo os períodos de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 para cota e de 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 para precipitação (dados diários e mensais). Em seguida, os mesmos procedimentos foram aplicados a uma série mais longa para os períodos de setembro de 1970 a maio de 2018, para dados mensais de cotas e no período de julho de 1975 a maio de 2018 para precipitações mensais.

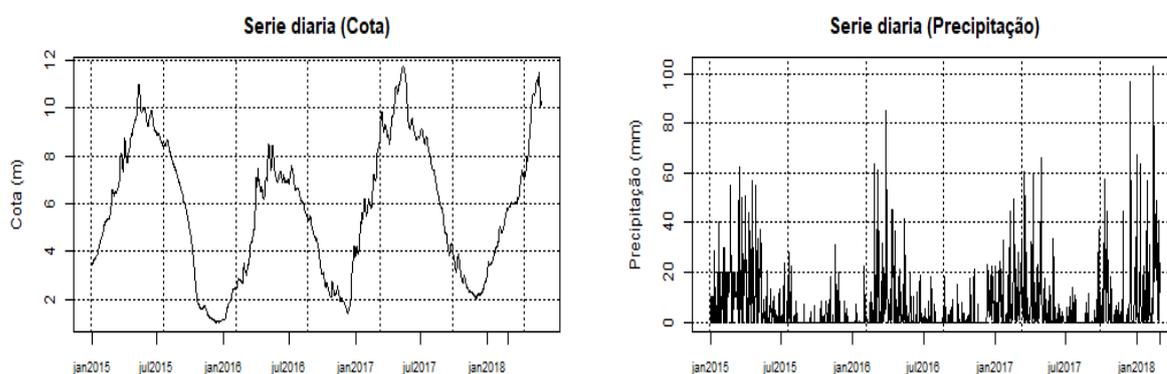
Os resultados são apresentados a seguir.

8.3.1 Dados diários. Período de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 (Cota) e 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 (Precipitação).

Nesse período os dados de cotas e precipitações diários apresentaram regimes aparentemente regulares com valores máximo no primeiro semestre para todos os anos. Os dados diários de cota variaram de 1,040 a 11,720 m com média de 5,779 m. As precipitações diárias variaram de 0 a 102,7 mm com média de 6,189 mm.

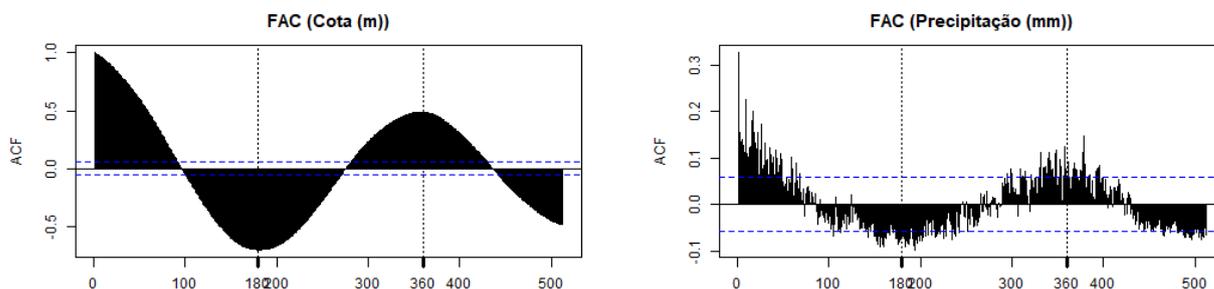
A Figura 63 apresenta as séries diárias para cota e precipitação. A série de precipitações possui alta variabilidade em relação à série de cotas. Por outro lado, observa-se uma provável concordância em relação aos picos máximos de precipitações diárias e cotas diárias.

Figura 63 - Séries diárias para Cota e precipitação (Cachoeira da Porteira).



Foram calculadas as Funções de autocorrelação das séries para verificação da dependência dos valores de cota e precipitação (Figura 64). Observa-se a presença de autocorrelações significativas (valores acima e abaixo das linhas pontilhadas em azul) e picos nos *lags* em torno de 180 e 360 dias, evidenciando uma visível sazonalidade nas séries. Essa sazonalidade também é evidente nas séries mostradas na Figura 61.

Figura 64 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação diárias (Cachoeira da Porteira).



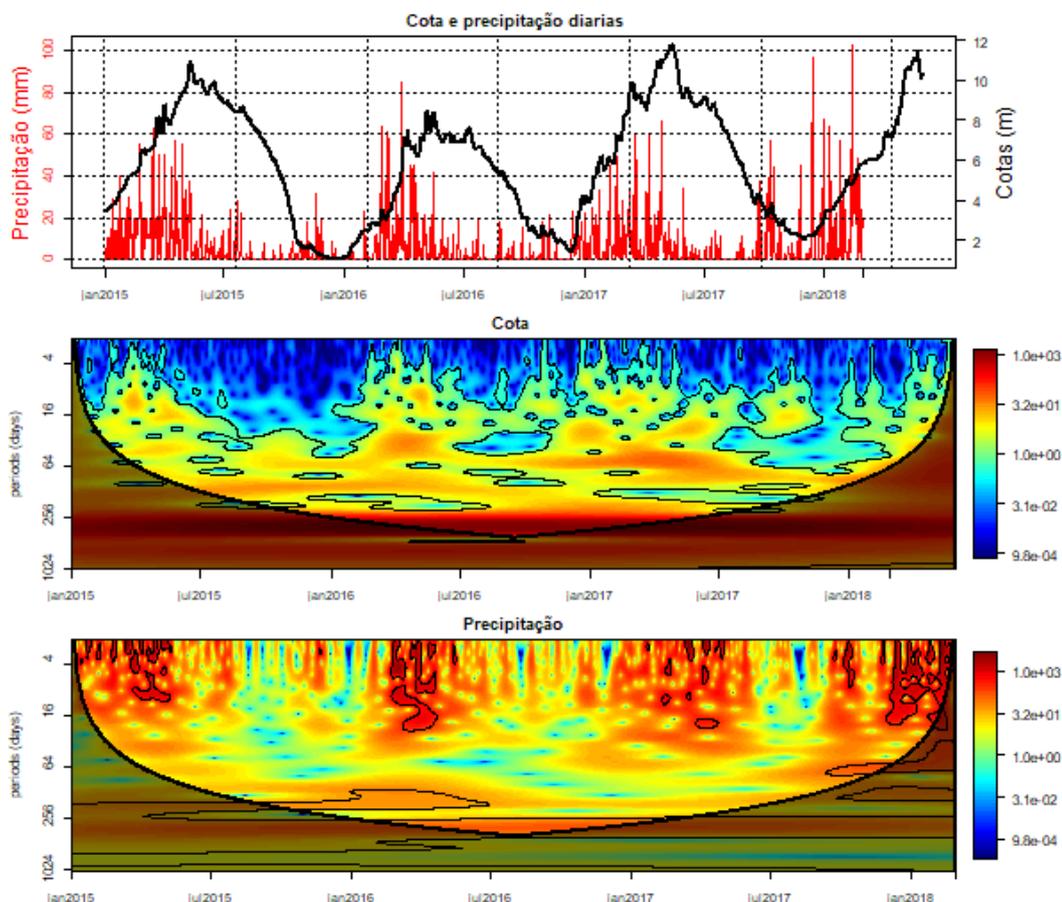
Na Figura 65 são apresentados os espectros de energia obtidos pela análise de *Wavelet*. Na parte superior são mostradas as séries conjuntamente. Observa-se nos anos de 2015, 2016 e 2017 uma razoável concordância, evidenciando uma certa defasagem entre as séries. No eixo  $x$  (abscissa) dos espectros de energia (na parte central e inferior) é representado o comprimento temporal (em dias) para cada série, e no eixo  $y$  (ordenada) é representado o período (em dias) para cada série, enquanto a escala de cores indica a energia associada a cada período da respectiva série. Deste modo, o espectro de energia da *Wavelet* contínua indica a amplitude observada (em níveis de cores) no tempo (eixo  $x$ ), de acordo com o período (equivalente à frequência) que contribui para cada série temporal. Os espectros de energia significativos a um nível de 95% são indicados por contornos pretos nas cores mais quentes (vermelho).

Para a série Cota, o espectro de potência (energia) individual reflete um pico significativo (cor mais escura) de alta energia no período aproximado de janeiro de 2016 a maio de 2017 na escala em torno de 360 dias. Em uma série mais longa essa sazonalidade será melhor evidenciada. Pode-se ainda observar algumas regiões de alta energia na escala em torno de 60 dias, mas não são consideradas como picos significativos por não serem indicadas por contornos pretos grosso, mostrando que essas áreas estariam ao nível de confiança de 95%.

Para a série precipitação pode-se observar pequenas regiões com alta espectro de energia sempre nos primeiros semestres de cada ano, para períodos curtos (até próximo de 16 dias), ou seja, em altas frequências. Observa-se ainda, em baixas frequências, isto é, em um período mais longo em torno de 250 a 360 dias, duas regiões com espectro de energia significativo no período de setembro de 2015 a janeiro de 2017, e outra pequena região no final do ano de 2017.

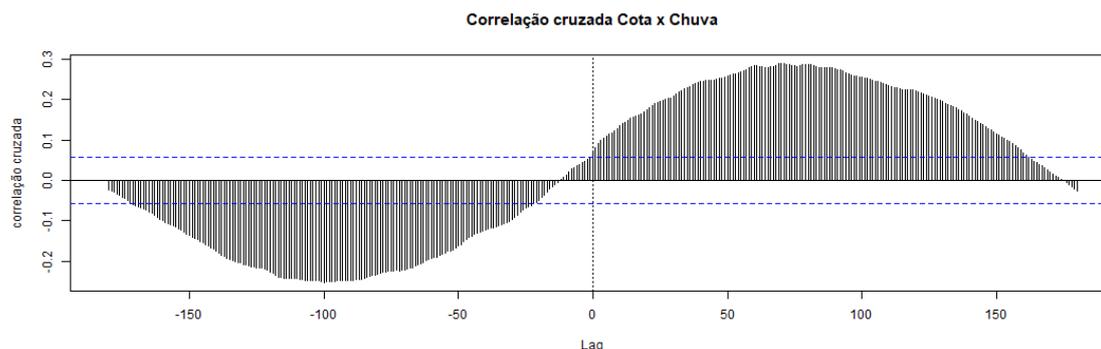
Neste caso, não se observa em nenhuma série (Cota e precipitação diária) nenhum período (frequência) dominante para o este tempo de aproximadamente 3 anos (2015 a 2018), provavelmente devido ao tamanho da série e à presença de altas frequências.

Figura 65 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados diários de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.



Uma análise da relação entre as duas séries foi realizada a partir do cruzamento entre as mesmas. Na Figura 66 é apresentado a correlação cruzada entre as duas séries diárias de cota e precipitação. Observa-se correlações significativas entre as séries e a defasagem entre elas, que pode ser analisada com mais detalhes com a análise de *Wavelet* cruzada, TWX e coerência *Wavelet* (WTC).

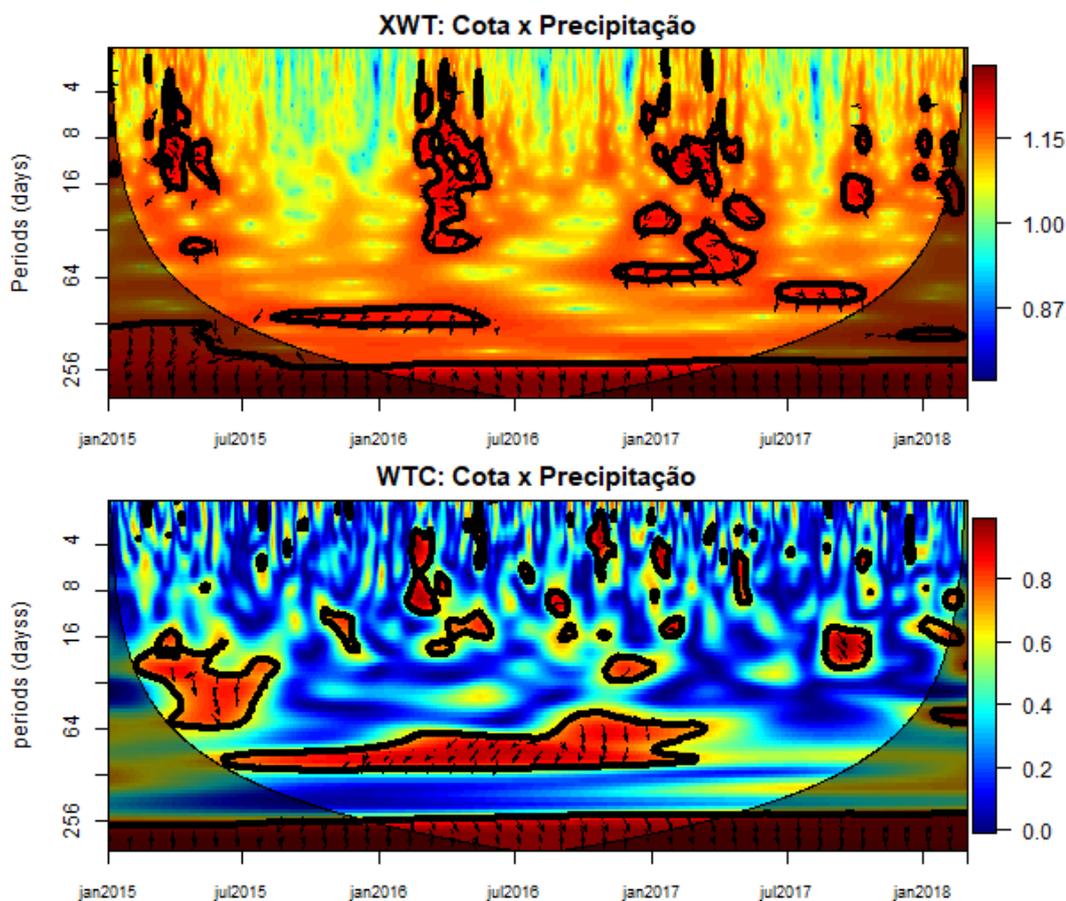
Figura 66 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação diárias.



Na Figura 67 são apresentados os resultados para a análise das inter-relações entre as variáveis. A WTX evidencia as regiões em que as séries apresentam espectro de energia comum. Neste caso, observa-se regiões de altas-frequências (períodos até em torno de 32 dias) com espectro de energia significativos, predominantemente nos primeiros semestres de cada ano.

Há uma pequena região com espectro significativo no período de 128 dias entre o segundo semestre de 2015 e primeiro de 2016 e outra com período acima de 256 dias para os anos de 2016 e início de 2017. As setas fora da posição horizontal à direita mostram que há defasagem entre as séries.

Figura 67 - Cross-Wavelet (TWX) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações diárias.



As correlações significativas são apresentadas no escalograma do WTC. Correlações significativas são observadas desde julho de 2015 até o início de 2017 para ciclos variando em torno de 120 a 128 dias de julho de 2015 a janeiro de 2016, aumentando de 64 a 128 para janeiro de 2016 a julho de 2017 e, finalmente aumentado mais de 50 a 128 até o início de 2017.

As setas aparecem na posição vertical apontando para baixo indicam defasagem em torno de  $90^\circ$ , correspondendo a  $\frac{1}{4}$  do período, e em ângulo em torno de  $135^\circ$ , correspondendo a  $\frac{3}{8}$  do período, ou seja, uma defasagem variando em torno de 22 a 45 dias. Outra região com espectro de energia significativo é observada no primeiro semestre de 2015 para um período variando de 16 a 64 dias.

As setas continuam predominantemente posicionadas para baixo, em torno de  $90^\circ$ . Finalmente, para um ciclo de acima de 256 dias ocorre uma correlação iniciando em janeiro de 2016 até próximo de abril de 2017.

8.3.2 Dados mensais. Período de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 (Cota) e 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 (Precipitação).

Os dados diários das séries para os períodos de 01 de janeiro de 2015 a 31 de maio de 2018 para cota e de 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 2018 para precipitação foram transformados em dados mensais e realizada as análises, cujos resultados são apresentados a seguir.

Para os dados mensais, foram calculados, para cada mês, as médias das cotas e os totais de precipitações. Nesse caso, os dados mensais de cota variaram de 1,085 a 10,860 m com média de 5,776 m. As precipitações mensais totais variaram de 10,7 a 554,3 mm com média de 199,1 mm.

Pode-se observar na Figura 68 a ausência de altas frequências nas duas séries devido à transformação para séries mensais. Entretanto, o padrão de sazonalidade continua visível, evidenciando uma certa correlação visual entre as duas séries, ou seja, os picos máximos em ambas as séries ocorrem sempre nos primeiros semestres de cada ano. A Figura 69, exibe autocorrelações significativas com evidente sazonalidade para um período de 12 meses em ambas as séries (sublinhado pela linha pontilhada).

Figura 68 - Séries mensais para Cota e precipitação da estação Cachoeira da Porteira.

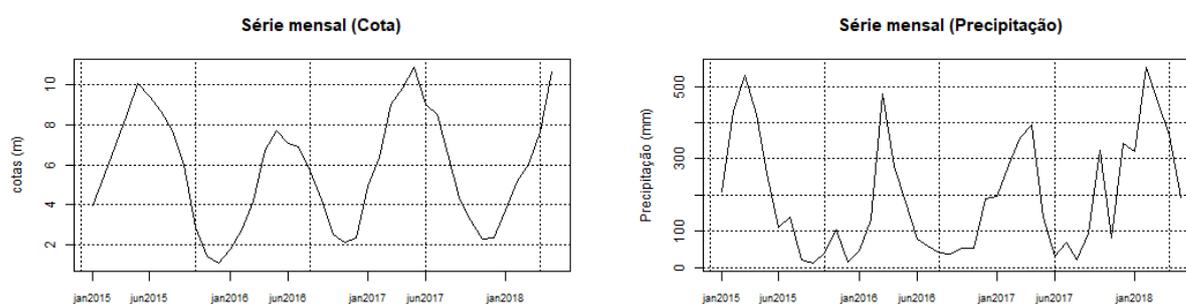
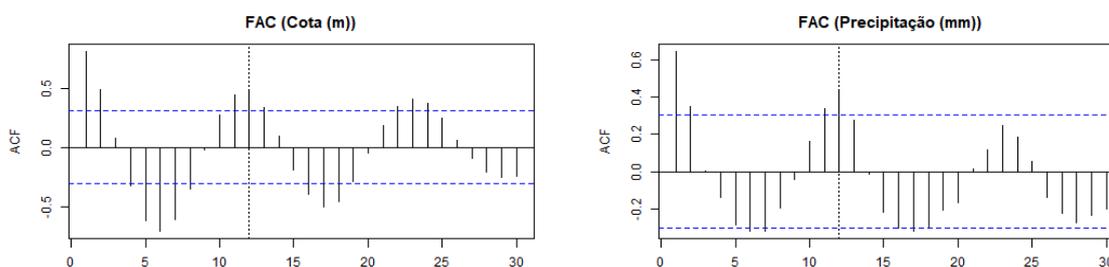
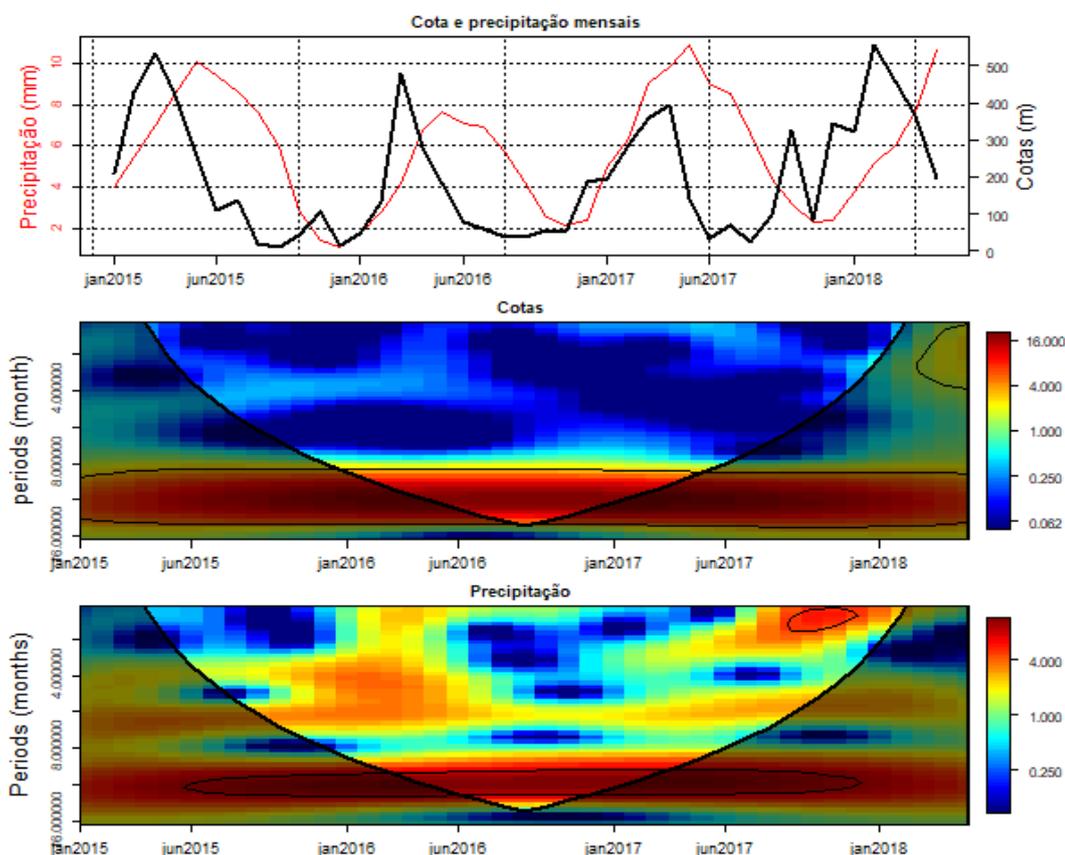


Figura 69 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.



Os espectros de energia obtidos pela análise de *Wavelet*, para as duas séries são exibidos na Figura 70. Na parte superior são mostradas as séries conjuntamente, onde pode-se observar uma certa concordância entre as séries nos anos de 2015, 2016 e 2017 evidenciando uma certa defasagem, como observado nas séries diárias. O período, neste caso, indicado no eixo y dos escalogramas são medidos em meses. Pode-se notar nas duas séries um período ou ciclo dominante relativo à frequência de 12 meses, embora em pouca extensão abrangendo somente os anos de 2016 e 2017, devido ao tamanho reduzido das séries. Observa-se, porém, uma tendência que este ciclo se prolongue por uma extensão maior nas séries.

Figura 70 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados mensais de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.

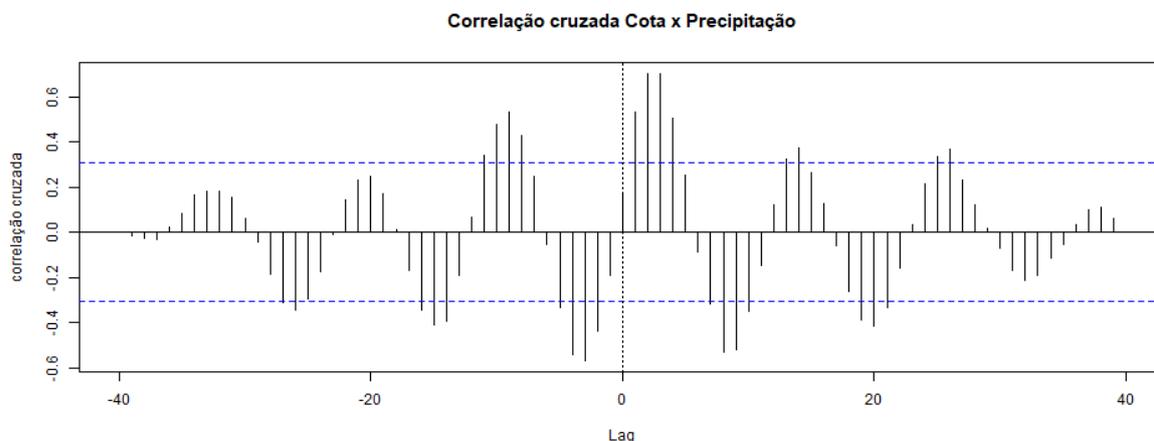


O escalograma da série precipitação apresenta, no final do ano de 2017, uma pequena região com alto espectro de energia em alta frequência (período entre 0 e 2 meses). Essa anomalia também foi observada no escalograma da série diária de precipitação localizando-se em um período até próximo a 16 dias.

A análise de uma possível relação entre as duas séries inicia com a realizada do cruzamento entre as mesmas, por meio da correlação cruzada (Figura 71). Pode-se observar nessa Figura 71 a presença de correlações significativas entre as séries com evidencia de

sazonalidade e defasagem entre elas, como ocorrido na correlação cruzada das séries diárias. Os detalhes dessa correlação serão feitos com a análise de *Wavelet* cruzada, XWT e coerência *Wavelet* (WTC).

Figura 71 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.



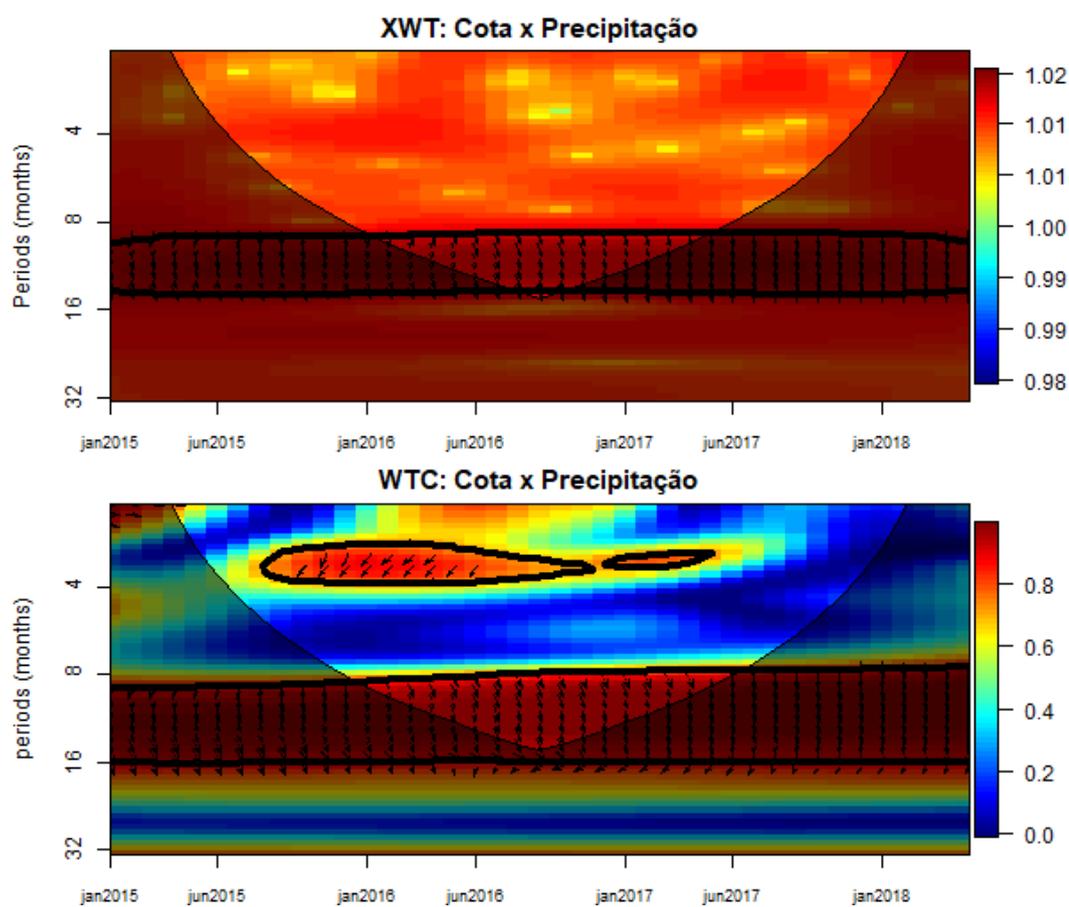
A *cross-Wavelet* (XWT) apresentada na parte superior da Figura 72 evidencia a região de espectro de energia comum significativo entre as séries de cota e precipitações mensais para um período em torno de 12 meses. As setas nas posições entre 45 a 90° indicam a defasagem observada na correlação cruzada variando, portanto, entre 2 a 3 meses aproximadamente.

A coerência *Wavelet* (WTC) é uma medida de correlação entre as séries. Para um ciclo entre 2 a 4 meses pode-se observar uma correlação significativa entre as séries desde o segundo semestre de 2015 ao até o segundo semestre de 2016 e, de forma menos intensa no primeiro semestre de 2017.

Predominam as setas em um ângulo em torno de 90 a 135°, respondendo a 1/4 e 3/8 dos períodos, respectivamente, indicando defasagem entre as séries de 15 dias a 1,5 mês, de acordo com a anomalia correspondente observada na WTC das séries diárias (Figura 64).

A outra correlação visível é para o ciclo de 12 meses, onde se observa as setas predominantemente em ângulos entre 45 (1/8 do período) a 90°, indicando defasagens entre as séries entre 1,5 a 3 meses.

Figura 72 - Cross-Wavelet (XWT) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações mensais da estação Cachoeira da Porteira.



8.3.3 Período de setembro de 1970 a maio de 2018 (Cotas máximas) e de julho de 1975 a maio de 2018 (Precipitação). Dados mensais.

Foram analisadas duas séries mensais mais longas de cotas máximas e precipitações nos períodos de setembro de 1970 a maio de 2018 e julho de 1975 a maio de 2018, respectivamente.

Na Figura 73 são apresentados os gráficos das séries mensais mais longas de cota máxima e precipitação. As cotas máximas mensais variaram de 117 a 1488 m com média de 696,9 m. As precipitações mensais totais variaram de 6,8 a 832,2 mm com média de 233,6 m. Em ambas as séries são observadas evidente sazonalidade. Na Figura 74 pode-se verificar que essa sazonalidade apresenta um período de 12 meses. (sublinhada pela linha pontilhada).

Figura 73 - Séries mensais para Cota e precipitação (Cachoeira da Porteira).

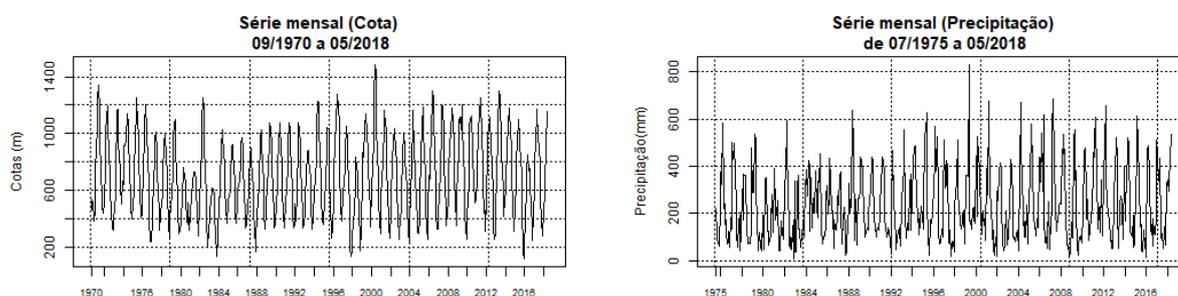
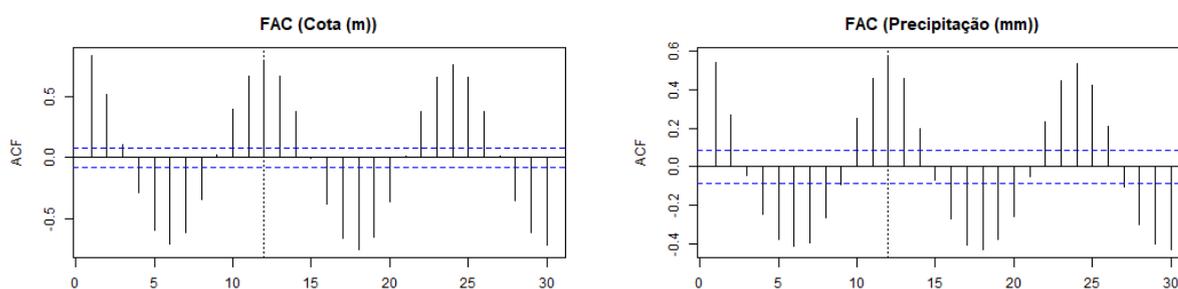


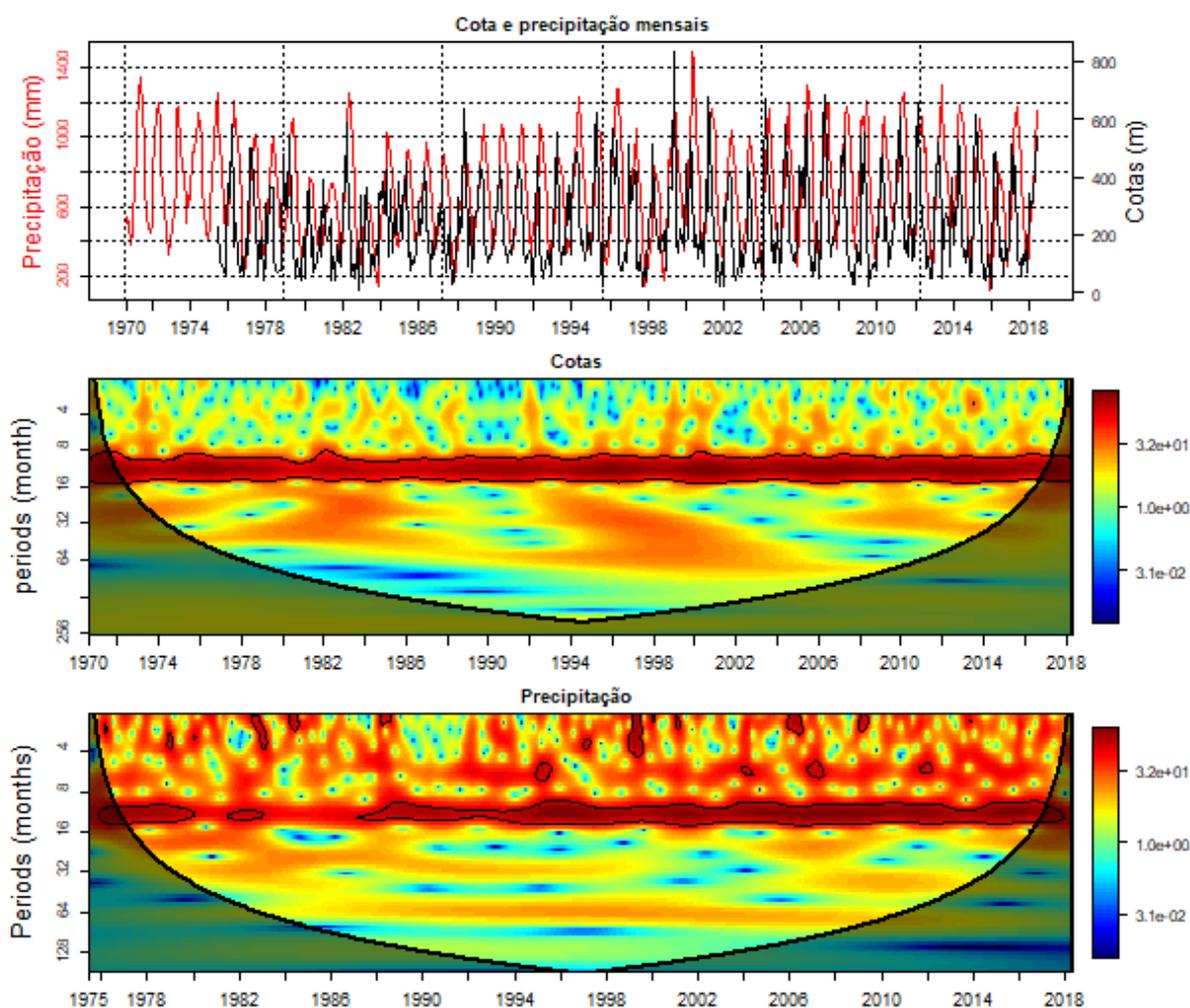
Figura 74 - Função de Autocorrelação para Cota e Precipitação mensais (Cachoeira da Porteira).



Na parte superior da Figura 75 são mostradas as séries conjuntamente, onde pode-se observar uma certa concordância entre as séries durante todo o período com evidências de certa defasagem, conforme foi descrito anteriormente nas séries mais curtas (diária e mensal). No escalograma das cotas (gráfico central de Figura 75) pode-se notar um ciclo significativo dominante de 12 meses durante toda a série. Isso não acontece para série de precipitações (gráfico inferior da Figura 75). Nesse caso, o ciclo dominante de 12 meses é significativo no início da série, nos anos de 1975 até 1980, em 1982 volta a ser significativo e, a partir de 1987

volta a ser significativo até o final da série em 2018. Observa-se ainda, para as precipitações, um ciclo secundário de 6 meses, com valores significativos pontuais nos anos de 1995, 2004, 2007 e 2012. Ocorrências pontuais significativas em altas frequências (períodos até 4 meses) também podem ser observadas no escalograma da precipitação. Esses resultados confirmam a tendência de um ciclo dominante de 12 meses sugeridos nas séries curtas mensais analisadas anteriormente.

Figura 75 - Espectro de Energia da Wavelet contínua para dados mensais de Cota e precipitação na estação de Cachoeira da Porteira.

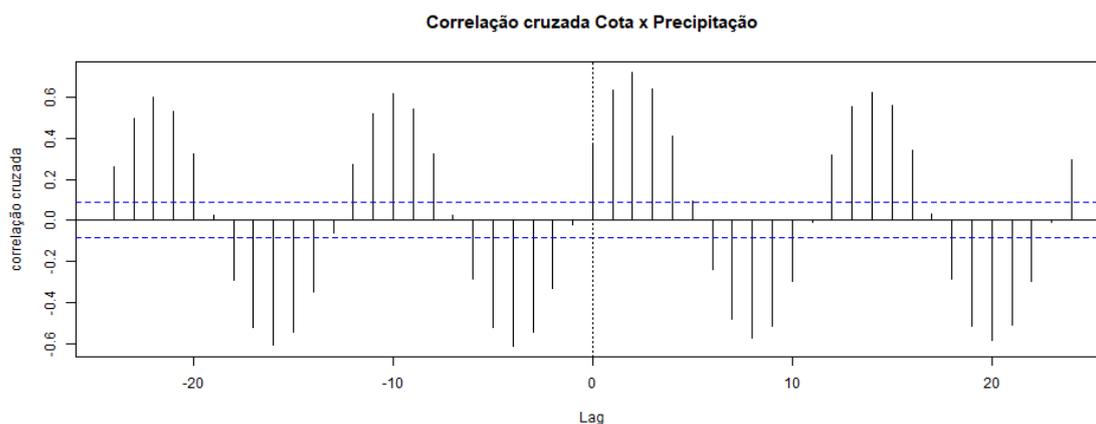


Os mesmos procedimentos utilizados anteriormente para avaliar possíveis relações entre as duas séries foi feito, ou seja, o uso da correlação cruzada, *cross-Wavelet* (XWT) e coerência *Wavelet* (WTC). Pode-se verificar na Figura 76 que as séries de cota máxima e precipitação apresentam correlações significativas entre si com forte sazonalidade e defasadas, como se pode notar pela linha tracejada no *lag zero*.

Na parte superior da Figura 77, o escalograma da *cross-Wavelet* (XWT) exibe a região de espectro de energia comum significativo entre as séries de cota máxima e precipitações mensais para o ciclo dominante em torno de 12 meses. As setas predominantes no ângulo de 45° confirmam a defasagem observada na correlação cruzada variando em torno de 2 meses.

Correlações entre as séries são evidenciadas no escalograma da coerência *Wavelet* (WTC). Pode-se destacar, entre as regiões com correlações significativas, para o ciclo dominante em torno de 12 meses, a forte correlação entre as séries predominando uma defasagem em torno de 2 a 3 meses entre elas, indicado pela maioria das setas nas direções entre 45 a 90°. Outra região em destaque com correlações significativas, pode ser observada desde 1980 até 2006, sendo que, para 1980 a 1989 ocorre em um ciclo de 24 a 36 meses (2 a 3 anos) e, a partir de 1989 até 2006 o ciclo fica mais estreito entre 60 a 64 meses (acima de 5 anos). A defasagem entre as séries se mantém predominantemente em torno de 2 meses (maioria das setas a 45°).

Figura 76 - Correlação cruzada entre Cota e Precipitação mensais da estação Cachoeira da Porteira.

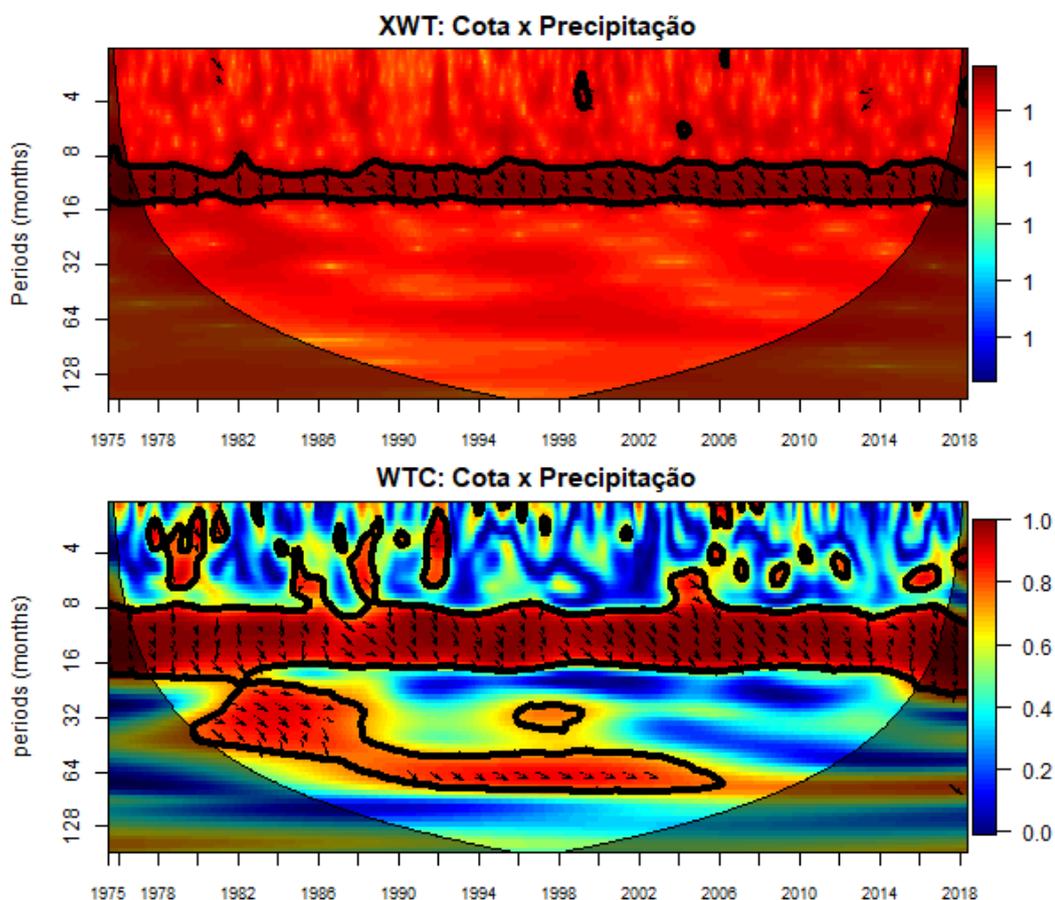


Para entender melhor a periodicidade das variáveis hidrometeorológicas (cotas e precipitações) na parte baixa da bacia do Rio Tapajós foram usados dados diários e mensais em séries curtas e longas, durante um período que foi desde os anos 1970 até 2018. Com as ferramentas utilizadas de *Wavelet*, incluindo as técnicas de correlação cruzada, *cross-Wavelet* (XWT) e coerência *Wavelet* (WTC) foram obtidos resultados que podem auxiliar no entendimento das dinâmicas dessas variáveis e possíveis influências sobre o meio ambiente.

O uso de séries diárias permite que se conheça a distribuição da energia para altas frequências. Neste estudo, observou-se que as precipitações diárias apresentam variabilidade muito maior em relação às cotas (níveis de rio), e as altas frequências, tanto das precipitações

quanto das cotas predominaram nos primeiros semestres ao longo das séries. Correlações significativas entre cotas e precipitação diárias foram observadas em vários períodos.

Figura 77 - Cross-Wavelet (TWX) e Coerência Wavelet (WTC) entre cota e precipitações mensais da estação Cachoeira da Porteira.



Estudo semelhante conduzido por Hossain et al. (2019), com uso de *Wavelet* em estudo dos níveis diários de níveis da água e descarga bacia do Brahmaputra (Bangladesh), mostraram que um componente de alta frequência provocou fortes inundações em 2017, onde as chuvas acumuladas na bacia foram o principal responsável pelas inundações. O estudo conclui que a localização e magnitude das chuvas extremas são os principais fatores que controlam as características das inundações de Brahmaputra.

Nas séries mensais de curta duração pôde-se observar a tendência dos ciclos dominantes de 12 meses, confirmados na análise das séries mensais de mais longa duração (acima de 40 anos). Ciclos dominantes em torno de 12 meses ocorreram ao longo de toda a série de cotas máximas e na maior parte da série de precipitações.

Por outro lado, as correlações entre essas séries mostraram ciclos plurianuais de 2 a 3 anos e acima de 5 anos. Resultados semelhantes foram citados por Szolgayova et al. (2014) em estudo de longas séries mensais (de 1901 a 2006) no Rio Danubio (Viena) de precipitação, descargas e temperatura com uso de *Wavelets*, *cross-Wavelets* e coerência *Wavelets*, onde encontrou longos ciclos com períodos de 11 a 15 anos durante quase todo o período observado na descarga e de 1935 a 1975 na precipitação. Além disso, foi encontrado um ciclo de quatro anos reaparecendo em todas as séries temporais de descarga. Os espectros de *cross-Wavelets* e coerência *Wavelet* mostraram forte correlação entre precipitação e descarga nos intervalos de baixa frequência. Os resultados mostram que a dependência de longo alcance na precipitação se propaga na descarga e foi observado na *cross-Wavelet* que a precipitação aumenta com o aumento do tempo de resposta.

Os resultados indicam que a precipitação mensal especialmente média pode ser usada como variável de entrada para melhorar a modelagem da descarga estocástica. Também Liu et al. (2009), usou *Wavelets* para examinar o registro anual de precipitação na planície de Sanjiang, China, onde a dominância de ciclos de 2 a 4 anos foi determinada para o período 1978-1996, com ciclos de 1 a 2 anos ocorrendo principalmente 1959 a 1961, 1968 a 1973, 1974 a 1977, 1982 a 1985 e 1987 a 1993.

As defasagens observadas entre a cota e precipitação para o ciclo dominante de 12 meses variaram em torno de 2 a 3 meses, indicadas pelas setas em ângulos entre 45 a 90°. Esses resultados se aproximam dos obtidos por Weil et al. (2017) que, com uso de *Wavelets* e *cross-Wavelets* em dados de precipitação, nível da água e temperatura na bacia de Chaiwopu em Xinjiang, informou que o (1) ciclo dominante para as três variáveis no lago Chaiwopu é de 1 ano, (2) a defasagem entre a precipitação e o nível da água é maior do que a defasagem entre a temperatura e o nível da água e (3) a defasagem entre a precipitação e o nível da água é em torno de  $\frac{1}{4}$  do ciclo dominante, ou seja, em torno de 3 meses.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baixa densidade de postos fluviométricos, a quantidade e qualidade desses dados, e baixa frequência de medições anuais devido ao alto custo e grande dificuldade logística limitam muito a sensibilidade de estudos e modelagens.

A ausência de uma rotina regular, semestral ou anual de calibração dos equipamentos topográficos (ex. níveis ótico-mecânicos e níveis digitais) além do severas condições de deslocamento a que estão submetidos reflete-se na falta de colimação, compensação, degradando por muitas vezes as leituras limnimétricas e o correto posicionamento vertical de suas réguas.

A amplitude de variação aumenta quanto mais se aproxima da foz do Rio Trombetas no Rio Amazonas, provavelmente por estar descendo do escudo cristalino das Guianas, ao norte para o eixo da bacia sedimentar do amazonas, ao sul, com camadas de sedimentos se tornando mais espessas à medida que se aproxima de seu depocentro no eixo da bacia amazônica. Esses pacotes sedimentares espessos podem assumir comportamento plástico em função da carga sobre eles aplicada.

A ínfima declividade existente entre as estações propicia a ocorrência de remansos provocados por marés terrestre e oceânica, ventos, subsidência por compactação de estratos sedimentares (argilas) devido aumento de carga hidráulica na calha dos rios, acamamento dos rios em falhas geológicas em graben transversal ao percurso do Rio Trombetas, além de outros possíveis fatores.

Em um clima em constante mudança, a definição de valores determinísticos para os parâmetros meteorológicos e hidrogeológicos pode ser um desafio e também um passo para uma melhor compreensão do comportamento do clima.

A pesquisa conseguiu contornar as dificuldades encontradas, somente impondo atrasos, e responde positivamente a todas as hipóteses, criando assim a necessidade de buscar aprofundamento para tal fenômeno de remanso anual e desta forma abrir sugestões para novas pesquisas.

## 10 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- Estudo do efeito de maré oceânica no Rio Amazonas a montante de Óbidos, pois este pode exercer influência no Rio Trombetas, que tem sua foz a alguns quilômetros a montante, mas com baixíssima declividade;
- Há na Bacia Hidrográfica do Rio Trombetas feições geológicas, como diques e ou falhas lítricas, transversais e longitudinais ao Rio Trombetas e seus afluentes, que possam afetar a topografia e assim propiciar algum grau de resistência à baixas vazões;
- Dados gravitacionais do satélite GRACE poderiam ser usados de forma a demonstrar a como se desenvolve o potencial gravitacional na região, e por conseguinte a conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética nas massas d'água;
- Dados de SRTM não tem resolução adequada em altimetria para o grau de precisão e detalhe que este tipo de trabalho impõe.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA; Engenharia e Consultoria LTDA.; Água & Solo – RHA. **Relatório de consistência de dados fluviométricos da RH Amazônica**. Curitiba, 2015. (Relatório Técnico).
- ARAÚJO, L. M. G. Reflexos econômicos da mineração de bauxita no baixo Amazonas. **Textos e Debates**, Boa Vista, n.18, p. 251-268, 2010.
- BARBOSA, A. C. B. **Estudo da variabilidade acoplada Oceano-Atmosfera no Atlântico Tropical**. 2007. xxiii, 116f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG/USP, São Paulo, 2007.
- BEVIS, M.; ALSDORF, D.; KENDRICK, E.; FORTES, L. P. ; FORSBERG, B.; SMALLEY JR., R.; BECKER, J. Seasonal fluctuations in the mass of the Amazon River system and Earth's elastic response. **Geophys. Res. Lett.**, 32, L16308, 2005. Doi:10.1029/2005GL023491.
- BLITZKOW, D.; MATOS, A.C.O.C.G.de; GUIMARÃES, G. do Nascimento; COSTA, S.M.A. O conceito atual dos referenciais usados em Geodesia. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 63/5, p. 633-648, 2011.
- Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, Belém, v. 3, n. 3, p. 387-397, set.- dez. 2008, Notas sobre o antigo povoamento indígena do alto Trombetas e Mapuera, <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/3H3jtHh6jSsrBJw8wXMxrZK/?format=pdf&lang=pt>
- BOLZAN, M. J. A. Análise da transformada em ondeletas aplicada em sinal geofísico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 37-41, 2004.
- BRANDALIZE, M. C. B. **Apostila de topografia**. Paraná: PUC, 2003.
- BRASIL. **Política nacional de recursos hídricos**. Brasília,DF: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 1997.
- CHOW, V.T. **Handbook of applied hydrology**. 1ª ed. New York : Mc Graw Hilld., 1959.
- DOMINGUES, F. A. A. **Topografia e astronomia de posição**: para engenheiros e arquitetos. São Paulo: [s.n], 1979.
- ESPARTEL, L. **Curso de topografia**. 9ªed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.
- FARGE, M. Wavelet transforms and their applications to turbulence. **Annual Reviews. Fluid Mech.**, France, v. 24,p. 395–457, 1992.
- FARIAS JÚNIOR, Emmanuel de Almeida. Hidrelétrica no rio Trombetas preocupam quilombolas e indígenas do Pará. (Foto). Disponível em: <http://amazoniareal.com.br/hidreletricas-no-rio-trombetas-preocupam-quilombolas-e-indigenas> Potencial Hidráulico para geração de energia: -do-para/. Acesso em: 10/05/2018.
- FORTES, L.P.S. e GODOY, R.A.Z. Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema de Posicionamento Global – GPS. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15., 1991, São Paulo. **Coletânea de Trabalhos Técnicos**. São Paulo, 1991.

GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. 4ª ed. São Paulo: Editora Nobel, 1984.

GRINSTED, Aslak; MOORE, John C.; JEVREJEVA, Svetlana. Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series. **Nonlinear Processes in Geophysics**, v. 11, n. 5/6, p. 561-566, 2004.

GRUPIONI, D. F.; ANDRADE, L. M. M. **Entre águas bravas e mansas. Índios & quilombolas em Oriximiná**. São Paulo: Comissão Pró Índio de São Paulo; Instituto de Pesquisa e Formação Indígena. – IEPÉ, 2015.

HOSSAIN, S.; CLOKE, H. L.; FICCHÌ, A.; TURNER, A. G.; STEPHENS, E. Hydrometeorological drivers of the 2017 flood in the Brahmaputra basin in Bangladesh. **Hydrology and Earth System Sciences. Discussions**, p.1-33. 2019.

HOSSAIN, S.; CLOKE, H. L.; FICCHÌ, A.; TURNER, A. G.; STEPHENS, E. M. Hydrometeorological drivers of flood characteristics in the Brahmaputra river basin in Bangladesh, Hydrol. **Earth System. Sci. Discuss.** [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2021-97>, in review, 2021.

HUDGINS, Lonnie; FRIEHE, Carl A.; MAYER, Meinhard E. Wavelet transforms and atmospheric turbulence. **Physical Review Letters**, v. 71, n. 20, p. 3279, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE. Superfícies de referência elipsoidal e Geoidal, e a diferença entre altitudes e altura [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm) . Acessado em 29 de maio de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE. Mapa de Ondulação Geoidal no território do Brasil [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm) . Acessado em 29 de maio de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE. **Área territorial oficial**. Resolução da Presidência do IBGE de nº 5 (R.PR-5/02). Acessado em 5 de dezembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE. **Estimativas de população 2017**. [https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2017/estimativa\\_dou\\_2017.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf). Acessado em 23 de dezembro de 2017.

JACCON, G. **Curva chave: análise e traçado**. Brasília, DF: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE; Ministério das Minas e Energia – MME, 1989. 273p. 1v.

LAU, K.-M.; WENG, H. Climate signal detection using wavelet transform: how to make a time series sing. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.76, n. 12, p. 2391-2402, 1995. Retrieved Apr 30, 2021, from [https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/76/12/1520-0477\\_1995\\_076\\_2391\\_csduwt\\_2\\_0\\_co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/76/12/1520-0477_1995_076_2391_csduwt_2_0_co_2.xml).

LIU, D., Q. FU, Y. MA, A. Sun. Annual precipitation series Wavelet analysis of well-irrigation area in Sanjiang Plain. In: LI, D.; CHUNJIANG, Z. (eds). **Computer and computing technologies in agriculture**. Boston, MA: CCTA 2008. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, 2009. II/1, 293. p. 563–572.

MACHADO, M. H. R.; MACHADO, R. C. Implantação do Projeto Trombetas na Amazônia: de 1962 a 1972. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS – ABM, 62., 2007, Vitória. **Anais[...]**. Vitória: [s.n], 2007.

MALLAT, Stephane; HWANG, Wen Liang. Singularity detection and processing with wavelets. **IEEE Transactions on Information Theory**. v. 38, n. 2, p. 617-643, 1992.

MONICO, J. F. G. Posicionamento por ponto de alta precisão utilizando o GPS: uma solução para a geodinâmica. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.18, n.1, p.39-48. 2000b. ISSN 0102-261X.

MOREIRA, D. M. **Geodésia aplicada ao monitoramento hidrológico da Bacia Amazônica**. 2016. xxv, 229 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Instituto Alberto Coimbra de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MOREIRA, D. M. **Rede de referência altimétrica para avaliação da altimetria por satélites e estudos hidrológicos na região Amazônica**. 2010. xviii, 157f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Instituto Alberto Coimbra de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MORETTIN, P. A. **Ondas e ondoletas**: da análise de Fourier à análise de ondoletas. 1ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 1999.

MORETTIN, Pedro Alberto. **Ondas e ondoletas**. São Paulo: Edusp, 1999. v. 23.

OLIVEIRA ET ALL, 2003, In Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas, [https://www.icmbio.gov.br/stories/rebio\\_trombetas.pdf](https://www.icmbio.gov.br/stories/rebio_trombetas.pdf), acessado em 2018

OLIVIERI, R. D.; ARAUJO, E. R. Extração da bauxita afeta sociedade e ambiente em Oriximiná (PA). **Banco de dados recursos minerais e territórios**: impactos humanos, socioambientais e economicos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/Mapas.aspx>, 2014.

PEREZ, J. A. S.; MONICO, J. F. G.; CHAVES, J. C. Velocity field estimation using GPS precise point positioning: the South American plate case. **Journal of Global Positioning System**, v.2, n.2, p.90-99, 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano**. Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>. Acessado em 21 de setembro de 2013.

RADAMBRASIL. **Folha SA-21 Santarém**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra do Amazonas. Brasil, 1976.

ROLIM, P. A. M. **Modelagem estatística para simulação e prognóstico de nível e vazão no rio Tapajós em Itaituba – PA**. 2019. 74f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SANTOS, C.A.G.; FREIRE, P.K.M.M.; TORRENCE, C. A transformada *Wavelet* e sua aplicação na análise de séries hidrológicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n.3, p. 271-280, 2013.

SANTOS, Celso Augusto Guimarães; FREIRE, P. K. M. M.; TORRENCE, Christopher. A transformada *wavelet* e sua aplicação na análise de séries hidrológicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 271-280, 2013.

SING. **Bulletin of the American Meteorological Society**. v. 76, n. 12, p. 2391–2402, 1995.

SIOLI, H.; KLINGE, H. Solos, típicos de vegetação e águas na Amazônia. **Amazoniana**, v.1, p. 27-41, 1962.

SZOLGAYOVA, E.; PARAJKA, J.; BLÖSCHL, G.; BUCHER, C. Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature. **Journal of Hydrology**, v. 519, Part A, p. 871–880, 2014.

TORRENCE, C.; COMPO, G. P. A practical guide to *Wavelet* analysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 79, n. 1, p. 6178, 1998. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477\(1998\)079 <0061:AP GTWA>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477(1998)079<0061:AP GTWA>2.0.CO;2).

TRINDADE, J. R. B. Terceirização e impacto sobre as relações de trabalho na indústria extrativa mineral: o caso da Mineração Rio do Norte. **Paper do NAEA**, Belém, nº110. 1998.

TUCCI, C. E.M.; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 1ª ed. Porto Alegre : Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Associação Brasileira dos Recursos Hídricos - ABRH, 1997.

TUCCI, C. E.M.; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4ª ed. Porto Alegre : Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Associação Brasileira dos Recursos Hídricos - ABRH, 2007.

VARANIS, Marcus V.M.; PEDERIVA, Robson. Detecção de correlação entre séries temporais utilizando espectro cruzado wavelet e coerência wavelet. *In*: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE DINÂMICA, CONTROLE E APLICAÇÕES, 10., 2011, Campinas. **Proceedings[...]**. Campinas: SBMAC, 2011. p. 711-714.

VARGAS, Christian Barrera , [http://ao.upm.es/32219/1/tesis`master`Christian\\_Barrera\\_Vargas.pdf](http://ao.upm.es/32219/1/tesis`master`Christian_Barrera_Vargas.pdf) , Acessado em 27/04/2019.

WEIL, F., SHUAIBIN, R., XIULAN, Y., JUYAN, Z., HAITAO, L. Cross wavelet analysis between groundwater level, precipitation, and temperature in Chaiwopu basin. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENERGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION – ICEEP, 6<sup>th</sup>, 2017, [S.l.]. **Proceedings[...]**. [S.l.]: Atlantis Press, 2017. p. 286-294. (Advances in Engineering Research – AER, v. 143.).



**APÊNDICE A – RELATÓRIO DE CAMPO DE 2015**

<b>Raio</b>		<b>Código da estação</b>	<b>Tipo da estação</b>				<b>Tipo da antena</b>	<b>GTR-G<sup>2</sup> número:</b>					<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>0.100</b>	<b>Nome da estação</b>	ANA / CPRM	P, F, P+F	<b>RN (m)</b>	<b>h inclinada (m)</b>	<b>h vertical (m)</b>	NOVATEL 702 GG ou GGL	06, 26	<b>Calendário Gregoriano</b>	<b>Calendário Juliano</b>	<b>Arquivo</b>	<b>N.A. (m)</b>	
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-8	.1705.0001	F	8.115	0.154	0.117	6	GGL	23/11/2015	327	0006.327.0.pdc	0.567	
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-6	.1705.0001	F	8.033	1.605	1.602	26	GGL	23/11/2015	327	0026.327.0.pdc	0.567	nova RN
<b>0.100</b>	Oriximiná RN-8	.1690.0000	F	9.118	1.623	1.620	26	GGL	26/11/2015	333	0026.333.0.pdc	0.640	
<b>0.100</b>	Tabuleiro REBIO Trombetas RN-2	.1690.0000	F	16.185	1.178	1.174	6	GGL	28/11/2015	332	0026.332.0.pdc	2.440	
<b>0.100</b>	Cachoeira Porteira RN-8	.1665.0000	F	13.560	1.438	1.435	6	GGL	29/11/2015	333	0006.333.0.pdc	1.190	
<b>0.100</b>	Vista Alegre RN-5	.1680.0000	F	10.702	1.208	1.204	6	GGL	03/12/2015	337	0026.337.0.pdc	2.250	

**APÊNDICE B - RELATÓRIO DE CAMPO DE 2016**

<b>Raio</b>	<b>Nome da estação</b>	<b>Código da estação</b>	<b>Tipo da estação</b>	<b>RN (m)</b>	<b>h inclinada (m)</b>	<b>h vertical (m)</b>	<b>tipo da antena</b>	<b>GTR-G<sup>2</sup> número:</b>	<b>Calendário Gregoriano</b>	<b>Calendário Juliano</b>	<b>Arquivo</b>	<b>N.A. (m)</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>0.100</b>		ANA / CPRM	P, F,P+F				NOVATEL 702GG ou GGL	06, 26					
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-8	.1705.000 1	P+F	8.115	1.594	1.591	6	GGL	24/07/2016	206	00062180.pdc	5.593	
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-6	.1705.000 1	P+F	8.033	1.669	1.666	26	GGL	25/07/2016	207	00262180.pdc	5.593	nova RN
<b>0.100</b>	Oriximiná RN-8	.1690.000 0	F	9.118	1.610	1.607	26	GGL	26/07/2016	208	00262100.pdc	6.350	
<b>0.100</b>	Tabuleiro REBIO Trombetas RN-2	.1690.000 0	F	16.185	1.204	1.200	6	GGL	30/07/2016	212	00062170.pdc	7.653	
<b>0.100</b>	Cachoeira Porteira RN-8	.1665.000 0	F	13.560	1.360	1.356	26	GGL	01/08/2016	214	00262170.pdc	6.104	
<b>0.100</b>	Vista Alegre RN-5	.1680.000 0	F	10.702	1.275	1.271	6	GGL	05/08/2016	218	00062110.pdc	6.501	

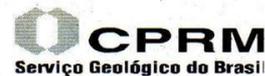
**APÊNDICE C - RELATÓRIO DE CAMPO 2017**

<b>Raio</b>	<b>Nome da estação</b>	<b>Código da estação</b>	<b>Tipo da estação</b>	<b>RN (m)</b>	<b>h inclinada (m)</b>	<b>h vertical (m)</b>	<b>Tipo da antena</b>	<b>GTR-G<sup>2</sup> número:</b>	<b>Calendário Gregoriano</b>	<b>Calendário Juliano</b>	<b>Arquivo</b>	<b>N.A. (m)</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>0.100</b>		ANA / CPRM	P, F, P+F				NOVATEL 702 GG ou GGL	06, 26					
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-8	.1705.0001	F	8.115	1.585	1.582	GGL	26	15/12/2017	349	0026.349.1.pdc	2.150	falha intermitência
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN -6	.1705.0001	F	8.033	1.678	1.675	GGL	6	15/12/2017	349	0006.349.1.pdc	2.150	troca de 26 p/ 6
<b>0.100</b>	Oriximiná RN 8	.1690.0000	F	9.127	1.609	1.606	GGL	26	13/12/2017	347	0026.347.0.pdc	2.190	
<b>0.100</b>	Vista Alegre RN-5	.1680.0000	F	10.702	1.320	1.316	GGL	26	12/12/2017	346	0026.346.0.pdc	2.680	
<b>0.100</b>	Tabuleiro REBIO Trombetas RN-2	.1659.0000	F	16.185	1.201	1.197	GGL	26	09/12/2017	343	0026.343.0.pdc	3.880	
<b>0.100</b>	Cachoeira Porteira RN-8	.1665.0000	F	13.560	1.500	1.497	GGL	26	03/12/2017	337	0026.337.0.pdc	2.100	

**APÊNDICE D - RELATÓRIO DE CAMPO 2018**

<b>Raio</b>		<b>Código da estação</b>	<b>Tipo da estação</b>		<b>h inclinada (m)</b>	<b>h vertical (m)</b>	<b>Tipo da antena</b>	<b>GTR-G<sup>2</sup> número:</b>					<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>0.100</b>	<b>Nome da estação</b>	ANA / CPRM	P, F,P+F	<b>RN (m)</b>			NOVATEL 702 GG ou GGL	14-GG, 26-GGL	<b>Calendário Gregoriano</b>	<b>Calendário Juliano</b>	<b>Arquivo</b>	<b>N. A. (m)</b>	
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-8	.1705.0001	F	8.115	1.568	1.565	GGL	26	10/06/2018	161	0026.161.0.pdc	7.260	
<b>0.100</b>	Óbidos ME RN-6	.1705.0001	F	8.033	1.666	1.663	GG	14	10/06/2018	161	0014.161.0.pdc	7.260	nova RN
<b>0.100</b>	Oriximiná RN-8	.1690.0000	F	9.127	1.676	1.673	GG	14	19/06/2018	170	0014.170.0.pdc	7.960	
<b>0.100</b>	Vista Alegre RN-5	.1680.0000	F	10.702	1.219	1.215	GG	14	18/06/2018	169	0014.169.0.pdc	8.720	
<b>0.100</b>	Tabuleiro REBIO Trombetas RN-2	.1659.0000	F	16.185	1.148	1.144	GG	14	14/06/2018	165	0014.165.3.pdc	10.440	
<b>0.100</b>	Cachoeira Porteira RN-8	.1665.0000	F	13.560	1.401	1.397	GGL	26	12/06/2018	163	0026.163.0.pdc	10.030	

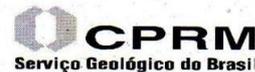
## ANEXO B – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO D'ÁGUA

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> CACHOEIRA DA PORTEIRA - CONJ		<b>TIPO:</b> FDSQ	<b>CÓDIGO:</b> 16650000	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b> 16700000 RIO TROMBETAS	<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná		
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 76.782Km²		<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 101°22'04"	<b>LONG.:</b> 056°51'03"	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>	<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>	
ESTAÇÃO	TIPO	DATA DA INSTALAÇÃO	DATA DA EXTINÇÃO	ENTIDADE
FLUVIOMÉTRICA	F	20/09/70		Hidrologia S.A
FLUVIOGRÁFICA	FR			
SEDIMENTOMÉTRICA	S	20/09/80		CPRM
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q	24/03/76		Hidrologia S.A
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não		<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>		
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem esquerda do rio Trombetas a aproximadamente 1.500m a jusante da desembocadura do rio Mapuera				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém cerca de 28 horas				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Esquerda				
<b>RÉGUAS:</b> 9 Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
1° lance	300/400 cm			
2° lance	400/500 cm			
3° lance	500/600 cm			
4° lance	600/900 cm			
5° lance	900/1000 cm			
6° lance	1000/1100 cm			
7° lance	1100/1200 cm			
8° lance	1200/1300 cm			
RRNN: RN 7	13.463mm	calota de alumínio fixada em base de concreto.		
RRNN: RN 8	13.560mm	calota de alumínio fixada em base de concreto.		
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b> Situada cerca de 4Km a jusante das réguas.				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				
Medição de descarga líquida a sextante, pelo método dos dois pontos. PI localizado na margem direita e PF na margem esquerda, distanciadas entre si de 354,61m. Linha de Base: de 100m de extensão, com alvos a 50				

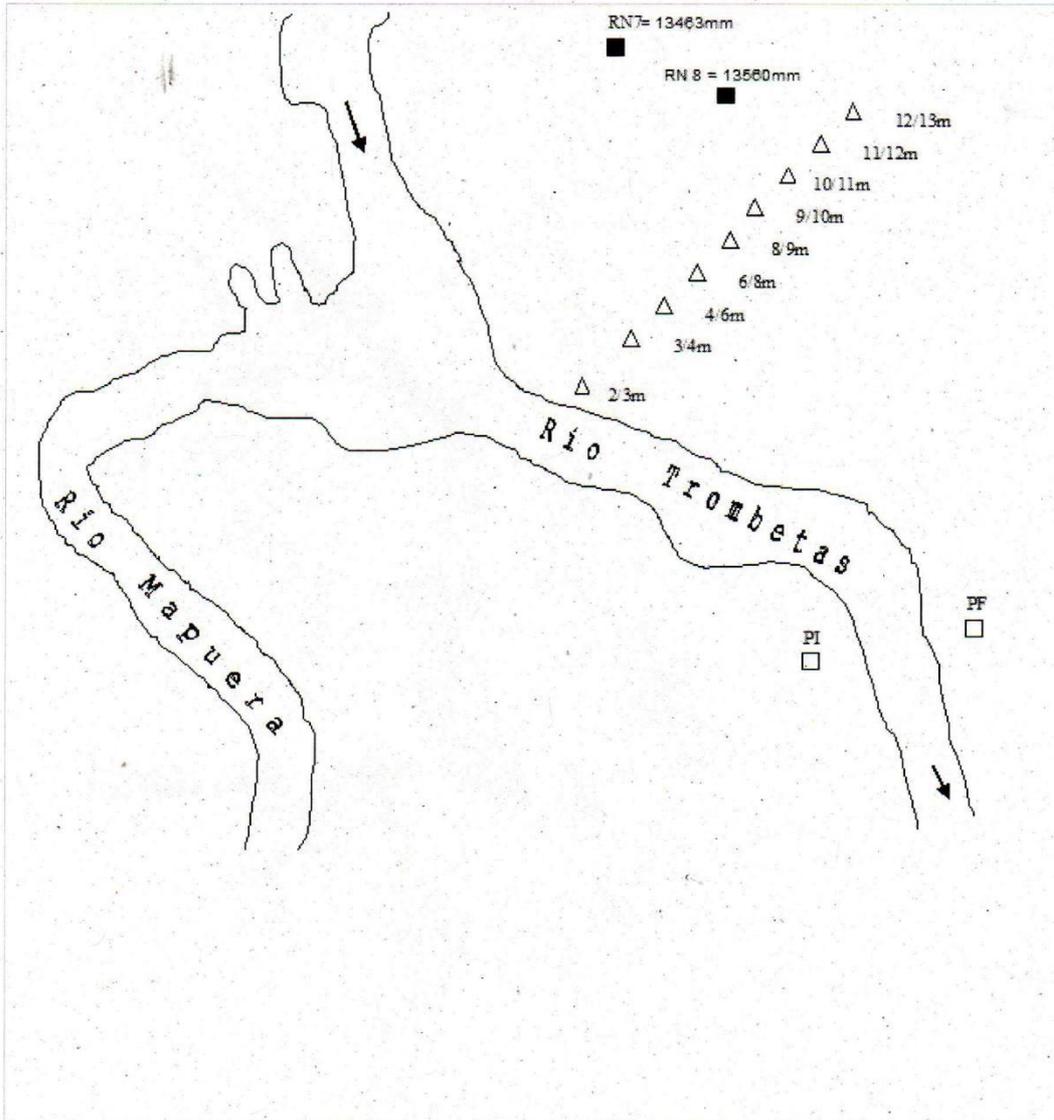


## FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA

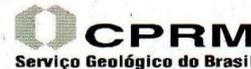


### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

<b>POTOMOGRAFIA:</b> O rio trombetas é formado pelos rios Poana e Anamu, que nascem na serra do Acaraí na divisa do Brasil com a Guiana, no Município de Oriximiná. Tem como principais afluentes os rios Cachorro e Mapuera, pela margem direita e o rio Erepecuru pela margem esqu		
<b>POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:</b> MONTANTE: _____ JUSANTE: _____		
<b>CARACTERÍSTICA DO TRECHO:</b>		
Regime: <input type="radio"/> Perene <input type="radio"/> Intermitente <input type="radio"/> Efêmero	Conformação: <input type="radio"/> Retilíneo <input type="radio"/> Anastomosado <input checked="" type="radio"/> Curvo <input type="radio"/> Meandrante	Leito <input checked="" type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Irregular
<b>NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:</b>		
<b>NATUREZA:</b> ME: Argilosa om vegetação de grande porte MD: Rochosa sem vegetação	<b>INCLINAÇÃO:</b> ME: Alta MD: Alta	
<b>NATUREZA DO LEITO:</b> Rocha		
<b>CONTROLE:</b>	<b>LOCALIZAÇÃO:</b>	<b>DISTÂNCIA (m):</b>
<b>COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):</b> 965	<input type="checkbox"/> MARGEM DIREITA	<input checked="" type="checkbox"/> MARGEM ESQUERDA
<b>OBSERVADOR:</b>		
<b>NOME:</b> Antônio Macêdo Magalhães	<b>PROFISSÃO:</b> Agricultor	
<b>GRAU DE INSTRUÇÃO:</b> Primário		
<b>ENDEREÇO:</b> Rio Trombetas - Cachoeira da Porteira	<b>FONE:</b> 093-35445102	
<b>BAIRRO:</b>	<b>CEP:</b> 68270-000	
<b>CIDADE:</b>	<b>ESTADO:</b> PA	
<b>DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):</b> 60m		
<b>MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:</b> Telefone		
<b>DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):</b> 60m		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Telefone Público		
<b>NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR</b>		
<b>NOME:</b>		
<b>ENDEREÇO:</b>	<b>FONE:</b>	
<b>BAIRRO:</b>	<b>CEP:</b>	
<b>CIDADE:</b>	<b>ESTADO:</b>	
<b>OBSERVAÇÕES:</b> O nível d'água na seção de réguas sofre influência do remanso do rio Amazonas.		

**CROQUI:**

## ANEXO C – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO D'ÁGUA

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> CACH. PORTEIRA - CONJ. 03		<b>TIPO:</b> Fr	<b>CÓDIGO:</b> 16650004	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b> 16700000 - RIO TROMBETAS		<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 76.690Km²		<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 101°07'15" <b>LONG.:</b> 057°00'56"		<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>		<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>
<b>ESTAÇÃO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATA DA INSTALAÇÃO</b>	<b>DATA DA EXTINÇÃO</b>	<b>ENTIDADE</b>
FLUVIOMÉTRICA	F	20/09/70		Hidrologia S.A
FLUVIOGRÁFICA	FR	30/01/78		CPRM
SEDIMENTOMÉTRICA	S			
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q			
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>				
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem direita do rio Trombetas a aproximadamente 8.000m a jusante da desembocadura do rio Mapuera				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém cerca de 28 horas				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Direita				
<b>RÉGUAS:</b> 6 Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
1° lance	100/200 cm			
2° lance	200/400 cm			
3° lance	400/600 cm			
4° lance	600/800 cm			
5° lance	800/1000 cm			
6° lance	1000/1200 cm			
<b>RRNN:</b> RN 3 10.833mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
RN 4 10.822mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b>				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				

**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:**

**POTOMOGRAFIA:** O rio Trômbetas é formado pelos rios Poana e Anamu, que nascem na serra do Acaraí na divisa do Brasil com a Guiana, no Município de Oriximiná. Tem como principais afluentes os rios Cachorro e Mapuera, pela margem direita e o rio Erepecuru pela margem esquerda.

**POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:**

MONTANTE:

JUSANTE:

**CARACTERÍSTICA DO TRECHO:**

Regime:

- Perene     Intermitente  
 Efêmero

Conformação:

- Retilíneo     Anastomosado  
 Curvo     Meandrante

Leito

- Regular     Irregular

**NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:**

NATUREZA:

- ME: Arenosa com vegetação rasteira  
 MD: Arenosa com vegetação rasteira

INCLINAÇÃO:

- ME: Baixa  
 MD: Baixa

NATUREZA DO LEITO: Rocha

CONTROLE: Canal

LOCALIZAÇÃO:

DISTÂNCIA (m):

COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm): 1059

 MARGEM DIREITA MARGEM ESQUERDA
**OBSERVADOR:**

NOME:

PROFISSÃO:

GRAU DE INSTRUÇÃO:

ENDEREÇO:

FONE:

BAIRRO:

CEP:

CIDADE:

ESTADO:

DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):

MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:

DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):

**OBSERVAÇÃO:**

NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR

NOME:

ENDEREÇO:

FONE:

BAIRRO:

CEP:

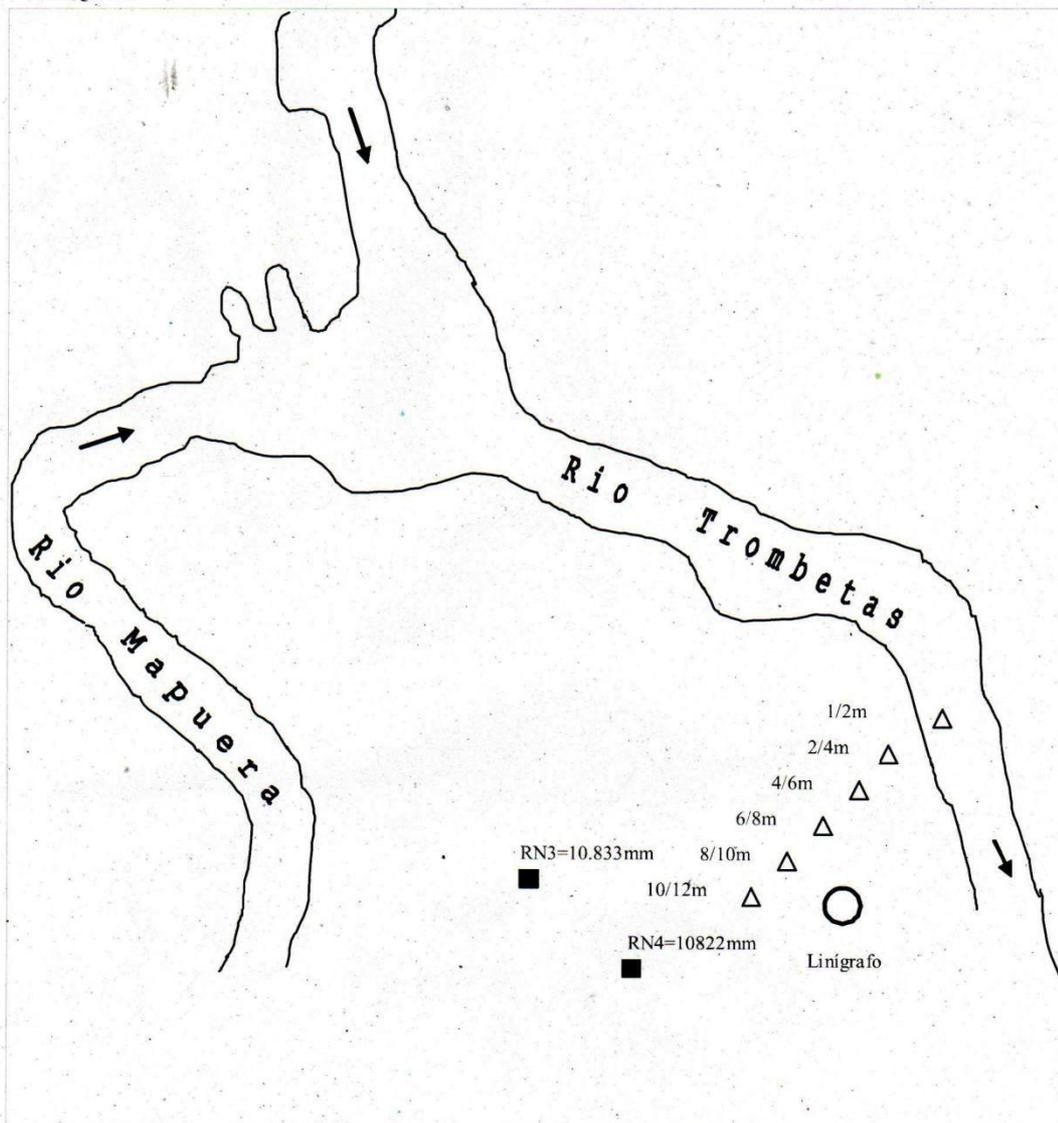
CIDADE:

ESTADO:

**OBSERVAÇÕES:**

FLUVIOGRÁFO: Linígrafo STEVENS, TIPO A-71, instalado na margem direita sobre mesa adequada (cota 16.285mm) de compensado naval (25mm) no interior de cabine linigráfica metálica de 1m de diâmetro e 2m de altura, chumbada sobre poço tranquilizador constituído

CROQUI:



## ANEXO D – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

## Sumário do Processamento do marco: GPS0006

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/29 14:08:10,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/29 18:28:13,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,435  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,39 GPS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 0,99 GPS

2015

Estação 1665.0000 Cachoeira da Piteira Conj 1-RU-8

## 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>	-1° 05' 12,2003"	-57° 02' 48,6646"	-4,76	9879884.348	494787.557	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 05' 12,1945"	-57° 02' 48,6666"	-4,76	9879884.526	494787.495	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,004	0,005			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,78					
Altitude Ortométrica (m)	17,02					

## Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

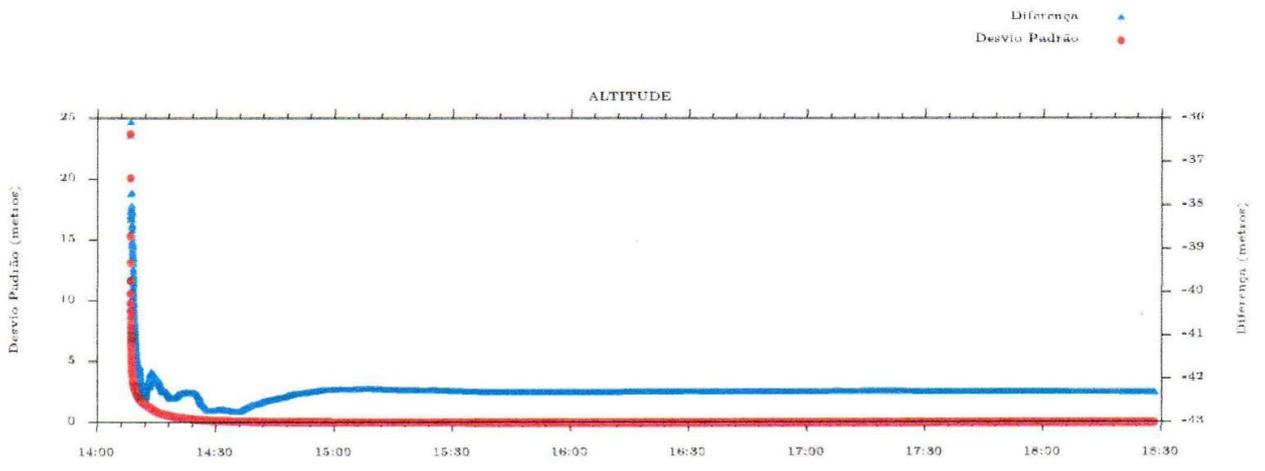
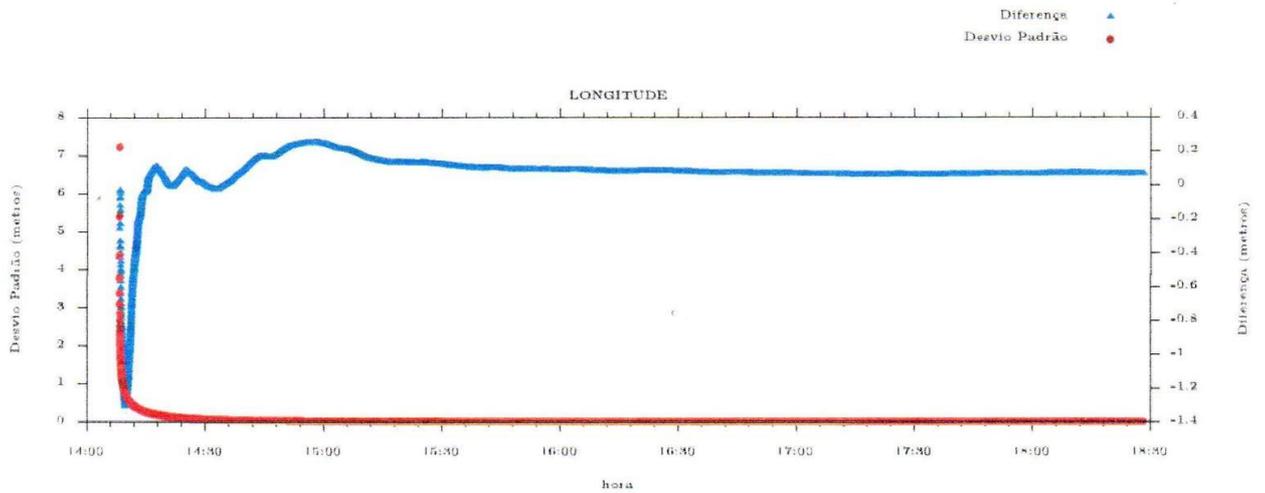
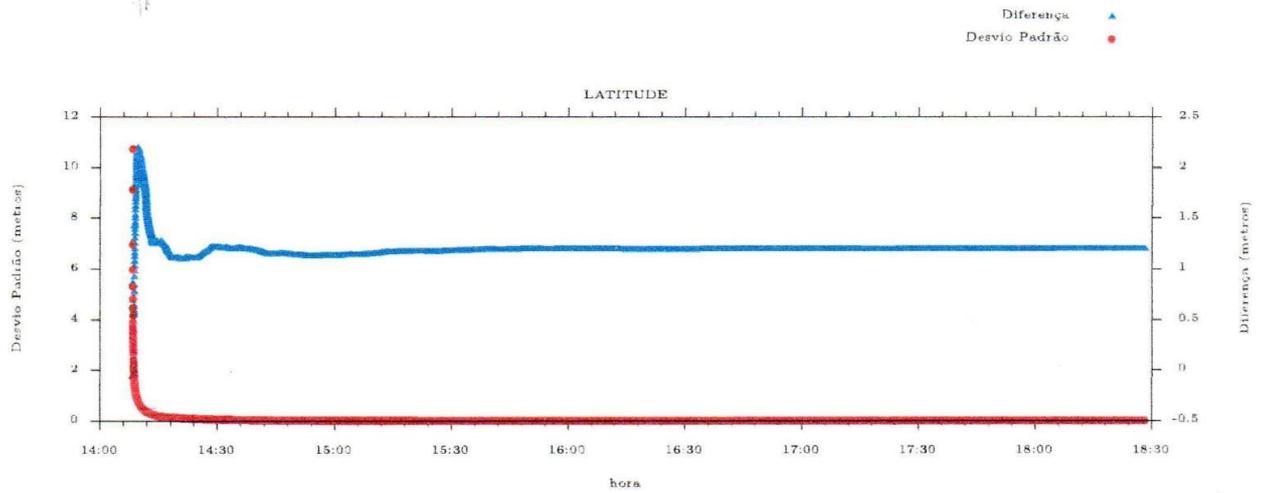
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Cachoeira da Poceira  
1665.0000  
RN-8  
2015

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Pstori  
00063330.150





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/04 00:15:54,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/04 03:42:39,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 3,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,356  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,37 GPS 0,65 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,15 GPS 1,26 GLONASS

2016

Estação 1665.0000 Cachoeira da Pesteira Conj. 1 - RN-8

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>	-1° 05' 12,2004"	-57° 02' 48,6648"	-4,74	9879884.345	494787.550	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 05' 12,1943"	-57° 02' 48,6669"	-4,74	9879884.533	494787.486	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,008	0,010			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,78					
Altitude Ortométrica (m)	17,04					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

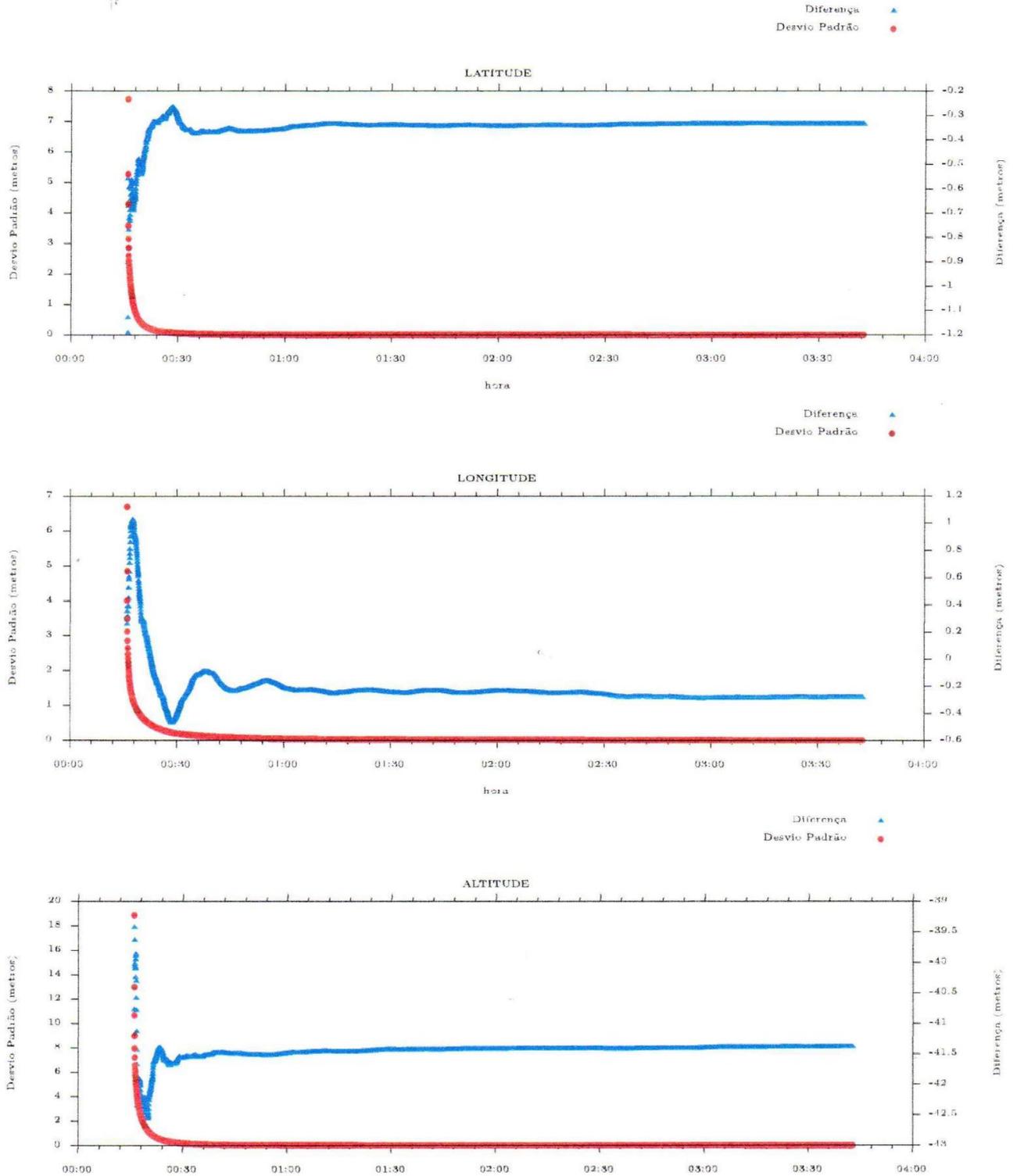
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Cachoeira da Piteira  
1665.0000  
RN-8  
2016

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Partir  
PPA 00262170.160





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/03 16:55:20,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/03 23:31:05,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 5,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,497  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,29 GPS 1,63 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,18 GPS 1,31 GLONASS

2017

Estação 1665.0000 Cachoeira da Branca Conj. 1 - RN-8

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>	-1° 05' 12,2015"	-57° 02' 48,6641"	-4,75	9879884.312	494787.572	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 05' 12,1949"	-57° 02' 48,6664"	-4,75	9879884.514	494787.501	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,002	0,004			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,78					
Altitude Ortométrica (m)	17,03					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

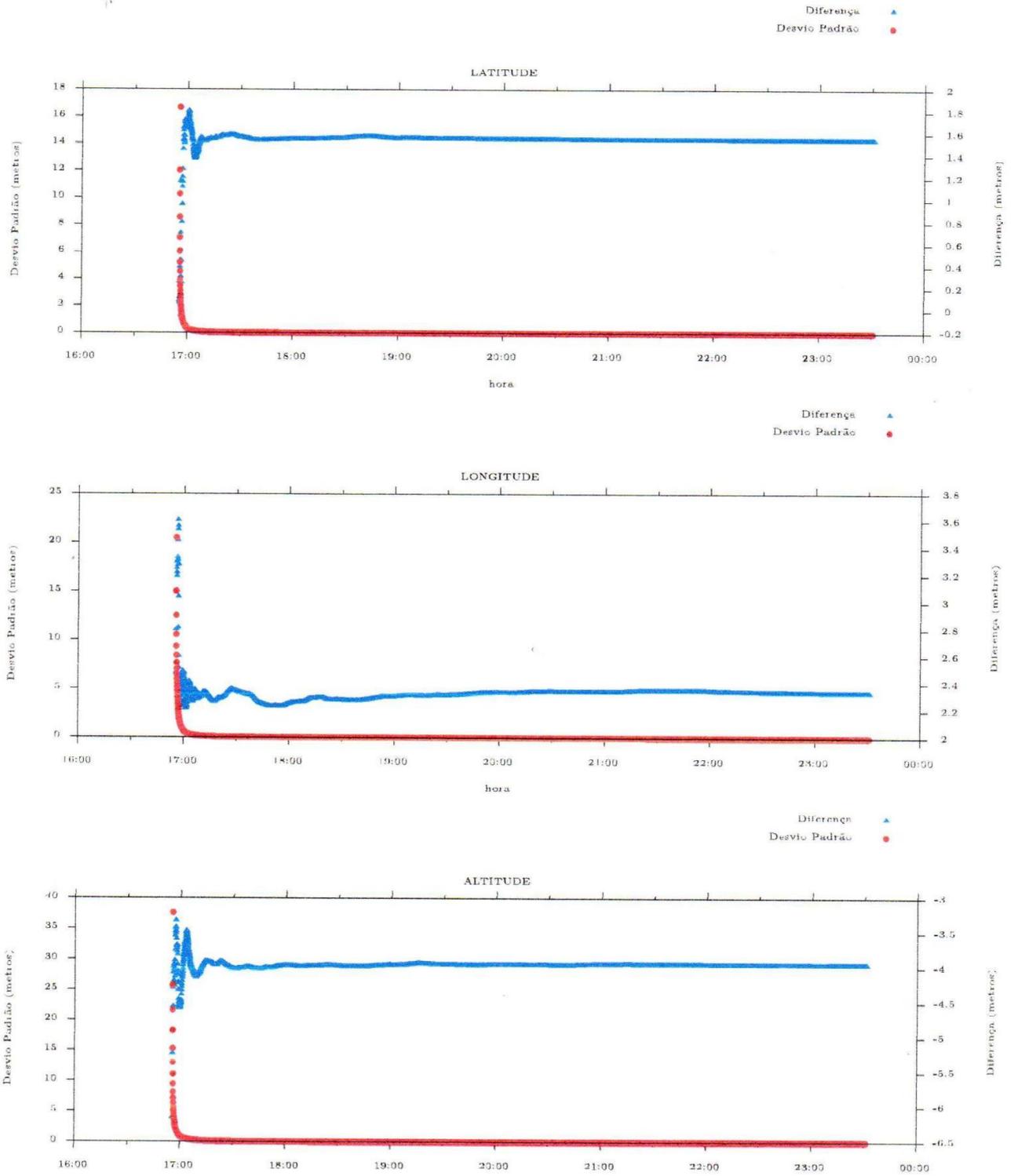
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Cachoeira da Boteira  
1665 0000  
RN-8  
2017

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Pstort  
0026.337.0.ppp5.170





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/12 21:38:18,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/13 01:07:27,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 3,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,397  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,35 GPS 1,68 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 0,95 GPS 0,92 GLONASS

2018

Estações 1665.0000 Cachoeira da Piteira Conj. 1 -RN-S

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>	-1° 05' 12,1995"	-57° 02' 48,6656"	-4,78	9879884.373	494787.526	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 05' 12,1927"	-57° 02' 48,6679"	-4,78	9879884.582	494787.455	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,006			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,78					
Altitude Ortométrica (m)	17,00					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

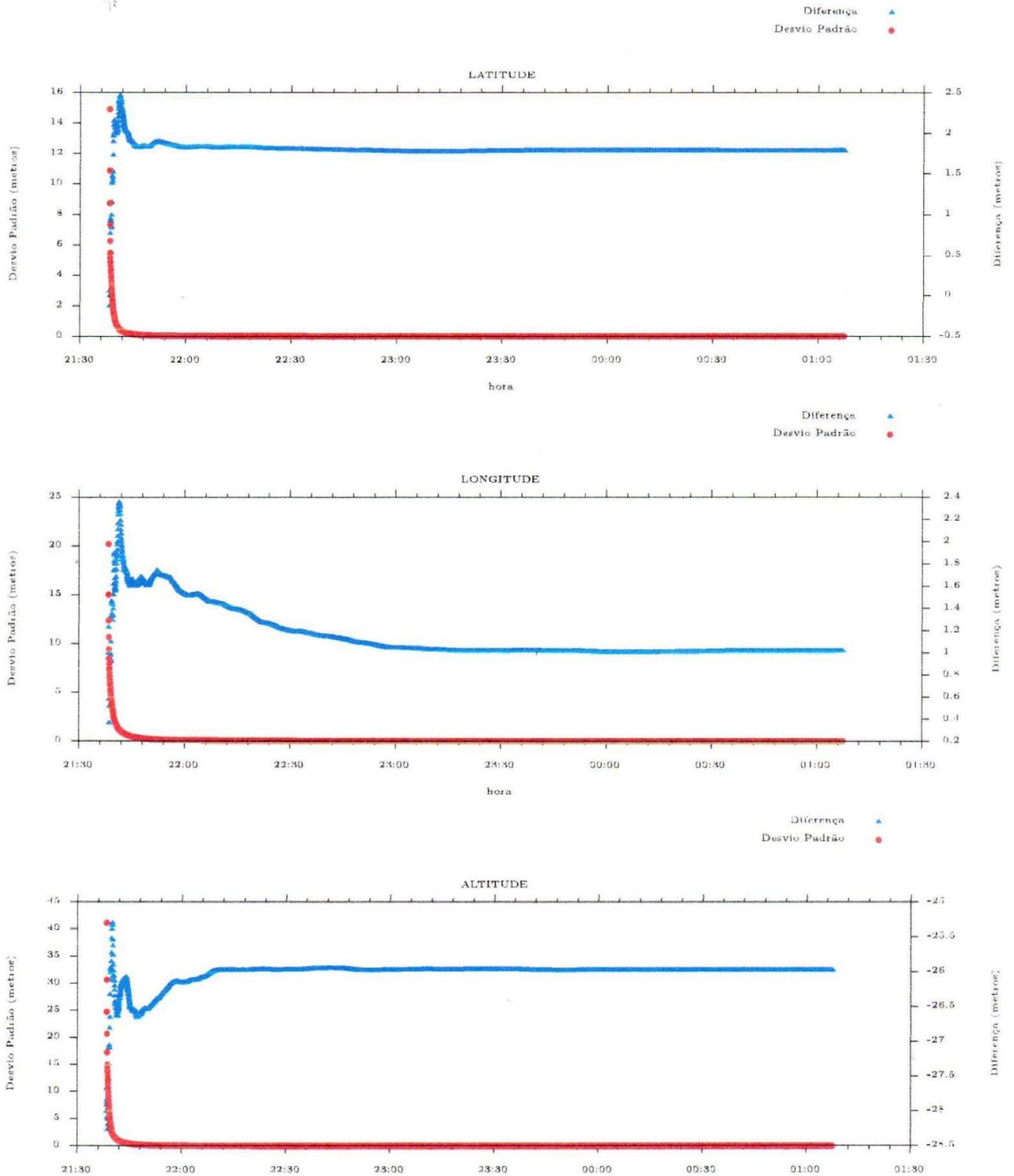
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 9800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

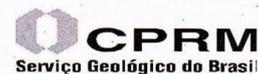
Processamento autorizado para uso do IBGE.

Cachoeirada Porteira  
1665.0000  
RN-8  
2018

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
90261639 ppp3.180



## ANEXO E – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> REBIO TROMBETAS		<b>TIPO:</b> F	<b>CÓDIGO:</b> 16590000	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b> 16700000 - RIO TROMBETAS		<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b>		<b>DRENAGEM GERAL:</b>		
<b>LAT.:</b> 101°22'14"	<b>LONG.:</b> 565°10'7 "	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>ANO:</b>		
<b>ESTAÇÃO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATA DA INSTALAÇÃO</b>	<b>DATA DA EXTINÇÃO</b>	<b>ENTIDADE</b>
FLUVIOMÉTRICA	F	30/05/2007		CPRM
FLUVIOGRÁFICA	FR			
SEDIMENTOMÉTRICA	S			
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q			
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não		<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>		
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> A margem esquerda no rio Trombetas				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial a partir de Oriximiná cerca de 12:00h				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Esquerda				
<b>RÉGUAS:</b> 8 Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
1º lance	300/400cm			
2º lance	400/500cm			
3º lance	500/800cm			
4º lance	800/900cm			
5º lance	900/1000cm			
6º lance	1000/1100cm			
7º lance	1100/11200cm			
8º lance	1200/1300cm			
<b>RRNN:</b> RN1	15161cm	calota de alumínio fixada em base de concreto.		
RN2	16185cm	calota de alumínio fixada em base de concreto.		
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b> Situada a cerca de 5000m a jusante do conjunto de réguas.				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				
Medição de descarga líquida a sextante, pelo método dos dois pontos e medição de descarga sólida pelo método ETR. PI localizado na margem esquerda e PF na margem direita, distanciadas entre si de 620m. Linha de Base de 210,23, com alvos a 60m, 227,23m, 6,				



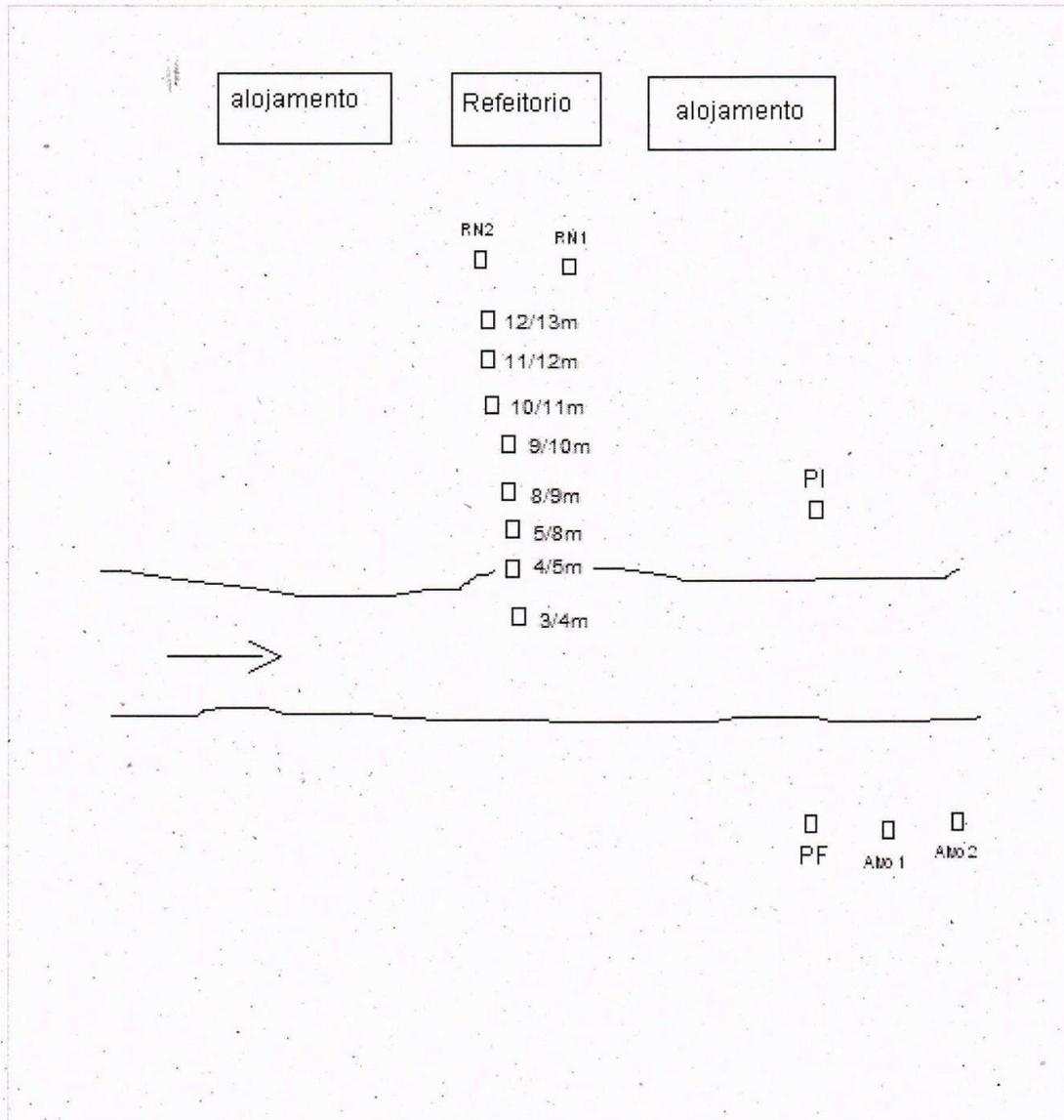
## FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA



### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

<b>POTOMOGRAFIA:</b>		
<b>POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:</b>		
MONTANTE:		JUSANTE:
<b>CARACTERÍSTICA DO TRECHO:</b>		
Regime: <input checked="" type="radio"/> Perene <input type="radio"/> Intermitente <input type="radio"/> Efêmero	Conformação: <input checked="" type="radio"/> Retilíneo <input type="radio"/> Anastomosado <input type="radio"/> Curvo <input type="radio"/> Meandrante	Leito <input checked="" type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Irregular
<b>NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:</b>		
<b>NATUREZA:</b> ME: Arenosa sem vegetação MD: Arenosa sem vegetação		<b>INCLINAÇÃO:</b> ME: MD:
<b>NATUREZA DO LEITO:</b> Arenoso		
<b>CONTROLE:</b> Canal	<b>LOCALIZAÇÃO:</b>	<b>DISTÂNCIA (m):</b>
<b>COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):</b>	<input type="checkbox"/> MARGEM DIREITA	<input type="checkbox"/> MARGEM ESQUERDA
<b>OBSERVADOR:</b>		
<b>NOME:</b> Waldomiro Martins da Silva		<b>PROFISSÃO:</b>
<b>GRAU DE INSTRUÇÃO:</b> 2º grau		
<b>ENDEREÇO:</b> Acampamento do IBAMA		<b>FONE:</b>
<b>BAIRRO:</b>		<b>CEP:</b>
<b>CIDADE:</b> Oriximiná		<b>ESTADO:</b> PA
<b>DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):</b>		
<b>MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:</b>		
<b>DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):</b>		
<b>OBSERVAÇÃO:</b>		
<b>NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR</b>		
<b>NOME:</b>		
<b>ENDEREÇO:</b>		<b>FONE:</b>
<b>BAIRRO:</b>		<b>CEP:</b>
<b>CIDADE:</b>		<b>ESTADO:</b>
<b>OBSERVAÇÕES:</b>		

CROQUI:



## ANEXO F – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

### Sumário do Processamento do marco: GPS0006

Infício:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2015/11/28 19:24:10,00	}332
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2015/11/28 23:29:33,00	
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO	
Observação processada:	CÓDIGO & FASE	
Modelo da Antena:	NOV702GGL_1.01 NONE	2015
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL	
Frequência processada:	L3	
Intervalo do processamento(s):	1,00	
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	2,000	
Sigma da portadora(m):	0,015	
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,174	
Ângulo de Elevação(graus):	10,000	
Resíduos da pseudodistância(m):	3,50 GPS	
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,48 GPS	

Estações 1659.0000 Tabuleiro - REBio Trombetas RN-2

### 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>	-1° 22' 13,4186"	-56° 51' 07,8151"	-3,20	9848529.484	516445.027	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 22' 13,4128"	-56° 51' 07,8171"	-3,20	9848529.663	516444.965	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,005	0,018	0,024			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,04					
Altitude Ortométrica (m)	17,84					

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

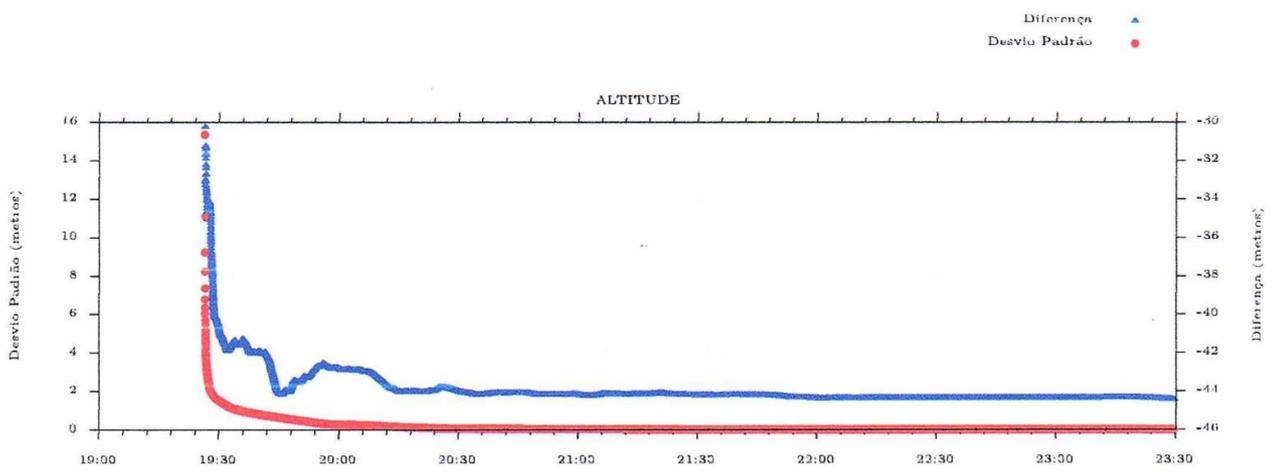
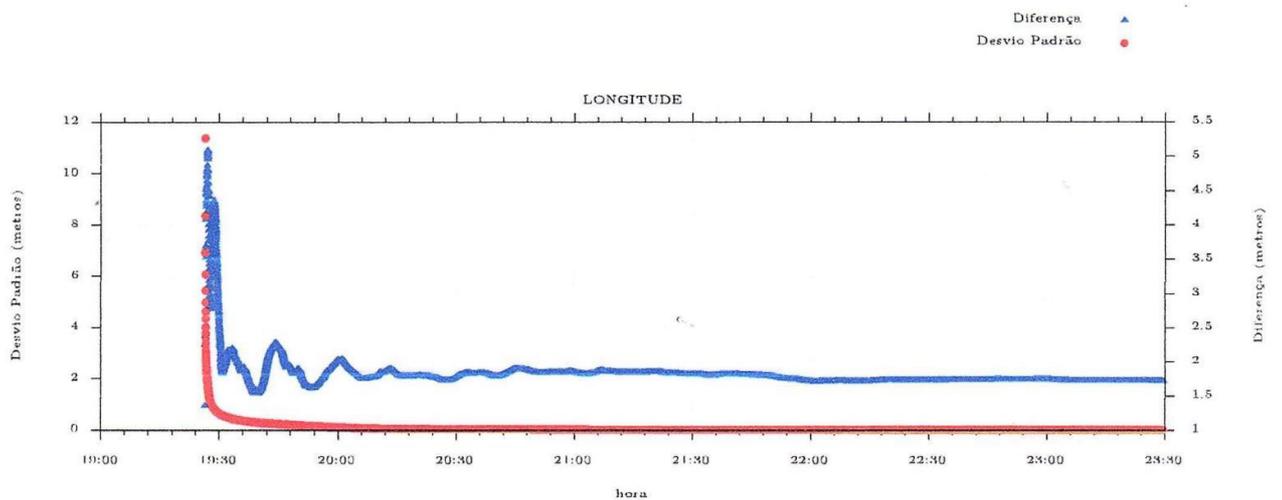
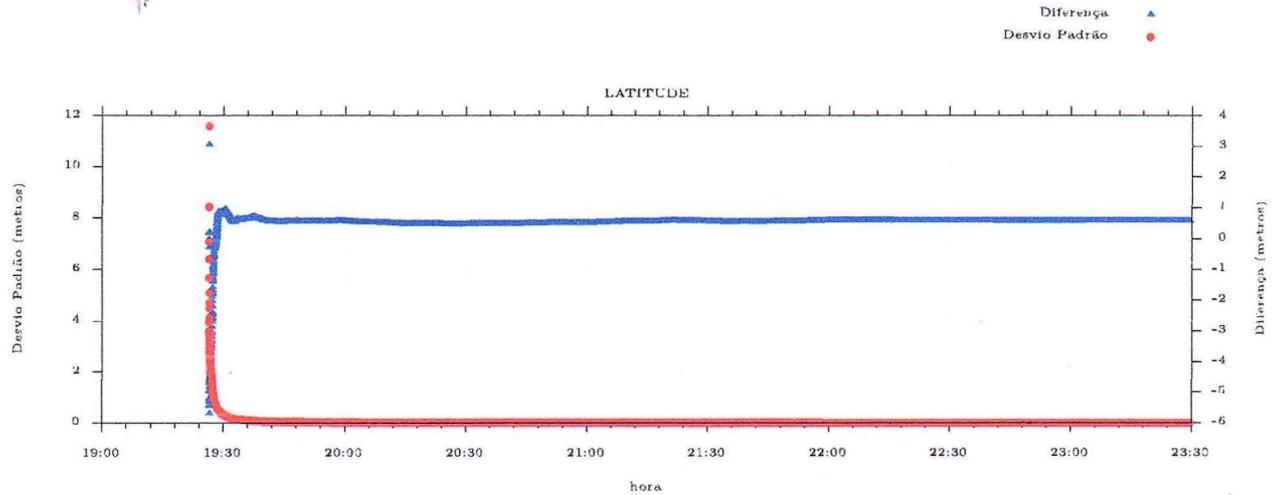
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GPRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Tabuleiro - Região Trambitos  
1659.0000  
RN-2  
2015

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00063320.150





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: GPS0006

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/04 14:47:41,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/04 18:36:34,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,200  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 3,22 GPS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,63 GPS

) 217

2016

Estação 1659.0000 Tabuleiro REBIO Trombetas RN-2

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>	-1° 22' 13,4196"	-56° 51' 07,8128"	-3,23	9848529.454	516445.098	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 22' 13,4135"	-56° 51' 07,8149"	-3,23	9848529.641	516445.033	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,005	0,024	0,020			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,04					
Altitude Ortométrica (m)	17,81					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

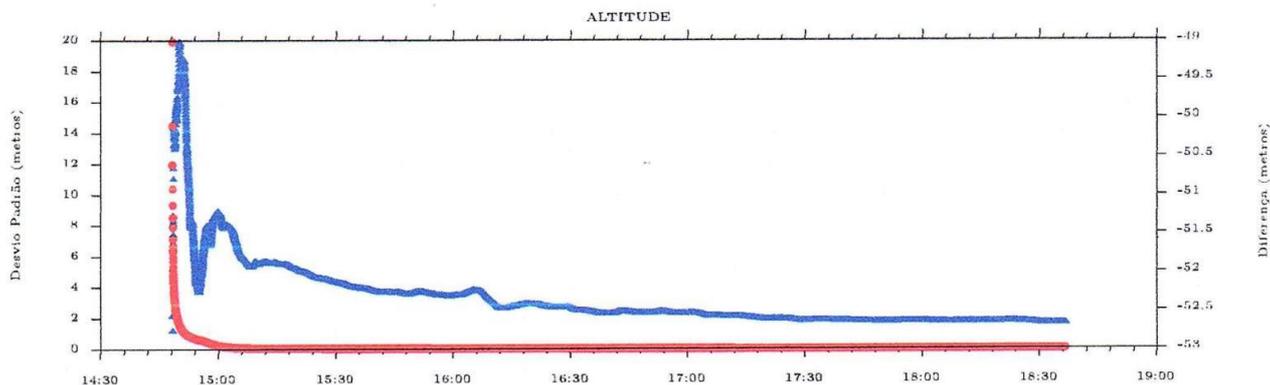
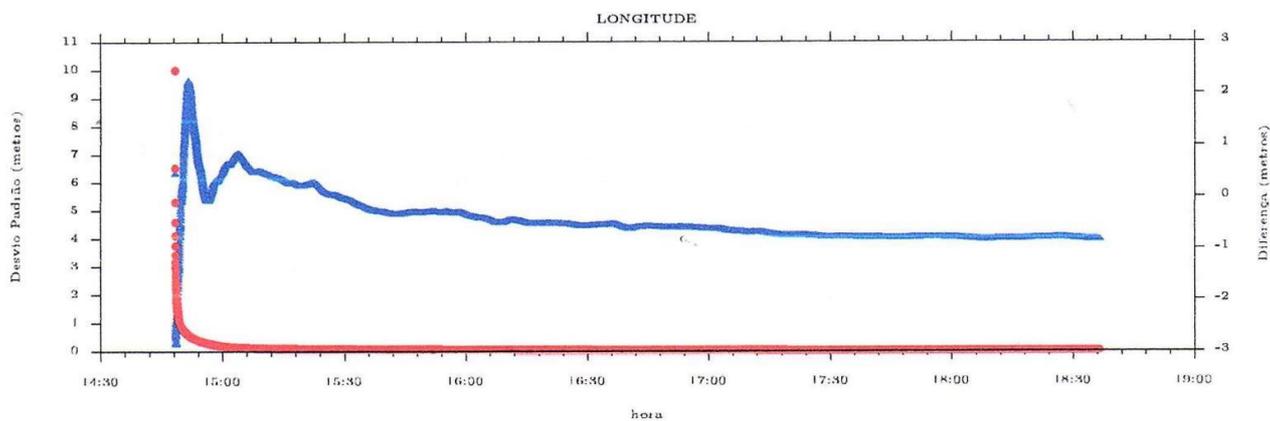
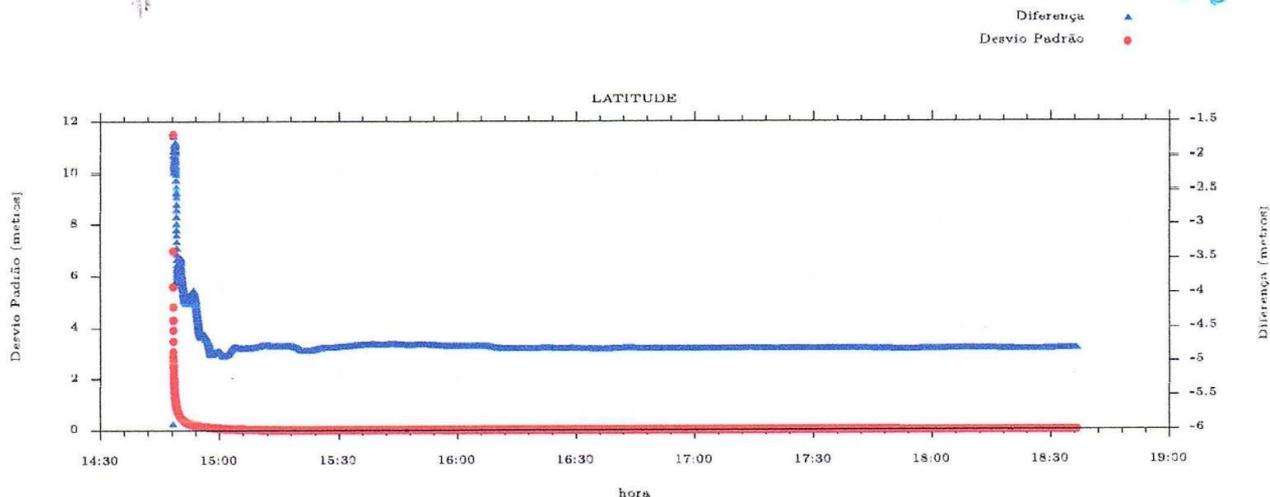
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GSRF-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Tabuleiro - Rebio Trombetas  
1659.0000  
RII-2  
2016

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00062171.160





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/09 14:51:00,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/09 17:50:12,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 3,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,197  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 3,65 GPS 4,74 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,40 GPS 1,33 GLONASS

343

2017

AN-2

Estação 1659.0000 Tabuleiro - RE Bio Trombetas

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>	-1° 22' 13,4197"	-56° 51' 07,8152"	-3,13	9848529.451	516445.024	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 22' 13,4131"	-56° 51' 07,8175"	-3,13	9848529.653	516444.953	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,011	0,048	0,041			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,04					
Altitude Ortométrica (m)	17,91					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

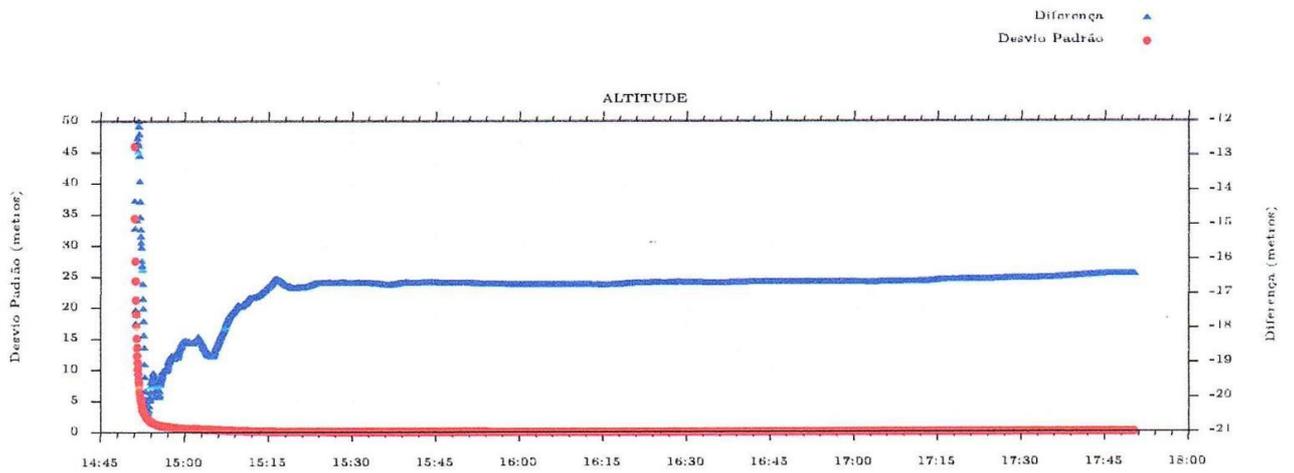
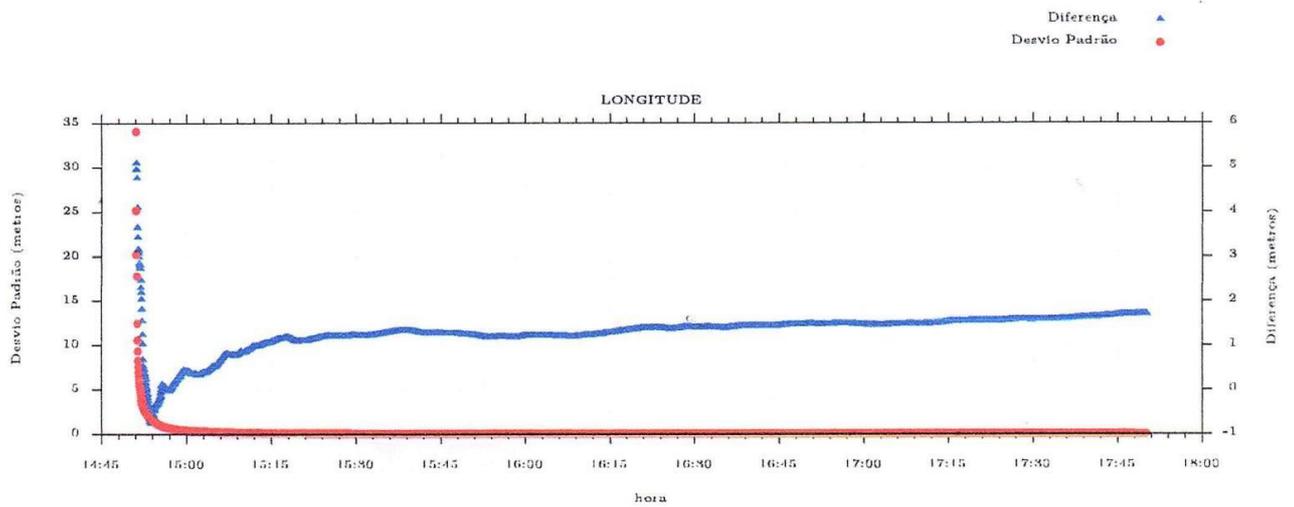
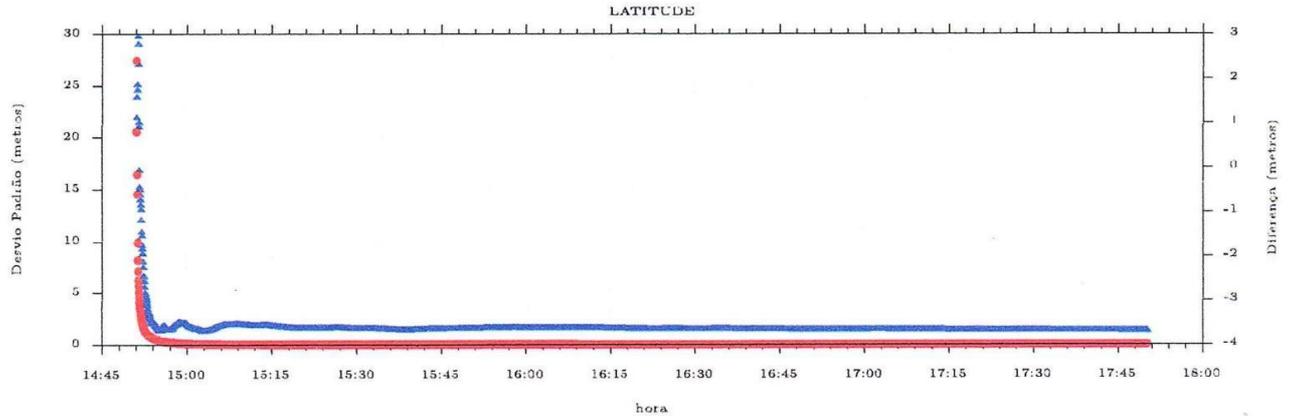
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00263430.ppp3.170

Tabuleiro REBIOTambelas  
1659-0000  
RN-2  
2017

Diferença ▲  
Desvio Padrão ●





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/14 23:15:52,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/15 02:27:47,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GG NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,144  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 3,61 GPS 3,94 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,39 GPS 1,33 GLONASS

) 165

2018

Estação 1659.0000 Tabuleiro - Rio Trombetas RN-2

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>	-1° 22' 13,4213"	-56° 51' 07,8149"	-3,18	9848529.402	516445.033	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 22' 13,4145"	-56° 51' 07,8173"	-3,18	9848529.610	516444.959	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,006	0,022	0,017			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,04					
Altitude Ortométrica (m)	17,86					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

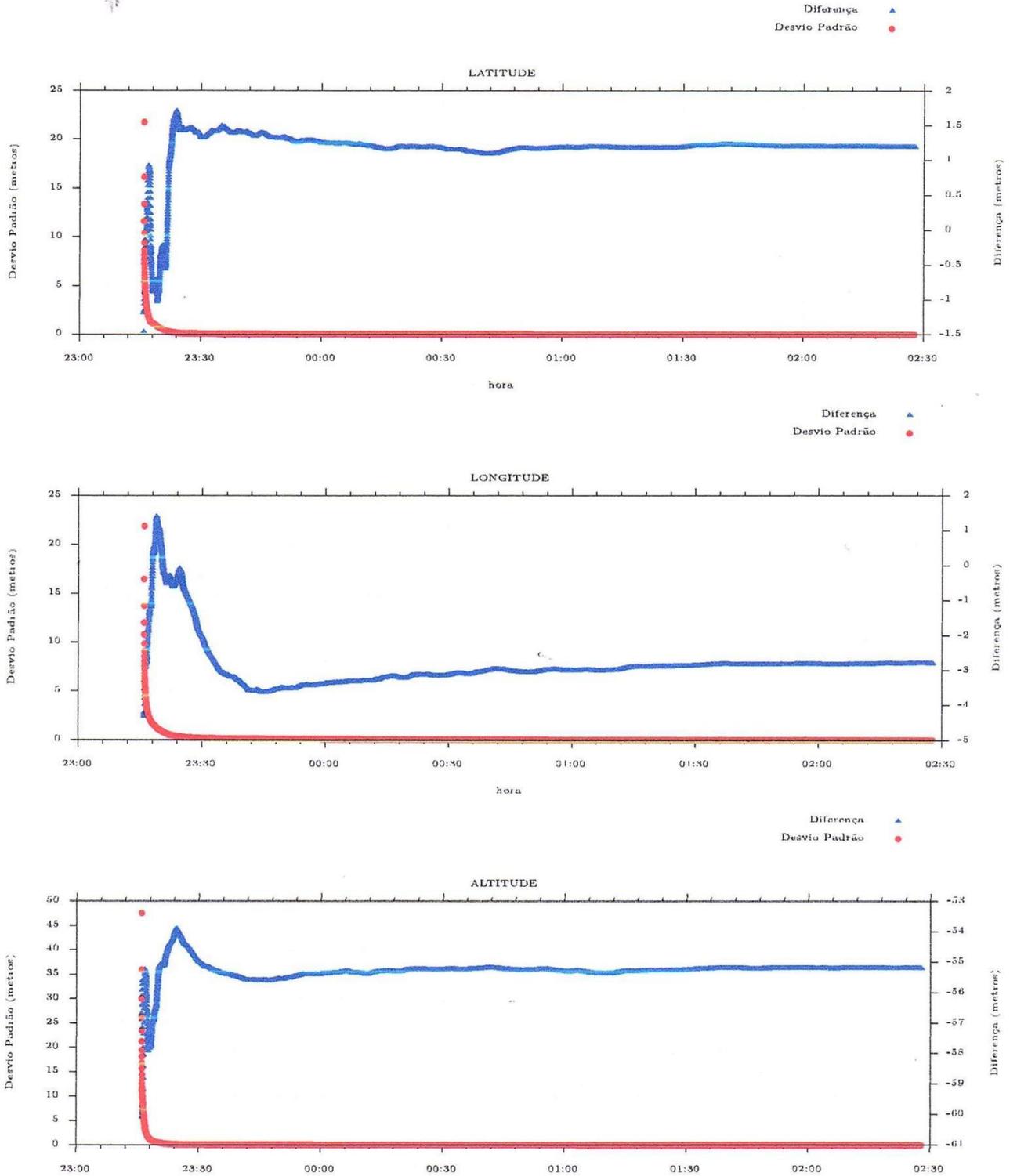
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00141653,180

Tabuleiro REBR Trombetas  
1659.0000  
RN-2  
2018



## ANEXO G – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA

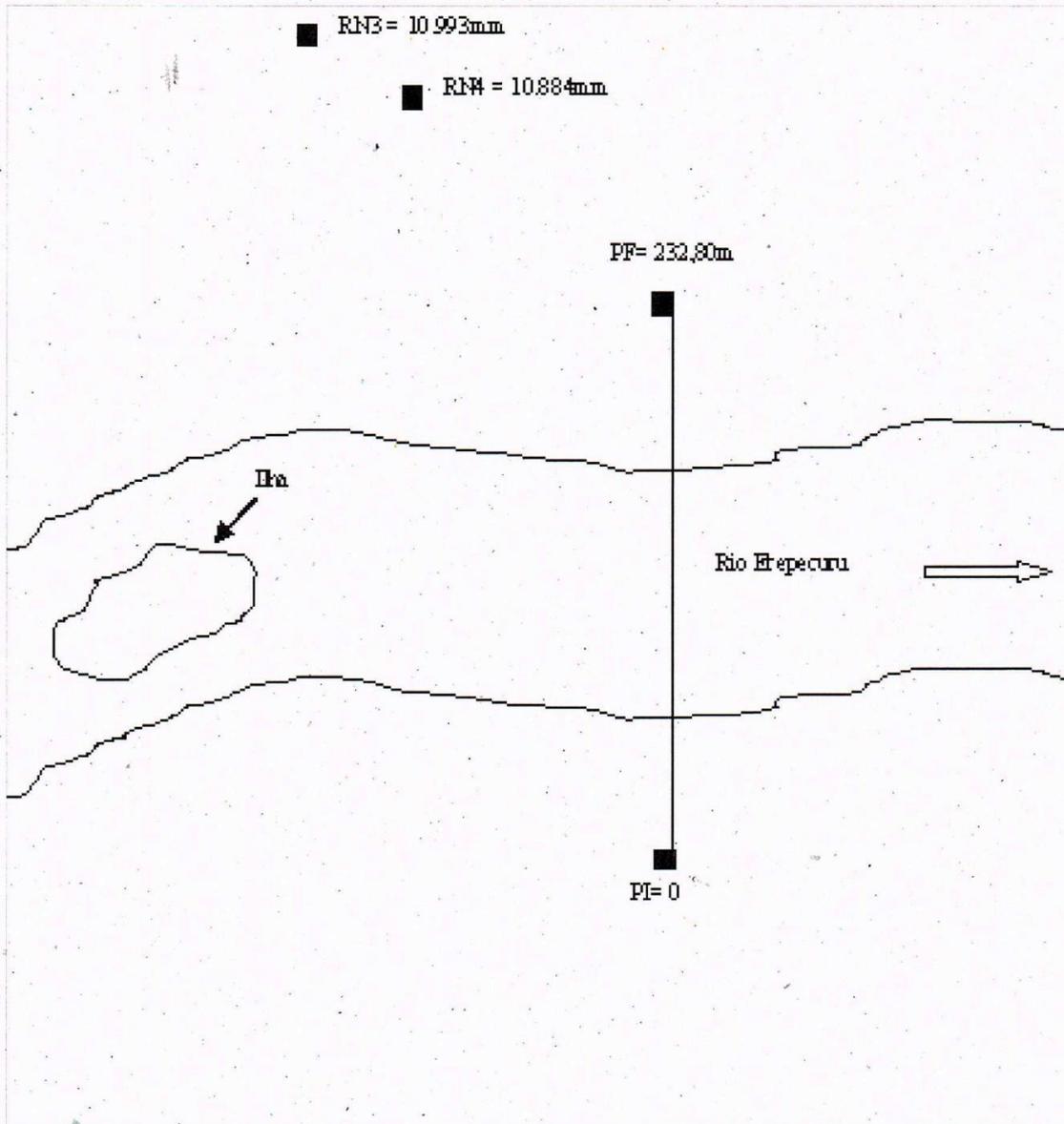
FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> VISTA ALEGRE - CONJUNTO 1		<b>TIPO:</b> FDSQ	<b>CÓDIGO:</b> 16800000	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b>		<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 34.751Km²		<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 101°06'05"	<b>LONG.:</b> 056°02'24"	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>		<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>
ESTAÇÃO	TIPO	DATA DA INSTALAÇÃO	DATA DA EXTINÇÃO	ENTIDADE
FLUVIOMÉTRICA	F	16/09/70		Hidrologia S.A
FLUVIOGRÁFICA	FR			
SEDIMENTOMÉTRICA	S	19/04/81		CPRM
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q	25/02/98		CPRM
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não		<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>		
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem esquerda do rio Erepecuru, cerca de 54Km a montante de sua desembocadura no rio Trombetas				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém cerca de 20 horas de viagem.				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Esquerda				
<b>RÉGUAS:</b> Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
RRNN: RN 3 10.993mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
RN 4 10.884mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b> Situada cerca de 3m a jusante do conjunto de réguas.				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				
Medição de descarga líquida à cabo, pelo método dos dois pontos e medição de descarga sólida pelo método ETR. PI localizado na margem direita e PF na margem esquerda, distanciadas entre si de 232,8050,95m.				

**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:**

<p><b>POTOMOGRAFIA:</b> O rio Erepecuru nasce na Serra do Tumucumaque, fronteira do Brasil com o Suriname. É formado pelos rios Marapi, pela margem direita e Paru do Oeste, pela margem esquerda. Afluente de primeira ordem do rio Trombetas, pela margem esquerda, recebe ao longo d</p>					
<p><b>POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:</b></p> <p>MONTANTE: _____ JUSANTE: _____</p>					
<p><b>CARACTERÍSTICA DO TRECHO:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 33%;"> <p>Regime:</p> <p><input type="radio"/> Perene    <input type="radio"/> Intermitente</p> <p><input type="radio"/> Efêmero</p> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 33%;"> <p>Conformação:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Retilíneo    <input type="radio"/> Anastomosado</p> <p><input type="radio"/> Curvo    <input type="radio"/> Meandrante</p> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 33%;"> <p>Leito</p> <p><input type="radio"/> Regular    <input type="radio"/> Irregular</p> </td> </tr> </table>			<p>Regime:</p> <p><input type="radio"/> Perene    <input type="radio"/> Intermitente</p> <p><input type="radio"/> Efêmero</p>	<p>Conformação:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Retilíneo    <input type="radio"/> Anastomosado</p> <p><input type="radio"/> Curvo    <input type="radio"/> Meandrante</p>	<p>Leito</p> <p><input type="radio"/> Regular    <input type="radio"/> Irregular</p>
<p>Regime:</p> <p><input type="radio"/> Perene    <input type="radio"/> Intermitente</p> <p><input type="radio"/> Efêmero</p>	<p>Conformação:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Retilíneo    <input type="radio"/> Anastomosado</p> <p><input type="radio"/> Curvo    <input type="radio"/> Meandrante</p>	<p>Leito</p> <p><input type="radio"/> Regular    <input type="radio"/> Irregular</p>			
<p><b>NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p><b>NATUREZA:</b></p> <p>ME: Argilosa com vegetação rasteira</p> <p>MD: Argilosa com vegetação rasteira</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p><b>INCLINAÇÃO:</b></p> <p>ME: Baixa</p> <p>MD: Baixa</p> </td> </tr> </table>			<p><b>NATUREZA:</b></p> <p>ME: Argilosa com vegetação rasteira</p> <p>MD: Argilosa com vegetação rasteira</p>	<p><b>INCLINAÇÃO:</b></p> <p>ME: Baixa</p> <p>MD: Baixa</p>	
<p><b>NATUREZA:</b></p> <p>ME: Argilosa com vegetação rasteira</p> <p>MD: Argilosa com vegetação rasteira</p>	<p><b>INCLINAÇÃO:</b></p> <p>ME: Baixa</p> <p>MD: Baixa</p>				
<p><b>NATUREZA DO LEITO:</b> Areia e pedra</p>					
<p><b>CONTROLE:</b> Canal</p>	<p><b>LOCALIZAÇÃO:</b></p>	<p><b>DISTÂNCIA (m):</b></p>			
<p><b>COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):</b> 1130/1050    <input type="checkbox"/> MARGEM DIREITA    <input checked="" type="checkbox"/> MARGEM ESQUERDA</p>					
<p><b>OBSERVADOR:</b></p> <p><b>NOME:</b> _____ <b>PROFISSÃO:</b> _____</p> <p><b>GRAU DE INSTRUÇÃO:</b> _____</p> <p><b>ENDEREÇO:</b> _____ <b>FONE:</b> _____</p> <p><b>BAIRRO:</b> _____ <b>CEP:</b> _____</p> <p><b>CIDADE:</b> _____ <b>ESTADO:</b> _____</p> <p><b>DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):</b> _____</p> <p><b>MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:</b> _____</p> <p><b>DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):</b> _____</p> <p><b>OBSERVAÇÃO:</b></p> <p><b>NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR</b></p> <p><b>NOME:</b> _____</p> <p><b>ENDEREÇO:</b> _____ <b>FONE:</b> _____</p> <p><b>BAIRRO:</b> _____ <b>CEP:</b> _____</p> <p><b>CIDADE:</b> _____ <b>ESTADO:</b> _____</p>					
<p><b>OBSERVAÇÕES:</b></p> <p>As leituras de réguas foram suspensas a partir de 03/12/94 conforme solicitação do DNAEE, através da mensagem ° 271/94. Sofre influência do remanso do rio Amazonas</p>					

CROQUI:





## FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA



<b>ESTAÇÃO:</b> VISTA ALEGRE - CONJUNTO 2		<b>TIPO:</b> Fr	<b>CÓDIGO:</b> 16800002	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b>		<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 34.751Km²		<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 101°07'51"	<b>LONG.:</b> 056°03'15"	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>		<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>
ESTAÇÃO	TIPO	DATA DA INSTALAÇÃO	DATA DA EXTINÇÃO	ENTIDADE
FLUVIOMÉTRICA	F	15/09/70		Hidrologia S.A
FLUVIOGRÁFICA	FR	14/12/77		CPRM
SEDIMENTOMÉTRICA	S			
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q			
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>				
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem esquerda do rio Erepecuru, cerca de 50Km a montante de sua desembocadura no rio Trombetas				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém cerca de .19 horas de viagem.				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Esquerda				
<b>RÉGUAS:</b> 6 Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
1° lance 200/300 cm				
2° lance 300/400 cm				
3° lance 400/600 cm				
4° lance 600/800 cm				
5° lance 800/1000 cm				
6° lance 1000/1200 cm				
RRNN: RN 4 10.642mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
RN 5 10.702mm calota de alumínio fixada em base de concreto.				
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b>				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				

**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:**

**POTOMOGRAFIA:** O rio Erepecuru nasce na Serra do Tumucumaque, fronteira do Brasil com o Suriname. É formado pelos rios Marapi, pela margem direita e Paru do Oeste, pela margem esquerda. Afluente de primeira ordem do rio Trombetas, pela margem esquerda, recebe ao longo d

**POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:**

MONTANTE:

JUSANTE:

**CARACTERÍSTICA DO TRECHO:**

Regime:

- Perene     Intermitente  
 Efêmero

Conformação:

- Retilínio     Anastomosado  
 Curvo     Meandrante

Leito

- Regular     Irregular

**NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:**

NATUREZA:

ME: Argilosa com vegetação rasteira

MD: Argilosa com vegetação rasteira

INCLINAÇÃO:

ME: Média

MD: Média

NATUREZA DO LEITO: Arenoso

CONTROLE: Canal

LOCALIZAÇÃO:

DISTÂNCIA (m):

COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):

 MARGEM DIREITA MARGEM ESQUERDA
**OBSERVADOR:**

NOME: Júlia Márcia Guedes Batista

PROFISSÃO: Agricultora

GRAU DE INSTRUÇÃO: 1º grau incom

ENDEREÇO: Rio Erepecuru - Vista Alegre

FONE:

BAIRRO:

CEP:

CIDADE:

ESTADO:

DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m): 150m

MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:

DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):

**OBSERVAÇÃO:**

NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR

NOME:

ENDEREÇO:

FONE:

BAIRRO:

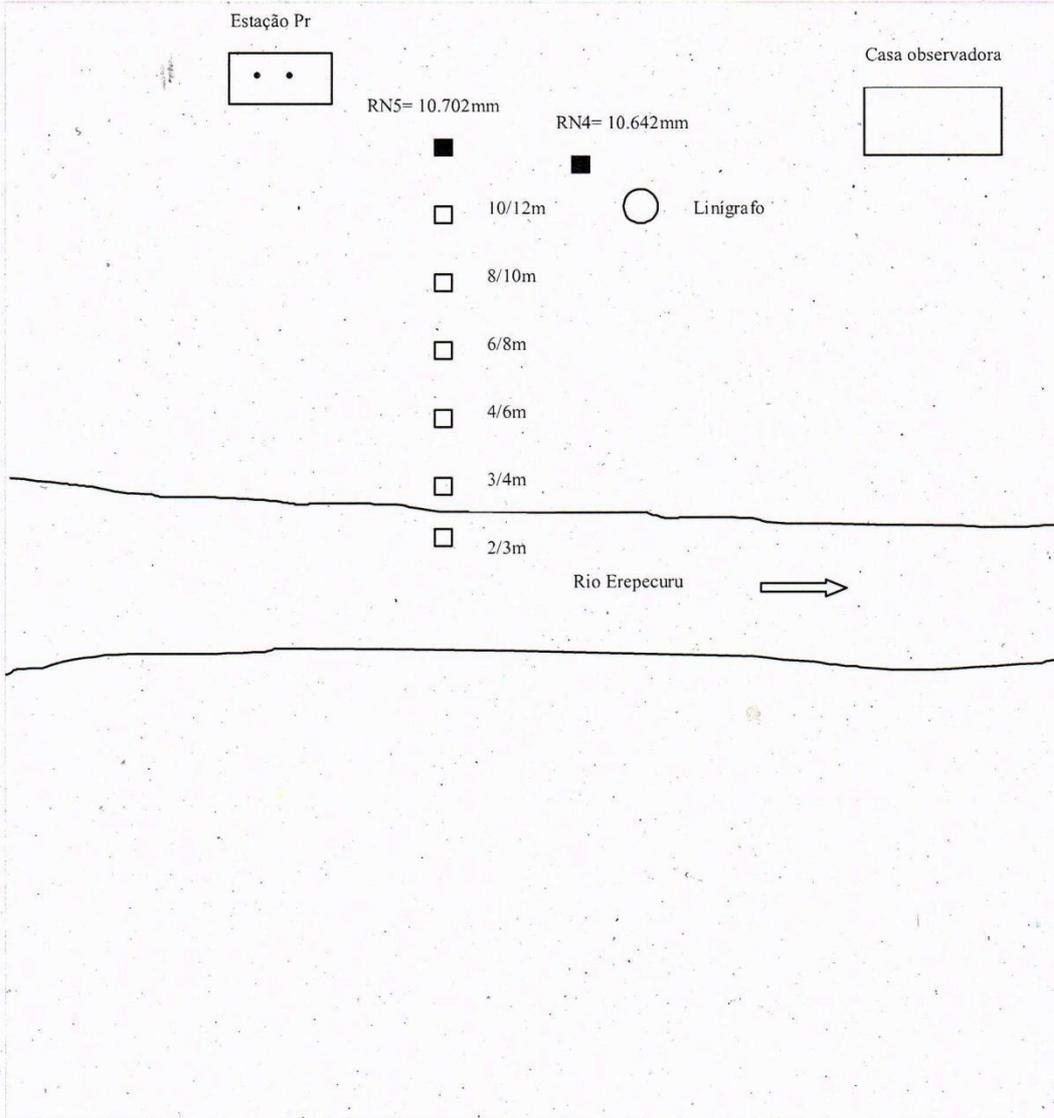
CEP:

CIDADE:

ESTADO:

**OBSERVAÇÕES:**

FLUVIOGRÁFO: Linígrafo STEVENS, TIPO A-71, instalado na margem esquerda sobre mesa adequada (cota 14.156mm) de compensado naval (25mm) no interior de cabine linigráfica metálica de 1m de diâmetro e 2m de altura, chumbada sobre poço tranquilizador constitu

**CROQUI:**

## ANEXO H – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

### Sumário do Processamento do marco: GPS0006

**Início:** AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/12/03 18:30:40,00  
**Fim:** AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/12/03 21:03:36,00  
**Modo de Operação do Usuário:** ESTÁTICO  
**Observação processada:** CÓDIGO & FASE  
**Modelo da Antena:** NOV702GGL\_1.01 NONE  
**Órbitas dos satélites:**<sup>1</sup> FINAT.  
**Frequência processada:** L3  
**Intervalo do processamento(s):** 1,00  
**Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m):** 2,000  
**Sigma da portadora(m):** 0,015  
**Altura da Antena<sup>3</sup>(m):** 1,204  
**Ângulo de Elevação(graus):** 10,000  
**Resíduos da pseudodistância(m):** 0,96 GPS  
**Resíduos da fase da portadora(cm):** 1,57 GPS

337

2015

Estação Vista Alegre 1680.0002 Obj LRU-5  
0000

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (8 a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-1° 07' 52,8397"	-56° 03' 16,8886"	-8,90	9874935.161	605173.625	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 07' 52,8339"	-56° 03' 16,8906"	-8,90	9874935.339	605173.563	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,003	0,005	0,009			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-22,23					
Altitude Ortométrica (m)	13,33					

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

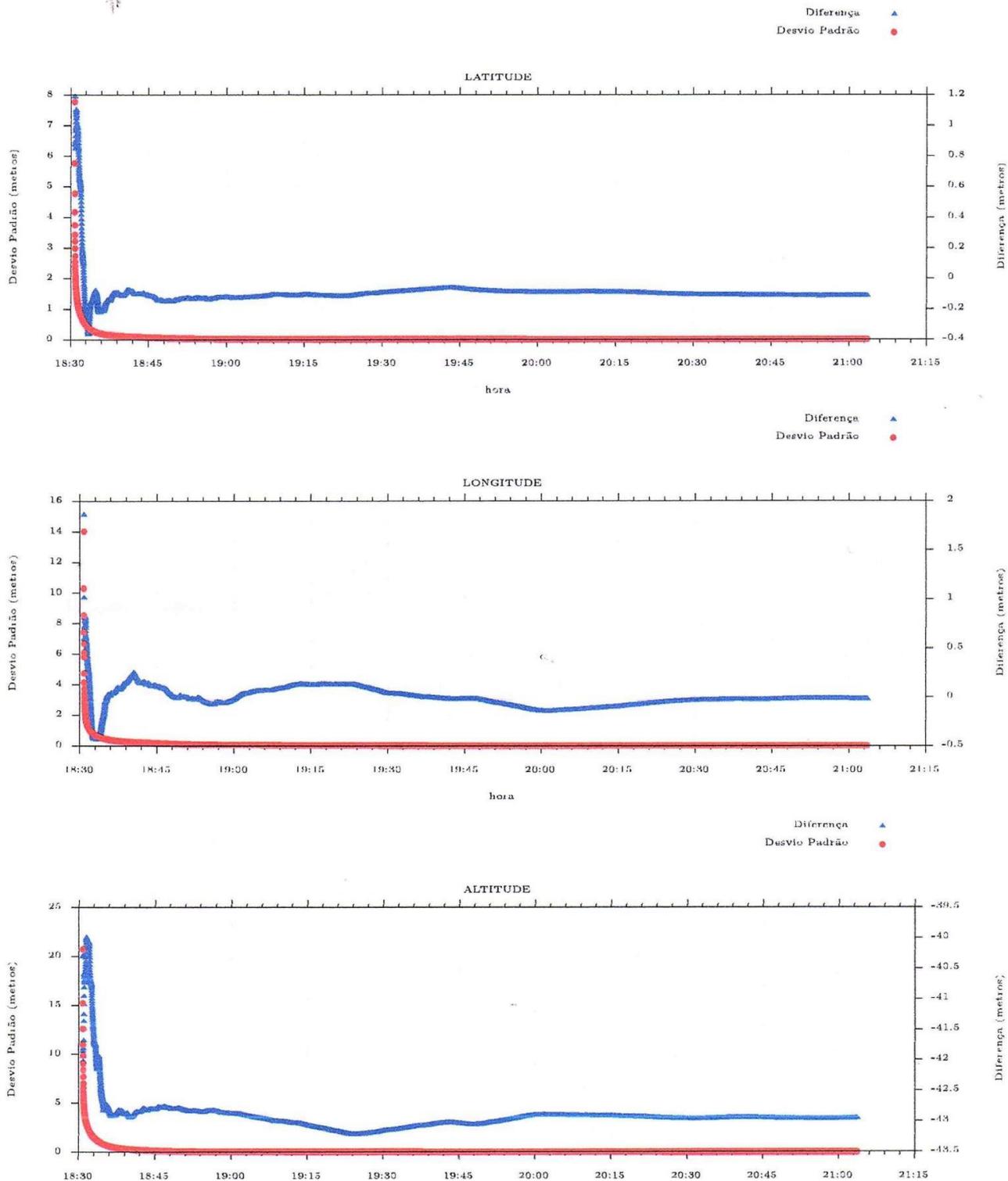
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181.  
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GSRF-PPP desenvolvido pelo Geomatic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00063370.150

Vista Alegre  
1680.000Z  
RN-5 Comj-1  
2015





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2016/07/29 20:23:10,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2016/07/30 12:03:40,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NOV702GGL_1.01 NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	2,000
Sigma da portadora(m):	0,015
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,271
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,15 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,18 GPS

211/212 2016

Estação Vista Alegre 1680.0002 Conj. 1 RM-5  
0000

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>	-1° 07' 52,8386"	-56° 03' 16,8907"	-8,89	9874935.194	605173.560	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 07' 52,8325"	-56° 03' 16,8927"	-8,89	9874935.382	605173.498	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,003	0,005			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-22,23					
Altitude Ortométrica (m)	13,34					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

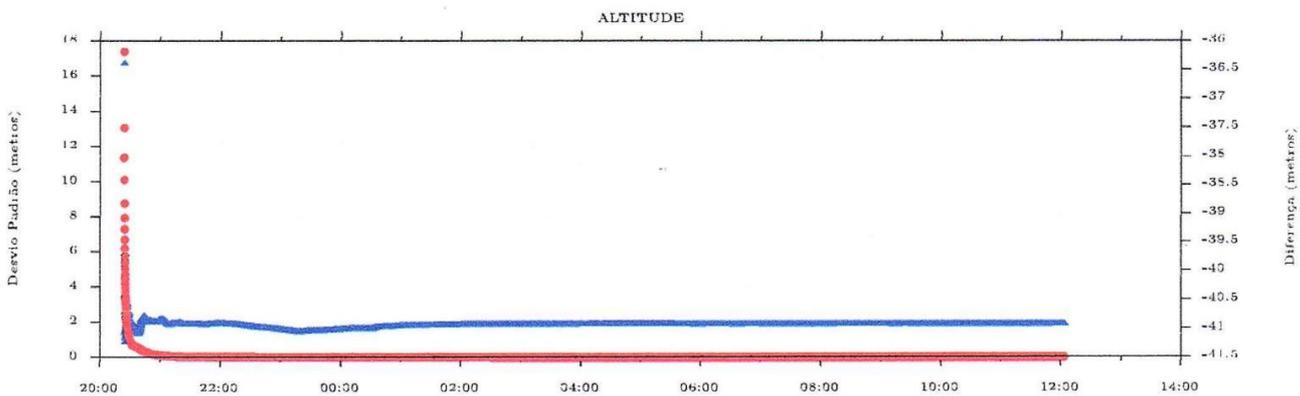
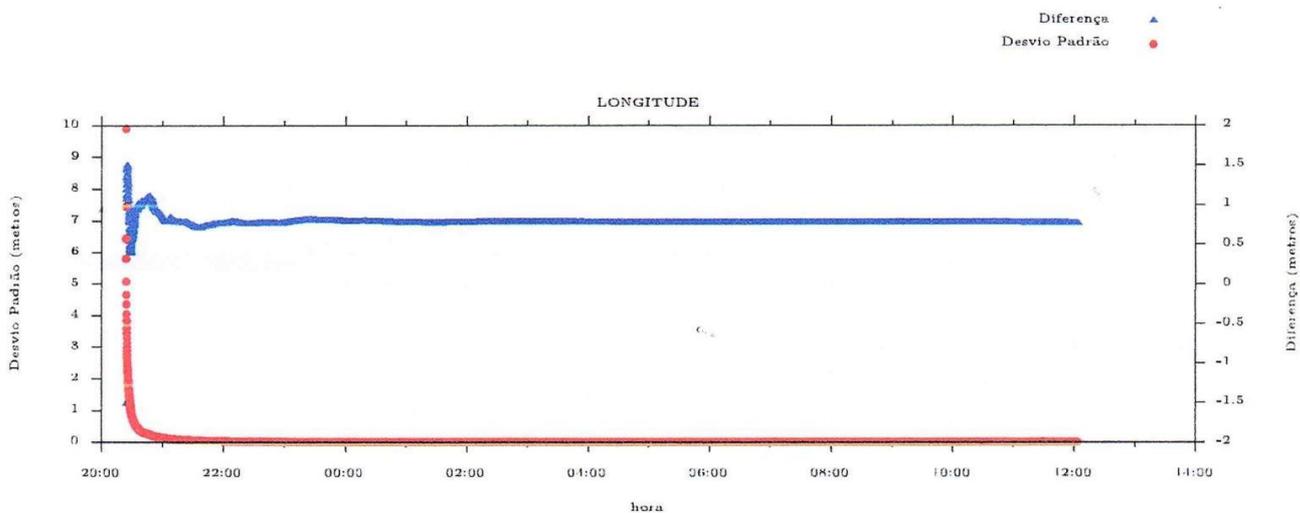
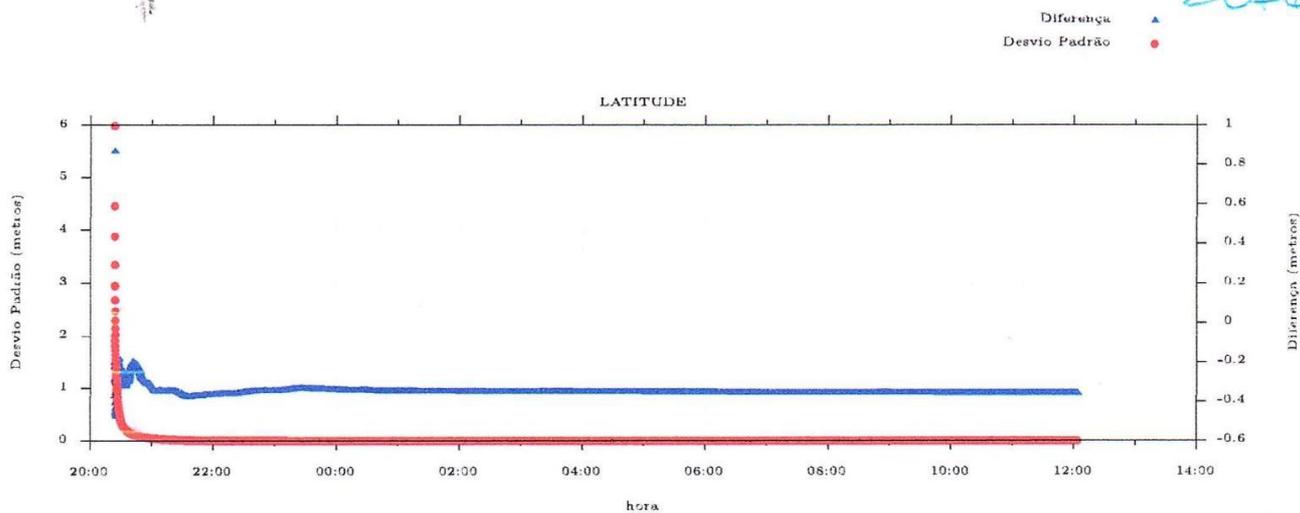
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Vista Alegre  
Camj-1  
1680.0002  
RN-5  
2016

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
30062110PPP5.160





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2017/12/12 12:53:25,00	1346
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2017/12/12 16:10:35,00	
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO	2017
Observação processada:	CÓDIGO & FASE	
Modelo da Antena:	NOV702GGL_1.01 NONE	
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL	
Frequência processada:	L3	
Intervalo do processamento(s):	5,00	
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000	
Sigma da portadora(m):	0,010	
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,316	
Ângulo de Elevação(graus):	10,000	
Resíduos da pseudodistância(m):	1,14 GPS 1,29 GLONASS	
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,84 GPS 0,98 GLONASS	

Estação Vista Alegre Conj. 1 1680.000 2 000 0 RIV-5

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>	-1° 07' 52,8392"	-56° 03' 16,8904"	-8,85	9874935.176	605173.569	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 07' 52,8326"	-56° 03' 16,8926"	-8,85	9874935.379	605173.501	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,006			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-22,23					
Altitude Ortométrica (m)	13,38					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

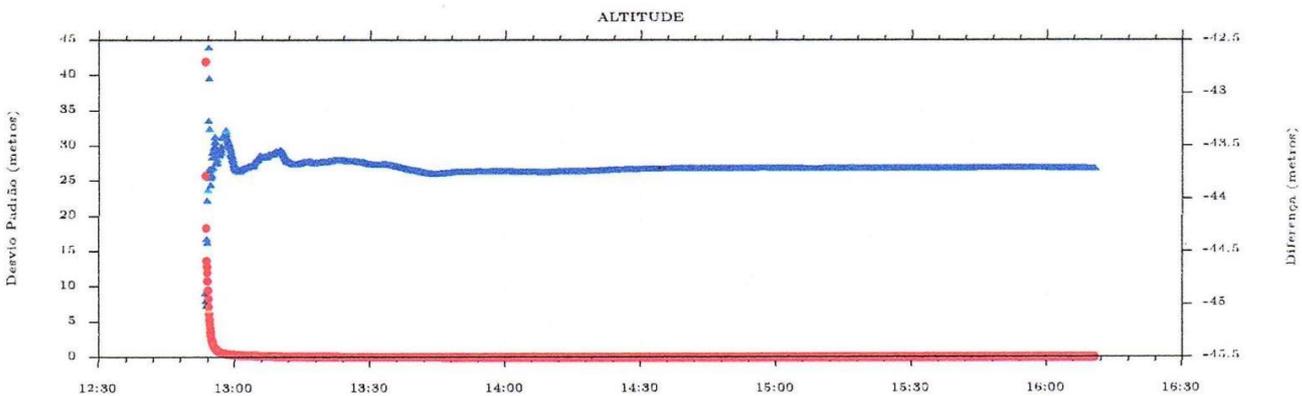
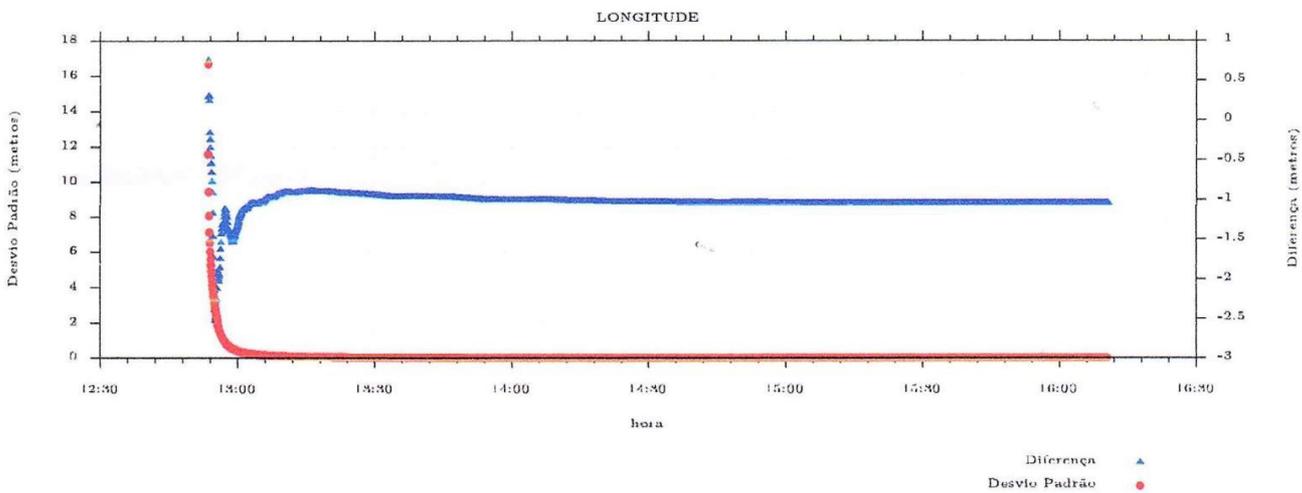
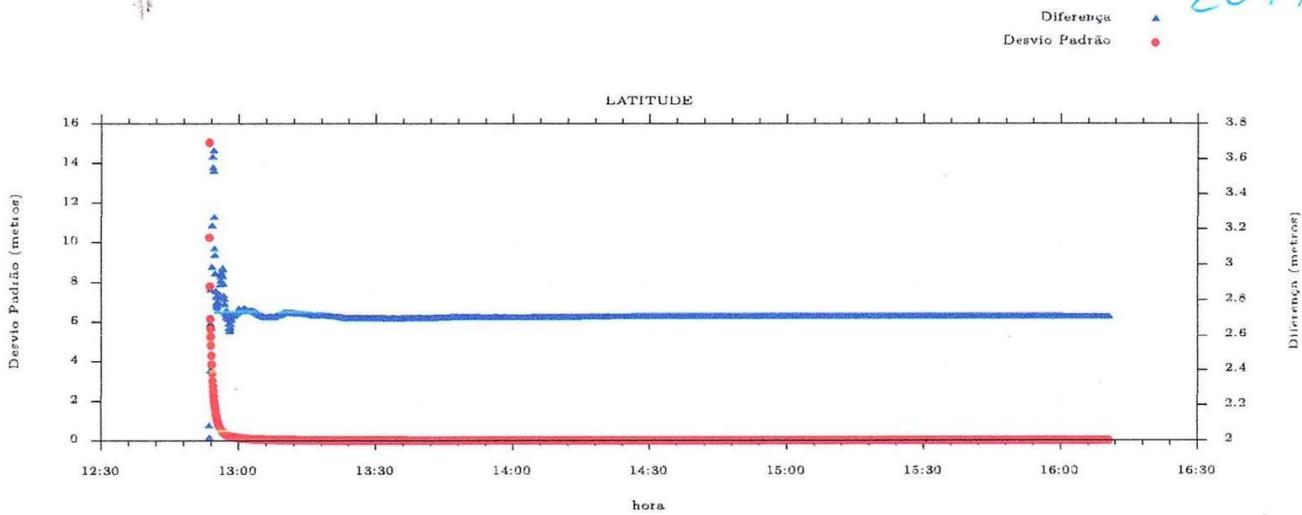
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00263460.ppp5.170

Vista Alegre Conj. 1  
1680.0000  
RN-5  
2017





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/18 19:11:18,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/18 22:39:12,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GG NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 3,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,215  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,52 GPS 1,75 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,03 GPS 1,03 GLONASS

169

2018

Estação Vista Alegre Conj. 1 1680.0002  
0000

RII-5

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>	-1° 07' 52,8395"	-56° 03' 16,8897"	-8,96	9874935.167	605173.591	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 07' 52,8327"	-56° 03' 16,8920"	-8,96	9874935.376	605173.520	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,004	0,007			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-22,23					
Altitude Ortométrica (m)	13,27					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

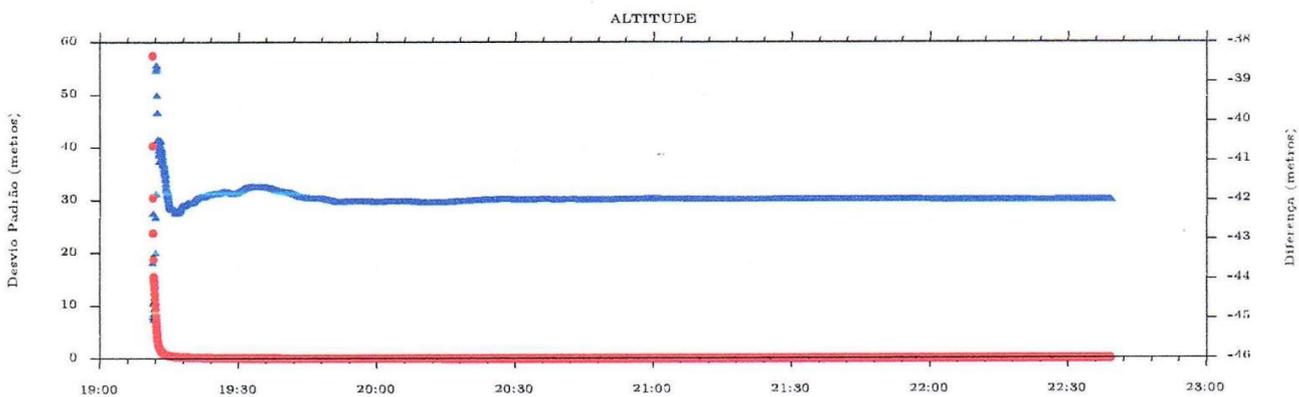
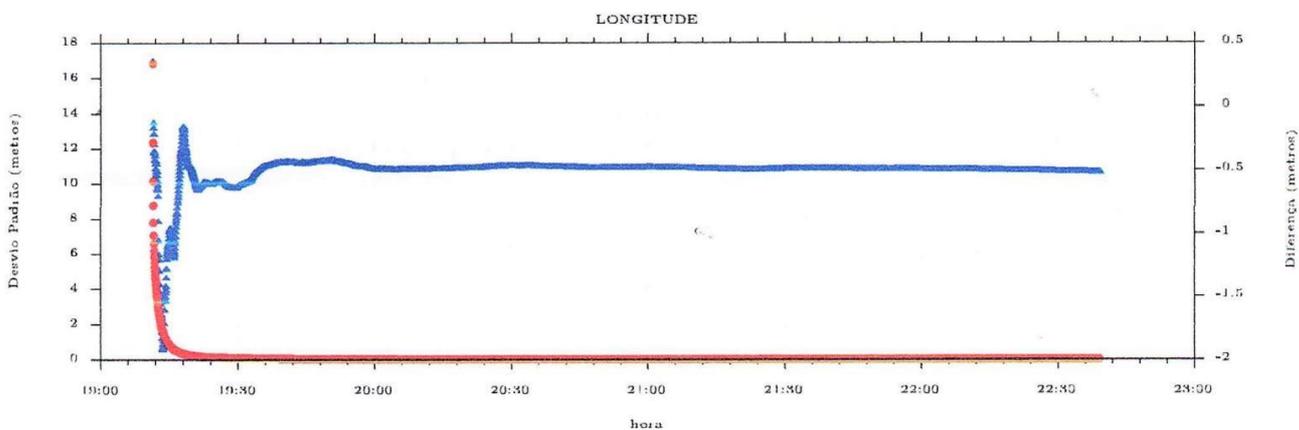
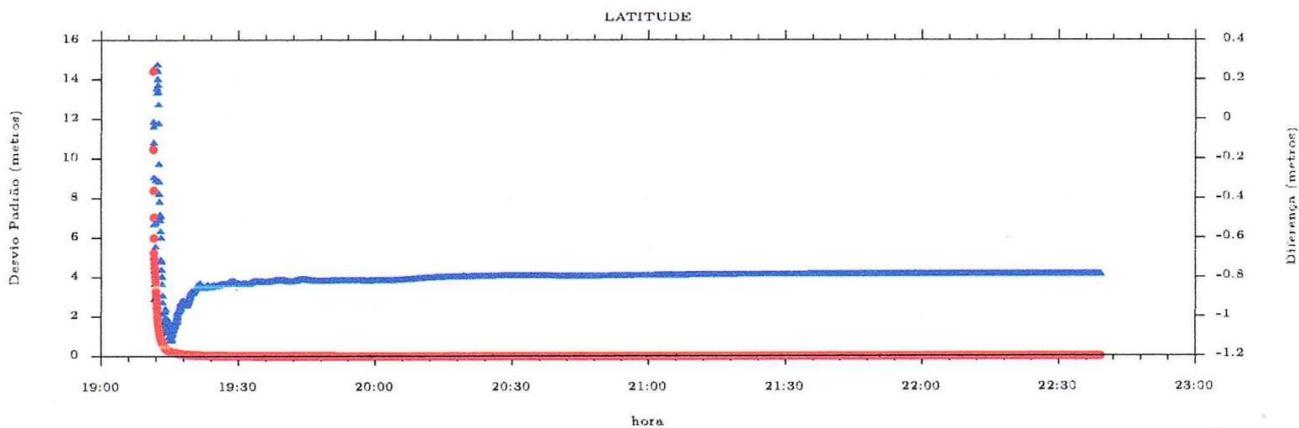
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.  
 Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181.  
 Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

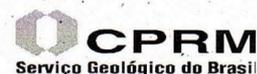
Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
30141690 ppp3.180

Vista Alegre Conj-1  
1680.0002  
RN-5  
2018

Diferença ▲  
Desvio Padrão ●



## ANEXO I – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> ORIXIMINÁ		<b>TIPO:</b> FT		<b>CÓDIGO:</b> 16900000	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica			<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b> 16700000 - RIO TROMBETAS		<b>UF:</b> PA		<b>MUNICÍPIO:</b> Oriximiná	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA			<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 133.930Km²			<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 101°46'11" <b>LONG.:</b> 055°52'04"		<b>INST.:</b>		<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>		<b>INST.:</b>		<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>		<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>	
<b>ESTAÇÃO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DATA DA INSTALAÇÃO</b>	<b>DATA DA EXTINÇÃO</b>	<b>ENTIDADE</b>	
FLUVIOMÉTRICA	F	28/07/68		Hidrologia S.A	
FLUVIOGRÁFICA	FR				
SEDIMENTOMÉTRICA	S				
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q				
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>			
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem esquerda do rio Trombetas, no trapiche Municipal de Oriximiná, em frente a rua 24 de dezembro					
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém, aproximadamente 12 horas de viagem					
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LÂNCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>					
<b>MARGEM:</b> Esquerda					
<b>RÉGUAS:</b> 3 Lânces de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira					
1° lance 000/300 cm					
2° lance 300/500 cm					
3° lance 500/900 cm					
RRNN: RN 7 9.177mm calota de alumínio fixada na calçada em frente ao trapiche					
RN 8 9.127mm calota de alumínio fixada na calçada em frente ao trapiche					
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b>					
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>					

**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:**

**POTOMOGRAFIA:** O rio trombetas afluente pela margem esquerda do rio Amazonas, é formado pelos rios Poana e Anamu, que nascem na serra do Acaraí na divisa do Brasil com a Guiana. Tem como principais afluentes os rios Cachorro e Mapuera, pela margem direita e o rio Erepec

**POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:**

MONTANTE:

JUSANTE:

**CARACTERÍSTICA DO TRECHO:**

Regime:

- Perene    Intermitente  
 Efêmero

Conformação:

- Retilíneo    Anastomosado  
 Curvo    Meandrante

Leito

- Regular    Irregular

**NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:**

NATUREZA:

ME: Rochosa sem vegetação

MD:

INCLINAÇÃO:

ME: Alta

MD:

**NATUREZA DO LEITO:** Arenoso

**CONTROLE:** Canal

**LOCALIZAÇÃO:**
**DISTÂNCIA (m):**
**COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):**
 MARGEM DIREITA

 MARGEM ESQUERDA

**OBSERVADOR:**
**NOME:** Francelino de Oliveira Correa

**PROFISSÃO:** zelador

**GRAU DE INSTRUÇÃO:** 2° grau

**ENDEREÇO:** Av. Independência 2504

**FONE:** 93-91336048

**BAIRRO:** Centro

**CEP:** 68270-000

**CIDADE:** Oriximiná

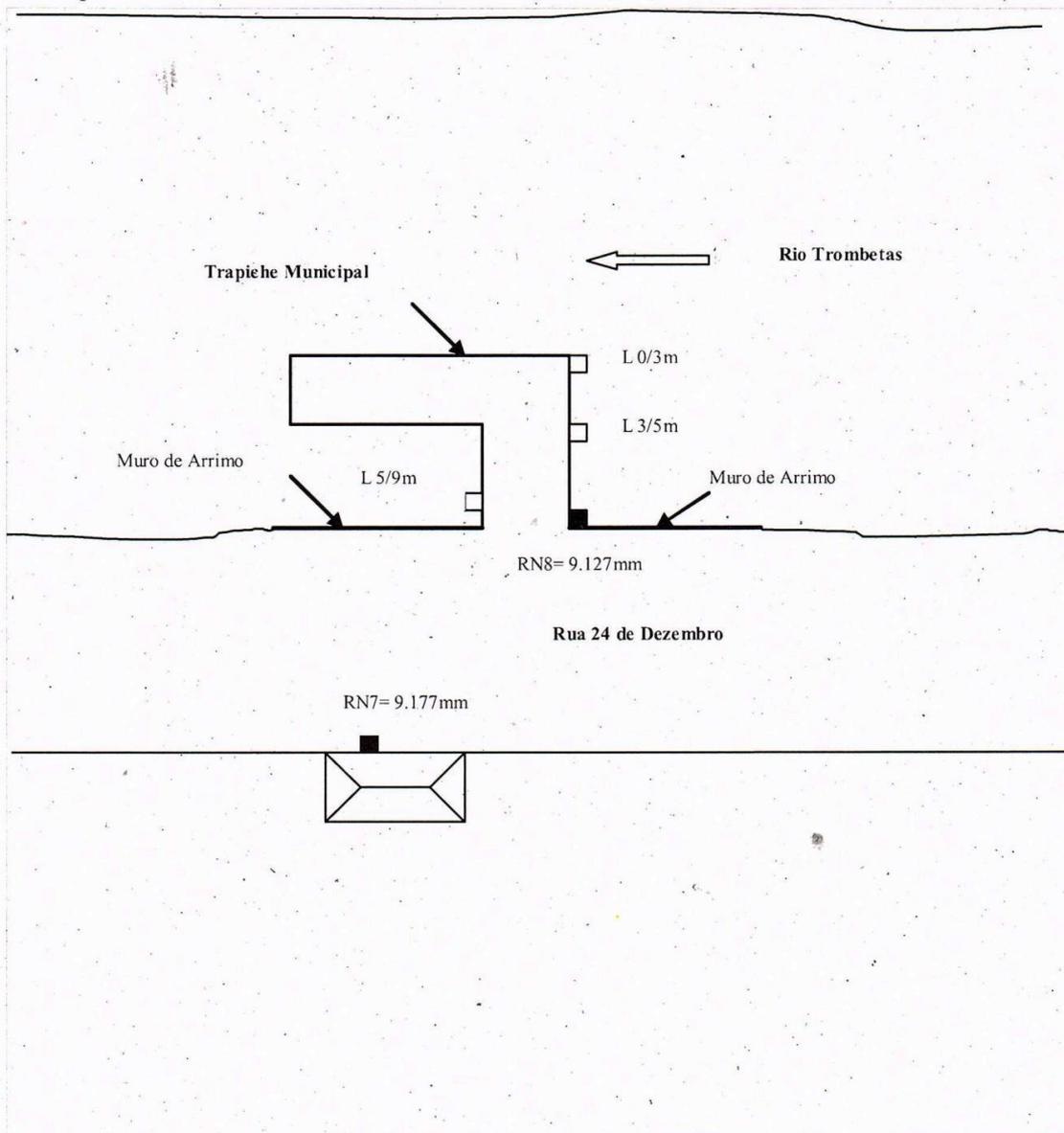
**ESTADO:** PA

**DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):** 2.000m

**MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:**
**DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):**
**OBSERVAÇÃO:**
**NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR**
**NOME:** seu pai, Mario de Matos Correia

**ENDEREÇO:** Mesmo

**FONE:**
**BAIRRO:**
**CEP:**
**CIDADE:**
**ESTADO:**
**OBSERVAÇÕES:**

**CROQUI:**

## ANEXO J – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

## Sumário do Processamento do marco: 00263300

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/26 13:52:22,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/26 17:33:37,00 )GMT )333  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,620  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,69 GPS 0,55 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,39 GPS 0,63 GLONASS

2015

Estação Oximiná 1690.0000 RN-8

## 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>	-1° 46' 12,1369"	-55° 52' 06,1070"	-8,34	9804318.592	625871.400	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 46' 12,1310"	-55° 52' 06,1090"	-8,34	9804318.773	625871.339	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,005	0,010			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-20,72					
Altitude Ortométrica (m)	12,38					

## Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

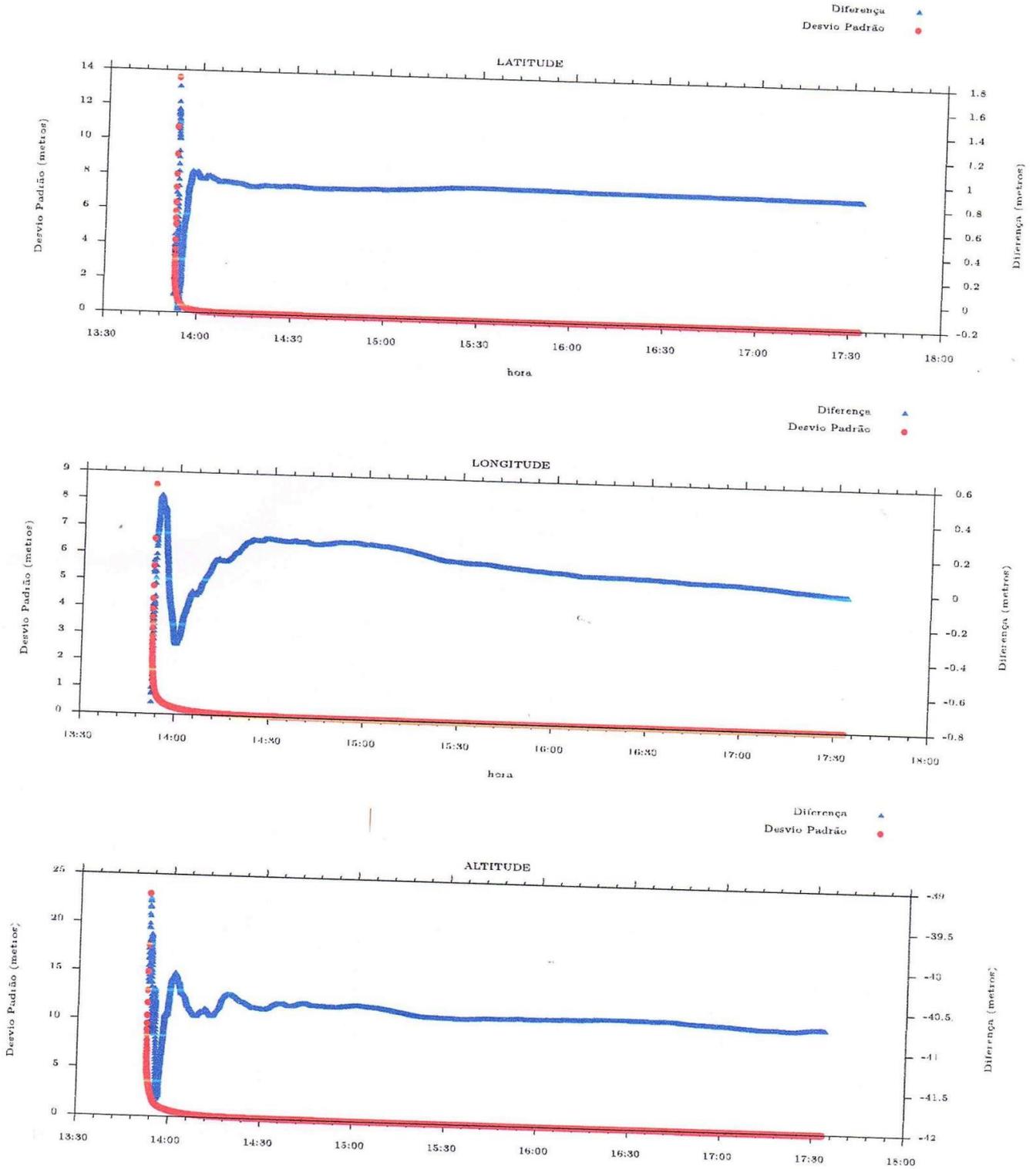
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7210181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
09263300.150

*Quiximimã*  
*4690.0000*  
*RN-8*  
*2015*





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2016/07/28 13:29:12,00	)210
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2016/07/28 17:56:45,00	
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO	
Observação processada:	CÓDIGO & FASE	
Modelo da Antena:	NOV702GGL_1.01 NONE	
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL	
Frequência processada:	L3	
Intervalo do processamento(s):	3,00	2016
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	2,000	
Sigma da portadora(m):	0,015	
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,607	
Ângulo de Elevação(graus):	10,000	
Resíduos da pseudodistância(m):	1,71 GPS 0,72 GLONASS	
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,77 GPS 0,42 GLONASS	

Estação Quiximimá 1690,0000 RN-8

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>	-1° 46' 12,1388"	-55° 52' 06,1056"	-8,56	9804318.533	625871.443	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 46' 12,1327"	-55° 52' 06,1077"	-8,56	9804318.721	625871.379	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,008	0,011			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-20,72					
Altitude Ortométrica (m)	12,16					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

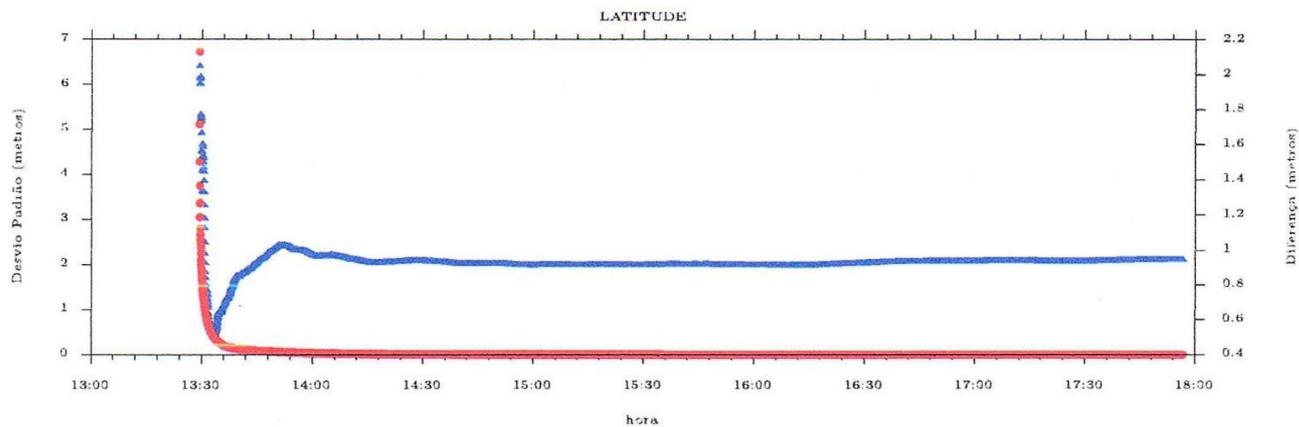
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

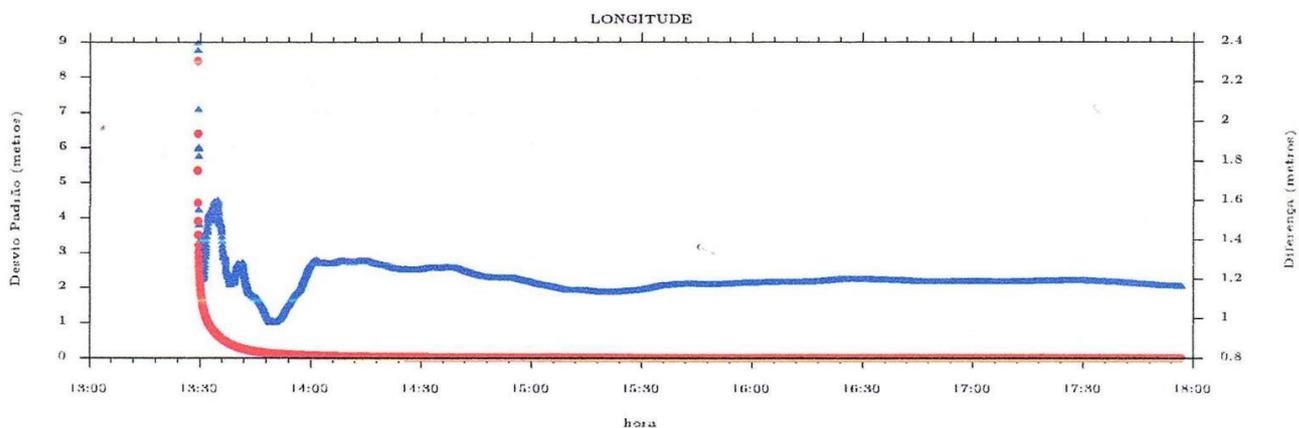
Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
 PPP3 262103.160

*Duximina*  
 1690.0000  
 RV-8  
 2016

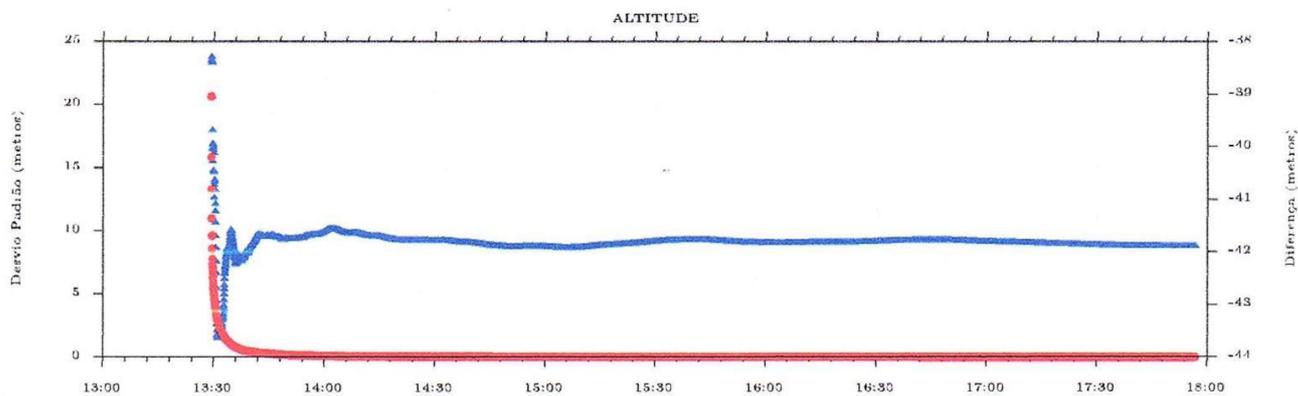
Diferença ▲  
 Desvio Padrão ●



Diferença ▲  
 Desvio Padrão ●



Diferença ▲  
 Desvio Padrão ●





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/13 11:43:55,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/13 14:35:50,00 )GMT) 347  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE 2017  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 5,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,606  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,53 GPS 1,35 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,14 GPS 1,19 GLONASS

Estação Quiximimá 1690.0000 RN-8

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>	-1° 46' 12,1381"	-53° 52' 06,1073"	-8,40	9804318.555	625871.391	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 46' 12,1314"	-53° 52' 06,1096"	-8,40	9804318.761	625871.320	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,003	0,008	0,011			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-20,72					
Altitude Ortométrica (m)	12,32					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

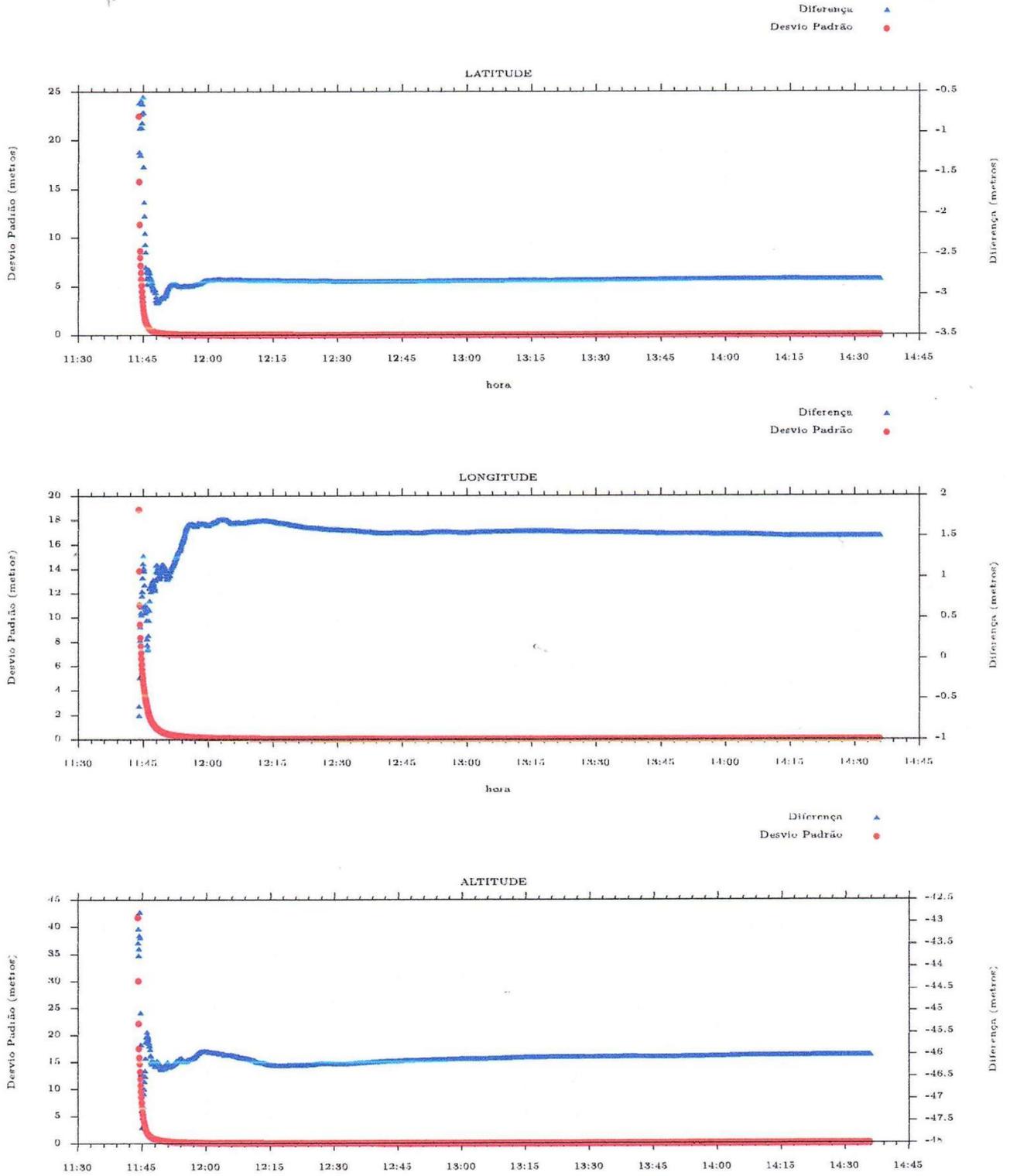
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Oriximiná  
1690.0000  
RN-8  
2017

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
03263470.ppp5.170





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/19 20:13:52,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/19 23:31:02,00 )GMT) 170  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GG NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,673  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 2,10 GPS 1,83 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,12 GPS 1,01 GLONASS

2018

Estação Oxiximiná 1690-0000 RU-8

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>	-1° 46' 12,1370"	-55° 52' 06,1074"	-8,42	9804318.589	625871.388	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 46' 12,1301"	-55° 52' 06,1097"	-8,42	9804318.801	625871.317	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,004	0,006			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-20,72					
Altitude Ortométrica (m)	12,30					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

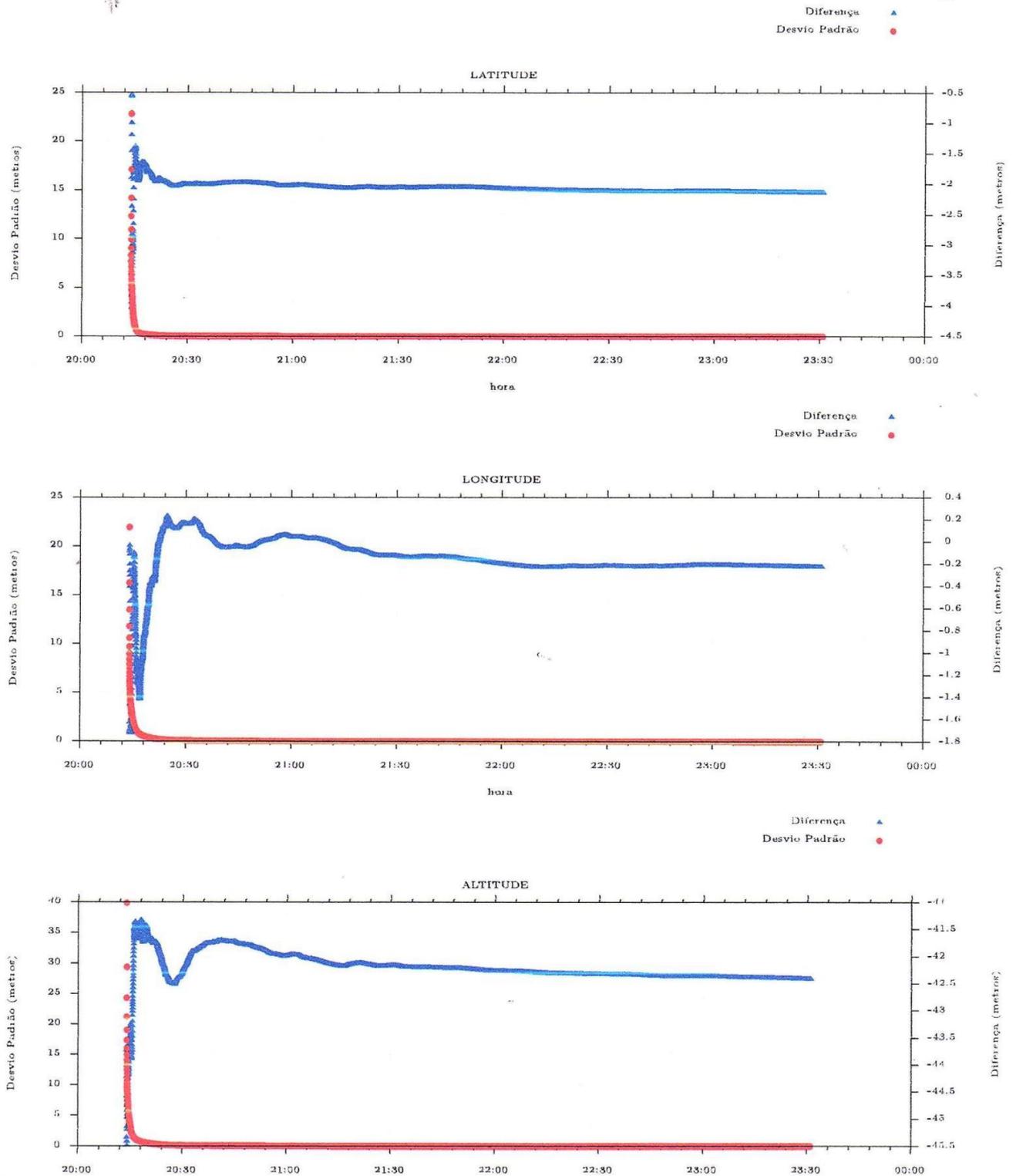
<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Oriximiná  
1690.0000  
RN-8  
2018

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00141700.180



## ANEXO L – FICHAS DESCRITIVAS DE ESTAÇÃO NO CURSO DA ÁGUA

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO NO  
CURSO DA ÁGUA

<b>ESTAÇÃO:</b> ÓBIDOS - ME		<b>TIPO:</b> Fr	<b>CÓDIGO:</b> 17050001	
<b>REGIÃO HIDROGRÁFICA:</b> Amazônica		<b>BACIA:</b> Rio Amazonas		
<b>RIO:</b> 17001000		<b>UF:</b> PA	<b>MUNICÍPIO:</b> Óbidos	
<b>ENTIDADE COORDENADORA:</b> ANA		<b>ENTIDADE OPERADORA:</b> CPRM/BE		
<b>ÁREA DE DRENAGEM (Km²):</b> 4680000Km²		<b>DRENAGEM GERAL:</b> Oceano Atlântico		
<b>LAT.:</b> 01°55'09"	<b>LONG.:</b> 055°30'47"	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	
<b>ALT.(m):</b>	<b>INST.:</b>	<b>DATUM:</b>	<b>REF. CART.:</b> GPS	
<b>FOLHA:</b>	<b>ESCALA:</b>		<b>ANO:</b>	
ESTAÇÃO	TIPO	DATA DA INSTALAÇÃO	DATA DA EXTINÇÃO	ENTIDADE
FLUVIOMÉTRICA	F	22/02/68		DNAEE
FLUVIOGRÁFICA	FR	29/01/82		CPRM
SEDIMENTOMÉTRICA	S	27/02/79		CPRM
QUALIDADE DAS ÁGUAS	Q	21/03/75		CPRM
<b>ESTAÇÃO TELEMÉTRICA:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<b>DATA DA INSTALAÇÃO:</b>		
<b>LOCALIZAÇÃO:</b> À margem esquerda do rio Amazonas no porto de Óbidos				
<b>ACESSIBILIDADE:</b> Fluvial, a partir de Santarém aproximadamente 10 horas de viagem.				
<b>DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO (RÉGUAS, LANCES, RRNN, SM, SR, PI, PF, etc.):</b>				
<b>MARGEM:</b> Esquerda				
<b>RÉGUAS:</b> 3 Lances de réguas metálicas de alumínio fixadas em suporte de madeira				
	1° lance	-100/000 cm		
	2° lance	000/100 cm		
	3° lance	100/400 cm		
	4° lance	400/800 cm		
<b>RRNN:</b> RN 8 8.115mm calota de alumínio fixada na calçada do galpão				
RN 7 8.238mm calota de alumínio fixada na calçada do galpão				
<b>SEÇÃO MEDIDORA:</b>				
<b>PROCESSOS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA:</b>				

**INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:**

**POTOMOGRAFIA:** O rio Amazonas nasce na Cordilheira dos Andes (território peruano), atravessa no sentido oeste-leste os Estados do Amazonas e Pará e desemboca no oceano Atlântico. Sua bacia hidrográfica, a mais vasta do globo mede 5,8 milhões de Km<sup>2</sup>, dos quais 4,8 milhão

**POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:**

MONTANTE:

JUSANTE:

**CARACTERÍSTICA DO TRECHO:**

Regime:

- Perene     Intermitente  
 Efêmero

Conformação:

- Retilíneo     Anastomosado  
 Curvo     Meandrante

Leito

- Regular     Irregular

**NATUREZA E INCLINAÇÃO DAS MARGENS:**

**NATUREZA:**

- ME: Arenosa com vegetação rasteira  
MD: Arenosa com vegetação rasteira

**INCLINAÇÃO:**

- ME: Baixa  
MD: Baixa

**NATUREZA DO LEITO:** Arenoso

**CONTROLE:** Canal

**LOCALIZAÇÃO:**

**DISTÂNCIA (m):**

**COTA DE TRANSBORDAMENTO (cm):** 762

MARGEM DIREITA

MARGEM ESQUERDA

**OBSERVADOR:**

**NOME:** Eder Queiroz da Cruz

**PROFISSÃO:** Comerciante

**GRAU DE INSTRUÇÃO:** 5ª série

**ENDEREÇO:** rua Justo Chermon nº 7

**FONE:** 093 - 35472198

**BAIRRO:** Centro

**CEP:** 68250-000

**CIDADE:** Óbidos

**ESTADO:** PA

**DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA ATÉ A ESTAÇÃO (m):** 150m

**MEIO DE COMUNICAÇÃO MAIS PRÓXIMO DA CASA DO OBSERVADOR:**

**DISTÂNCIA DA CASA DO OBSERVADOR (m):**

**OBSERVAÇÃO:**

**NA AUSÊNCIA DO OBSERVADOR PROCURAR POR**

**NOME:** Maria Percilio da Silva (esposa)

**ENDEREÇO:** mesmo

**FONE:**

**BAIRRO:**

**CEP:**

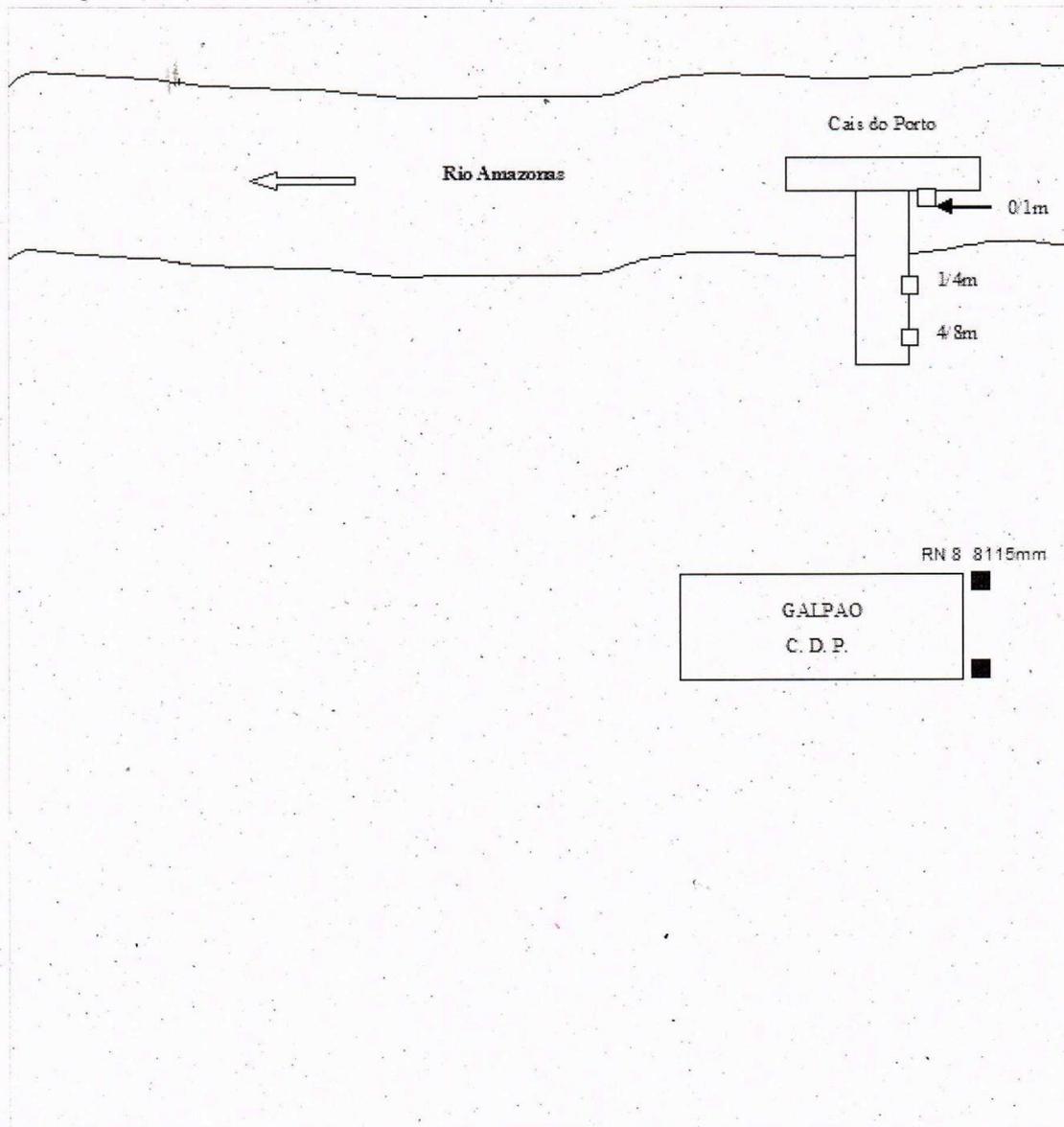
**CIDADE:**

**ESTADO:**

**OBSERVAÇÕES:**

FLUVIOGRÁFO: Linígrafo STEVENS, TIPO A-71, instalado na margem direita sobre mesa adequada (cota 16.285mm) de compensado naval (25mm) no interior de cabine linigráfica metálica de 1m de diâmetro e 2m de altura, chumbada sobre poço tranquilizador constitui

**CROQUI:**



## ANEXO M – RELATÓRIOS DOS POSICIONAMENTOS POR PONTO PRECISO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

### Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/23 21:48:25,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2015/11/24 01:28:50,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NÃO DISPONÍVEL  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> RÁPIDA  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 5,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,602  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,62 GPS 0,57 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 0,99 GPS 0,58 GLONASS

= 327/328  
2015

Estação O'bitos M.E. 1705.0001 RN-6 = 8,033 m

### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (P a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-1° 55' 10,2071"	-55° 30' 48,3479"	-10,11	9787764.703	665344.460	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 55' 10,2012"	-55° 30' 48,3499"	-10,11	9787764.884	665344.399	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,003	0,012	0,019			
Modelo Geoidal	MAPGEO2010					
Ondulação Geoidal (m)	-21,24					
Altitude Ortométrica (m)	11,13					

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

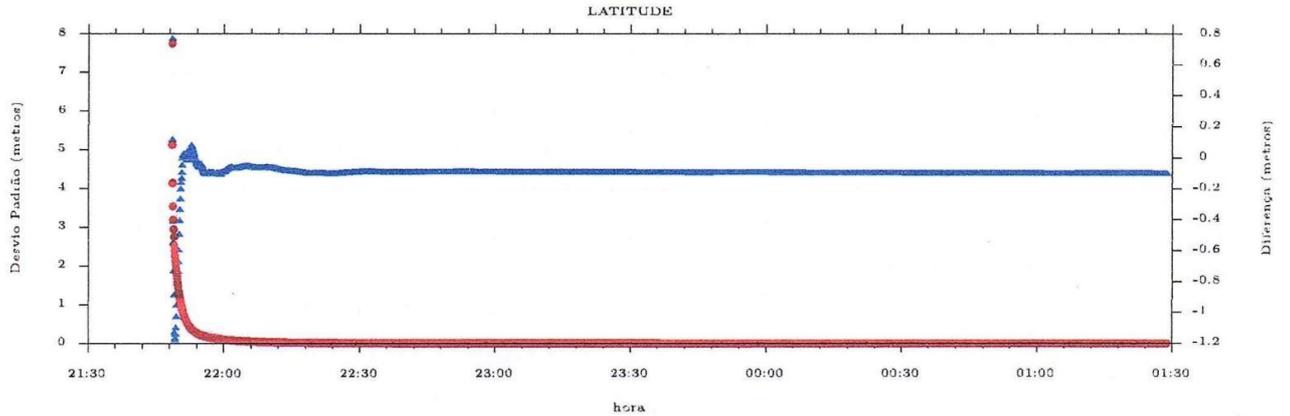
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento GRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

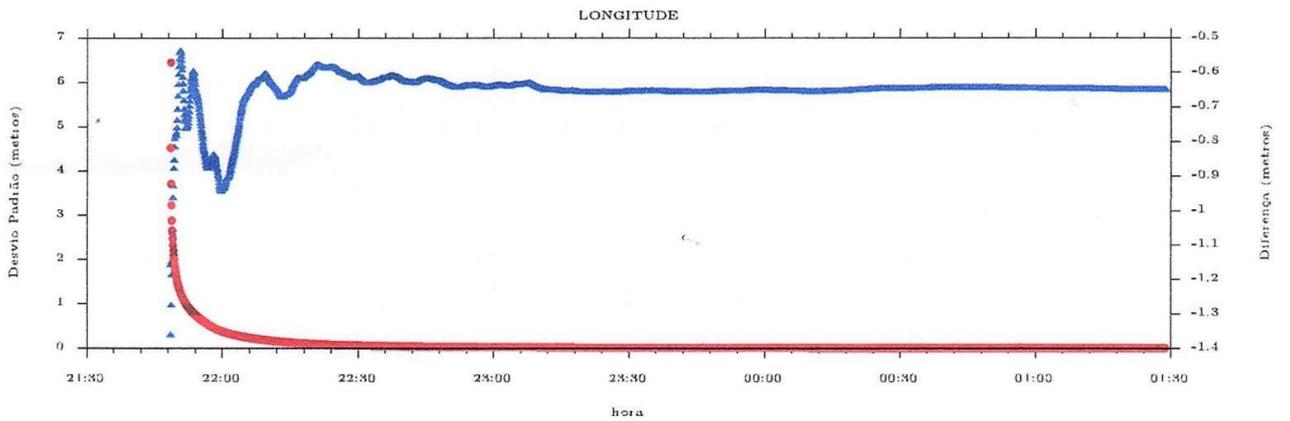
Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00263270p.150

Óbidos M.E.  
1705.0001  
RN-6  
2015

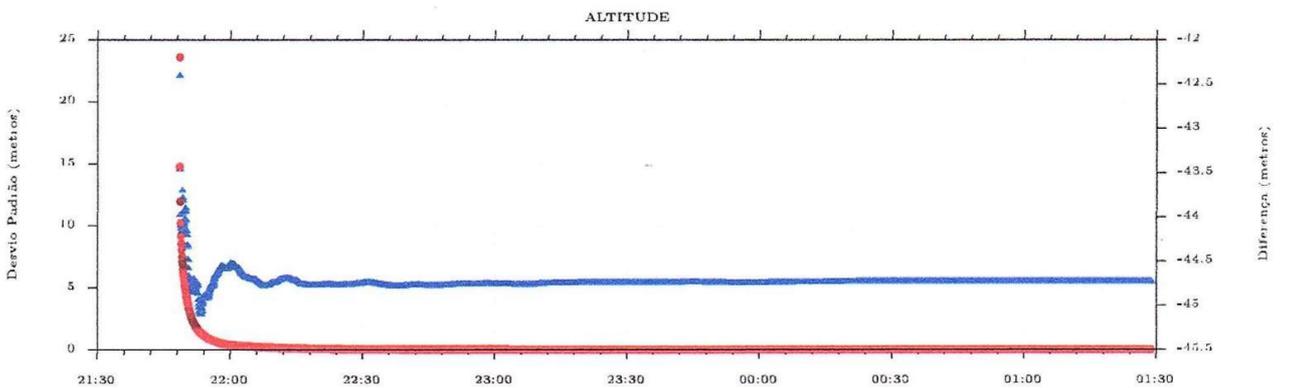
Diferença ▲  
Desvio Padrão ●



Diferença ▲  
Desvio Padrão ●



Diferença ▲  
Desvio Padrão ●





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/05 22:56:42,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2016/08/06 02:51:15,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 3,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 2,000  
 Sigma da portadora(m): 0,015  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,666  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,58 GPS 0,67 GLONASS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 1,03 GPS 0,53 GLONASS

= 218/219

2016

Estação O'bitos M.E. 1705.0001

RN-6 = 8,033 m

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>	-1° 55' 10,2078"	-53° 30' 48,3465"	-10,25	9787764.681	665344.503	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 55' 10,2017"	-53° 30' 48,3486"	-10,25	9787764.868	665344.439	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,008	0,007			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,39					
Altitude Ortométrica (m)	11,14					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,450	1,000	0,030	0,050
Após 2 horas	0,300	0,800	0,015	0,025
Após 4 horas	0,200	0,500	0,006	0,015
Após 6 horas	0,180	0,400	0,004	0,010

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

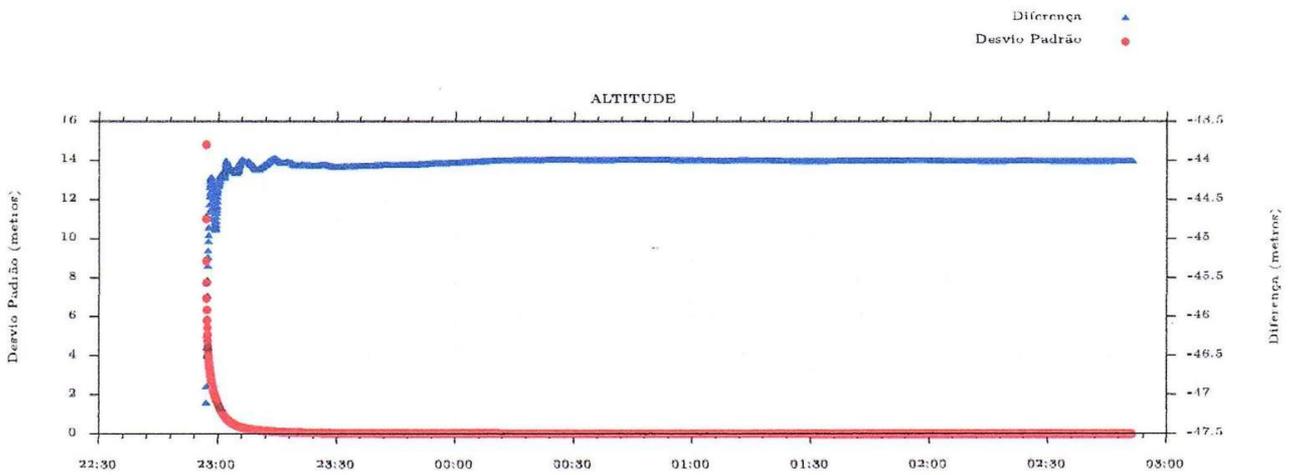
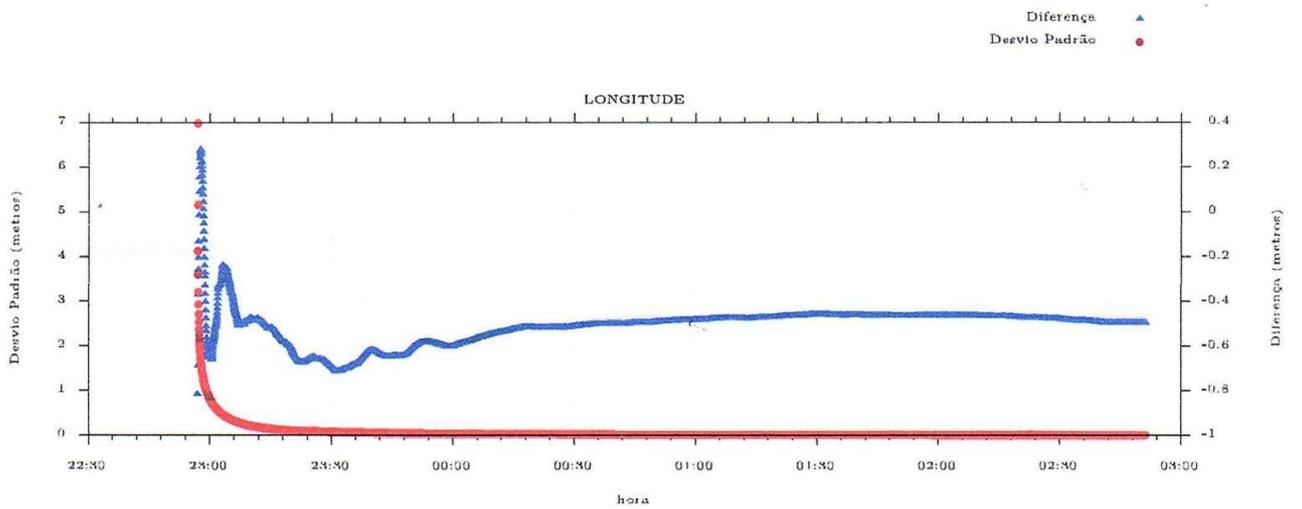
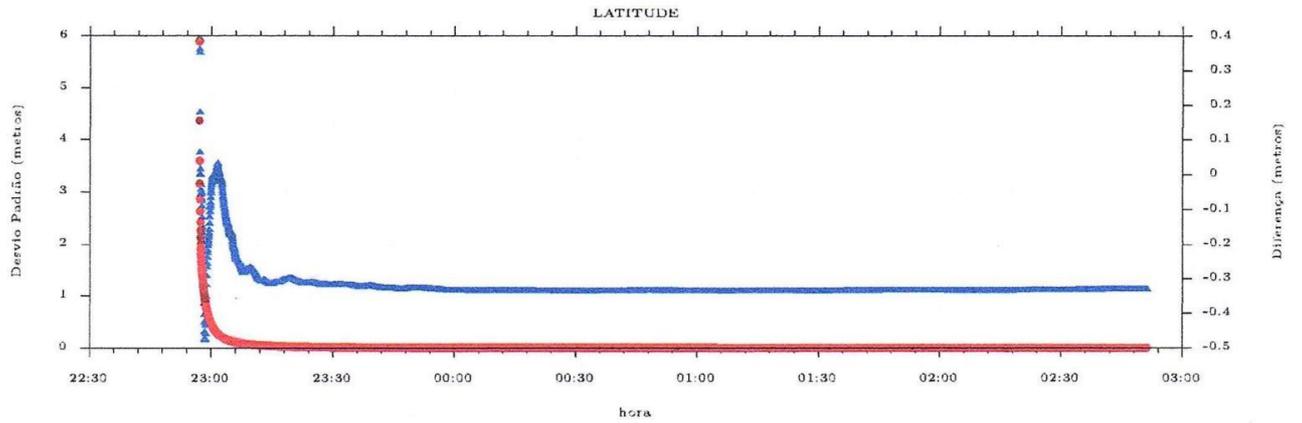
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
 PPP3 262183.160

Obidos M.E.  
 1705.0001  
 RN-6  
 2016

Diferença ▲  
 Desvio Padrão ●





Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/15 12:10:40,00  
 Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2017/12/15 15:22:46,00  
 Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO  
 Observação processada: CÓDIGO & FASE  
 Modelo da Antena: NOV702GGL\_1.01 NONE  
 Órbitas dos satélites:<sup>1</sup> FINAL  
 Frequência processada: L3  
 Intervalo do processamento(s): 1,00  
 Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m): 5,000  
 Sigma da portadora(m): 0,010  
 Altura da Antena<sup>3</sup>(m): 1,675  
 Ângulo de Elevação(graus): 10,000  
 Resíduos da pseudodistância(m): 1,48 GPS  
 Resíduos da fase da portadora(cm): 0,80 GPS

-349

2017

Estação O'bidos M.E. 1705.0001 RN-6 = 8,033m

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>	-1° 55' 10,2073"	-55° 30' 48,3471"	-10,26	9787764.696	665344.485	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 55' 10,2006"	-55° 30' 48,3493"	-10,26	9787764.902	665344.417	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,006	0,006			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,39					
Altitude Ortométrica (m)	11,13					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.

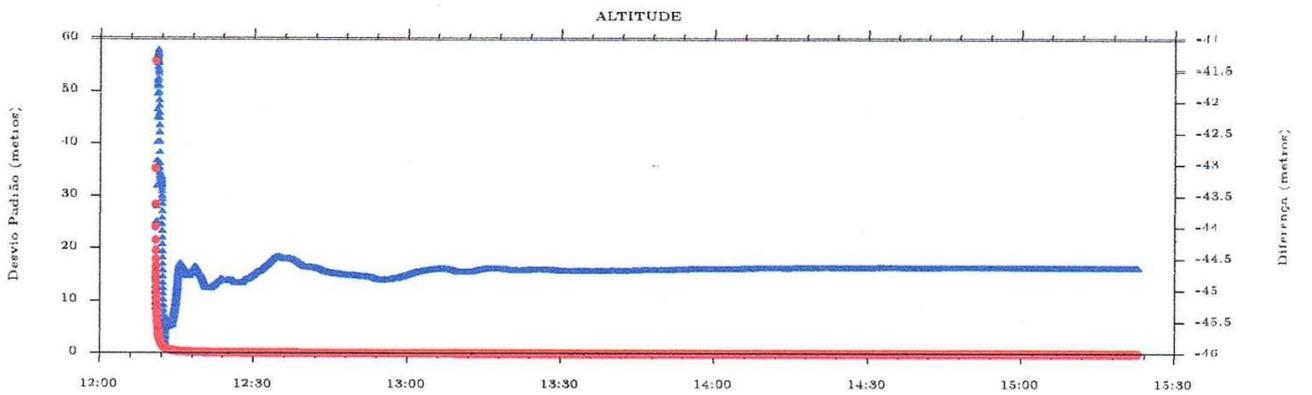
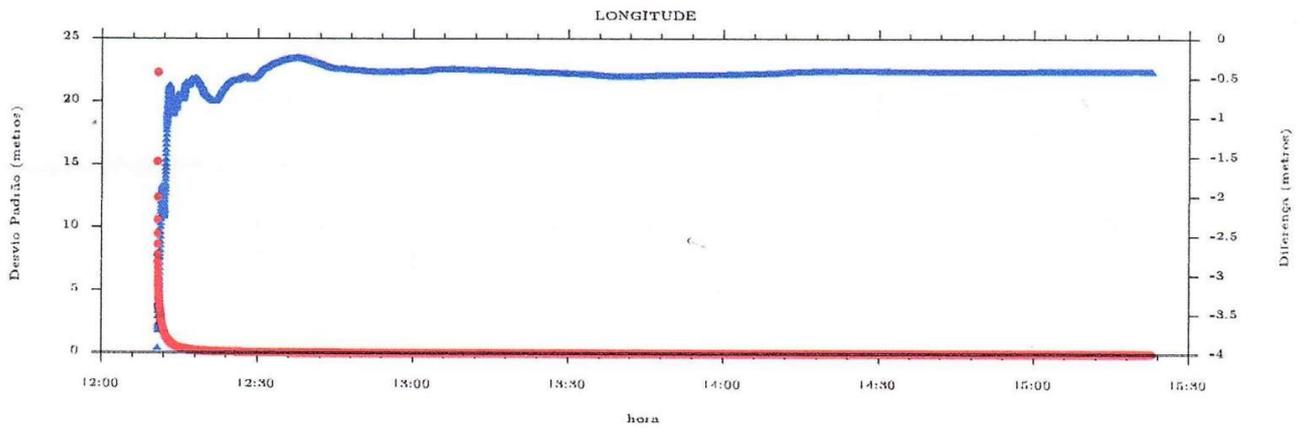
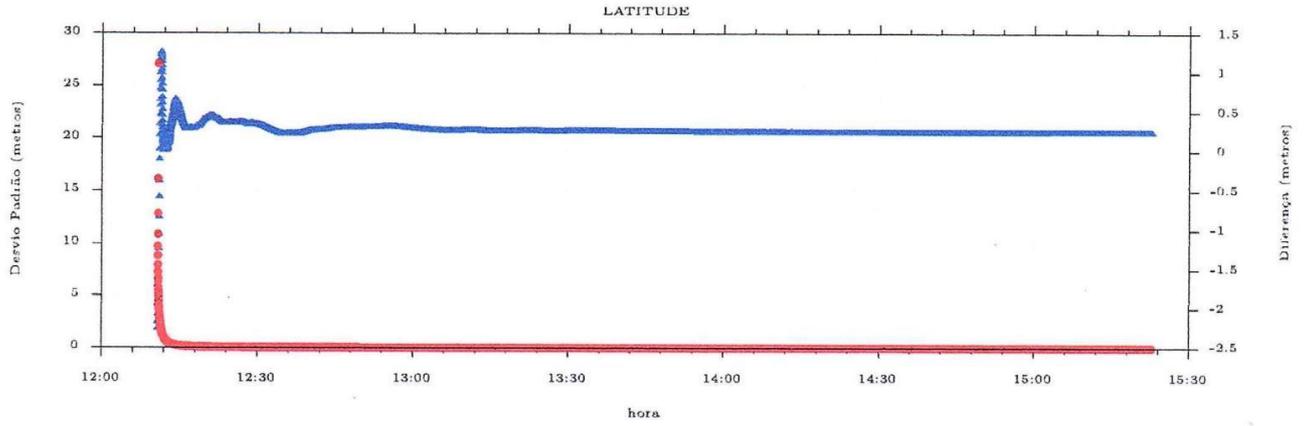
Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN)

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori  
00063491.170

Óbidos M.E.  
1705.0001  
RV-6  
2017

Diferença ▲  
Desvio Padrão ●





## Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

### Sumário do Processamento do marco: N/A

**Início:**AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/10 22:53:52,00  
**Fim:**AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2018/06/11 01:06:59,00  
**Modo de Operação do Usuário:** ESTÁTICO  
**Observação processada:** CÓDIGO & FASE  
**Modelo da Antena:** NOV702GG NONE  
**Órbitas dos satélites:<sup>1</sup>** FINAL  
**Frequência processada:** L3  
**Intervalo do processamento(s):** 1,00  
**Sigma<sup>2</sup> da pseudodistância(m):** 5,000  
**Sigma da portadora(m):** 0,010  
**Altura da Antena<sup>3</sup>(m):** 1,663  
**Ângulo de Elevação(graus):** 10,000  
**Resíduos da pseudodistância(m):** 1,45 GPS 1,84 GLONASS  
**Resíduos da fase da portadora(cm):** 0,87 GPS 0,97 GLONASS

-161

2018

Estação O'bitos M.E. 1705.0001 RN-6=8,033m

### 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>	-1° 55' 10,2076"	-55° 30' 48,3479"	-10,31	9787764.687	665344.460	-57
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-1° 55' 10,2008"	-55° 30' 48,3502"	-10,31	9787764.896	665344.389	-57
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,007			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	-21,39					
Altitude Ortométrica (m)	11,08					

### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.

Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181.

Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Obidos M.E.  
1705.0001  
RN-6  
2018

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Piori  
0014.161.0.180

