



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

CONTRATO Nº 002/SRH/CE/2012



PROJETO EXECUTIVO DO 1º TRECHO  
JATI / RIO CARIÚS DO CINTURÃO  
DE ÁGUAS DO CEARÁ - CAC

RELATÓRIO FINAL - TEXTO  
SERVIÇOS DE TOPOGRAFIA - VOLUME III/VI  
RELATÓRIO AEROFOTOGRAFÊMTRICO - TOMO III/III  
RELATÓRIO DE APOIO TERRESTRE



AGOSTO / 2015



0	07/05/2012	B	Emissão Inicial		
REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES		
TIPO DE EMISSÃO	(A) PRELIMINAR	(D) PARA COTAÇÃO	(G) CONFORME CONSTRUIDO		
	(B) PARA APROVAÇÃO	(E) PARA CONSTRUÇÃO	(H) CANCELADO		
	(C) PARA CONHECIMENTO	(F) CONFORME COMPRADO	(I) DE TRABALHO		
					
PROJETO:					DATA:
PROJETISTA:					DATA:
VERIFICAÇÃO:					DATA:
APROVAÇÃO:					DATA:
	<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b> <b>SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH</b> <b>CINTURÃO DE ÁGUAS DO CEARÁ – CAC</b> <b>PROJETO EXECUTIVO DO TRECHO 1 – JATI-CARIUS</b>				
<b>SERVIÇOS AEROFOTOGRAMÉTRICO E CARTOGRÁFICO</b>					
Título	<b>RELATÓRIO DE APOIO TERRESTRE</b>  DATA (05/2012)				
	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			SRH-CE		
DESENHISTA			SRH-CE		
VERIFICADO					
			CLIENTE: SRH-CE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº: CAC.PE-T1-REL-GRT1.RAT-AFM-001				REVISÃO
	PROJETISTA: VBA TECNOLOGIA E ENGENHARIA S/A				0
	CLIENTE: SRH-CE				





---

---

## APRESENTAÇÃO

## **APRESENTAÇÃO**

Este volume representa o relatório de Apoio Terrestre dos serviços de levantamento aerofotogramétrico e perfilamento a laser do trecho Jati-Cariús, referente ao Projeto Cinturão das Águas do Ceará – CAC.

As coordenadas dos marcos e dos pontos de apoio foram determinadas por rastreamento de satélites do sistema NAVSTAR-GPS. Todas as coordenadas plani-altimétricas constantes nas tabelas e listas em anexo, estão associadas aos datums SAD 69 e WGS 84, adotando-se o Sistema de Projeção UTM, fuso 24 (meridiano central 39°W).

Salienta-se que recentemente, o IBGE realizou um novo ajustamento altimétrico das referências de nível, ocorrendo uma alteração das altitudes ortométricas das RRNN da região em torno de um valor médio de (– 25 cm). Para mantermos a compatibilidade com serviços realizados anteriormente no empreendimento, as altitudes ortométricas aqui relacionadas estão referenciadas ao ajustamento altimétrico do IBGE anterior a referida data.



---

---

## ÍNDICE



## ÍNDICE

### APRESENTAÇÃO

<b>1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 - IMPLANTAÇÃO DO APOIO TERRESTRE .....</b>	<b>10</b>
2.1 - RELAÇÃO DE COORDENADAS DOS PONTOS DE APOIO TERRESTRE.....	11
2.2 - RELATÓRIO AJUSTAMENTO DAS LINHAS BASES DE RASTREIO DE SATÉLITES.....	11
<b>3 - MODELO GEOIDAL .....</b>	<b>16</b>
<b>4 - EQUIPAMENTOS E PESSOAL ALOCADOS .....</b>	<b>19</b>

### ANEXOS

**ANEXO I - MAPA GERAL DO APOIO TERRESTRE**

**ANEXO II - MONOGRAFIA RBMC DO CRATO**

**ANEXO III - MONOGRAFIAS DOS MARCOS DE 2010 OCUPADOS COMO BASE EM 2011**



## **1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO**

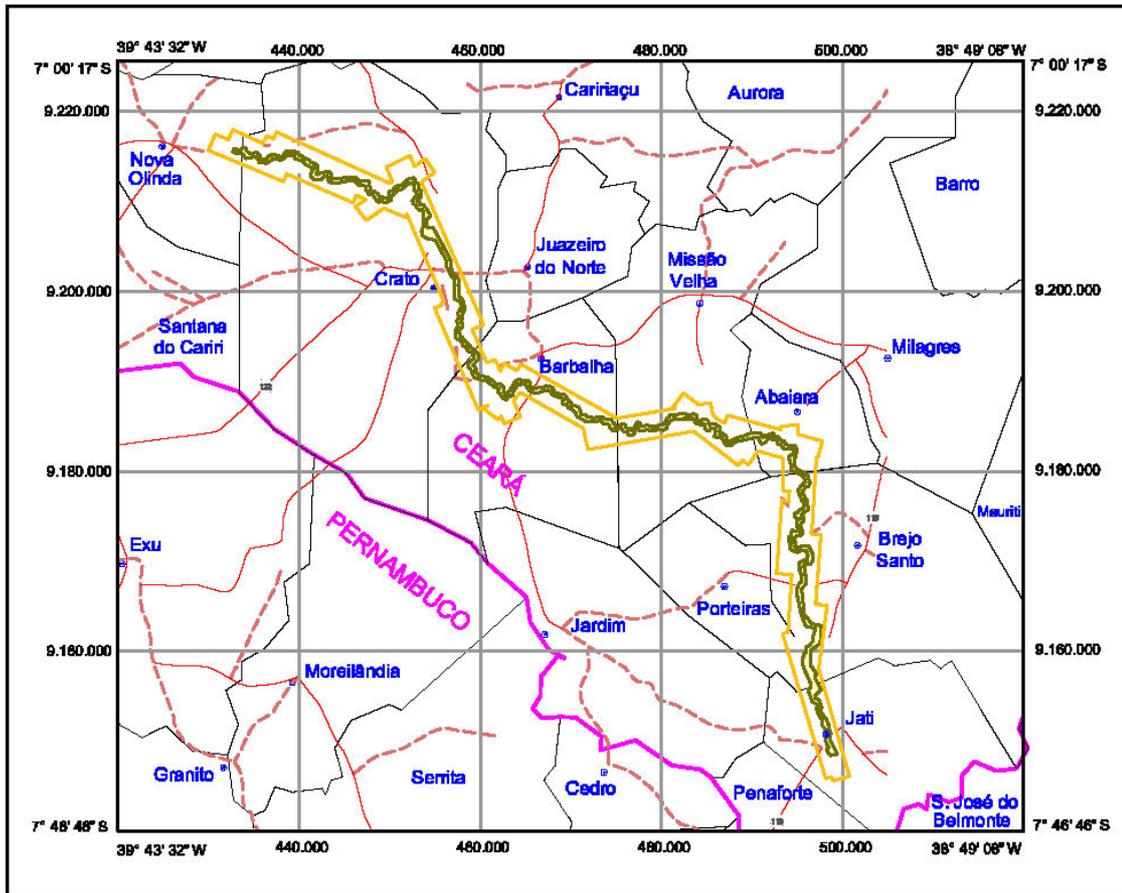
---

---



## 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

A região mapeada localiza-se no trecho Jati-Cariús do Projeto Cinturão das Águas do Ceará, compreendida entre os meridianos  $38^{\circ}49'08''$  W e  $39^{\circ}43'32''$  W, e os paralelos  $7^{\circ}00'17''$  S e  $7^{\circ}46'46''$  S.





## **2 - IMPLANTAÇÃO DO APOIO TERRESTRE**

---

---

## **2 - IMPLANTAÇÃO DO APOIO TERRESTRE**

No ano de 2010, a Aeromapa realizou serviços de aerolevanteamento realizado para a VBA, e durante a execução da etapa de apoio terrestre foi implantado um conjunto de marcos topográficos, cujas coordenadas foram determinadas por rastreamento de satélites e por nivelamento geométrico. Com isto, aproveitou-se parcialmente os marcos, aproveitamento parcial dos marcos já monumentalizados no terreno e utilizando-os como estações bases para a determinação dos pontos de apoio complementar.

Após a conclusão da cobertura aerofotogramétrica, iniciou-se o planejamento da implantação do apoio suplementar, que tem por finalidade estabelecer uma rede de pontos de coordenadas conhecidas a serem utilizados como controle no processamento da aerotriangulação e na verificação dos pontos obtidos no perfilamento a laser. A realização do recobrimento aerofotogramétrico apoiado por rastreamento de satélites e com a utilização de sistema inercial de navegação (IMU), permite a obtenção precisa das coordenadas do centro de exposição e dos ângulos de orientação espacial de cada fotografia. Desta forma, reduz-se significativamente o número de pontos de apoio de campo necessários para a realização da aerotriangulação. A localização dos pontos de apoio foi planejada sobre as fotografias digitais, escolhendo-se detalhes nítidos do terreno, em locais preferencialmente planos e afastados de encostas, livres de sombras e facilmente identificáveis em campo.

Na determinação das coordenadas dos pontos de apoio suplementar do projeto atual, foram ocupados como estações bases os seguintes marcos implantados em 2010: AZ-003, AZ-011, M-013, RN-04 e RN-06. As coordenadas destes marcos foram novamente determinadas utilizando como referência a estação geodésica do IBGE denominada CRAT (SAT-92300), localizada na cidade do Crato-CE e pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento (RBMC).

Nas operações de rastreamento de satélites foi empregado o método de posicionamento relativo estático com a utilização de receptores de dupla frequência, adotando-se taxa de rastreamento de 5 segundos. O período médio de ocupação dos marcos bases foi superior a 3 horas, enquanto que o período de ocupação dos pontos de apoio suplementar foi superior a 30 minutos. Os dados coletados pelos receptores foram diariamente descarregados e pré-processados, permitindo verificar a qualidade dos vetores observados e a necessidade de eventuais reocupações. Para cada ponto foi elaborado um croqui contendo detalhes de identificação e fotografia panorâmica para auxiliar sua utilização na etapa de aerotriangulação.

No processamento das linhas bases, todas as soluções foram obtidas com a fixação das ambigüidades e com as componentes do DOP (Dilution of Precision) inferiores a 6. No ajustamento final foram fixadas as coordenadas da estação RBMC CRAT, obtendo-se as coordenadas dos demais pontos com desvio padrão inferior a 5 cm. As altitudes ortométricas dos pontos de apoio suplementar foram obtidas a partir das alturas elipsoidais e das ondulações geoidais fornecidas pelo modelo geoidal local determinado nos serviços realizados no ano de 2010.

Foram levantados um total de 22 pontos de apoio suplementar, cuja distribuição ao longo do projeto pode ser visualizado no mapa geral de apoio terrestre encontrado no item

Anexos. O sub-item que segue, apresenta a relação de coordenadas dos marcos e pontos do Apoio Terrestre.

## 2.1 - RELAÇÃO DE COORDENADAS DOS PONTOS DE APOIO TERRESTRE

### Coordenadas dos Pontos de Apoio Terrestre DATUM : SAD 69 – FUSO 24 – Meridiano Central 39° W

Ponto	E (m)	N (m)	Altitude	Latitude	Longitude	h Elipsoidal (m)
			Ortométrica			
<b>Pontos de Apoio Básico</b>						
RBM Crato	454158.780	9199959.790	446.0553	7° 14' 15.41440" S	39° 24' 54.88262" W	462.290
AZ-003	496927.242	9158167.596	483.0176	7° 36' 57.04513" S	39° 01' 40.28921" W	499.432
AZ-011	487262.663	9184095.840	461.3811	7° 22' 52.65057" S	39° 06' 55.50070" W	477.819
M-013	477233.839	9184237.230	518.5053	7° 22' 47.92845" S	39° 12' 22.64457" W	534.437
RN-04	442802.708	9212491.321	474.0086	7° 07' 26.96109" S	39° 31' 04.73312" W	490.301
RN-06	451099.025	9212886.888	417.9268	7° 07' 14.36068" S	39° 26' 34.25210" W	434.221
<b>Pontos de Apoio Suplementar</b>						
HV-501	431335.054	9216109.111	416.077	7° 05' 28.69330" S	39° 37' 18.42687" W	432.151
HV-502	437013.948	9214032.009	453.591	7° 06' 36.56873" S	39° 34' 13.38893" W	469.707
HV-503	443601.965	9213765.559	448.931	7° 06' 45.49591" S	39° 30' 38.63075" W	465.152
HV-504	442860.587	9213442.444	449.673	7° 06' 55.99095" S	39° 31' 02.81153" W	465.872
HV-505	448752.789	9210572.658	460.678	7° 08' 29.64655" S	39° 27' 50.81743" W	476.898
HV-506	449631.017	9211208.146	436.519	7° 08' 08.98099" S	39° 27' 22.16461" W	452.772
HV-507	452996.753	9212684.305	421.682	7° 07' 21.01571" S	39° 25' 32.39030" W	438.040
HV-508	454640.733	9206681.449	478.034	7° 10' 36.54302" S	39° 24' 38.96924" W	494.247
HV-509	456436.809	9201629.667	406.862	7° 13' 21.10214" S	39° 23' 40.55011" W	422.989
HV-510	457911.413	9196102.091	450.750	7° 16' 21.14458" S	39° 22' 52.61687" W	466.806
HV-511	460128.723	9189602.689	465.986	7° 19' 52.85218" S	39° 21' 40.47556" W	482.004
HV-512	466818.845	9190107.638	477.941	7° 19' 36.56939" S	39° 18' 02.25607" W	494.017
HV-513	471535.747	9187260.148	425.393	7° 21' 09.39207" S	39° 15' 28.46136" W	441.483
HV-514	474545.640	9184604.903	484.298	7° 22' 35.91249" S	39° 13' 50.32845" W	500.392
HV-515	479053.235	9185996.777	466.408	7° 21' 50.65575" S	39° 11' 23.27074" W	482.549
HV-516	484842.990	9185913.567	441.530	7° 21' 53.43444" S	39° 08' 14.41370" W	457.724
HV-517	489201.976	9183411.518	529.765	7° 23' 14.95046" S	39° 05' 52.24393" W	545.967
HV-518	495043.155	9183050.400	423.341	7° 23' 26.74065" S	39° 02' 41.69924" W	439.594
HV-519	496157.063	9177324.712	455.649	7° 26' 33.19958" S	39° 02' 05.37665" W	471.844
HV-520	495967.169	9166240.913	433.140	7° 32' 34.13909" S	39° 02' 11.60207" W	449.326
HV-521	495904.168	9159328.649	484.874	7° 36' 19.23355" S	39° 02' 13.67721" W	501.139
HV-522	499430.899	9149391.567	435.763	7° 41' 42.83446" S	39° 00' 18.57787" W	452.227

## 2.2 - RELATÓRIO AJUSTAMENTO DAS LINHAS BASES DE RASTREIO DE SATÉLITES

- Project Report
  - Project name: VBA\_2012\_Cinturão\_das\_Águas.ttp
  - Created by: Aeromapa
  - Comment:
  - Linear unit: Meters
  - Angular unit: DMS
  - Projection: UTMSouth-Zone\_24 : 42W to 36W
  - Datum: SAD69 2005 e WGS 84



- Adjustment Summary
  - Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint
  - Confidence level: 68 %
  - Number of adjusted points: 28
  - Number of plane control points: 1
  - Number of used GPS vectors: 38
  - A posteriori plane UWE: 1.433546 , Bounds: ( 0.839372 , 1.137981 )
  - Number of height control points: 1
  - A posteriori height UWE: 0.7522669 , Bounds: ( 0.7669301 , 1.187817 )

Control Points			
Name	E (m)	N (m)	h (m) Elipsoidal
CRAT	454158.780	9199959.790	462.290

Adjusted Points							
Name	E (m)	N (m)	h (m) Elipsoidal	Std Dev e (m)	Std Dev n (m)	Std Dev Horiz (m)	Std Dev Vertical (m)
AZ-003	496927.289	9158167.538	499.202	0.024	0.014	0.028	0.032
AZ-011	487262.655	9184095.859	477.681	0.013	0.009	0.015	0.023
HV-501	431335.054	9216109.111	432.151	0.006	0.005	0.008	0.012
HV-502	437013.948	9214032.009	469.707	0.007	0.007	0.010	0.016
HV-503	443601.965	9213765.559	465.152	0.007	0.005	0.008	0.011
HV-504	442860.587	9213442.444	465.872	0.007	0.006	0.009	0.011
HV-505	448752.789	9210572.658	476.898	0.004	0.004	0.006	0.008
HV-506	449631.017	9211208.146	452.772	0.004	0.003	0.005	0.008
HV-507	452996.753	9212684.305	438.040	0.004	0.003	0.006	0.008
HV-508	454640.733	9206681.449	494.247	0.004	0.003	0.005	0.007
HV-509	456436.809	9201629.667	422.989	0.006	0.006	0.008	0.015
HV-510	457911.413	9196102.091	466.806	0.009	0.005	0.011	0.016
HV-511	460128.723	9189602.689	482.003	0.005	0.004	0.006	0.011
HV-512	466818.845	9190107.637	494.016	0.006	0.004	0.008	0.011
HV-513	471535.748	9187260.148	441.482	0.009	0.009	0.012	0.023
HV-514	474545.640	9184604.903	500.393	0.006	0.005	0.008	0.010
HV-515	479053.235	9185996.776	482.547	0.008	0.006	0.011	0.016
HV-516	484842.990	9185913.567	457.724	0.016	0.011	0.019	0.027
HV-517	489201.976	9183411.518	545.967	0.013	0.009	0.016	0.024
HV-518	495043.155	9183050.400	439.594	0.014	0.010	0.017	0.025
HV-519	496157.063	9177324.712	471.844	0.026	0.016	0.030	0.037
HV-520	495967.169	9166240.913	449.326	0.025	0.015	0.029	0.033
HV-521	495904.168	9159328.649	501.139	0.025	0.015	0.029	0.034
HV-522	499430.899	9149391.567	452.227	0.026	0.015	0.030	0.034
M-013	477233.839	9184237.230	534.437	0.005	0.004	0.006	0.009
RN-04	442802.671	9212491.331	490.222	0.006	0.004	0.007	0.010
RN-06	451099.037	9212886.893	434.157	0.003	0.003	0.004	0.006



GPS Observations Report 1						
Name	dE (m)	dN (m)	dHt (m)	Distance (m)	Horizontal Precision (m)	Vertical Precision (m)
AZ-003-CRAT	-42768.509	41792.252	-36.912	59825.159	0.019	0.032
AZ-003-HV-519	-770.227	19157.174	-27.358	19181.802	0.008	0.019
AZ-003-HV-520	-960.121	8073.375	-49.876	8134.279	0.005	0.009
AZ-003-HV-521	-1023.121	1161.111	1.937	1548.306	0.006	0.013
AZ-003-HV-522	2503.609	-8775.971	-46.975	9130.558	0.007	0.012
AZ-011-CRAT	-33103.875	15863.931	-15.391	36725.649	0.011	0.023
AZ-011-HV-516	-2419.665	1817.707	-19.957	3027.849	0.008	0.015
AZ-011-HV-517	1939.321	-684.342	68.286	2058.641	0.003	0.006
AZ-011-HV-518	7780.499	-1045.459	-38.088	7854.214	0.005	0.009
CRAT-HV-501	-22823.726	16149.321	-30.131	27971.308	0.008	0.020
CRAT-HV-506	-4527.775	11248.358	-9.528	12130.821	0.006	0.016
CRAT-HV-507	-1162.023	12724.518	-24.234	12783.167	0.006	0.013
CRAT-HV-508	481.950	6721.652	31.953	6742.015	0.005	0.010
CRAT-HV-509	2278.030	1669.877	-39.349	2826.050	0.015	0.038
CRAT-HV-510	3752.637	-3857.700	4.505	5384.253	0.011	0.020
CRAT-HV-511	5969.943	-10357.099	19.715	11959.901	0.005	0.012
CRAT-HV-512	12660.066	-9852.147	31.727	16049.225	0.007	0.014
CRAT-HV-513	17376.969	-12699.641	-20.798	21532.776	0.012	0.032
CRAT-HV-514	20386.851	-15354.898	38.102	25534.215	0.010	0.017
CRAT-HV-515	24894.453	-13963.029	20.249	28556.060	0.012	0.029
CRAT-M-013	23075.071	-15722.561	72.144	27935.363	0.010	0.017
CRAT-RN-04	-11356.109	12531.541	27.930	16919.051	0.006	0.011
CRAT-RN-06	-3059.739	12927.109	-28.130	13290.195	0.005	0.008
HV-501-RN-04	11467.618	-3617.780	58.073	12029.978	0.004	0.011
HV-502-RN-04	5788.723	-1540.678	20.515	5992.857	0.005	0.013
HV-503-RN-04	-799.294	-1274.228	25.070	1505.034	0.003	0.004
HV-504-RN-04	-57.915	-951.113	24.350	953.600	0.004	0.006
HV-505-RN-06	2346.247	2314.235	-42.742	3297.266	0.002	0.005
HV-506-RN-06	1468.017	1678.747	-18.617	2231.139	0.003	0.007
HV-507-RN-06	-1897.715	202.589	-3.877	1909.342	0.004	0.009
HV-508-RN-06	-3541.697	6205.438	-60.093	7148.442	0.003	0.007
HV-509-RN-06	-5337.772	11257.225	11.160	12464.109	0.005	0.014
HV-510-RN-06	-6812.373	16784.801	-32.666	18122.673	0.010	0.025
HV-511-M-013	17105.117	-5365.453	52.436	17935.333	0.006	0.017
HV-512-M-013	10414.994	-5870.402	40.422	11961.189	0.006	0.013
HV-513-M-013	5698.092	-3022.915	92.965	6453.984	0.012	0.031
HV-514-M-013	2688.197	-367.676	34.044	2714.724	0.005	0.008
HV-515-M-013	-1819.396	-1759.553	51.888	2532.784	0.008	0.016



GPS Observation Report 3							
Name	Duration	Base Antenna Type	Base Antenna Method	Base Antenna Height (m)	Rover Antenna Type	Rover Antenna Method	Rover Antenna Height (m)
AZ-003-CRAT	05:54:55	NOV703_3_00	Vertical	1.947	TRM_55971.0	Vertical	0.008
AZ-003-HV-519	00:40:00	NOV703_3_00	Vertical	1.947	NOV703_3_00	Vertical	2.768
AZ-003-HV-520	00:37:15	NOV703_3_00	Vertical	1.947	NOV703_3_00	Vertical	2.488
AZ-003-HV-521	00:33:45	NOV703_3_00	Vertical	1.947	NOV703_3_00	Vertical	2.328
AZ-003-HV-522	00:34:30	NOV703_3_00	Vertical	1.947	NOV703_3_00	Vertical	2.258
AZ-011-CRAT	04:32:00	NOV703_3_00	Vertical	1.927	TRM_55971.0	Vertical	0.008
AZ-011-HV-516	00:33:00	NOV703_3_00	Vertical	1.927	NOV703_3_00	Vertical	2.658
AZ-011-HV-517	00:31:50	NOV703_3_00	Vertical	1.927	NOV703_3_00	Vertical	1.917
AZ-011-HV-518	00:40:20	NOV703_3_00	Vertical	1.927	NOV703_3_00	Vertical	2.078
CRAT-HV-501	00:41:25	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	1.877
CRAT-HV-506	00:33:15	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.458
CRAT-HV-507	00:37:40	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.828
CRAT-HV-508	00:33:35	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	1.777
CRAT-HV-509	00:37:35	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.828
CRAT-HV-510	00:40:35	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.038
CRAT-HV-511	00:42:15	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.168
CRAT-HV-512	00:37:20	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.558
CRAT-HV-513	00:33:25	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.328
CRAT-HV-514	00:37:50	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.098
CRAT-HV-515	00:51:30	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	2.078
CRAT-M-013	07:34:55	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	1.862
CRAT-RN-04	07:43:26	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	1.792
CRAT-RN-06	07:41:30	TRM_55971.0	Vertical	0.008	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-501-RN-04	00:41:25	NOV703_3_00	Vertical	1.877	NOV703_3_00	Vertical	1.792
HV-502-RN-04	00:50:05	NOV703_3_00	Vertical	1.737	NOV703_3_00	Vertical	1.792
HV-503-RN-04	00:34:50	NOV703_3_00	Vertical	2.868	NOV703_3_00	Vertical	1.792
HV-504-RN-04	00:40:50	NOV703_3_00	Vertical	2.228	NOV703_3_00	Vertical	1.792
HV-505-RN-06	00:40:45	NOV703_3_00	Vertical	2.318	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-506-RN-06	00:33:15	NOV703_3_00	Vertical	2.458	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-507-RN-06	00:37:40	NOV703_3_00	Vertical	2.828	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-508-RN-06	00:33:35	NOV703_3_00	Vertical	1.777	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-509-RN-06	00:37:35	NOV703_3_00	Vertical	2.828	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-510-RN-06	00:40:35	NOV703_3_00	Vertical	2.038	NOV703_3_00	Vertical	1.797
HV-511-M-013	00:42:15	NOV703_3_00	Vertical	2.168	NOV703_3_00	Vertical	1.862
HV-512-M-013	00:37:20	NOV703_3_00	Vertical	2.558	NOV703_3_00	Vertical	1.862
HV-513-M-013	00:33:25	NOV703_3_00	Vertical	2.328	NOV703_3_00	Vertical	1.862
HV-514-M-013	00:37:50	NOV703_3_00	Vertical	2.098	NOV703_3_00	Vertical	1.862
HV-515-M-013	00:31:30	NOV703_3_00	Vertical	2.078	NOV703_3_00	Vertical	1.862



### **3 - MODELO GEOIDAL**

---

---

### 3 - MODELO GEOIDAL

Quando realizamos observações GPS, os dados altimétricos estão referenciados ao elipsóide, obtendo-se a denominada altura geométrica ou altura elipsoidal. No entanto, as altitudes ortométricas que são medidas e requeridas nos serviços topográficos estão referenciadas ao geóide (nível médio dos mares). A diferença entre a altura elipsoidal ( $h$ ) e a altitude ortométrica ( $H$ ) é denominada de ondulação geoidal ( $N=h-H$ ). Portanto, para obtermos a altitude ortométrica de um ponto determinado por satélite, devemos conhecer a ondulação geoidal neste ponto. Necessitamos determinar um modelo geoidal local que permita a interpolação destas ondulações para os pontos de altitude desconhecida. Para tanto, fazemos o rastreamento de referências de nível e de pontos nivelados para obtermos um conjunto de pontos com ondulação geoidal conhecida. Em seguida, efetuamos o ajustamento de uma superfície matemática que mais se aproxime ao geóide nesta área.

Durante a realização dos serviços para a VBA em 2010, foi determinado um modelo geoidal local onde foram rastreados 17 marcos de altitudes ortométricas conhecidas : 7 marcos implantados pela Aeromapa (M-001\_AER, M-002\_AER, M-004\_AER, RN-02, RN-03, RN-04 e RN-06), 3 marcos implantados pela VBA (M-030, M-031, M-034) e 7 RRNN do IBGE (RN-1699 D, RN-1699 N, RN-1699 U, RN-1864 U, RN-1865 N, RN-1866 L e RN-1868 A). Estes marcos foram também rastreados por satélites e suas altitudes foram obtidas por nivelamento geométrico. Em função das altitudes ortométricas e das alturas elipsoidais obtidas no rastreamento, foi elaborado um modelo geoidal local cuja formulação matemática é representada por um polinômio de 2º grau expressa pela seguinte fórmula:

$$Ond = a1 + b1 * E + c1 * N + d1 * E * N + e1 * E^2 + f1 * N^2,$$

Onde os termos representam:

*Ond* = ondulação geoidal no datum SAD-69(m)

*E* = coordenada E no datum SAD-69

*N* = coordenada N no datum SAD-69

Parâmetros da equação:

$$a1 = 59117,03035354610$$

$$b1 = -0,005080311264237$$

$$c1 = -0,012613705201147$$

$$d1 = 0,000000000544693$$

$$e1 = 8,9234 e-11$$

$$f1 = 6,72946 e-10$$

Re-aplicando-se o modelo matemático sobre os pontos utilizados na sua determinação, obtivemos um desvio padrão de 0.095 metros, com a diferença máxima de 0.231 metros encontrada na RN-1866L. O quadro abaixo apresenta os resíduos entre a ondulação geoidal observada em campo ( $N = h - H$ ) e a ondulação interpolada no modelo geoidal.



**Verificação do Modelo Geoidal Local**  
**Coordenadas UTM Datum SAD69 - Meridiano Central : 51 °W**

Ponto	E (m)	N (m)	h Elipsoidal (1)	H Ortométrica Nivelada (2)	Ondulação Observada (3) = (1) - (2)	Ondulação Calculada (4)	Resíduo (3) - (4)
M_001_AER	392525.100	9225316.011	492.5720	476.9518	15.6202	15.6576	-0.0374
M_002_AER	399447.732	9224867.071	510.4620	494.8173	15.6447	15.7548	-0.1101
M_004_AER	412217.195	9215046.582	494.5590	478.6888	15.8702	15.7745	0.0957
M-030	424656.925	9214889.180	477.8650	461.9107	15.9543	15.9422	0.0121
M-031	419571.131	9215796.313	464.3920	448.3624	16.0296	15.8855	0.1441
M-034	407727.842	9217763.058	612.9350	597.1309	15.8041	15.7540	0.0501
RN-02	395912.428	9226852.834	428.8160	413.1695	15.6465	15.7381	-0.0916
RN-03	427097.306	9213952.960	488.1650	472.1494	16.0156	15.9595	0.0561
RN-04	442802.706	9212491.327	490.2870	474.0086	16.2784	16.1720	0.1064
RN-06	451099.025	9212886.903	434.2130	417.9268	16.2862	16.3291	-0.0429
RN-1699 D	500487.370	9168284.272	421.2900	405.0530	16.2370	16.1864	0.0506
RN-1699 N	499158.762	9150508.024	453.4240	436.9638	16.4602	16.4362	0.0240
RN-1699 U	495030.352	9145598.382	541.3150	524.7242	16.5908	16.6226	-0.0318
RN-1864 U	421411.507	9219051.740	552.6370	536.6653	15.9717	15.9822	-0.0105
RN-1865 N	450765.248	9203123.035	603.9730	588.0129	15.9601	16.0808	-0.1207
RN-1866 L	466467.930	9192328.177	431.0510	415.1858	15.8652	16.0964	-0.2312
RN-1868 A	494546.665	9186358.379	437.4960	421.1462	16.3498	16.3052	0.0446
<b>Desvio padrão:</b>							<b>0.0950</b>
<b>Máximo:</b>							<b>0.1441</b>
<b>Mínimo:</b>							<b>-0.2312</b>



## **4 - EQUIPAMENTOS E PESSOAL ALOCADOS NO CAMPO**

---

---



#### 4 - EQUIPAMENTOS E PESSOAL ALOCADOS NO CAMPO

Nos serviços de campo foram mobilizados os seguintes equipamentos e recursos humanos :

- 2 Técnicos nível superior especializados em cartografia;
- 2 Técnicos nível médio especializados em cartografia;
- 4 topógrafos;
- 8 auxiliares de topografia e 10 auxiliares de apoio de campo;
- 2 receptores GPS de dupla frequência, marca Novatel modelo DL-V3 com antena Novatel modelo GPS-702;
- 4 receptores GPS de dupla frequência, marca Novatel modelo DL4-Plus com antena Novatel modelo GPS-702;
- 4 veículos;
- **2 computadores tipo desktop e 2 computadores tipo notebook ;**
- **Softwares de processamento Topcon Tools Versão 7.1.**



---

---

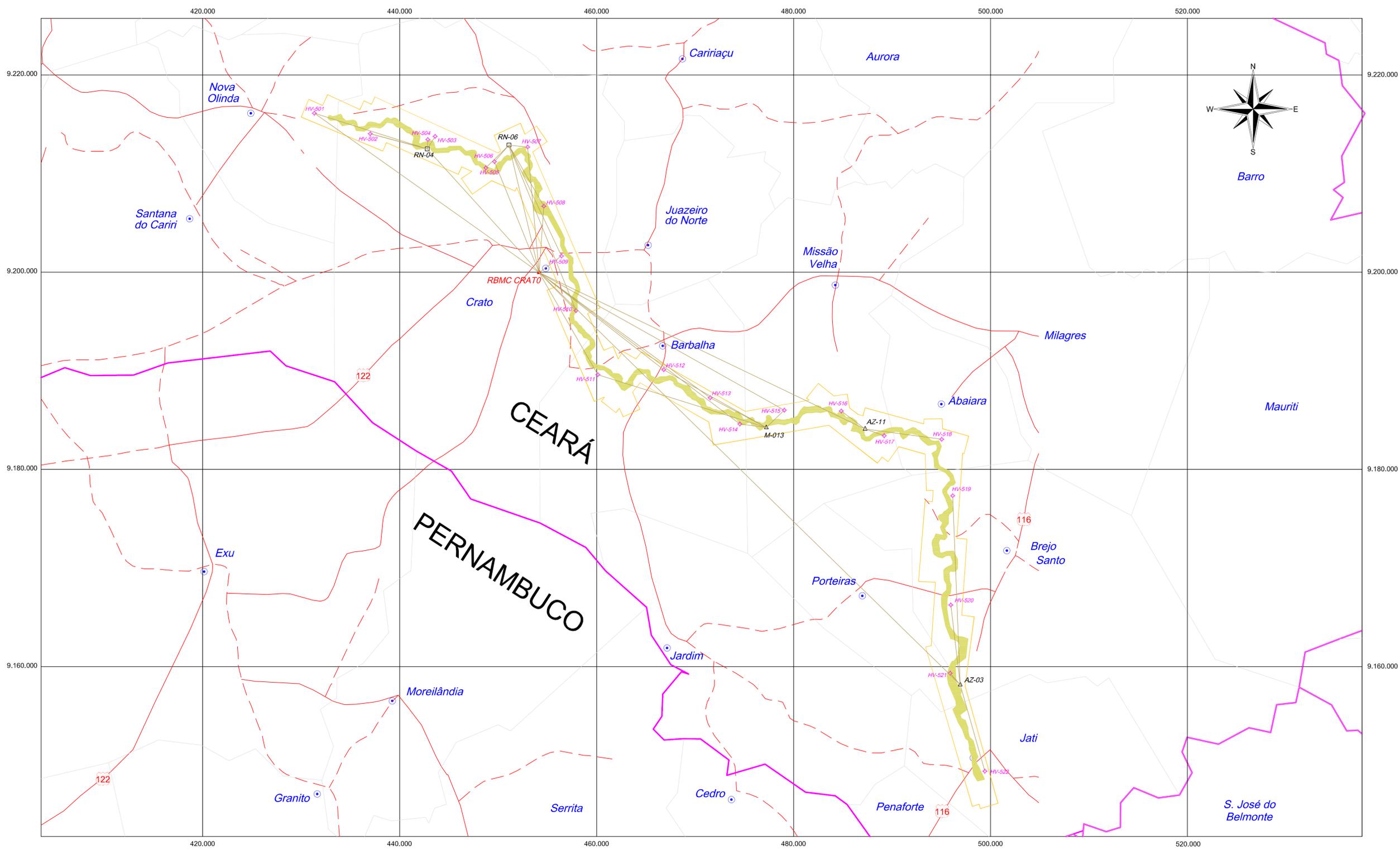
**ANEXOS**



---

---

## **ANEXO I - MAPA GERAL DO APOIO TERRESTRE**



ESCALA 1:200.000  
 0 100 Km 200 Km  
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 DATUM VERTICAL : MARÉGRAFO DE IMBITUBA - SC  
 DATUM HORIZONTAL: SAD-69  
 FUSO 24 ( MC - 39°)

**LEGENDA:**

	MUNICÍPIOS / LOCALIDADES		SAT IBGE
	RODOVIA ESTADUAL/FEDERAL NÃO PAVIMENTADA		MARCOS VBA IMPLANTADOS EM 2010
	RODOVIA ESTADUAL/FEDERAL PAVIMENTADA		PONTO DE APOIO HV LEVANTADOS EM 2011
	DIVISA ESTADUAL		LINHAS BASE DE RASTREIO
	DIVISA MUNICIPAL		
	LIMITE DE RESTITUIÇÃO		
	ÁREA DO RECOBRIMENTO FOTOGRÁFICO		

**NOTAS:**  
 1. ELABORADO POR AEROMAPA

**DESENHOS DE REFERÊNCIA:**

**REVISÕES**

Nº	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
0	EMIÇÃO INICIAL	00/00/00	XXX	XXX	XXX

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
 Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH

**CAC - CINTURÃO DE ÁGUAS DO CEARÁ**  
 PROJETO EXECUTIVO DO 1º TRECHO JATI / RIO CARIUS COM  
 153,6 KM DO CINTURÃO DE ÁGUAS DO CEARÁ - CAC

Relatório de Apoio Terrestre

**VBA**

DES.: LEANDRO  
 VISTO: AGJ  
 APROV.: ASD  
 ESCALA: 1:200.000

CONTEGDO: MAPA GERAL DO APOIO TERRESTRE

LOCAL: FORTALEZA/CE  
 DATA: ABRIL/2012  
 REV.: 0  
 FOLHA: 01/01  
 Nº DO DESENHO:



---

---

## **ANEXO II - MONOGRAFIA RBMC DO CRATO**

Estação :	92300	Nome da Estação :	92300	Tipo :	Estação Planimétrica - SAT
Município :	CRATO			UF :	CE
Última Visita:	15/5/2000	Situação Marco Principal :	Bom		
Conexões :	RN : 2791D				

DADOS PLANIMÉTRICOS			DADOS ALTIMÉTRICOS			DADOS GRAVIMÉTRICOS		
Latitude	07 ° 14 ' 15,4144 " S	Altitude Ortométrica(m)	446,0553	Gravidade(mGal)				
Longitude	39 ° 24 ' 54,8826 " W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)				
Fonte	GPS Geodésico	Sigma Altitude (m)	0,08	Precisão				
Origem	Ajustada	Datum	Imbituba	Datum				
S Datum	SAD-69	Data Medição	2/12/2000	Data Medição				
A Data Medição	15/5/2000	Data Cálculo	15/6/2011	Data Cálculo				
D Data Cálculo	15/8/2000			Correção Topográfica				
6 Sigma Latitude(m)	0,021			Anomalia Bouguer				
9 Sigma Longitude(m)	0,021	Altitude Ortométrica(m)	446,05	Anomalia Ar-Livre				
UTM(N)	9.199.959,790	Altitude Geométrica(m)	462,29	Densidade				
UTM(E)	454.158,780	Sigma Altitude Geométrica(m)						
MC	-39	Fonte	GPS Geodésico					
		Data Medição	15/5/2000					
		Data Cálculo	28/6/2010					
		Modelo Geoidal	MAPGEO2010					
Latitude	07 ° 14 ' 16,8673 " S	Altitude Ortométrica(m)	446,06	Gravidade(mGal)				
S Longitude	39 ° 24 ' 56,1798 " W	Altitude Geométrica(m)	436,05	Sigma Gravidade(mGal)				
I Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão				
R Origem	Ajustada	Data Medição	15/5/2000	Datum				
G Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	28/6/2010	Data Medição				
A Data Medição	15/5/2000	Sigma Altitude Geométrica(m)	0,002	Data Cálculo				
S Data Cálculo	23/11/2004	Modelo Geoidal	MAPGEO2010	Correção Topográfica				
2 Sigma Latitude(m)	0,001			Anomalia Bouguer				
0 Sigma Longitude(m)	0,002			Anomalia Ar-Livre				
0 UTM(N)	9.199.917,893			Densidade				
0 UTM(E)	454.119,207							
MC	-39							

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 15/06/2011 - Relatório em <http://geotp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/RelatorioAjustamento.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em [http://geotp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/REL\\_sirgas2000.pdf](http://geotp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/REL_sirgas2000.pdf)
- Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996 - Relatório em [http://geotp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/REL\\_sad69.pdf](http://geotp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/REL_sad69.pdf)
- Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

#### Localização

Sobre uma viga de sustentação da lage, do bloco do curso de enfermagem, no Campus do Pimenta URCA, na Rua Coronel Antônio Luiz, bairro Pimenta, município de Crato-CE.

#### Descrição

Pralongamento de uma viga, no bloco do curso de enfermagem. No topo existe cravado um pino de centragem forçada.

Foto(s):





**ANEXO III - MONOGRAFIAS DOS MARCOS DE 2010 OCUPADOS COMO BASE  
EM 2011**

---

---



## AEROMAPA S/A

Cartográfica, Informática e Projetos

Rua Prof. Doracy Cesarino, 276 - Portão - Curitiba - Paraná  
Fone/Fax: (0XX41) 3345 - 2579 site: [www.aeromapa.com.br](http://www.aeromapa.com.br)

Serviço/Ano: VBA Ceará - 158/ACIP 2010

Estado: Ceará

Município: Jati

Localidade: Baixo dos Bastos

### MONOGRAFIA DO MARCO

#### PONTO: M-003

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO DATUM SAD-69

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA ( h )
7° 36' 56,34960" S	39° 01' 48,16642" W	490,894

##### COORDENADAS UTM NO DATUM SAD-69 - MERIDIANO CENTRAL : 39° W

N	E	ALTITUDE ORTOMÉTRICA ( H )	FONTE ( H )
9158188,938	496685,891	474,5241	Nivelamento Geométrico

#### ITINERÁRIO

Partindo da Ponte sobre o Riacho dos Porcos, localizada na BR-116 na cidade de Jati, segue-se em direção da cidade de Brejo Santos. Com 5,0 Km chega-se no Km-520 e vira-se à direita em direção da localidade de Baixo dos Bastos; Com mais 0,2 Km chega-se no local do marco M-003, que está implantado na margem direita da estrada e no canto da cerca.

Seguindo em frente, Com mais 0,2 Km chega-se no local do marco de azimute AZ-003, que está implantado na margem direita da estrada e ao lado da igreja Assembleia de Deus.

**Marco de Azimute: AZ-003**

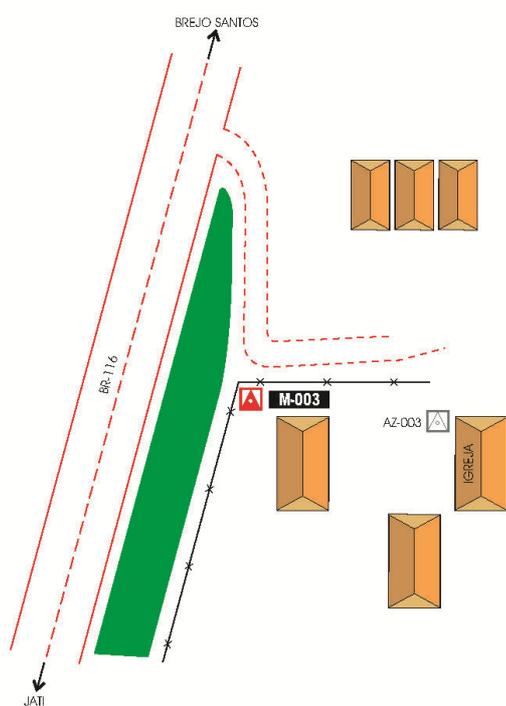
**Lat: 7° 36' 57,04513" S Long: 39° 01' 40,28921" W H Geométrica: 499,432**

**N: 9158167,596**

**E: 496927,242**

**H Ortométrica: 483,0176**

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



#### FOTOS DE IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO: Marco padrão VBA.



## AEROMAPA S/A

Cartografia, Informática e Projetos

Rua Prof. Donacy Casarino, 276 - Portão - Curitiba - Paraná  
Fone/Fax: (0XX41) 3345 - 2579 site: [www.aeromapa.com.br](http://www.aeromapa.com.br)

Serviço/Ano: VBA Ceará - 158/ACIP 2010

Estado: Ceará

Município: Missão Velha

Localidade: Sítio Brejinho

### MONOGRAFIA DO MARCO

#### PONTO: M-011

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO DATUM SAD-69

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA ( h )
7° 22' 56,83015" S	39° 06' 52,19986" W	486,205

##### COORDENADAS UTM NO DATUM SAD-69 - MERIDIANO CENTRAL : 39° W

N	E	ALTITUDE ORTOMÉTRICA ( H )	FONTE ( H )
9183967,519	487363,885	469,8056	Nivelamento Geométrico

#### ITINERÁRIO

Partindo da Cidade de Missão Velha segue-se em direção da localidade Jamacaru. Com 16,5 Km vira-se à esquerda; Com mais 2,3 Km passa-se pelo Riacho Brejinho; Com mais 0,3 Km vira-se à direita e segue-se em frente; Com mais 0,55 Km chega-se no local do marco de azimute AZ-011, que está implantado na margem direita da estrada em um canto da cerca.

Seguindo em frente, com mais 0,1 Km chega-se no local do marco M-011, que está implantado na margem direita da estrada e ao lado de uma cerca.

**Marco de Azimute: AZ-011**

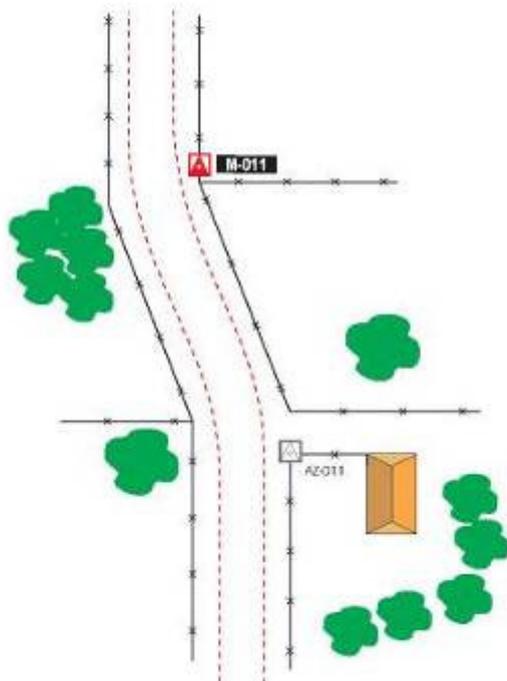
**Lat: 7° 22' 52,65057" S Long: 39° 06' 55,50070" W H Geométrica: 477,819**

**N: 9184095,840**

**E: 487262,663**

**H Ortométrica: 461,3811**

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



#### FOTOS DE IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO: Marco padrão VBA.



## AEROMAPA S/A

Cartografia, Informática e Projetos

Rua Prof. Dorsey Cesarino, 278 - Portão - Curitiba - Paraná  
Fone/Fax: (0XX41) 3345 - 2579 site: [www.aeromapa.com.br](http://www.aeromapa.com.br)

Serviço/Ano: VBA Ceará - 158/ACIP 2010

Estado: Ceará

Município: Missão Velha

Localidade: Sítio Barreira

### MONOGRAFIA DO MARCO

#### PONTO: M-013

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO DATUM SAD-69

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA ( h )
7° 22' 47,92919" S	39° 12' 22,64386" W	534,496

##### COORDENADAS UTM NO DATUM SAD-69 - MERIDIANO CENTRAL : 39° W

N	E	ALTITUDE ORTOMÉTRICA ( H )	FONTE ( H )
9184237,208	477233,861	518,5053	Nivelamento Geométrico

#### ITINERÁRIO

Partindo do trevo na rodovia CE-396 entre Barbalha e Missão Velha, segue-se em direção da localidade de Missão Nova. Com 6,3 Km passa-se pelo povoado de Missão Nova; Com mais 1,1 Km vira-se à esquerda; Com mais 5,7 Km chega-se no marco de azimute AZ-013, que está implantado na margem direita da estrada e ao lado de uma cerca.

Seguindo em frente, com mais 0,18 Km chega-se no local do marco M-013, que está implantado na margem esquerda da estrada e ao lado de uma cerca.

**Marco de Azimute: AZ-013**

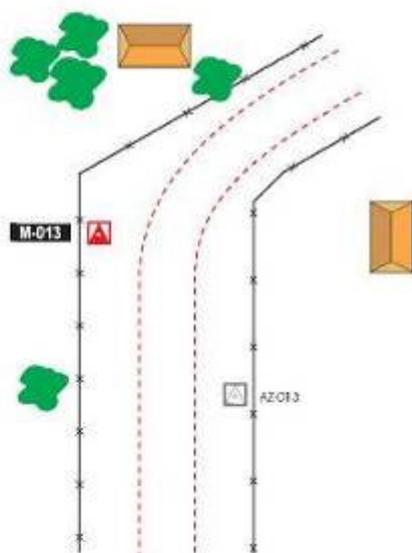
**Lat: 7° 22' 44,92854" S Long: 39° 12' 23,57077" W H Geométrica: 522,982**

**N: 9184329,339**

**E: 477205,403**

**H Ortométrica: 506,8348**

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



#### FOTOS DE IDENTIFICAÇÃO



DESCRIÇÃO: Marco padrão VBA.



**AEROMAPA S/A**  
Cartografia, Informática e Projetos  
Rua Prof. Doracy Cesarino, 276 - Portão - Curitiba - Paraná  
Fone/Fax: (0XX41) 3345 - 2579 site: [www.aeromapa.com.br](http://www.aeromapa.com.br)

Serviço/Ano: VBA Ceará - 158/ACIP 2010  
Estado: Ceará  
Município: Crato  
Localidade: Monte Alverne

### MONOGRAFIA DO MARCO

#### PONTO: RN-04

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO DATUM SAD-69

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA ( h )
7° 07' 26,96109" S	39° 31' 04,73312" W	490,301

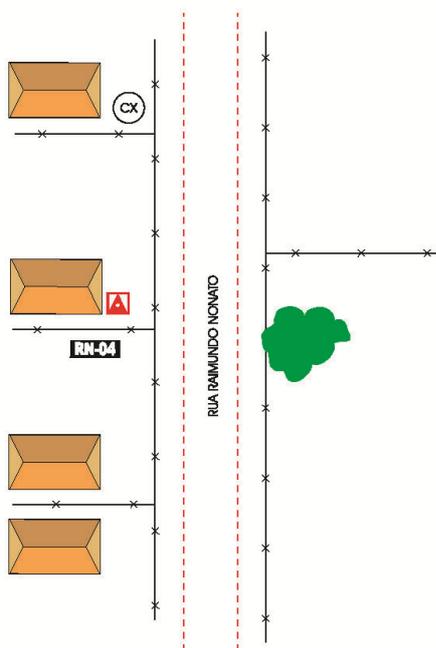
##### COORDENADAS UTM NO DATUM SAD-69 - MERIDIANO CENTRAL : 39° W

N	E	ALTITUDE ORTOMÉTRICA ( H )	FONTE ( H )
9212491,321	442802,708	474,0086	Nivelamento Geométrico

#### ITINERÁRIO

ARN-04 está implantada em frente a uma casa de nº 123, na Rua Raimundo Nonato na Vila Monte Alverne.

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



#### FOTO DE IDENTIFICAÇÃO



**DESCRIÇÃO:** Marco de concreto de formato tronco-piramidal, com dimensões de 15x25x50 cm, contendo no topo uma chapa com as seguintes informações: PROTEGIDO POR LEI, AEROMAPA, VBA, identificação do marco, mês e ano de implantação.



**AEROMAPA S/A**  
Cartografia, Informática e Projetos  
Rua Prof. Domsy Cesarino, 276 - Portão - Curitiba - Paraná  
Fone/Fax: (0XX41) 3345 - 2579 site: [www.aeromapa.com.br](http://www.aeromapa.com.br)

Serviço/Ano: VBA Ceará - 158/ACIP 2010  
Estado: Ceará  
Município: Juszeiro do Norte  
Localidade: Vila Rica

### MONOGRAFIA DO MARCO

#### PONTO: RN-06

##### COORDENADAS GEOGRÁFICAS NO DATUM SAD-69

LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE GEOMÉTRICA ( h )
7° 07' 14,36068" S	39° 26' 34,25210" W	434,221

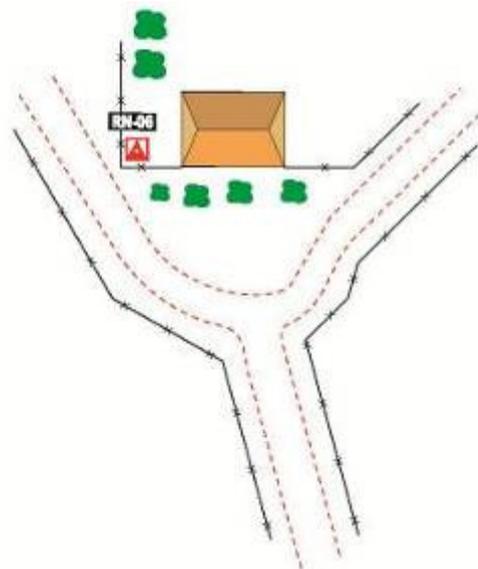
##### COORDENADAS UTM NO DATUM SAD-69 - MERIDIANO CENTRAL : 39° W

N	E	ALTITUDE ORTOMÉTRICA ( H )	FONTE ( H )
9212886,888	451099,025	417,9268	Nivelamento Geométrico

#### ITINERÁRIO

Partindo da igreja matriz da localidade de Ponta da Serra, segue-se em direção do povoado de Monte Alverne. Com 1,7 Km chega-se no local da RN-006, que está implantada em uma interseção da estrada, dentro de um quintal de uma casa.

#### CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



#### FOTO DE IDENTIFICAÇÃO



**DESCRIÇÃO:** Marco de concreto de formato tronco-piramidal, com dimensões de 15x25x50 cm, contendo no topo uma chapa com as seguintes informações: PROTEGIDO POR LEI, AEROMAPA, VBA, identificação do marco, mês e ano de implantação.