



Brookfield Renewable Energy Group

**Atualização da Curva Cota X Área X Volume em atendimento a
Resolução conjunta ANEEL/ANA Nº 03/2010
Usina Hidrelétrica de Itiquira**

Rondonópolis, julho de 2016



Conteúdo

1. Equipe técnica:	3
2. Descrição do Serviço:	4
3. Introdução:	5
4. Objetivos	6
5. Metodologia	6
• Local de amostragem	6
• Potencial de Produção de Sedimentos na bacia (Pss)	7
• Regime de Operação do Reservatório (Ror)	8
• Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (MI)	8
• Determinação do Nível de Criticidade (NC)	9
• Levantamento da área seca	9
• Levantamento das seções de controle	10
• Levantamento das seções topobatimétricas	10
• Definição das altimetria do fundo do leito. MDT	10
• Implantação das Seções de Controle	11
• Transporte de coordenadas	17
• Triangulação por RBMC	19
• Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)	24
• Conclusões sobre o Transporte	26
• Descritivo do transporte de RN	28
• Monografia dos marcos da RGV	29
• Tabela de coordenadas das seções	13
• Seções de controle em negrito	16
• Ondulação Geoidal	29
• Definição de MGL	29
• Imagem drone	30
• Elaboração MDT	31
• GEODATABASE	33
6. Conclusões	34
7. Bibliografia	34
8 Anexos	35
RELATORIO DO IMAGEAMENTO	44



1. Equipe técnica:

Empresa consultora

Valdeci Antonio de Oliveira ME

Mega consultoria, licenciamento e serviços Ambientais

CNPJ: 04844724/0001-72

Inscrição Municipal nº. 1796207

Rua: Paiaçuás, 310 Parque Sagrada Família, 78735-609

Rondonópolis - Mato Grosso

Fone (66) 3422 2349 e 99611 7544

Email: megahidroambiental@gmail.com

Responsável técnico pela empresa:

Dra. Simoni Maria Loverde Oliveira

Bióloga - CRBio-1: 20757/01- D

TRT: 678/01 (Termo de Responsabilidade Técnica - Conselho Regional de Biologia)

Elaboração, execução e responsabilidade técnica do serviço:

Andre Schroeder Salomão

Eng. Agrimensor CREA 120.028.331-7

Valdeci Antônio de Oliveira

Biólogo e Mestrando em Recursos Hídricos

Técnicos de campo e Auxiliares

Equipe de escritório

Técnicos e Auxiliares



2. Descrição do Serviço:

Plano de Trabalho da Atualização curva Cota X Área X Volume da Usina Hidrelétrica de Itiquira

Local do levantamento de campo: Reservatório da UHE Itiquira.

Data do levantamento de campo: setembro a dezembro de 2015.

Contratante: *Brookfield Renewable Energy Group*

Endereço: BR 163, km 48, município de Itiquira, MT



3. Introdução

A construção de uma barragem e a formação de seu reservatório implica em modificações nas condições naturais do corpo d'água a partir da redução na velocidade da corrente e, conseqüentemente, na capacidade de transporte de sedimentos pelo rio, favorecendo sua deposição nos reservatórios que, aos poucos, vão perdendo sua capacidade de armazenar água. O assoreamento de reservatórios está associado aos processos erosivos na medida em que consiste no destino final da quase totalidade dos sedimentos desagregados, removidos e transportados de áreas erodidas no interior de sua bacia vertente (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos carregados pelo curso d'água podem se acumular no compartimento do volume útil do reservatório ou em cotas inferiores, reduzindo seu volume morto e sua vida útil. Estes sedimentos, quando depositados no volume útil, alteram a vazão regularizada, a capacidade de geração de energia elétrica e o atendimento de outros usos consuntivos e não consuntivos da água (CABRAL, 2005).

Essa deposição reduz o volume útil do reservatório podendo trazer implicações na capacidade de geração de energia elétrica (CABRAL, 2005). Além disso, o avanço dos sedimentos em direção as turbinas podem ocasionar um maior desgastes devido à abrasão física causada pela areia.

Para o efetivo acompanhamento do assoreamento é necessário à realização do monitoramento topobatimétrico do reservatório, que permite uma avaliação das condições reais do assoreamento e a identificação de zonas de maior acúmulo. Esse procedimento também permite acompanhar a evolução do assoreamento e cálculo de volumes de sedimento depositados, tendo como base estudos anteriores ou dados topográficos anteriores ao enchimento do reservatório. Essas informações possibilitam ações planejadas para o estabelecimento de medidas preventivas e corretivas mais eficazes contra o assoreamento de reservatórios.

No caso do reservatório da UHE Itiquira, a preocupação com o assoreamento é devido às características morfológicas da bacia hidrográfica contribuinte, aonde fortes chuvas associadas à alta declividade do terreno e a fragilidade do solo vem promovendo a perda de grandes quantidades de solo que caem na rede de drenagem e ficam retidos no reservatório (OKA-FIORI et al., 2004), determinando problemas funcionais já que a



manutenção do volume d'água é essencial para a operação, e os depósitos passam a interferir na operação regular da usina (ANEEL, 2000; CARVALHO, et al. 2000).

4. Objetivos

- Atender as orientações para atualização Curva Cota X Área X Volume da Resolução conjunta ANEEL/ANA nº 03/2010.

5. Metodologia

- **Local de amostragem**

Para o levantamento de dados será realizado amostragem em três locais de coleta:

1- Reservatório: Informações publicadas por Carvalho et al. (2000) apud ITICON (1998), o reservatório apresenta as seguintes características de projeto:

- nível d'água máximo normal	= 412,00 m
- nível d'água mínimo normal	= 411,50 m
- volume no N.A. máximo normal	= 4,8 hm ³
- cota da soleira do vertedouro	= 412,00 m
- cota da soleira da tomada d'água	= 409,00 m
- comprimento do reservatório	= 5600 m
- profundidade média	= 4,00 m
- tempo de residência da água	= 5,30 hs

2- Rio Itiquira: Principal curso d'água formador do reservatório da UHE Itiquira. O curso a montante do lago é bem encaixado no seu leito que tem em média 100 m de largura, sobre solo predominantemente arenoso. Apresenta fluxo intenso e em alguns pontos é encachoeirado com rochas sobressaindo na superfície o que impede a navegação.

3- Rio Cachoeirinha: Corpo d'água também formador do reservatório, porém de menor contribuição dado seu volume. Possui solo arenoso, mas diferencia-se do rio Itiquira por ter reduzido fluxo e águas transparentes. O Rio Cachoeirinha e o Rio Itiquira atravessam a montante do reservatório uma região de ampla exploração econômica para



pecuária e plantio de monocultura, em função dos usos do solo há reduzida vegetação remanescente e as matas ciliares normalmente são ausentes ou reduzidas a estreitas faixas de vegetação.

- **Potencial de Produção de Sedimentos na bacia (Pss)**

Com base em estudos realizado por Carvalho et al. (2000) a descarga sólida total do rio Itiquira nas proximidades da UHE de Itiquira era de 2.715 t/dia o que corresponde a uma transporte médio anual de 990.975 t/ano. Sabendo que a área da bacia a montante da UHE é de 4.871km², na época (2000) já resultava em uma produção de sedimento de 203 t/km²/ano. Neste mesmo estudo, a UHE de Itiquira foi descrita como de vida útil efêmera (12 anos) devido à alta produção de sedimentos da bacia. Esta condição também pode comprovada por imagens de satélite (2005 e 2015) que evidenciam áreas de depósitos de sedimentos (Figura 01), e também na imagem planialtimétrica de alta resolução da área de influencia do reservatório (ver anexos). Segundo a classificação mostrada abaixo, os valores de produção de sedimento no ano de 2000 já correspondiam a um alto potencial de assoreamento com peso 3 (Pss>100 ton/km²/ano).

A classificação do potencial de assoreamento da UHE de Itiquira será realizada pela construção da curva-chave do sedimento, que se trata de uma relação entre a descarga líquida e sólida total medidas nos afluentes ao reservatório. A curva será construída pela linha de tendência que melhor representar a distribuição de dados. A curva-chave é então utilizada para o cálculo da descarga sólida diária (toneladas/dia), utilizando a série de vazões líquidas afluentes ao reservatório para cada ano entre o período de 2005 a 2015, que serão convertidas em descarga média anual (toneladas/ano). Para o calculo do potencial de assoreamento (Pss), este valor será dividido pela a área da bacia a montante do reservatório de maneira que o resultado seja expresso em tonelada/km²/ano.

Classificação do potencial de assoreamento, conforme Eletrobras/IPH (1992):

$Pss < 25 \text{ ton/km}^2/\text{ano}$ = baixo potencial (peso 1);

$Pss \text{ entre } 25 \text{ e } 100 \text{ ton/km}^2/\text{ano}$ = médio potencial (peso 2);

$Pss > 100 \text{ ton/km}^2/\text{ano}$ = alto potencial (peso 3).

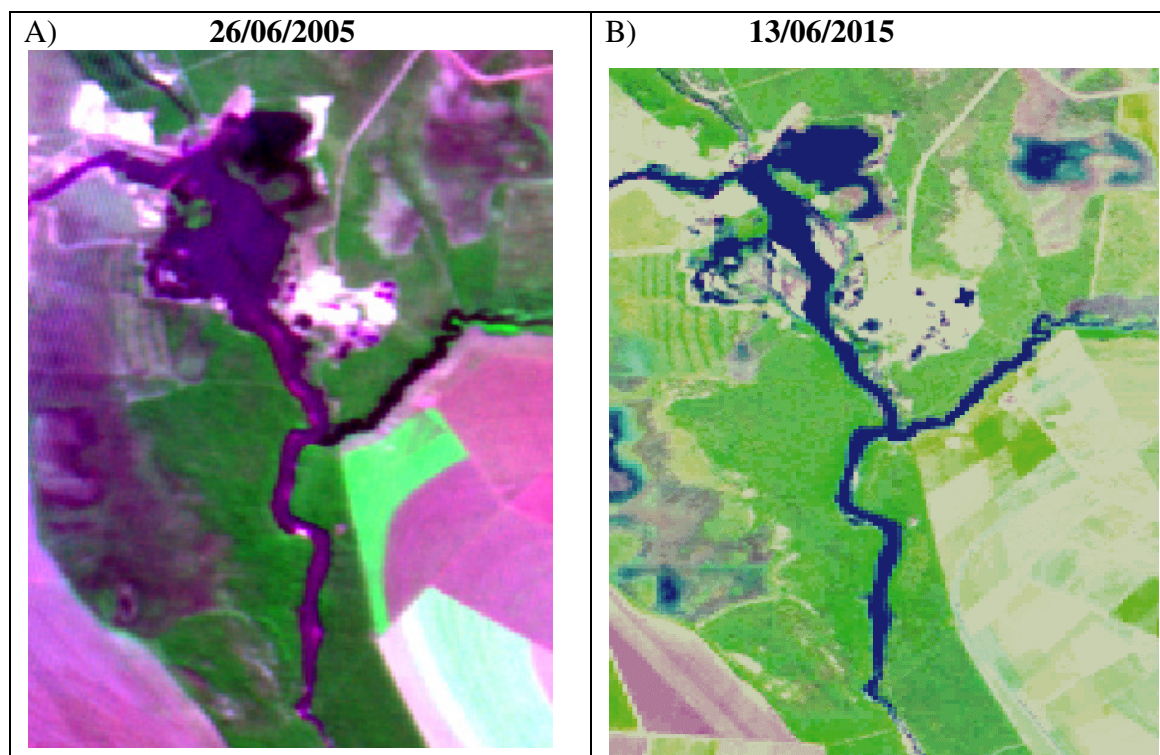


FIGURA 01: Composição colorida (342, RGB) da imagem de satélite CBERS-1 (A) e Landsat – 8 (B) da UHE de Itiquira - MT.

- **Regime de Operação do Reservatório (Ror)**

A UHE Itiquira apresenta um regime de operação a fio d'água, não tendo capacidade de regularização das vazões. Portanto, para este índice, apresentará Baixa Suscetibilidade ao Assoreamento (peso 1).

- **Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (MI)**

Por estar inserida em uma bacia com elevado transporte de fundo (CARVALHO et al., 2000), podendo trazer danos em suas estruturas hidráulicas e de geração, além de apresentar alta Suscetibilidade ao Assoreamento em pelo menos um dos índices anteriores, mesmo que em avaliação preliminar, o reservatório da UHE de Itiquira é classificada como Alta Externalidade (peso 3) no índice Magnitude e Importância do Assoreamento.



- **Determinação do Nível de Criticidade (NC)**

O Nível de Criticidade do reservatório da UHE Itiquira, quanto ao seu assoreamento, é estabelecida em função dos seguintes parâmetros ponderados, calculados anteriormente: Potencial de Produção de Sedimentos (*Pss*), Posição do reservatório em cascata (*Prc*), Regime de Operação do Reservatório (*Ror*), Magnitude e Importância dos Efeitos do Assoreamento (*MI*). O Nível de Criticidade (*NC*) será calculado pela seguinte formula:

$$NC = \frac{Pss + Prc + MI + 4Ror}{21} \quad (\text{Eq.1})$$

$$NC = \frac{3+3+3+4 \times 1}{21} = \mathbf{0,62}$$

Em função dos valores obtidos na Eq. 1, o reservatório será enquadrado nas seguintes classes:

Classe 1- Nível de Criticidade Alto ($NC \geq 0,75$): reservatório onde há risco de assoreamento e onde este processo pode trazer efeitos negativos para a geração ou para outros usos.

Classe 2- Nível de Criticidade Médio ($0,50 \leq NC < 0,75$): reservatório onde o risco de assoreamento é menor ou onde os efeitos esperados do mesmo não sejam tão importantes.

Classe 3- Nível de Criticidade Baixo ($NC < 0,50$): reservatório localizado em bacia hidrográfica com pouca produção de sedimento, onde o risco de assoreamento é muito baixo.

Como o nível de Criticidade calculado ($Nc = \mathbf{0,62}$) ficou entre 0,50 e 0,75 ($0,50 \leq NC < 0,75$), a UHE Itiquira pode ser classificada como Classe 2 (**Nível de Criticidade Médio**).

- **Levantamento da área seca**

Para o levantamento da área seca será utilizado o GPS geodésico com sistema RTK, onde as leituras de dados serão predefinidas em equidistância de dois metros tendo como inicio o marco definidor de cada seção e termino na margem do lago, sendo executado este procedimento nas duas margens do reservatório. Desta forma se terá um



levantamento contínuo, sendo o caminhar interrompido apenas em momentos de perda de ciclo ocorrido no GPS. Este efeito será minimizado com a utilização dos pontos de controle da própria seção por questão de proximidade, e também com a utilização de bastão de 8 (oito) metros para a antena do rádio e potência de sinal equivalente ao comprimento de cada seção.

- **Levantamento das seções de controle**

Para o levantamento das seções de controle também será utilizado GPS geodésico com sistema RTK, onde as leituras de dados serão predefinidas em equidistância de dois metros, sendo possível ter um levantamento contínuo, quando o caminhar for interrompido nos momentos de perda de ciclo ocorrido no GPS, este efeito minimizado com a utilização dos pontos de controle da própria seção por questão de proximidade, também será utilizado bastão de 8 (oito) metros para a antena do rádio e potência de sinal equivalente ao comprimento de cada seção.

- **Levantamento das seções topobatimétricas**

Para o levantamento das seções topobatimétricas serão utilizados GPS geodésico com sistema RTK e ecobatímetro, sincronizados, onde as leituras de dados serão predefinidas em equidistância de dois metros nos dois equipamentos, sendo assim possível ter um levantamento contínuo, caso o caminhar seja interrompido em momentos de perda de ciclo ocorrido no GPS, efeito este minimizado com a utilização dos pontos de controle da própria seção por questão de proximidade. As seções são apresentadas na Figura 2 e Tabela 1.

- **Definição das altimetria do fundo do leito. MDT**

Para definição da altitude ortométrica do fundo do leito de cada seção, serão utilizadas as diferentes informações coletadas em campo até o momento. São elas: Altitude elipsoidal do aparelho RTK: este valor refere-se ao “NA”, uma vez que o equipamento estará calibrado para tal coleta, assim como as devidas precisões.

Profundidade definida pelo ecobatímetro: em sincronia de equidistância entre as leituras com o GPS/RTK, estará sendo coletada a profundidade do leito.



Modelo Geoidal Local: o modelo criado em função da triangulação dos valores da ondulação geoidal será aplicado a cada ponto coletado com o GPS/RTK, transformando assim, a altitude elipsoidal em altitude ortometrica.

Desta forma é possível gerar o MDT do fundo do leito com precisão, indicando a altitude ortometrica de cada vértice medido.

- **Implantação das Seções de Controle**

Apesar do nível de Criticidade (NC) classificar a UHE de Itiquira como Classe 2 (Nível de Criticidade Médio), optou-se por adotar a Classe 1 (Nível de Criticidade Alto), tendo em vista os levantamentos topobatimétricos já realizados no reservatório (levantamentos expeditos), bem como o referido estudo realizado por Carvalho et al. (2000). Sendo assim, serão instalados três conjuntos de controle, sendo que, cada conjunto é composto por três seções de controles topobatimétricos. A distância entre seções de cada conjunto de controle será de 150 m (cinco vezes a largura do rio Itiquira em condição natural). Cada conjunto será instalado na parte superior, média e inferior do reservatório, considerando sua área de remanso.

Em cada uma das margens das seções de controle topobatimétrico, foi implantados marcos de concreto para a materialização das seções em campo. Estes terão formato piramidal com base inferior de 0,20x0,20 m base superior de 0,12x0,12 m e altura de 0,30 m. Cada marco está encabeçado por uma placa de metal não ferroso com 0,06 m de diâmetro e pino de 0,07 m de altura, tendo como inscrições: a) Nome do Empreendimento; b) Nome do Marco (vértice); c) Expressão “Protegida por Lei”.

Todos os dados obtidos têm suas leituras gravadas eletronicamente em seus devidos equipamentos, os quais foram descarregados, calculados e analisados.

Foram entregues bases cartográficas preexistentes elaboradas na escala 1:10.000 ou que, após o processo de validação, atendem o Padrão de Exatidão Cartográfico Digital (PECD) Classe B para aquela escala. Já as bases cartográficas altimétricas entregues foram elaboradas na escala 1:10.000 ou que, após o processo de validação, atendam o Padrão de Exatidão Cartográfico Digital (PECD) Classe A e B, para uma equidistância entre as curvas de nível de 5 metros e 1 metro, respectivamente.

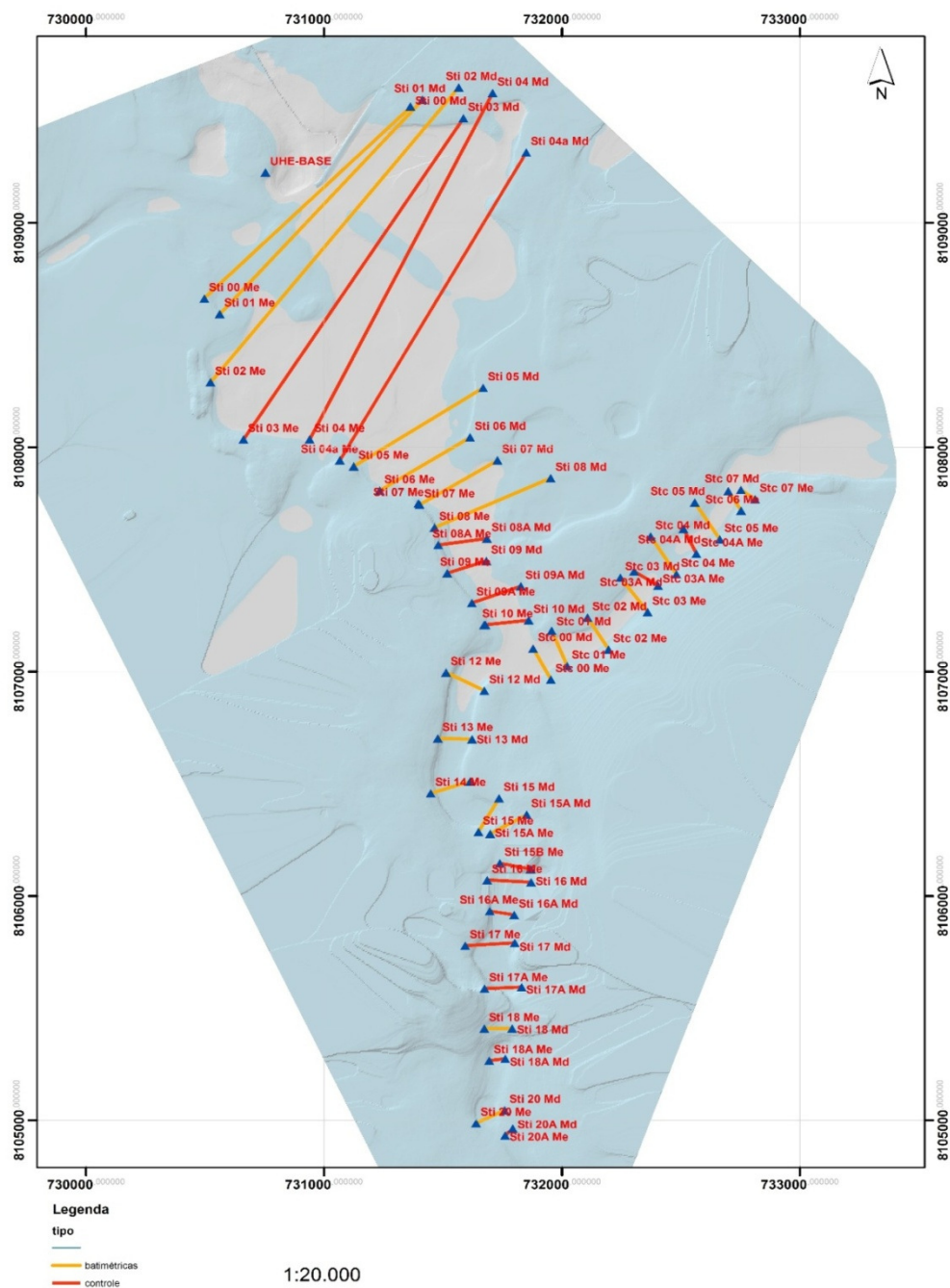


FIGURA 2: Demonstra as seções de controle e topobatimétricas na área de influência do reservatório UHE Itiquir



Tabela 1: Coordenadas das seções topobatimetricas e de controle do assoreamento.

Nome	Grid_North	Grid_Easti	Altitude_1	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO	SigmaX_m	SigmaY_m	SigmaZ_m	RMS	PDOP	HDOP	VDOP	Solution_T	Status
UHE-BASE	8109225,548	730754,49	416,56	17°05'23,33120"S	54°49'53,51260"W	1,78	0	0	0	0	0	0	0	Fixed	PostProcessed
Stc 00 Md	8107103,661	731879,141	413,012	17°06'31,92362"S	54°49'14,68255"W	1,77	0,005	0,008	0,004	0,01	1,707	0,813	1,501	Fixed	PostProcessed
Stc 00 Me	8106965,734	731953,394	414,708	17°06'36,38172"S	54°49'12,11940"W	1,77	0,004	0,006	0,003	0,007	1,787	0,831	1,581	Fixed	PostProcessed
Stc 01 Md	8107183,082	731957,203	414,516	17°06'29,31253"S	54°49'12,07291"W	1,77	0,003	0,004	0,002	0,006	2,192	0,874	2,01	Fixed	PostProcessed
Stc 01 Me	8107025,895	732022,061	414,746	17°06'34,40039"S	54°49'09,82015"W	1,77	0,001	0,002	0,001	0,002	1,624	0,748	1,442	Fixed	PostProcessed
Stc 02 Md	8107241,142	732107,734	414,68	17°06'27,36968"S	54°49'07,00460"W	1,77	0,007	0,009	0,004	0,012	3,091	0,889	2,96	Fixed	PostProcessed
Stc 02 Me	8107099,359	732195,917	414,84	17°06'31,94809"S	54°49'03,96891"W	1,77	0,014	0,014	0,009	0,022	1,764	0,729	1,606	Fixed	PostProcessed
Stc 03 Md	8107419,014	732245,68	414,74	17°06'21,53532"S	54°49'02,40732"W	1,76	0,003	0,004	0,003	0,005	2,428	0,865	2,269	Fixed	PostProcessed
Stc 03 Me	8107266,335	732360,468	414,829	17°06'26,45832"S	54°48'58,46785"W	1,76	0,003	0,003	0,002	0,004	1,815	0,707	1,672	Fixed	PostProcessed
Stc 03A Md	8107446,832	732303,42	414,874	17°06'20,60968"S	54°49'00,46538"W	1,78	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,677	1,265	Fixed	PostProcessed
Stc 03A Me	8107383,437	732403,968	414,551	17°06'22,63449"S	54°48'57,04127"W	1,79	0,016	0,018	0,016	0,029	2,015	0,897	1,804	Fixed	PostProcessed
Stc 04 Md	8107602,831	732372,932	414,661	17°06'15,51149"S	54°48'58,17398"W	1,76	0,006	0,009	0,005	0,012	1,77	0,725	1,614	Fixed	PostProcessed
Stc 04 Me	8107434,155	732480,943	414,743	17°06'20,95714"S	54°48'54,45762"W	1,75	0,007	0,008	0,004	0,011	1,829	0,718	1,682	Fixed	PostProcessed
Stc 04A Md	8107636,803	732511,24	414,624	17°06'14,35635"S	54°48'53,51000"W	1,79	0,111	0,129	0,115	0,205	1,827	0,82	1,632	Fixed	PostProcessed
Stc 04A Me	8107526,141	732565,112	414,587	17°06'17,93521"S	54°48'51,64634"W	1,79	0,071	0,018	0,079	0,108	3,188	0,946	3,044	Fixed	PostProcessed
Stc 05 Md	8107755,026	732558,133	414,779	17°06'10,49482"S	54°48'51,96920"W	1,75	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,677	1,265	Fixed	PostProcessed
Stc 05 Me	8107589,962	732663,191	414,511	17°06'15,82405"S	54°48'48,35403"W	1,75	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,849	2,169	Fixed	PostProcessed
Stc 06 Md	8107805,796	732698,82	412,212	17°06'08,79250"S	54°48'47,23121"W	1,75	0,006	0,008	0,004	0,011	1,574	0,793	1,36	Fixed	PostProcessed
Stc 06 Me	8107718,526	732752,896	414,497	17°06'11,61063"S	54°48'45,36950"W	1,74	0,046	0,057	0,028	0,078	1,763	0,719	1,61	Fixed	PostProcessed
Nome	Grid_North	Grid_Easti	Altitude_1	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO	SigmaX_m	SigmaY_m	SigmaZ_m	RMS	PDOP	HDOP	VDOP	Solution_T	Status
Stc 07 Md	8107810,469	732751,817	412,733	17°06'08,62119"S	54°48'45,44091"W	1,74	0,02	0,022	0,016	0,034	1,419	0,762	1,197	Fixed	PostProcessed
Stc 07 Me	8107768,605	732811,466	414,617	17°06'09,96074"S	54°48'43,40802"W	1,74	0,001	0,002	0,001	0,003	1,718	0,721	1,559	Fixed	PostProcessed



Sti 00 Md	8109519,817	731363,4197	415,38	17°05'12,64962"S	54°49'33,33077"W	1,77	0,008	0,011	0,006	0,015	1,804	0,905	1,56	Fixed	PostProcessed
Sti 00 Me	8108663,119	730497,9163	414,945	17°05'40,47602"S	54°50'02,13409"W	1,79	0,011	0,013	0,009	0,019	2,131	0,817	1,969	Fixed	PostProcessed
Sti 01 Md	8109550,274	731414,55	415,461	17°05'12,53239"S	54°49'31,31679"W	1,77	0,025	0,027	0,017	0,041	1,666	0,771	1,477	Fixed	PostProcessed
Sti 01 Me	8108594,278	730562,067	414,87	17°05'43,92887"S	54°49'59,78158"W	1,79	0,008	0,01	0,007	0,015	2,432	0,865	2,273	Fixed	PostProcessed
Sti 02 Md	8109604,318	731566,714	415,607	17°05'10,71976"S	54°49'26,19223"W	1,76	0,006	0,006	0,004	0,009	1,855	0,704	1,717	Fixed	PostProcessed
Sti 02 Me	8108290,832	730523,697	415,326	17°05'53,78914"S	54°50'00,94361"W	1,74	0,007	0,01	0,007	0,014	1,416	0,646	1,26	Fixed	PostProcessed
Sti 03 Md	8109466,855	731585,72	414,987	17°5'15,18222"S	54°49'25,49983"W	1,74	0,003	0,004	0,002	0,006	2,192	0,874	2,01	Fixed	PostProcessed
Sti 03 Me	8108035,869	730662,278	415,166	17°06'02,02606"S	54°49'56,18641"W	1,75	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,677	1,265	Fixed	PostProcessed
Sti 04 Md	8109579,385	731709,304	415,571	17°05'11,47875"S	54°49'21,36160"W	1,76	0,013	0,019	0,009	0,025	1,895	0,828	1,56	Fixed	PostProcessed
Sti 04 Me	8108035,557	730940,076	413,364	17°06'01,96087"S	54°49'46,78920"W	1,79	0,005	0,006	0,003	0,008	1,88	1,034	3,774	Fixed	PostProcessed
Sti 04A Md	8109314,476	731849,99	415,541	17°05'20,04205"S	54°49'16,50461"W	1,76	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,76	1,487	Fixed	PostProcessed
Sti 04A Me	8107942,864	731066,932	414,854	17°6'4,95711"S	54°49'42,46144"W	1,77	0,008	0,01	0,007	0,015	2,432	0,831	1,581	Fixed	PostProcessed
Sti 05 Md	8108265,465	731669,261	416,979	17°05'54,21996"S	54°49'22,21911"W	1,77	0,021	0,034	0,015	0,042	2,86	0,917	2,232	Fixed	PostProcessed
Sti 05 Me	8107915,665	731125,141	415,221	17°06'05,77521"S	54°49'40,48653"W	1,76	0,046	0,047	0,027	0,071	4,544	0,837	1,965	Fixed	PostProcessed
Sti 06 Md	8108044,844	731614,255	415,054	17°06'01,41418"S	54°49'23,99571"W	1,77	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,887	2,226	Fixed	PostProcessed
Sti 06 Me	8107807,212	731234,361	415,344	17°06'09,27922"S	54°49'36,74841"W	1,75	0,016	0,018	0,016	0,029	2,015	0,94	2,036	Fixed	PostProcessed
Sti 07 Md	8107942,292	731729,103	416,153	17°06'04,70727"S	54°49'20,07341"W	1,77	0,008	0,015	0,009	0,02	2,123	0,913	1,917	Fixed	PostProcessed
Sti 07 Me	8107750,098	731396,887	415,332	17°6'11,09711"S	54°49'31,24522"W	1,75	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,849	2,169	Fixed	PostProcessed
Sti 08 Md	8107862,638	731953,031	413,099	17°06'07,21603"S	54°49'12,47126"W	1,76	0,013	0,014	0,009	0,021	2,47	0,87	2,312	Fixed	PostProcessed
Sti 08 Me	8107642,957	731464,951	415,331	17°6'14,53544"S	54°49'28,88741"W	1,75	0,009	0,011	0,007	0,016	1,696	0,918	1,425	Fixed	PostProcessed
Sti 08A Md	8107593,728	731684,812	414,051	17°06'16,05813"S	54°49'21,43930"W	1,77	0,046	0,047	0,027	0,071	4,544	0,819	1,969	Fixed	PostProcessed
Nome	Grid_North	Grid_Easti	Altitude_1	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO	SigmaX_m	SigmaY_m	SigmaZ_m	RMS	PDOP	HDOP	VDOP	Solution_T	Status
Sti 08A Me	8107565,064	731480,074	413,169	17°06'17,06463"S	54°49'28,35172"W	1,78	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,94	1,477	Fixed	PostProcessed
Sti 09 Md	8107493,47	731682,225	413,702	17°06'09,43007"S	54°49'04,21628"W	1,76	0,013	0,019	0,009	0,025	1,895	0,826	1,705	Fixed	PostProcessed



Sti 09 Me	8107439,927	731518,435	413,733	17°06'21,11996"S	54°49'27,00723"W	1,78	0,005	0,006	0,003	0,008	1,88	0,772	1,715	Fixed	PostProcessed
Sti 09A Md	8107381,481	731827,164	413,626	17°06'22,90828"S	54°49'16,54534"W	1,78	0,008	0,01	0,007	0,015	2,432	0,772	1,614	Fixed	PostProcessed
Sti 09A Me	8107310,503	731631,8552	413,885	17°06'25,41505"S	54°49'23,47587"W	1,74	0,021	0,034	0,015	0,042	2,86	0,961	1,682	Fixed	PostProcessed
Sti 10 Md	8107229,979	731860,766	415,221	17°06'27,5381"S	54°49'12,5862"W	1,74	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,849	2,169	Fixed	PostProcessed
Sti 10 Me	8107209,422	731678,221	415,125	17°06'28,5802"S	54°49'21,5455"W	1,77	0,008	0,01	0,007	0,015	2,432	0,865	2,273	Fixed	PostProcessed
Sti 12 Md	8106915,361	731674,509	414,733	17°06'38,12127"S	54°49'21,53113"W	1,78	0,021	0,034	0,015	0,042	2,86	0,918	2,709	Fixed	PostProcessed
Sti 12 Me	8106996,47	731513,659	414,975	17°06'35,54222"S	54°49'27,00114"W	1,78	0,046	0,047	0,027	0,071	4,544	1,23	4,374	Fixed	PostProcessed
Sti 13 Md	8106699,636	731622,378	414,664	17°06'45,10466"S	54°49'23,22214"W	1,78	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,677	1,265	Fixed	PostProcessed
Sti 13 Me	8106703,116	731478,448	413,625	17°06'45,09445"S	54°49'28,08097"W	1,79	0,016	0,018	0,016	0,029	2,015	0,897	1,804	Fixed	PostProcessed
Sti 14 Md	8106511,172	731615,151	414,607	17°06'51,28646"S	54°49'23,38554"W	1,79	0,111	0,129	0,115	0,205	1,827	0,82	1,632	Fixed	PostProcessed
Sti 14 Me	8106458,069	731448,551	415,029	17°06'53,07387"S	54°49'28,99937"W	1,79	0,071	0,018	0,079	0,108	3,188	0,946	3,044	Fixed	PostProcessed
Sti 15 Md	8106436,255	731735,703	415,141	17°06'53,67875"S	54°49'19,28050"W	1,79	0,005	0,007	0,005	0,01	1,525	0,736	1,336	Fixed	PostProcessed
Sti 15 Me	8106286,594	731649,192	414,577	17°06'58,57699"S	54°49'22,14939"W	1,79	0,006	0,01	0,004	0,012	3,335	0,961	3,194	Fixed	PostProcessed
Sti 15A Md	8106363,031	731851,74	414,996	17°06'56,01766"S	54°49'15,32874"W	1,78	0,017	0,018	0,012	0,027	1,998	0,819	1,822	Fixed	PostProcessed
Sti 15A Me	8106277,614	731698,854	414,914	17°06'58,85091"S	54°49'20,46656"W	1,79	0,013	0,021	0,008	0,026	2,243	0,94	2,036	Fixed	PostProcessed
Sti 15B Me	8106146,56	731739,771	414,991	17°07'03,09768"S	54°49'19,03326"W	1,75	0,005	0,006	0,003	0,008	1,88	0,918	1,441	Fixed	PostProcessed
Sti 15B Md	8106120,431	731868,994	415,021	17°07'03,90033"S	54°49'14,65339"W	1,76	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,826	1,547	Fixed	PostProcessed
Sti 16 Md	8106061,612	731870,56	415,418	17°07'05,81243"S	54°49'14,57816"W	1,79	0,015	0,018	0,011	0,026	2,136	0,837	1,965	Fixed	PostProcessed
Sti 16 Me	8106071,518	731685,917	415,161	17°07'05,55755"S	54°49'20,82608"W	1,79	0,024	0,027	0,017	0,04	2,566	0,946	2,385	Fixed	PostProcessed
Sti 16A Me	8105933,478	731696,629	414,664	17°07'10,04248"S	54°49'20,41156"W	1,77	0,016	0,018	0,016	0,029	2,015	0,849	1,546	Fixed	PostProcessed
Sti 16A Md	8105916,444	731799,122	414,362	17°07'10,55906"S	54°49'16,93903"W	1,79	0,013	0,019	0,009	0,025	1,895	0,87	1,668	Fixed	PostProcessed
Nome	Grid_North	Grid_East	Altitude	LATITUDE	LONGITUDE	ONDULAÇÃO	SigmaX_m	SigmaY_m	SigmaZ_m	RMS	PDOP	HDOP	VDOP	Solution_T	Status
Sti 17 Md	8105791,77	731801,66	414,999	17°07'14,61234"S	54°49'16,80596"W	1,79	0,014	0,022	0,01	0,028	1,948	0,897	1,73	Fixed	PostProcessed
Sti 17 Me	8105778,606	731593,496	415,042	17°07'15,11620"S	54°49'23,84070"W	1,8	0,016	0,019	0,015	0,029	2,103	0,837	1,93	Fixed	PostProcessed



Sti 17A Me	8105587,208	731676,537	415,21	17°07'21,30783"S	54°49'21,01540"W	1,77	0,046	0,047	0,027	0,071	4,544	0,94	1,647	Fixed	PostProcessed
Sti 17A Md	8105594,016	731830,763	414,741	17°07'21,03238"S	54°49'15,74687"W	1,79	0,003	0,005	0,003	0,007	1,435	0,913	1,547	Fixed	PostProcessed
Sti 18 Md	8105409,524	731791,052	415,305	17°07'27,04620"S	54°49'17,01993"W	1,8	0,007	0,01	0,007	0,014	1,416	0,646	1,26	Fixed	PostProcessed
Sti 18 Me	8105409,757	731673,978	415,309	17°07'27,08127"S	54°49'20,97930"W	1,8	0,005	0,007	0,002	0,009	1,961	0,829	1,777	Fixed	PostProcessed
Sti 19 Me	8105266,211	731694,211	413,338	17°07'31,74178"S	54°49'20,24070"W	1,74	0,008	0,01	0,007	0,015	2,432	0,837	1,425	Fixed	PostProcessed
Sti 19 Md	8105274,685	731762,217	413,936	17°07'31,44143"S	54°49'17,94404"W	1,74	0,021	0,034	0,015	0,042	2,86	0,887	1,969	Fixed	PostProcessed
Sti 20 Md	8105045,56	731759,76	415,028	17°07'38,89311"S	54°49'17,94032"W	1,8	0,004	0,006	0,004	0,008	1,825	0,733	1,671	Fixed	PostProcessed
Sti 20 Me	8104987,687	731639,716	414,562	17°07'40,81877"S	54°49'21,97820"W	1,81	0,009	0,011	0,007	0,016	1,696	0,918	1,425	Fixed	PostProcessed
Sti 20A Me	8104933,211	731761,717	414,423	17°07'42,54578"S	54°49'17,83158"W	1,75	0,005	0,006	0,003	0,008	1,88	0,831	2,169	Fixed	PostProcessed
Sti 20A Md	8104963,911	731793,563	414,275	17°07'41,53587"S	54°49'16,76619"W	1,74	0,003	0,004	0,003	0,006	2,329	0,917	2,312	Fixed	PostProcessed

Seções de controle em negrito



- **Transporte de coordenadas**

Para as atividades foram necessário transportar coordenadas conhecidas para o empreendimento, contudo como já havia trabalhos anteriores o que se fez foi reocupar um de seus vértices e recalcular as coordenadas do mesmo. Para esta tarefa foram utilizados dois métodos, tendo ambos os critérios oficiais regidos pelo IBGE.

Apenas para registro é importante ressaltar que o sistema de coordenadas utilizado em todo o projeto foi o plano UTM tendo como Datum o SIRGAS 2000 não se aplicando nenhum outro referencial, no processo todo forma realizadas apenas algumas transformações de coordenadas planas em geográficas quando necessário, não havendo alteração nos valores finais do projeto, uma vez que não foi alterado o Datum.

Todos os rastreios realizados tanto no que diz respeito ao transporte como nos vértices das seções implantados ao longo do lago, tem como equipamento de coleta de campo o GPS geodésico Hiper+.

O marco base para estes trabalhos fica localizado ao norte do lago da usina, sendo escolhido estrategicamente por ter em seu horizonte o lago o que auxiliou na implantação da rede de marcos com a utilização de RTK, diminuindo as interferências que dificultam sua utilização em meio a mata.



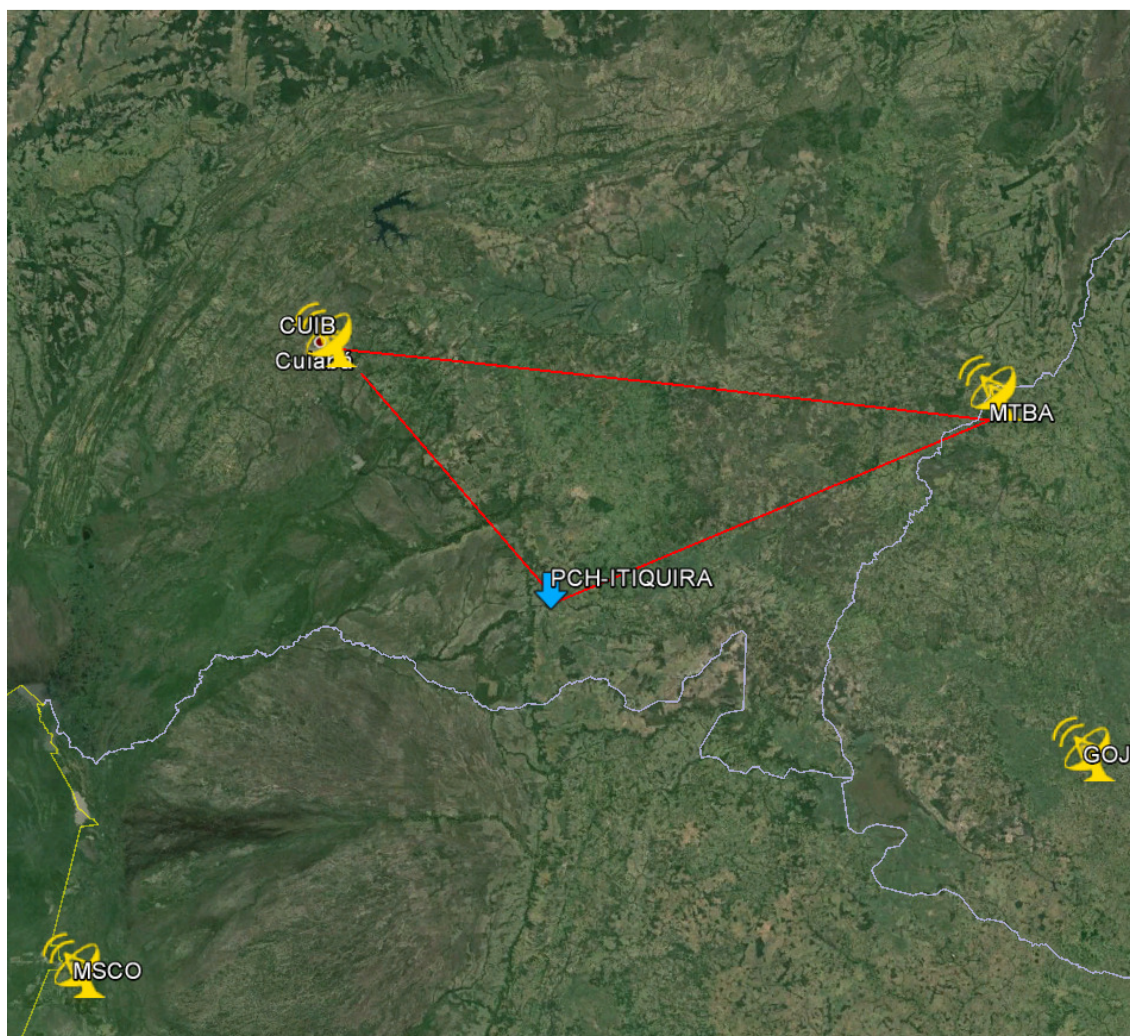
Localização do Marco BASE

Com relação aos métodos empregados para a obtenção do valor das coordenadas do marco base os mesmos são: Triangulação com a utilização de RBMc's e Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).



- **Triangulação por RBMC**

Para a Triangulação com a utilização de RBMC's, optou-se pelos vértices mais próximos e que possuísem a melhor simetria entre os vetores para o calculo. Neste caso as estações de Cuiabá e Barra do Garças (Mato Grosso) se mostraram a melhor opção.



Distribuição das RBMC mais próximas do empreendimento

Com esta definição foram obtidos via site do IBGE os dados referentes a tais estações dos dias 01/12/2015 e 04/12/2015 assim como suas respectivas monografias, a fim de ser obter os dados corrigidos e assim recalcular as coordenadas do marco base.



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
MTBA - Barra do Garças

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 29/08/2008
Atualização: 02/10/2009 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: BARRA DO GARÇAS
Ident. da Estação: MTBA
Inscrição no Monumento: SAT 93965
Código Internacional: [93965](#)
Informações Adicionais: -

2. Informação sobre a localização

Cidade: Barra do Garças
Estado: Mato Grosso
Informações Adicionais: Pilar quadrangular de concreto medindo 1,20 m de altura por 0,30 m de lado. Possui um pino de centragem forçada padrão IBGE e uma chapa de metal fixada na lateral, estampada: SAT 93965. No prédio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Rua Raimundo Melo, 129 - Centro - Cep 78600-000 - Barra do Garças/MT.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 15° 53' 23,8964"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 52° 15' 53,0335"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	322,831 m	Sigma:	0,007 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.755.485,275 m	Sigma:	0,004 m
Y:	-4.852.853,501 m	Sigma:	0,005 m
Z:	-1.735.109,260 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8.242.826,137 m		
UTM (E):	364.601,173 m		
MC:	-51		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR5
Número de Série - 4651K03654
Versão do Firmware - 3.84 (Principal)
Atualização do Firmware - 02/10/2009 às 00:00 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR5
Número de Série - 4651K03654
Versão do Firmware - 3.50 (Principal)
Data de Instalação - 05/12/2007 às 00:00 UTC

Monografia fornecida pelo IBGE da RBMC localizada em Barra do Garças



0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
Data: 18/06/1997
Atualização: 09/02/2015 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: CUIABÁ
Ident. da Estação: CUIB
Inscrição no Monumento: Não há inscrição
Código Internacional: [92583](#)
Informações Adicionais: Esta estação pertence à Rede de Densificação do IGS e à Rede de Referência do SIRGAS

2. Informação sobre a localização

Cidade: Cuiabá
Estado: Mato Grosso

Informações Adicionais: É um pino de latão com encaixe fêmea para adaptação da antena com centragem forçada, cravada na viga de concreto na parte sul sobre a caixa d'água da estação rastreadora do INPE. Na lateral do pino existe um parafuso de cabeça sextavada e com fenda, para a fixação da antena após orientada. Em cima da caixa d'água do INPE, a 8,80 m de altura, entre a antena parabólica e o prédio da estação rastreadora de satélites, a 270 m da guarita de entrada da área do INPE e com o Az. Mag. Verdadeiro 164 graus.

3. Coordenadas oficiais

3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 15° 33' 18,9468"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 56° 04' 11,5198"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	237,443 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.430.711,404 m	Sigma:	0,001 m
Y:	-5.099.641,564 m	Sigma:	0,002 m
Z:	-1.699.432,931 m	Sigma:	0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8.280.040,831 m		
UTM (E):	599.737,357 m		
MC:	-57		

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receptor

- 4.1.1 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR8
Número de Série - 4923K35518
Versão do Firmware - 4.87 (Principal)
Atualização do Firmware - 09/02/2015 às 17:31 UTC
- 4.1.2 Tipo do Receptor - TRIMBLE NETR8
Número de Série - 4923K35518
Versão do Firmware - 4.85 (Principal)
Atualização do Firmware - 17/09/2014 às 11:11 UTC

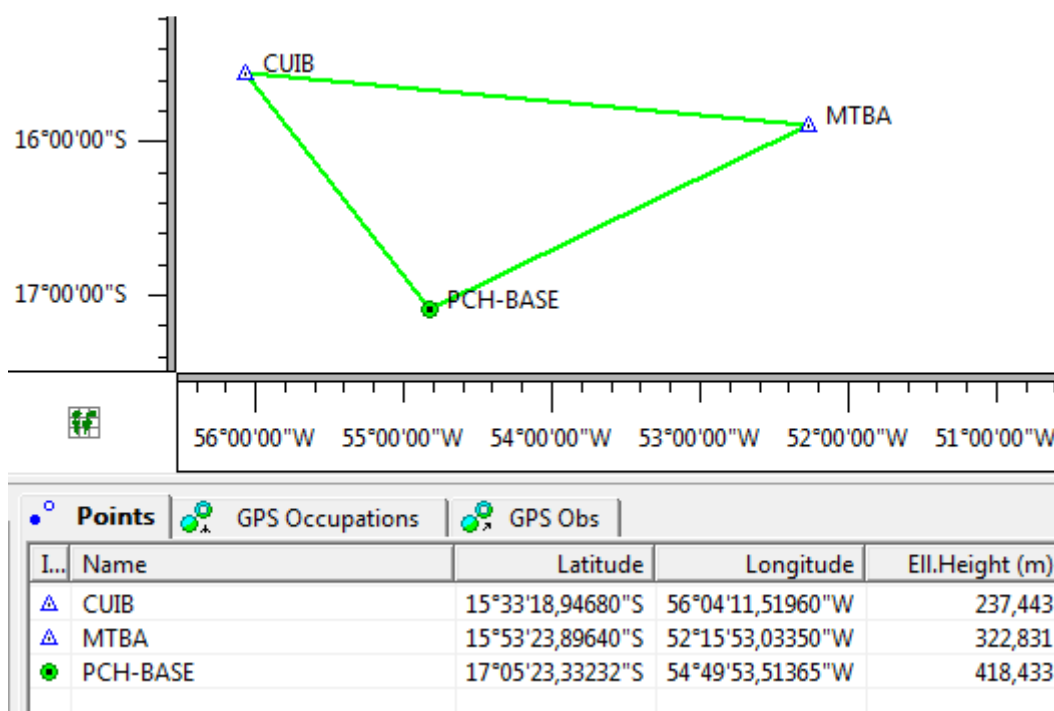
Monografia fornecida pelo IBGE da RBMC localizada em Cuiabá



Para cálculo dos dados geodésicos referentes ao marco base foram utilizadas as seguintes ferramentas:

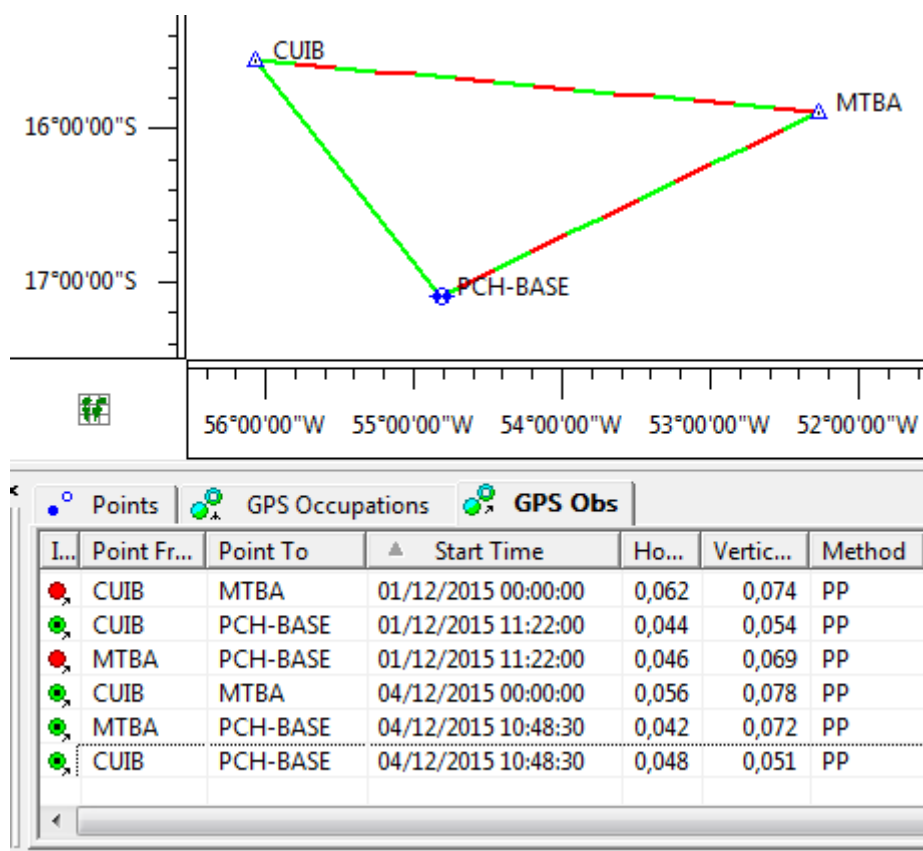
- GPS geodésico Hiper+;
- software PCCDU
- software Topcon Link
- Software Topcon Tools

Com os dados em mãos deu-se inicio a tarefa de calcular os dados do transporte, onde foram fixadas as coordenadas das duas RBMC's bem como indicados os controles planimétricos e altimétricos para ambos os vértices deixando o ajuste apenas para o marco Base.



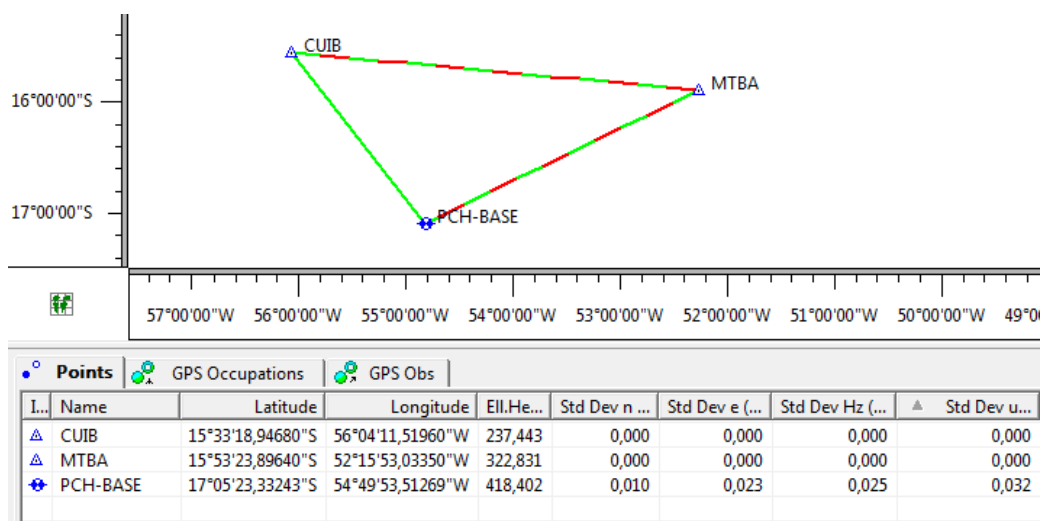
Utilização das Coordenadas das RBMC's

Após o cálculo foi realizado o ajuste de coordenadas obtendo-se os seguintes valores:



Resultados obtidos parciais através das RBMC's

Obtendo-se os seguintes valores para o desvio padrão em cada eixo (n,e,H_z) e no vetor principal (u).



Resultados obtidos finais através das RBMC's



Sendo assim, chegamos aos valores finais neste procedimento descritos abaixo:

Point Summary									
Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev Hz (m)	Std Dev u (m)
CUIB fuso 21	15°33'18,94680"S	56°04'11,51960"W	237,443	8280040,831	599737,357	0,00	0,00	0,00	0,00
MTBA fuso 22	15°53'23,89640"S	52°15'53,03350"W	322,831	8242826,137	364601,173	0,00	0,00	0,00	0,00
<u>UHE-BASE fuso 21</u>	<u>17°05'23,33243"S</u>	<u>54°49'53,51269"W</u>	<u>418,402</u>	<u>8109225,510</u>	<u>730754,487</u>	<u>0,01</u>	<u>0,02</u>	<u>0,03</u>	<u>0,03</u>

GPS Observations									
Name	SigmaX (m)	SigmaY (m)	SigmaZ (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	RMS	Azimuth	Distance (m)	Start Time
CUIB-MTBA	0,061	0,068	0,03	0,062	0,074	0,096	95°42'10,2163"	409457,253	01/12/2015 00:00
CUIB-MTBA	0,059	0,07	0,03	0,056	0,078	0,096	95°42'10,2117"	409457,271	04/12/2015 00:00
CUIB-UHE-BASE	0,047	0,047	0,021	0,048	0,051	0,07	142°14'40,4829"	215285,597	04/12/2015 10:48
CUIB-UHE-BASE	0,047	0,048	0,021	0,044	0,054	0,07	142°14'40,4856"	215285,608	01/12/2015 11:22
MTBA-UHE-BASE	0,049	0,061	0,029	0,046	0,069	0,083	243°47'23,5140"	304509,374	01/12/2015 11:22
MTBA-UHE-BASE	0,059	0,051	0,03	0,042	0,072	0,083	243°47'23,5174"	304509,373	04/12/2015 10:48

COORDENADAS DO MARCO BASE – SIRGAS 2000 (método triangulação RBMC's)

UHE-BASE LATITUDE: 17°05'23,33243"S
LONGITUDE: 54°49'53,51269"W
ALTITUDE ELIPSOIDICA: 418,402 m
NORTE UTM: 8109225,510m
ESTE UTM: 730754,487m

• **Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)**

Também foi realizado o transporte pelo método Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), onde o rastreio do dia 19/11/2015 foi convertido em arquivo RINEX e submetido via site do IBGE ao ajustamento de suas coordenadas, obtendo-se todas as informações



de sua localização com precisão satisfatória para este projeto. O que pode ser verificado na monografia a seguir.



Sumário do Processamento do marco: PCH-BASE

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/19 11:41:55,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/19 19:19:30,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_PLUS NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	2,000
Sigma da portadora(m):	0,015
Altura da Antena ³ (m):	1,140
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,92 GPS 1,25 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,08 GPS 1,08 GLONASS

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) ⁴	-17° 05' 23,3312"	-54° 49' 53,5126"	418,34	8109225.548	730754.490	-57
Na data do levantamento ⁵	-17° 05' 23,3252"	-54° 49' 53,5140"	418,34	8109225.733	730754.450	-57
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,004	0,010			
Modelo Geoidal	MAPGEO2010					
Ondulação Geoidal (m)	1,78					
Altitude Ortométrica (m)	416,56					

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

Monografia fornecida pelo IBGE via PPP

COORDENADAS DO MARCO BASE – SIRGAS 2000 (método PPP)

UHE–BASE	LATITUDE:	17°05'23,3312"S
	LONGITUDE:	54°49'53,5126"W
	ALTITUDE ELIPSOIDICA:	418,34 m
	NORTE UTM:	8109225,548m
	ESTE UTM:	730754,490m



- **Conclusões sobre o Transporte**

Após a obtenção dos valores em ambos os processos (Triangulação via RBMC's e PPP) foi realizada análise de resultados onde foram comparadas as precisões alcançadas e através destes parâmetros foi adotada a coordenada do PPP, pois a mesma apresenta valores de sigmas menores para o MARCO BASE, aumentando a precisão do mesmo, outro fator importante é o fato que mesmo existindo recobrimento de 24 horas entre as estações da RBMC (Cuiabá e Barra do Garça) ainda assim não foi possível fixar suas coordenadas no dia 01/12/2015, isso indica que mesmo que exista o recobrimento recomendado existe uma diluição da precisão em relação ao comprimento das linhas de base.

Apenas para efeito de verificação também foi realizado o PPP da RBMC de Cuiabá a fim de ser inserida neste projeto a precisão alcançada por este método tendo como base as informações oficiais do IBGE através da monografia da RBMC de Cuiabá a qual já foi apresentada acima.

Da mesma forma que o MARCO BASE, os dados da estação de Cuiabá foram submetidos ao processamento on-line via site do IBGE que após realizar os cálculos retornou os dados referentes a coordenada ajustada da BASE CUIBA.

Segue abaixo os valores obtidos após o cálculo da diferença entre as coordenadas, bem como a monografia fornecida pelo IBGE, é possível notar que o método do PPP possui a precisão necessária para tal projeto, pois atende tanto as precisões planimétricas como altimétricas contidas na norma.

METODO	NORTE	ESTE	ALT. ELIP.
PPP	8.280.040,853	599.737,366	237,450
RBMC	8.280.040,831	599.737,357	237,443
DIFERENÇA	0,022	0,009	0,007



Sumário do Processamento do marco: CUIB

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/12/02 00:00:00,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/12/02 23:59:45,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TRM59800.00 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	15,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	2,000
Sigma da portadora(m):	0,015
Altura da Antena ³ (m):	0,008
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,44 GPS 1,86 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,87 GPS 1,11 GLONASS

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) ⁴	-15° 33' 18,9461"	-56° 04' 11,5193"	237,45	8280040.853	599737.366	-57
Na data do levantamento ⁵	-15° 33' 18,9401"	-56° 04' 11,5211"	237,45	8280041.037	599737.314	-57
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,002	0,005			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	2,22					
Altitude Ortométrica (m)	235,23					

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

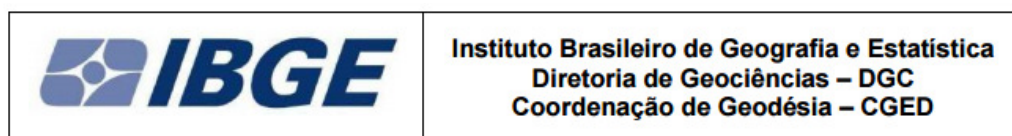
Monografia fornecida pelo IBGE via PPP

Assim, encerrou-se este processo onde através da análise das informações obtidas pode-se afirmar com precisão que a adoção dos valores contidos da monografia fornecida pelo IBGE através do método PPP, **atende em todos os quesitos as necessidades deste projeto e que todos os outros testes que foram submetidas às informações acima descritas confirmam e convergem para esta conclusão.**



- **Descritivo do transporte de RN**

Com base na orientação básica para este trabalho, utilizou-se como referencia a altimetria do marco BASE obtida pelo MapGeo 2010 versão 1.1. Uma vez que o empreendimento esta localizado em uma região onde o modelo possui precisão superior a 20 cm.



Mapa das diferenças entre GNSS/RN e o MAPGEO2015. Os pontos pretos
representam as 592 RRNN com conexão GNSS



- **Monografia dos marcos da RGV**

Os dados referentes ao transporte de coordenada entre o marco BASE e os demais vértices que compõem a RGV, contendo além dos dados obtidos através do procedimento executado com GPS, a altitude ortométrica referente ao MapGeo o qual indica precisão de aproximadamente 15 cm para a região. Assim como a ondulação geoidal para cada vértice. É importante notar que o valor da altimetria já está corrigido para a altitude ortométrica, sendo descontado o valor da ondulação que por sua vez aparece na tabela abaixo de maneira integrada em função dos resultados obtidos via software MapGeo.

O arquivo de pontos a serem importados em tal software faz parte da entrega deste relatório, sendo possível submetê-lo a verificação e recálculo do desvio padrão já citado, pois se trata de informação substancialmente importante para a realização dos trabalhos de controle de assoreamento do lago, uma vez que impacta de maneira direta sobre os resultados das medições de volume do acúmulo de sedimentos no reservatório.

- **Ondulação Geoidal**

Uma vez que obtida a altitude elipsoidal através das observações GPS todas as coordenadas foram submetidas ao software MapGeo, onde foram obtidos os valores correspondentes a Ondulação Geoidal, tendo como valor médio 1,77 m, desvio padrão de 1,8 cm, e precisão de 15 cm, valor este superior aos 20 cm contidos na orientação básica da Agência Nacional de Águas – ANA.

Com base em tais informações é possível afirmar que não haveria diluição da precisão, se aplicado o valor médio da Ondulação Geoidal para todos os vértices da RGV, tendo seus valores correspondentes a altitude geométrica subtraídas em 1,77 m para obtenção da altitude ortométrica.

- **Definição de MGL**

Desta forma o MGL fica definido também para todos os futuros rastreios que se façam no reservatório, sendo aplicado o mesmo procedimento para obter a altitude



ortométrica, tornando-se assim padrão a subtração no valor de 1,77 m em todos os pontos obtidos com GPS geodésico, que tenham como referencia a altitude geométrica. Contudo se no momento da indicação da altitude no processamento dos vértices for adotado o valor da altitude ortométrica tal procedimento não se aplicara, pois o valor da correção já estará aplicado na base a qual distribuirá o valor para os demais vértices de maneira paramétrica, sendo desnecessária a subtração.

- **Imagem Drone**

Para a realização do imageamento do reservatório, utilizou-se o Drone Sense fly (eBee), os vôos se deram no dia 18/12/2015 no período da manhã, horário este com as condições favoráveis para a realização da tarefa. Foram definidos 3 pontos de decolagem e 13 vôos, levando em consideração o tempo de vôo e carga das baterias. A altura de vôo foi definida com 250 m, obtendo-se fotos com 2 cm de resolução que após ortoretificadas passaram a 8 cm o que pode ser observado nos arquivos GeoTif entregues em anexo.

Segue abaixo as características técnicas do Drone utilizado

Hardware	
Peso (incluindo a câmera)	Aprox. 0,69 kg(1,52 lbs)
Envergadura da asa	96 cm (38 pol)
Material	Espuma EPP, estrutura de carbono e partes compostas
Propulsão	Motor DC sem escovas e com hélice de propulsão elétrica, 160 W
Bateria	11,1 V, 2150 mAh
Câmera (fornecida)	WX (18.2 MP)
Câmera (opcional)	S110 RGB, thermoMAP
Dimensões da caixa de transporte	55 x 45 x 25 cm (21,6 x 17,7 x 9,8 pol)
Operação	
Tempo máximo de voo	50 minutos
Velocidade de cruzeiro	40-90 Km/h (11-25 m/s ou 25-56mph)
Alcance da frequência de rádio	Até 3 km (1,86 milhas)
Cobertura máxima (voo único)	12 km² / 4,6 mi² (a 974 m / 3,195 pés de altitude AGL)
Resistência ao vento	Até 45 km/h (12m/s ou 28 mph)
Resolução máxima (GSD)	Até 1,5 cm (0,6 pol) por pixel
Precisão relativa de ortomosaico / modelo 3D	1-3x GSD
Precisão horizontal/vertical absoluta (com GCP)	Até 3 cm (1,2 pol) / 5 cm (2 pol)
Precisão horizontal/vertical absoluta (sem GCP)	1-5 m (3,3-16,4 pés)
Operação com vários drones	Sim (incl. sistema para evitar colisões no ar)
Planejamento automático de voo 3D	Sim
Precisão de aterrissagem linear	Aprox. 5 m (16,4 pés)

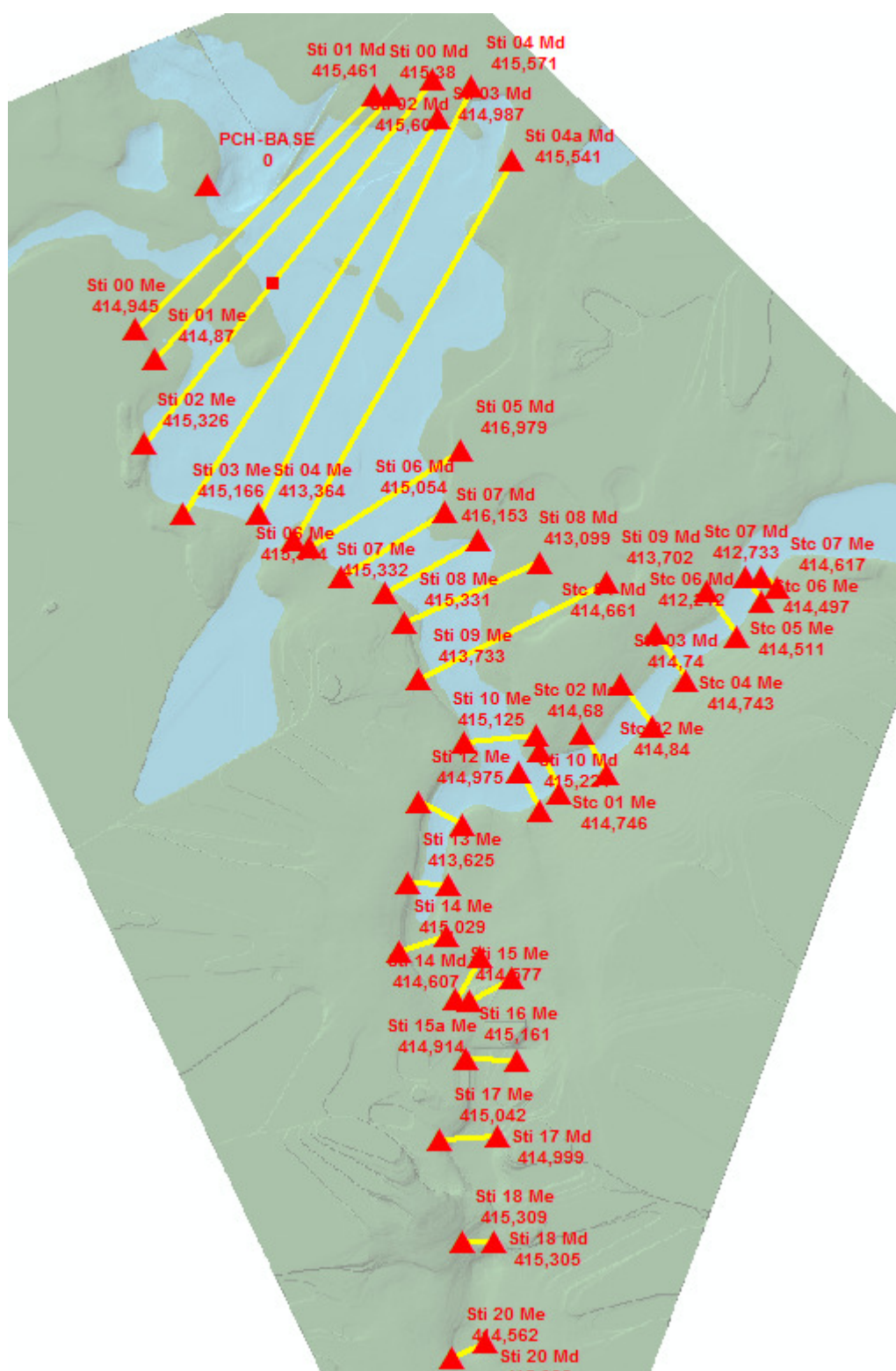


Drone

- **Elaboração MDT**

Com base nas informações dos rastreios GPS e na modelagem tridimensional gerada pelo imageamento, foram realizados os ajustes necessários para que se obter-se a superfície do terreno, para isso foram comparados os dados planialtimétricos de ambos os procedimentos tendo como referencia de ajuste as coordenadas obtidas através dos rastreios GPS, executando assim a correção na malha quadrangular fornecida pelo imageamento.

Como resultado obteve-se os aspectos cartográficos deste projeto que definem o lago e suas características geográficas, sendo de grande importância para futuros estudos que sejam necessários para o maior entendimento e controle de acumulo de sedimentos no reservatório. Abaixo seguem algumas imagens destes produtos cartográficos.



Modelagem do terreno



Imagem de alta resolução

- **GEODATABASE**

Um Geodatabase (GDB) é um banco de dados relacional que armazena dados geográficos. O Geodatabase funciona como um container para armazenar dados espaciais e de atributo e relacionamentos que existem entre eles. Um GDB pode ser classificado como Pessoal ou Multi usuários. Neste caso foi utilizado o formato “.mdb”.

No primeiro caso possui a extensão mdb (um formato usado pelo Microsoft Access) e pode ser lido por múltiplas pessoas ao mesmo tempo, mas editado por somente uma pessoa por vez. Um geodatabase pessoal tem um tamanho máximo de 2 GB e armazena dados vetoriais.



Já no caso dos geodatabases multi usuários são adequados para implementações em aplicações SIG para grandes grupos de trabalhos e empresas. Eles podem ser lidos e editados por múltiplos usuários ao mesmo tempo, e podem armazenar tanto dados vetoriais como raster.

Entre as vantagens de usar um Geodatabase em comparação com a utilização de arquivos individuais como os shapefile podemos citar: Gerenciamento de dados espaciais de forma centralizada; conjuntos de feições contínuos; geometria de feições avançadas; suporte COGO; subtipos de feições; topologia flexível, baseada em regras; edição de dados mais precisa; anotações ligadas a feições; feições personalizadas; redes geométricas; georreferenciamento linear; controle de versões; edição desconectada.

6. Conclusões

Através dos métodos descritos acima, são atendidas as exigências quanto a avaliação do processo de assoreamento dos reservatórios contidas no artigo 8º da Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3/2010 bem como na Orientação Técnica de 2013, gerando a base cartográfica necessária para o acompanhamento da deposição de sedimentos no compartimento do volume útil do reservatório.

A base cartográfica tem entre suas feições, o polígono formado pela Curva Cota, a qual representara a área alagada, polígono da área molhada, representando lagos e brejos que se formaram após o período de implantação do reservatório, MDT representando o fundo do leito. Gerando uma base de dados solida e detalhada para futuras campanhas de monitoramento possibilitando o calcula de volume de maneira mais precisa.

7. Bibliografia

BRASIL- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Orientações para atualização das curvas cota x área x volume. ANA; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica - Brasília; ANA, SGH, 2013. 40p.

CABRAL, J. B. P., 2005. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. Caminhos de Geografia, 6 (14): p,62-69.



- CARVALHO, N. O.; JÚNIOR, N. P. F.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. 2000. Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios, ANEEL, Brasília.
- CARVALHO, N. O.; GUILHON, L. G.; TRINDADE, P. A., 2000. O assoreamento de um pequeno reservatório - Itiquira, um estudo de caso, Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, 5(1): p, 69-79.
- CARVALHO, N. O. 2008. Hidrossedimentologia prática. 2 ed. Revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência.
- OKA-FIORI, C.; FIORI, A.P.; HASUI, Y., 2004. Tolerância de perdas de solo na bacia do rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil.
- SPERLING, VON E. Morfologia de lagos e represas. Belo Horizonte: DESA/UFMG. 1999.

8. Anexos

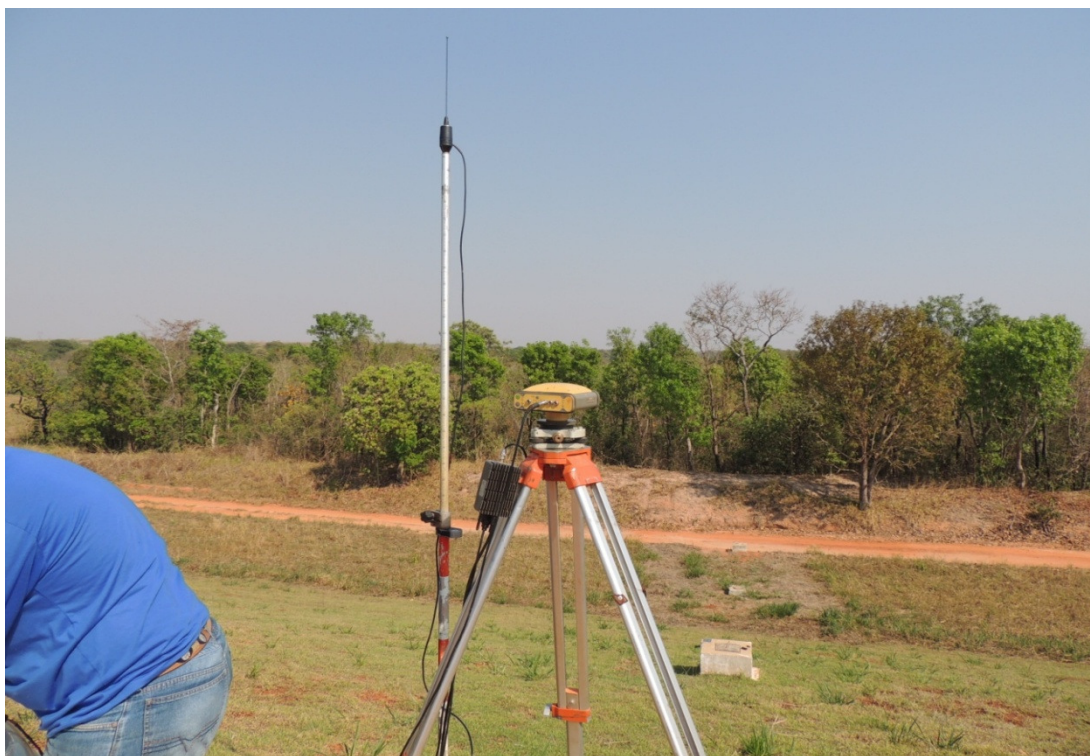
A- Listas dos equipamentos de campo:

- Drone Sense fly (eBee)
- GPS+RTK marca Topcon modelo Hiper +, L1 L2, radio externo com alcance de 15 km;
- Nível eletrônico marca Topcon modelo DL-102C, com leitura automática através de código de barra
- Ferramentas portáteis
- EPIs
- Maquina fotográfica

B- Imagens

C- Relatório de imageamento

Anexo Fotográfico



Base para rastreamento dos marcos



Implantação de marco



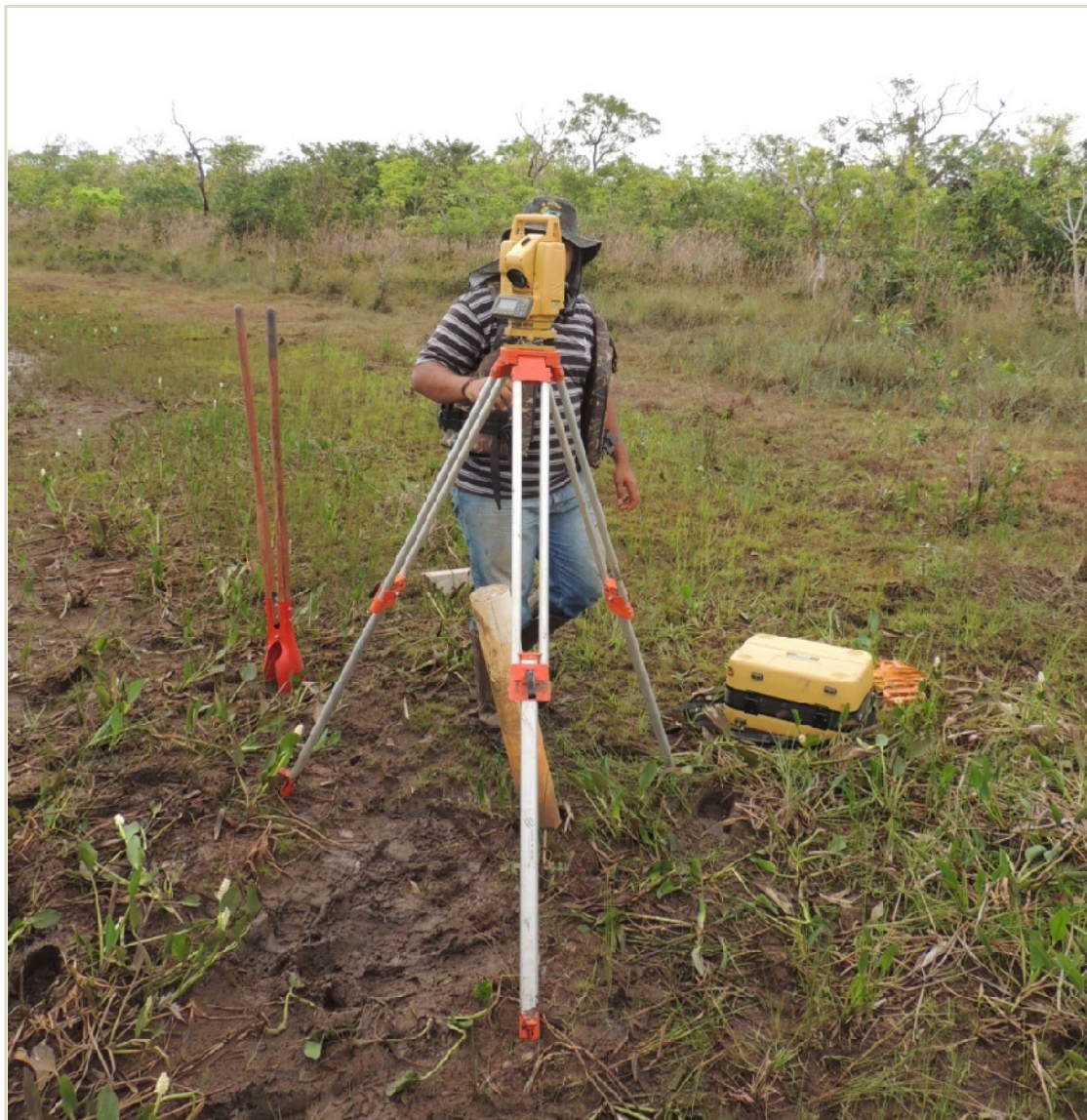
Implantação de marco



margem do Rio Cachoeirinha



Rastreo dos marcos implantado



Nivelamento com nível eletrônico na margem do Rio Cachoeirinha, afluente do rio Itiquira.



Mega

Consultoria, licenciamento e serviços ambientais



Modelo das placas dos marcos



Marcos emplacado



Vista panorâmica do reservatório pela barragem na margem direita



Áreas assoreadas dentro do reservatório da UHE Itiquira



Decolagem e sobrevôo



Vôos do Drone



Imagem planialtimétrica de alta resolução da área de influencia do reservatório



RELATORIO DO IMAGEAMENTO

Quality Report

Postflight Terra 3D
Powered by Pix4D
Generated with Postflight Terra 3D version 4.0.81

- Important:** Click on the different icons for:
- Help to analyze the results in the Quality Report.
 - Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	pch iti
Processed	2016-01-08 15:37:23
Average Ground Sampling Distance (GSD)	8.3 cm / 3.26 in
Area Covered	10.8986 km ² / 1089.86 ha / 4.2102 sq. mi. / 2694.5 acres
Time for Initial Processing (without report)	01h:26m:00s

Quality Check

Images	median of 16844 keypoints per image	✓
Dataset	750 out of 752 images calibrated (99%), all images enabled, 4 blocks	⚠
Camera Optimization	1.02% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 6012.09 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, no 3D GCP	⚠

Preview

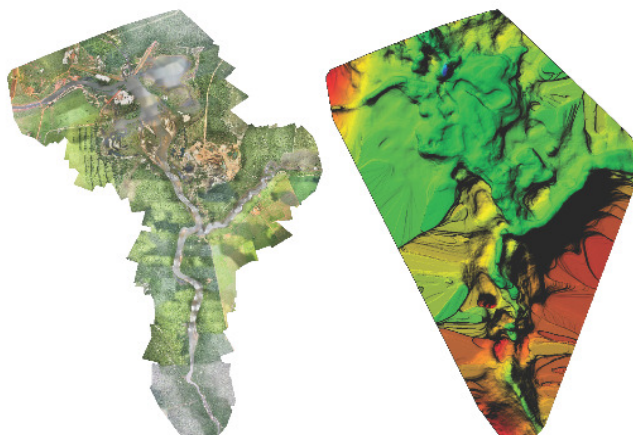


Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details

Number of Calibrated Images	750 out of 752
Number of Geolocated Images	752 out of 752

Initial Image Positions

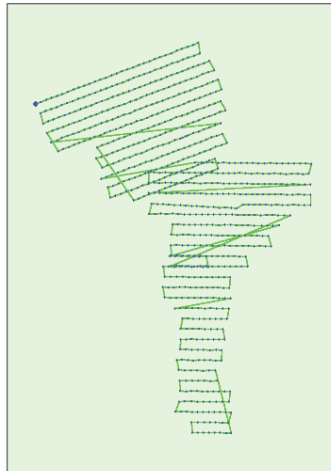


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions

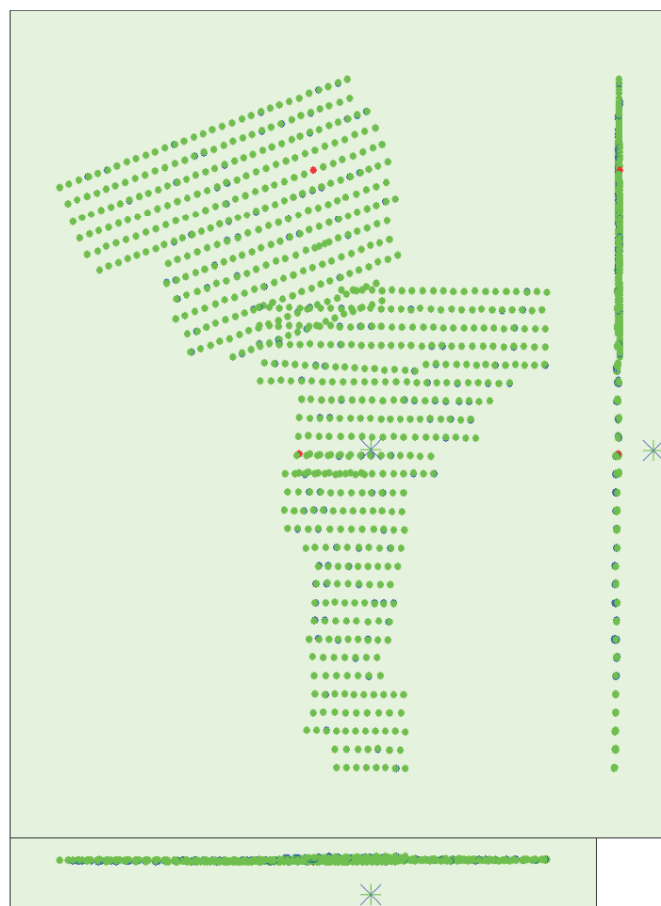


Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images.

Overlap

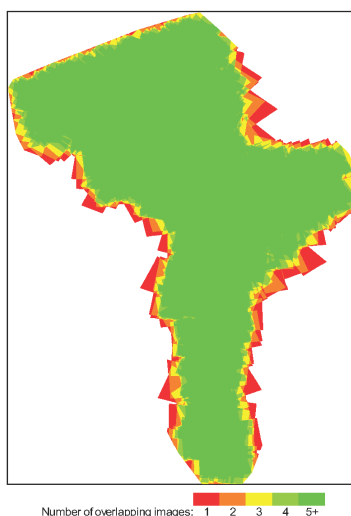


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	4485476
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	1697174
Mean Reprojection Error [pixels]	0.141966

Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(1). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3287.207 [pixel] 4.401 [mm]	2248.090 [pixel] 3.010 [mm]	1787.680 [pixel] 2.394 [mm]	-0.040	0.050	-0.029	0.004	-0.003



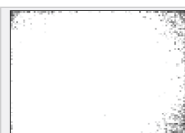
The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(2). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3297.828 [pixel] 4.416 [mm]	2249.438 [pixel] 3.012 [mm]	1786.506 [pixel] 2.392 [mm]	-0.039	0.046	-0.026	0.004	-0.003



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(3). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003



Optimized Values	3296.182 [pixel] 4.414 [mm]	2250.032 [pixel] 3.013 [mm]	1785.828 [pixel] 2.391 [mm]	-0.040	0.049	-0.029	0.004	-0.003
------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------	-------	--------	-------	--------



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(4). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3303.480 [pixel] 4.423 [mm]	2250.166 [pixel] 3.013 [mm]	1786.195 [pixel] 2.392 [mm]	-0.041	0.048	-0.027	0.004	-0.003



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

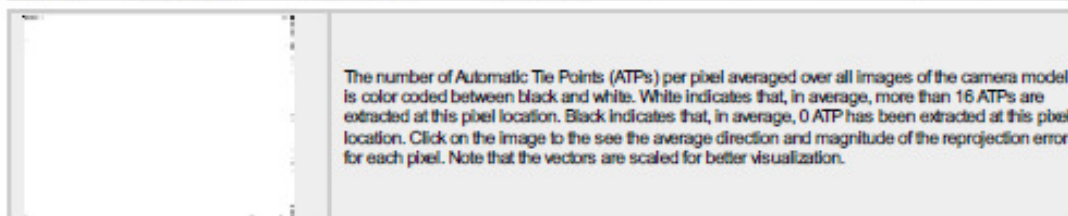
Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(5). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456



	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3301.634 [pixel] 4.421 [mm]	2249.956 [pixel] 3.013 [mm]	1787.617 [pixel] 2.394 [mm]	-0.040	0.048	-0.028	0.004	-0.003

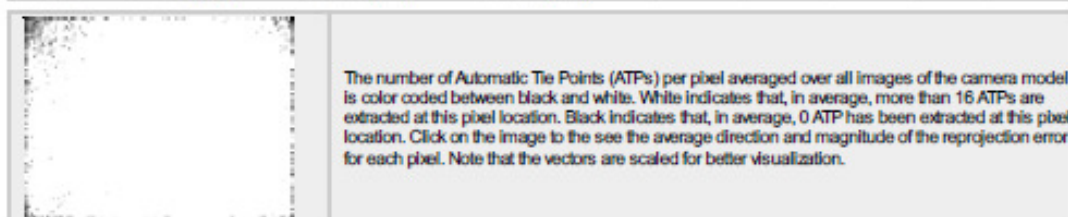


Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(6). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

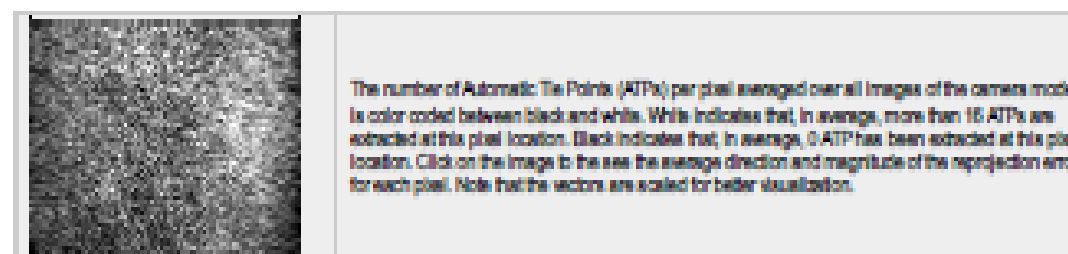
	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3304.603 [pixel] 4.425 [mm]	2247.333 [pixel] 3.009 [mm]	1787.043 [pixel] 2.393 [mm]	-0.039	0.047	-0.026	0.004	-0.003



Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(7). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3306.347 [pixel] 4.427 [mm]	2245.704 [pixel] 3.007 [mm]	1783.007 [pixel] 2.387 [mm]	-0.039	0.044	-0.023	0.004	-0.003





Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(8). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3312.387 [pixel] 4.435 [mm]	2247.071 [pixel] 3.009 [mm]	1785.609 [pixel] 2.391 [mm]	-0.039	0.047	-0.027	0.004	-0.004



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.

Internal Camera Parameters

CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(9). Sensor Dimensions: 6.170 [mm] x 4.628 [mm]

EXIF ID: CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3270.924 [pixel] 4.380 [mm]	2303.999 [pixel] 3.085 [mm]	1728.000 [pixel] 2.314 [mm]	-0.049	0.059	-0.036	0.000	-0.003
Optimized Values	3322.752 [pixel] 4.449 [mm]	2256.309 [pixel] 3.021 [mm]	1788.066 [pixel] 2.394 [mm]	-0.042	0.058	-0.038	0.004	-0.002



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel averaged over all images of the camera model is color coded between black and white. White indicates that, in average, more than 16 ATPs are extracted at this pixel location. Black indicates that, in average, 0 ATP has been extracted at this pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of the reprojection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization.



2D Keypoints Table



	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	16844	6012
Min	7674	257
Max	35288	13750
Mean	19513	5961

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(1)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	16186	6779
Min	10634	1883
Max	35288	10340
Mean	20726	6575

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(2)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	15357	6167
Min	7674	257
Max	29829	11398
Mean	15936	6180

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(3)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	15592	6193
Min	9516	1417



Max	31857	10853
Mean	17192	6228

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(4)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	16243	7199
Min	11997	3508
Max	30021	13750
Mean	18006	7268

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(5)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	16566	6517
Min	12102	1277
Max	29312	12947
Mean	18491	6625

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(6)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	17424	4840
Min	14203	1228
Max	29742	12573
Mean	19134	5113

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(7)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	17343	4196
Min	15175	1817
Max	29010	10789
Mean	19196	5341

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(8)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	18353	4748
Min	14246	443
Max	28846	12165
Mean	20419	4854

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(9)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	21370	2196
Min	14582	727
Max	29369	6343
Mean	20312	2410

2D Keypoints Table for Camera CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(10)

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	29025	7884
Min	21442	3510
Max	31865	12716
Mean	28669	7945

Median / 75% / Maximal Number of Matches Between Camera Models

	CanonIXUS127... (RGB)(1)	CanonIXUS127... (RGB)(2)	CanonIXUS127... (RGB)(3)	CanonIXUS127... (RGB)(4)	CanonIXUS127... (RGB)(5)	CanonIXUS127... (RGB)(6)	CanonIXUS127... (RGB)(7)	CanonIXUS127... (RGB)(8)
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(1)	195 / 742 / 5778	85 / 272 / 2282	1 / 1 / 4		1 / 1 / 1			
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(2)		418 / 1224 / 5710	69 / 335 / 4723	108 / 447 / 2391	1 / 1 / 1			
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(3)			314 / 941 / 5680	86 / 303 / 3880	194 / 692 / 5662	12 / 30 / 118		
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(4)				548 / 1230 / 8028	124 / 390 / 3765	9 / 2 / 9		
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(5)					226 / 887 / 6686	81 / 337 / 2309	32 / 318 / 1027	
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(6)						188 / 819 / 5540	112 / 415 / 3761	54 / 230 / 5967
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(7)							586 / 1587 / 5227	
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(8)								78 / 328 / 6581
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(9)								
CanonIXUS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(10)								

3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	1173528
In 3 Images	272970
In 4 Images	113254



In 5 Images	57487
In 6 Images	33876
In 7 Images	20508
In 8 Images	11892
In 9 Images	6563
In 10 Images	3459
In 11 Images	1743
In 12 Images	973
In 13 Images	505
In 14 Images	272
In 15 Images	96
In 16 Images	33
In 17 Images	9
In 18 Images	3
In 19 Images	3

2D Keypoint Matches

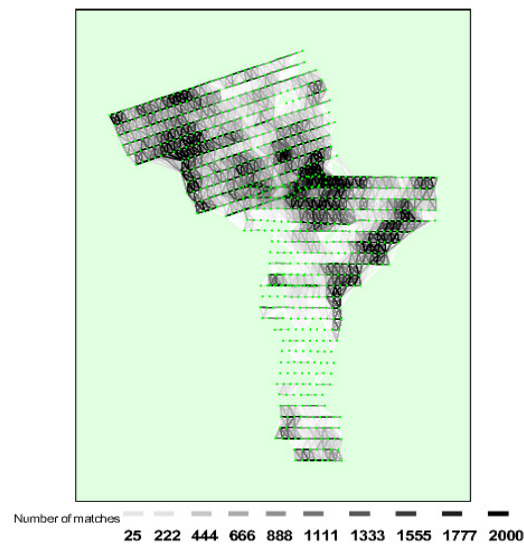


Figure 5: Top view of the image computed positions with a link between matching images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images.

Geolocation Details

Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
P01 (3D)	0.020/ 0.020	0.000	0.000	-0.001	0.255	11 / 11

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

Absolute Geolocation Variance

Mn Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-19.70	0.00	0.00	0.00
-19.70	-15.76	0.00	0.00	0.00
-15.76	-11.82	0.00	0.00	0.00
-11.82	-7.88	0.00	0.00	0.00
-7.88	-3.94	0.27	0.27	0.67
-3.94	0.00	48.13	57.33	41.60
0.00	3.94	51.60	41.87	55.33
3.94	7.88	0.00	0.53	2.27
7.88	11.82	0.00	0.00	0.00
11.82	15.76	0.00	0.00	0.13
15.76	19.70	0.00	0.00	0.00
19.70	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.013803	-0.145689	0.320791
Sigma [m]		0.825661	0.862511	1.701428
RMS Error [m]		0.825777	0.874728	1.731405

Mn Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.



Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	99.87
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	5.917023	5.917023	6.695483
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.314752	0.314752	1.251425

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	4.419779
Phi	4.874611
Kappa	9.512146

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Processing Options

Hardware	CPU: Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1620 0 @ 3.60GHz RAM: 44GB GPU: NVIDIA Quadro 2000 (Driver: 3.17.12.9670), RDPDD Chained DD (Driver: unknown), RDP Encoder Mirror Driver (Driver: unknown), RDP Reflector Display Driver (Driver: unknown)
Operating System	Windows 7 Professional, 64-bit
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(1)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(2)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(3)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(4)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(5)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(6)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(7)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(8)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(9)
Camera Model Name	CanonDJS127HS_4.3_4608x3456 (RGB)(10)
Image Coordinate System	WGS84
Ground Control Point (GCP) Coordinate System	SIRGAS 2000 / UTM zone 21S
Output Coordinate System	SIRGAS 2000 / UTM zone 21S
Keypoints Image Scale	Custom, Image Scale: 0.5
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: yes
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Alternative, Internal Parameters Optimization: All, External Parameters Optimization: All, Rematch: yes

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes, Maximum Number of Triangles: 1000000, Texture Size: 8192x8192
Advanced: Matching Window Size	7x7 pixels
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Densification Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Advanced: Limit Camera Depth Automatically	no
Time for Point Cloud Densification	03h:50m:25s
Time for 3D Textured Mesh Generation	24m:30s

Results

Number of Generated Tiles	37
Number of 3D Densified Points	98755213
Average Density (per m ³)	4.76

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (8.3 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes, Surface Smoothing: yes, Sharp
DSM Generation	yes, Method: Inverse Distance Weighting, Merge Tiles: yes
Grid DSM	yes, Spacing [cm]: 500
Time for DSM Generation	02h:00m:18s
Time for Orthomosaic Generation	02h:27m:56s