



# **MAPEAMENTO DIGITAL DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE-RS**

## **RELATÓRIO FINAL DO PERFILAMENTO LASER AEROTRANSPORTADO**

2014



**ESTEIO**  
ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A.

	CONTRATANTE: <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE</b>							
	CONTRATADA: <b>CONSÓRCIO GUAÍBA</b>							
	OBJETO: <b>MAPEAMENTO DIGITAL DE PORTO ALEGRE</b>							
	TÍTULO: <b>RELATÓRIO FINAL DO PERFILAMENTO A LASER</b>							
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>								
<b>REV</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>							
0	EMISSÃO ORIGINAL							
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7
DATA	29/01/2014							
EXECUÇÃO	ELIZABETE							
VERIFICAÇÃO	ELIZABETE							
APROVAÇÃO	MARCIO							

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>6</b>
2.1	PLANEJAMENTO.....	6
2.2	TRANSFERÊNCIA DOS DADOS E AVALIAÇÃO DO VOO .....	9
2.3	EXTRAÇÃO DOS DADOS E PROCESSAMENTO GPS/IMU .....	9
2.4	GRÁFICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE GPS .....	11
2.4.1	QUALIDADE GPS .....	11
2.4.2	GRÁFICO DA SEPARAÇÃO .....	14
2.4.3	GRÁFICO DO EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES - PDOP .....	15
2.4.4	GRÁFICO DO NÚMERO DE SATÉLITES .....	16
2.4.5	GRÁFICO DA PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA .....	17
2.5	PROCESSAMENTO GPS .....	18
2.5.1	GPS DJ 222 10/08/2010 ESTEIO.....	19
2.5.1.1	QUALIDADE GPS 10/08/2010 .....	19
2.5.1.2	SEPARAÇÃO 10/08/2010 .....	20
2.5.1.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES - PDOP 10/08/2010 .....	21
2.5.1.4	NÚMERO DE SATÉLITES 10/08/2010 .....	22
2.5.1.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 10/08/2010.....	23
2.5.2	GPS DJ 223 11/08/2010 ESTEIO.....	24
2.5.2.1	QUALIDADE GPS 11/08/2010 .....	24
2.5.2.2	SEPARAÇÃO 11/08/2010 .....	25
2.5.2.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 11/08/2010 .....	26
2.5.2.4	NÚMERO DE SATÉLITES 11/08/2010 .....	27
2.5.2.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 11/08/2010.....	28
2.5.3	GPS DJ 228 16/08/2010 AEROIMAGEM .....	29
2.5.3.1	QUALIDADE GPS 16/08/2010 .....	29
2.5.3.2	SEPARAÇÃO 16/08/2010 .....	30
2.5.3.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES – PDOP 16/08/2010 .....	31
2.5.3.4	NÚMERO DE SATÉLITES 16/08/2010 .....	32
2.5.3.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 16/08/2010.....	32
2.5.4	GPS DJ 229 17/08/2010 ESTEIO.....	33
2.5.4.1	QUALIDADE GPS 17/08/2010 .....	33
2.5.4.2	SEPARAÇÃO 17/08/2010 .....	34
2.5.4.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 17/08/2010 .....	35
2.5.4.4	NÚMERO DE SATÉLITES 17/08/2010 .....	36
2.5.4.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 17/08/2010.....	37
2.5.5	GPS DJ 229 17/08/2010 AEROIMAGEM .....	38
2.5.5.1	QUALIDADE GPS 17/08/2010 .....	38
2.5.5.2	SEPARAÇÃO 17/08/2010 .....	39
2.5.5.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 17/08/2010 .....	40
2.5.5.4	NÚMERO DE SATÉLITES 17/08/2010 .....	40
2.5.5.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 17/08/2010.....	41
2.5.6	GPS DJ 230 18/08/2010 ESTEIO.....	42
2.5.6.1	QUALIDADE GPS 18/08/2010 .....	42
2.5.6.2	SEPARAÇÃO 18/08/2010 .....	43
2.5.6.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010 .....	44
2.5.6.4	NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010 .....	45
2.5.6.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010.....	46
2.5.7	GPS DJ 230 18/08/2010 AEROIMAGEM – PARTE 1 .....	47
2.5.7.1	QUALIDADE GPS .....	47
2.5.7.2	SEPARAÇÃO 18/08/2010 Parte 1 .....	48
2.5.7.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010 Parte 1.....	49
2.5.7.4	NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010 Parte 1 .....	50
2.5.7.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010 PARTE 1.....	50
2.5.8	GPS DJ 230 18/08/2010 AEROIMAGEM PARTE 2 .....	51
2.5.8.1	QUALIDADE GPS 18/08/2010 Parte 2 .....	51

2.5.8.2	SEPARAÇÃO 18/08/2010 Parte 2 .....	52
2.5.8.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010 Parte 2.....	53
2.5.8.4	NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010 Parte 2 .....	53
2.5.8.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010 Parte 2.....	54
2.5.9	<i>GPS DJ 235 23/08/2010 AEROIMAGEM</i> .....	55
2.5.9.1	QUALIDADE GPS 23/08/2010 .....	55
2.5.9.2	SEPARAÇÃO 23/08/2010 .....	56
2.5.9.3	EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 23/08/2010 .....	56
2.5.9.4	NÚMERO DE SATÉLITES 23/08/2010 .....	57
2.5.9.5	PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 23/08/2010.....	57
2.6	PROCESSAMENTO DOS DADOS BRUTOS .....	58
2.7	AVALIAÇÃO DO PERFILAMENTO A LASER .....	58
2.7.1	<i>CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSAMENTO DOS DADOS LASER</i> .....	59
2.7.2	<i>DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE</i> .....	60
2.7.3	<i>ESTATÍSTICA DOS PONTOS DE CONTROLE EM RELAÇÃO AO PERFILAMENTO LASER</i> .....	61
2.7.4	<i>TABELA DE CONTROLE DE QUALIDADE LASER</i> .....	64
2.7.5	<i>MAPA GEOIDAL APLICADO NO PROCESSAMENTO DOS DADOS LASER</i> .....	65
2.7.5.1	Localização dos marcos da Rede Geodésica e Pontos de Apoio Suplementar.....	70
2.7.5.2	Localização dos pontos de Controle Altimétricos levantados pela PMPA.....	71
2.7.5.3	Triangulação dos Marcos da Rede Geodésica e Pontos de Apoio Suplementar ...	72
2.7.5.4	Estatísticas .....	73
2.7.5.5	Tabela das discrepâncias.....	73
2.7.5.6	Gráfico das discrepâncias entre a altitude LASER e a altitude PMPA .....	75
2.7.5.7	Resultado estatístico .....	75
<b>3</b>	<b>MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE E MODELO DIGITAL DO TERRENO .....</b>	<b>76</b>
3.1	METODOLOGIA.....	76
3.1.1	<i>CONTROLE DE QUALIDADE</i> .....	80
<b>4</b>	<b>PRODUTOS FINAIS ENTREGUES.....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO .....</b>	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>86</b>
6.1	EMPRESAS EXECUTORAS .....	86
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>
7.1	RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA.....	87
<b>8</b>	<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>89</b>

## **1 OBJETIVO**

O presente volume constitui o relatório das atividades realizadas para a fase de perfilamento LASER, como processamento e geração MDT e MDS, executadas pelo consórcio GUAIBA, obtidas com os sensores Leica ALS 50 II e ALS 60.

Este relatório é composto pela metodologia que apresenta a descrição das atividades necessárias para a realização destes trabalhos, tais como: transferência dos dados, processamento GPS/IMU e processamento dos dados, bem como a análise dos resultados obtidos por esses processos.

## 2 METODOLOGIA

As etapas do perfilamento a LASER, aplicado neste serviço, podem ser seguidas através do fluxograma a seguir, onde estão descritas todas as etapas a partir do planejamento até a entrega do produto.

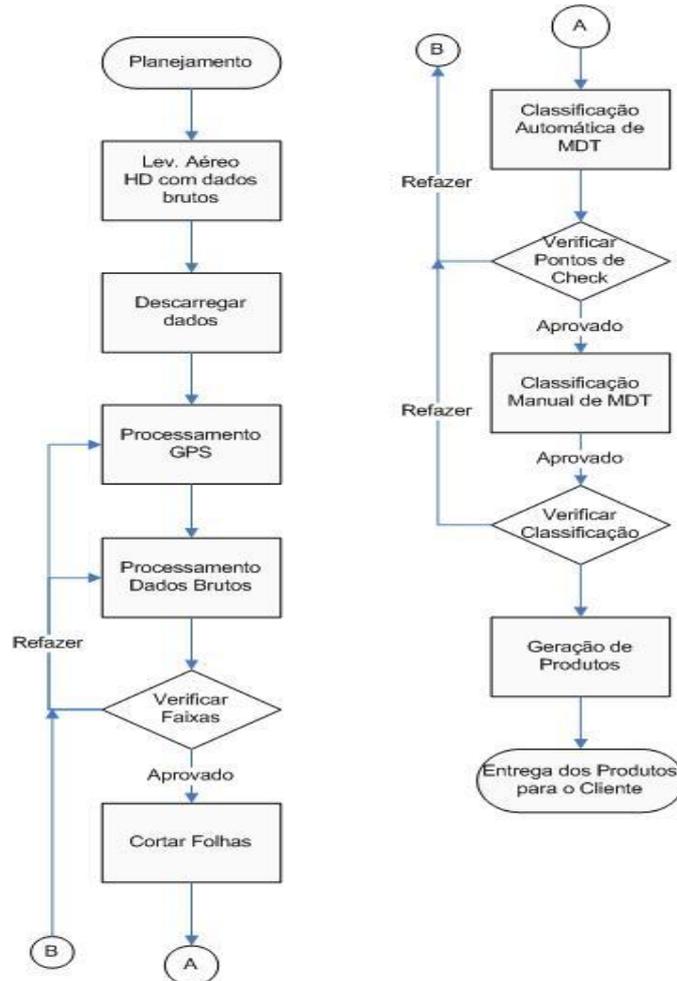


Figura 01: Fluxograma das Atividades

### 2.1 PLANEJAMENTO

O perfilamento com sensor LASER é um levantamento que se destina a captar informações do relevo da superfície terrestre, a partir de um sistema aerotransportado, acoplado em uma aeronave.

A cobertura LASER foi planejada conforme as especificações técnicas, e contemplada por 68 faixas de voo, de maneira a cobrir o limite da área de Porto Alegre numa área total de 545 km<sup>2</sup>.

Este relatório se refere às áreas realizadas pelas empresas ESTEIO S.A e AEROIMAGEM S.A. pertencentes ao Consórcio Guaíba.

A área de cobertura LASER realizada pela ESTEIO S.A foi aproximadamente 270,38 km<sup>2</sup> correspondente as faixas 01 a 34 e a realizada pela AEROIMAGEM S.A foi de 273,88 km<sup>2</sup> correspondente as faixas 35 a 68.

Para a execução dos aerolevantamentos foram empregadas as seguintes aeronaves: PT-EZK e PT-VDO, ambas homologadas para operações de aerofotogrametria pelo Centro Tecnológico de Aeronáutica - CTA, com Certificado de Aeronavegabilidade expedido pelo Departamento de Aviação Civil.



*Figura 02: Aeronave NAVAJO – PT-EZK*



*Figura 03: Aeronave SENECA – PT-VDO*

Os voos foram realizados de acordo com a ocorrência de condições atmosféricas favoráveis.

As bases planimétricas utilizadas foram duas estações do IBGE apresentadas nos ANEXOS:

**SAT-93641**

Datum: SIRGAS  
Latitude: 30°05'35,6173" S  
Longitude: 51°12'33,4174" W

**SAT-93642**

Datum: SIRGAS  
Latitude: 30°09'09,2790" S  
Longitude: 51°09'06,3757" W

As altitudes foram obtidas por nivelamento geométrico realizado pelo consórcio GUAÍBA (Empresa: AEROGEO S.A.).

SAT-93641 226,7841 m

SAT-93642 17,6985 m

Os horários de início e fim dos rastreios e marca/modelo dos equipamentos utilizados no perfilamento a LASER estão apresentados nas planilhas a seguir:

**PLANILHA DOS LEVANTAMENTOS DE BASE GPS PARA APOIO DO VOO LASER- ESTEIO**

BASE	DATA	INICIO	FINAL	MARCA	MODELO	MÉTODO	TAXA DE GRAVAÇÃO
SAT-93642	10/08/2010	13:15	19:40	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	10/08/2010	13:21	16:40	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	11/08/2010	12:15	15:38	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	11/08/2010	12:14	15:39	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	17/08/2010	11:55	15:33	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	17/08/2010	11:55	18:45	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	18/08/2010	12:10	17:55	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	18/08/2010	12:10	18:00	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO

**PLANILHA DOS LEVANTAMENTOS DE BASE GPS PARA APOIO DO VOO LASER - AEROIMAGEM**

BASE	DATA	INICIO	FINAL	MARCA	MODELO	MÉTODO	TAXA DE GRAVAÇÃO
SAT-93642	16/08/2010	18:27	22:13	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	16/08/2010	18:28	22:16	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	17/08/2010	17:13	21:15	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	17/08/2010	17:15	21:18	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	18/08/2010	18:59	22:41	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	18/08/2010	19:00	22:42	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	23/08/2010	16:50	18:09	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93642	23/08/2010	19:49	21:50	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	23/08/2010	12:47	18:10	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO
SAT-93641	23/08/2010	19:45	21:48	TOPCON	HIPER GD	ESTÁTICO	1 SEGUNDO

## 2.2 TRANSFERÊNCIA DOS DADOS E AVALIAÇÃO DO VOO

Os dados LASER foram armazenados em um HD durante a execução do voo e após o término desta etapa, o mesmos foram encaminhados para as sedes.

Os dados são transferidos e processados de maneira preliminar com o objetivo de verificação da cobertura da área, bem como da qualidade dos dados.

## 2.3 EXTRAÇÃO DOS DADOS E PROCESSAMENTO GPS/IMU

Para a extração dos dados foi criada uma área de trabalho na qual foi realizada uma conexão com o arquivo recebido do campo. Neste processo foram extraídos os dados do GPS da aeronave (registro da posição geográfica da aeronave durante o voo, a cada 0,5 segundos) e os dados do Sistema Inercial (IMU) (registro do posicionamento preciso da trajetória da aeronave durante o voo, numa taxa de 200Hz) através do programa IPASPRO.

A Tabela de Informações do Voo a seguir apresenta a posição ENH (XYZ) de entrada e saída das faixas adquiridas pelo sistema inercial GPS/IMU, bem como, a média da altitude na faixa nos levantamentos realizados.

TABELA DE INFORMAÇÕES DO VOO – LASER – ESTEIO

Faixa	Coordenada Entrada		Coordenada Saída		Altitude
	E	N	E	N	(m) Média
1	472547,41	6670896,70	473995,86	6669270,40	1540,03
2	471506,39	6675427,10	472069,73	6673149,94	1540,75
3	475915,79	6659442,01	471896,60	6675432,53	1540,30
4	472239,08	6675596,07	476336,34	6659356,49	1540,70
5	472615,82	6675631,92	476726,14	6659328,62	1535,13
6	477125,98	6659196,38	472981,61	6675651,55	1546,89
7	477443,25	6659380,32	470472,49	6687060,50	1545,89
8	470751,68	6687237,43	477801,10	6659397,12	1547,38
9	478188,76	6659287,30	471140,91	6687259,39	1545,99
10	471463,95	6687428,22	478531,25	6659379,73	1548,22
11	478927,73	6659230,02	471843,69	6687352,84	1547,02
12	472139,45	6687628,62	479275,84	6659309,91	1545,85
13	479651,25	6659202,57	472345,34	6688232,26	1545,88
14	472612,07	6688631,73	481396,12	6653791,04	1545,36
15	481724,45	6653866,06	472888,45	6688960,62	1540,65
16	473164,83	6689338,59	482033,41	6654080,88	1525,03
17	473492,77	6689391,79	479090,48	6674435,83	1530,51
18	473800,50	6689587,11	483547,50	6650930,97	1533,23
19	483916,56	6650860,04	474153,91	6689652,20	1537,08
20	474483,24	6689695,30	484256,41	6650903,09	1538,83
21	484577,80	6651005,16	474846,59	6689637,51	1535,82
22	475316,77	6689109,57	484862,17	6651249,02	1538,89

23	485233,41	6651132,95	475651,25	6689128,81	1535,31
24	475955,36	6689229,09	485606,29	6650933,87	1536,51
25	486001,23	6650697,03	476313,16	6689133,57	1533,47
26	486349,24	6650602,94	476644,08	6689152,00	1539,92
27	476986,45	6689097,09	486701,51	6650473,06	1538,36
28	487034,79	6650530,97	477397,70	6688770,28	1542,28
29	477864,30	6688213,75	487337,78	6650597,59	1547,76
30	487658,29	6650650,04	478708,07	6686215,98	1549,36
31	479127,59	6685820,97	487694,82	6651859,94	1547,64
32	487895,31	6652350,73	479464,56	6685855,51	1548,83
33	479764,45	6685904,60	488078,78	6652946,99	1552,66
34	488427,99	6652856,72	480121,00	6685842,19	1552,80

**TABELA DE INFORMAÇÕES DO VOO – LASER - AEROIMAGEM**

Faixa	Coordenada Entrada		Coordenada Saída		Altitude
	E	N	E	N	(m) Média
35	480308,26	6686141,98	488782,56	6651907,40	1546,05
36	480628,06	6686103,48	489305,87	6651753,62	1540,23
37	480955,64	6686140,89	489638,95	6651655,75	1546,05
38	481274,09	6686145,05	489976,36	6651556,60	1527,08
39	481568,06	6686291,92	490315,87	6651504,95	1524,31
40	481888,75	6686198,46	490590,29	6651653,46	1505,76
41	482209,44	6686331,97	490809,35	6651772,00	1505,95
42	482449,95	6686412,07	491107,18	6651933,17	1491,87
43	482743,92	6686545,58	491398,57	6652090,87	1517,05
44	483051,25	6686598,99	491693,82	6652250,64	1526,44
45	483371,94	6686625,69	492015,98	6652339,81	1560,13
46	483639,18	6686919,41	492309,13	6652401,94	1549,27
47	483959,87	6687092,97	492641,88	6652472,46	1559,70
48	484187,02	6687133,03	492993,54	6652290,24	1530,05
49	484507,71	6687079,62	493442,64	6651824,73	1526,08
50	484768,63	6687331,40	493715,79	6651829,70	1534,50
51	485068,92	6687440,10	494026,38	6651798,17	1542,75
52	485336,16	6687493,50	494291,19	6651892,66	1530,54
53	485723,66	6687560,26	494669,48	6651930,46	1540,59
54	485977,54	6687613,66	494953,20	6652024,96	1515,30
55	486348,94	6687372,48	495199,09	6652176,15	1542,16
56	486675,15	6687497,83	495520,64	6652365,13	1525,38
57	486967,64	6687610,22	495525,10	6653957,15	1543,60
58	487281,53	6687714,43	495753,64	6654181,98	1529,21
59	487638,66	6687714,43	496001,20	6654425,53	1547,68
60	487980,44	6687714,43	496315,91	6654735,13	1531,22
61	488444,21	6687473,62	496593,33	6655008,05	1560,53
62	488734,54	6687604,52	496825,28	6655236,24	1545,74
63	489180,91	6687286,24	497132,41	6655538,38	1496,34
64	489590,95	6687222,92	497410,17	6655811,63	1546,11
65	489813,40	6687222,92	497651,83	6656049,36	1528,01
66	490229,75	6687162,90	497918,62	6656311,83	1553,65
67	490688,74	6686611,56	498154,42	6656543,80	1513,23
68	491186,85	6686008,30	498472,20	6656856,42	1570,37

As observações GPS da aeronave foram processadas em conjunto com os dados do rastreamento da base de modo a se obter uma solução cinemática única e ajustada a um sistema de coordenadas conhecido. Para esse processamento foi

utilizado o programa da Leica IPAS em conjunto com o programa *GraphNav 8.1*. Obtiveram-se duas soluções para cada voo sendo uma direta e a outra inversa.

Estas duas soluções foram analisadas conjuntamente com os seus respectivos desvios-padrão e, se necessários, os parâmetros de processamento foram alterados a fim de obter as duas soluções com menores diferenças tridimensionais, para atingir a precisão necessária para o projeto. A solução final do processamento cinemático foi obtida a partir da combinação das soluções das duas direções processadas.

A melhor trajetória suavizada foi realizada através da solução GPS final em conjunto com os dados IMU e os dados de *offset* do sensor em relação ao GPS/IMU, de modo a gerar um preciso posicionamento e atitude para cada uma das faixas do perfilamento. O resultado do processamento foi gerado pelo programa IPAS e gravado em um arquivo de extensão SOL.

Para cada dia de voo é necessário que seja realizado um processamento GPS/IMU separado.

Os resultados da solução GPS dos respectivos perfilamentos foram avaliados através dos seguintes gráficos: **qualidade GPS, separação, PDOP, número de satélites e precisão da posição estimada** e a descrição dos respectivos gráficos estão no item a seguir:

## 2.4 GRÁFICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE GPS

### 2.4.1 QUALIDADE GPS <sup>1</sup>

Este gráfico apresenta a qualidade da trajetória realizada durante o voo, bem como, a visualização das manobras de inicialização e finalização de entrada e saída das faixas. De acordo com o fornecedor do programa utilizado, GRAFNAV, a qualidade da solução do processamento GPS é indicada por cores conforme tabela abaixo:

---

<sup>1</sup> Quality Factor Plot

This plot shows the quality of the solution. There are five different quality factors. Increasing quality factors indicate a worse solution. This is not a perfect indication, but it can be useful to isolate problem areas. *FONTE:* User Guide Grafnav, 2008, Versão 8.1.

## Tabela 01 - Qualidade GPS

### Quality Number Description

Quality	Colour	Description	Accuracy
1	Green	Fixed integer	0.00 – 0.15
2	Cyan	Converged float or noisy fixed integer	0.05 – 0.40
3	Blue	Converging float	0.20 – 1.00
4	Purple	Converging float	0.50 – 2.00
5	Magenta	DGPS	1.00 – 5.00
6	Red	DGPS	2.00 – 10.00
Unprocessed	Grey	Has not been processed	N/A

FONTE: User Guide Grafnav, 2008, Versão 8.1, pg. 126

Os valores apresentados nesta tabela são válidos para os gráficos: Qualidade GPS, Separação e Precisão da Posição Estimada. Conforme manual, a melhor qualidade adquirida na solução é a Q1.

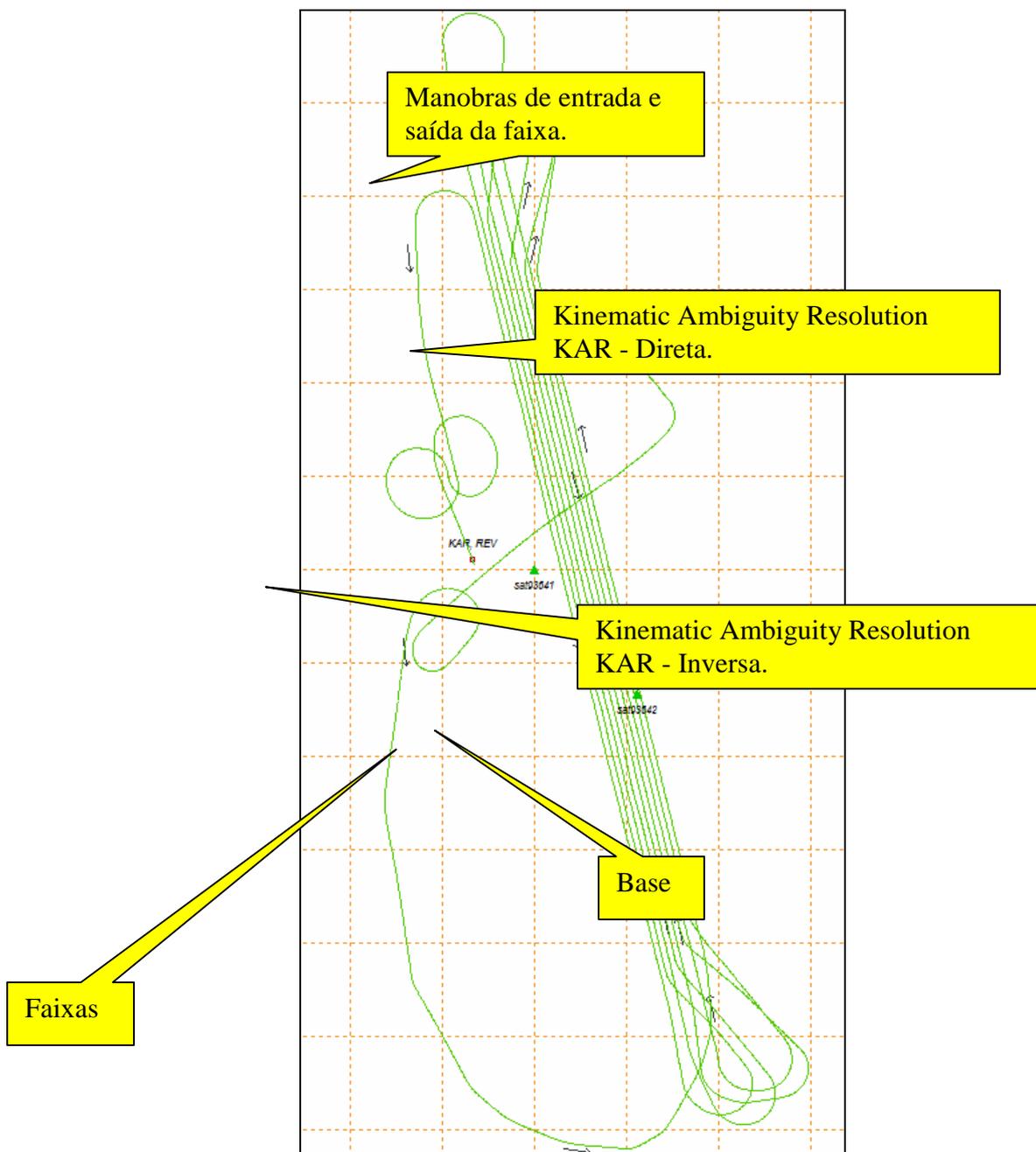


Figura 04: Exemplo do gráfico de qualidade da trajetória

## 2.4.2 GRÁFICO DA SEPARAÇÃO<sup>2</sup>

Este gráfico apresenta a diferença entre os processamentos da trajetória direta e inversa. A solução ideal seria uma separação igual a zero, onde a solução da ambigüidade estaria determinada exatamente com o mesmo valor, para o processamento direto e inverso. Este gráfico permite ao usuário ter uma idéia geral da precisão que está sendo atingida no processamento. A avaliação ocorre entre os limites de captação dos dados, fora destas áreas podem existir diferenças maiores devido a inicialização e finalização do voo.



Figura 05: Exemplo do gráfico de separação

<sup>2</sup> Combined Separation Plot

This should be the one of the first plots to look at. It shows the difference between the forward and reverse solution. An ideal solution should have separation of zero as this indicates that the carrier phase ambiguities have been determined to be exactly the same value in both directions. This plot gives you a general idea of what kind of accuracy you are achieving. For a combined baseline in GrafNav Batch, this plot will always be positive as it shows maximum minus minimum value, and you may wish to also view the Combined RMS plot. *FONTE:* User Guide Grafnav, 2008, Versão 8.1.

### 2.4.3 GRÁFICO DO EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES - PDOP<sup>3</sup>

Este gráfico apresenta o efeito da geometria dos satélites para cada posição. Diferentes cores mostram separadamente os fatores de diluição de precisão Horizontais e Verticais, que não devem ser maiores do que 4.

Os valores de PDOP são obtidos através da raiz quadrada da soma dos valores de HDOP e VDOP.



— PDOP — HDOP — VDOP

Figura 06: Exemplo do gráfico PDOP

<sup>3</sup> Indicates satellite geometry relating to position. Small values indicate better geometry. This value is the double difference DOP and is approximately PDOP, it can be lowered due to the differential modeling. The DD\_DOP is used for all internal checks and DOP related options in the software. Epochs with extremely poor DD\_DOP (>100) are skipped and are not plotted. FONTE: User Guide Grafnav, 2008, Versão 8.1

## 2.4.4 GRÁFICO DO NÚMERO DE SATÉLITES <sup>4</sup>

Este gráfico apresenta o número de satélites utilizados no processamento. Este número deve ser sempre superior a 4 satélites e está representado através de cores conforme legenda abaixo e no formato de um gráfico de barras.

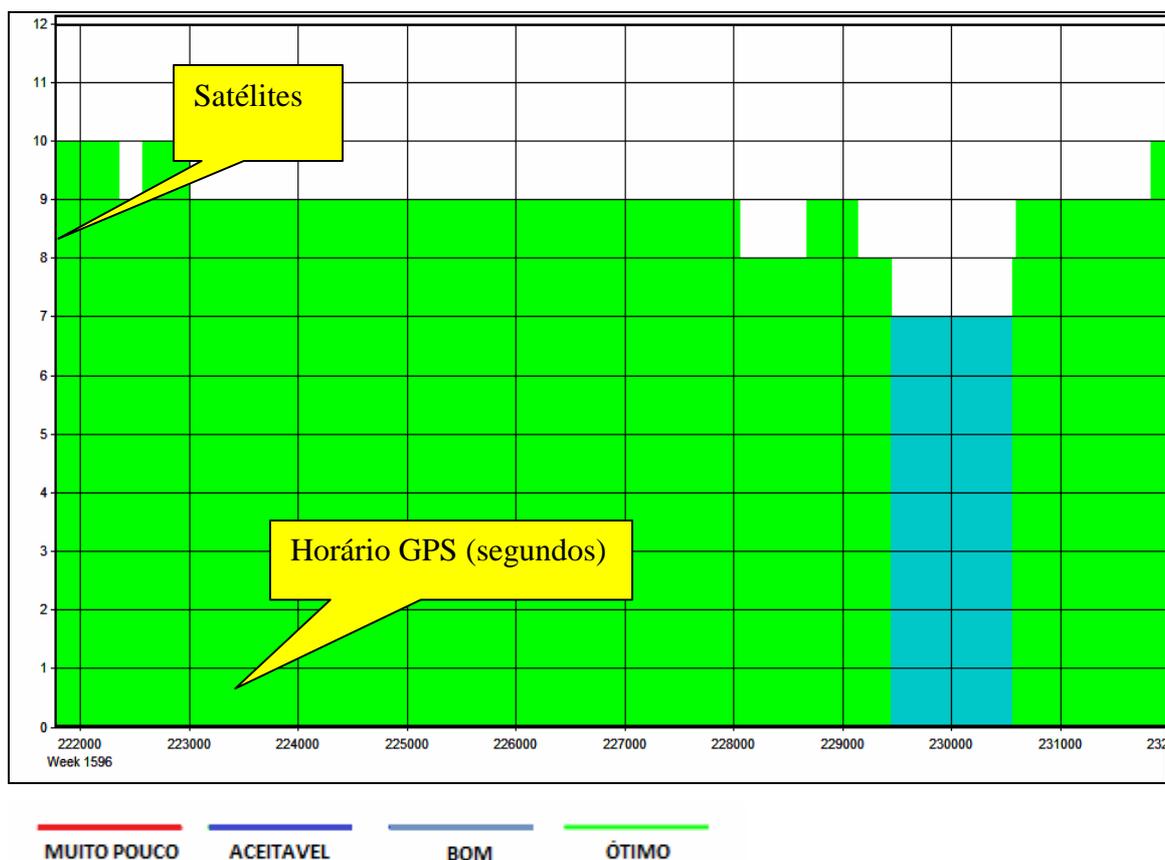


Figura 07: Exemplo do gráfico Número de Satélites

<sup>4</sup> Number of satellites for epochs. This plot gives an overview of how many satellites there are. Use this graph for large data sets because it shows every time the number of satellites drops to a minimum. Epochs with less than 4 satellites are not displayed. *FONTE:* User Guide Grafnav, 2008, Versão 8.1

## 2.4.5 GRÁFICO DA PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA<sup>5</sup>

O gráfico a seguir mostra a precisão da posição predita dada pela geometria dos satélites, pelo padrão de medição de precisão e pela perda de ciclos (cycle slips). Problemas de multicaminho ou ruídos do receptor não são computados.

Apresenta o desvio padrão das direções E, N e altitude da aeronave em função do tempo de voo das posições preditas comparadas as verdadeiras.

O quarto canal representa o desvio padrão total.

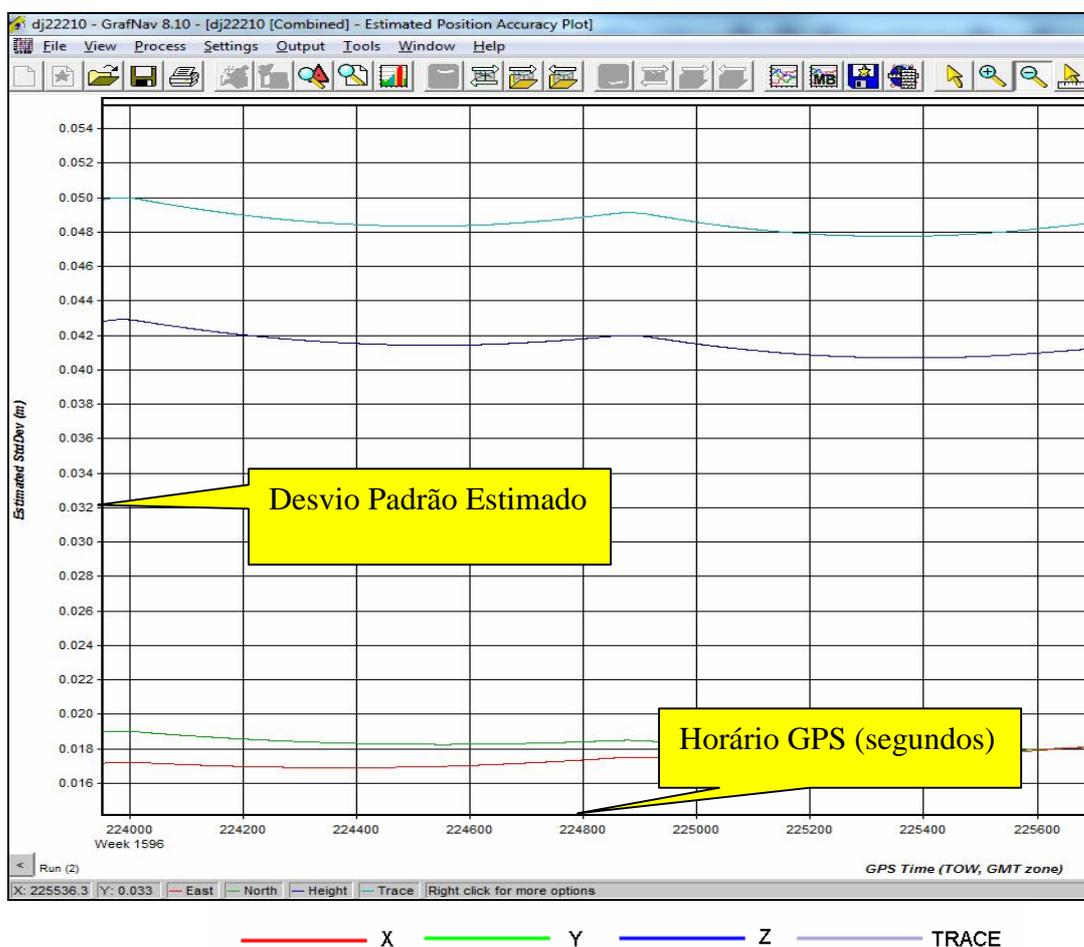


Figura 08: Exemplo do gráfico Precisão da Posição Estimada

<sup>5</sup> Estimated Position Accuracy Plot

This plot shows the predicted accuracy given satellite geometry, standard measurement accuracies, and prevalence of cycle slips. It does not account for multi-path or variations in receiver noise. For float solutions, it tends to be optimistic. For fixed integer solutions, it is generally realistic if the fix is correct. Plots the standard deviations of the east, north and up directions versus time for the solution. The total standard deviation with a distance dependent component is also plotted. View this plot for individual forward or reverse solutions and losses of lock.

## 2.5 PROCESSAMENTO GPS

A seguir serão apresentados os gráficos dos resultados da qualidade GPS realizados nos levantamentos. A avaliação dos voos foi realizada dentro do intervalo apresentado na tabela, pois existem as manobras de inicialização do sistema GPS/IMU para a estabilização. As faixas voadas com suas respectivas datas e horários estão apresentadas na tabela 02.

Tabela 02 - Dados dos Perfilamentos Realizados

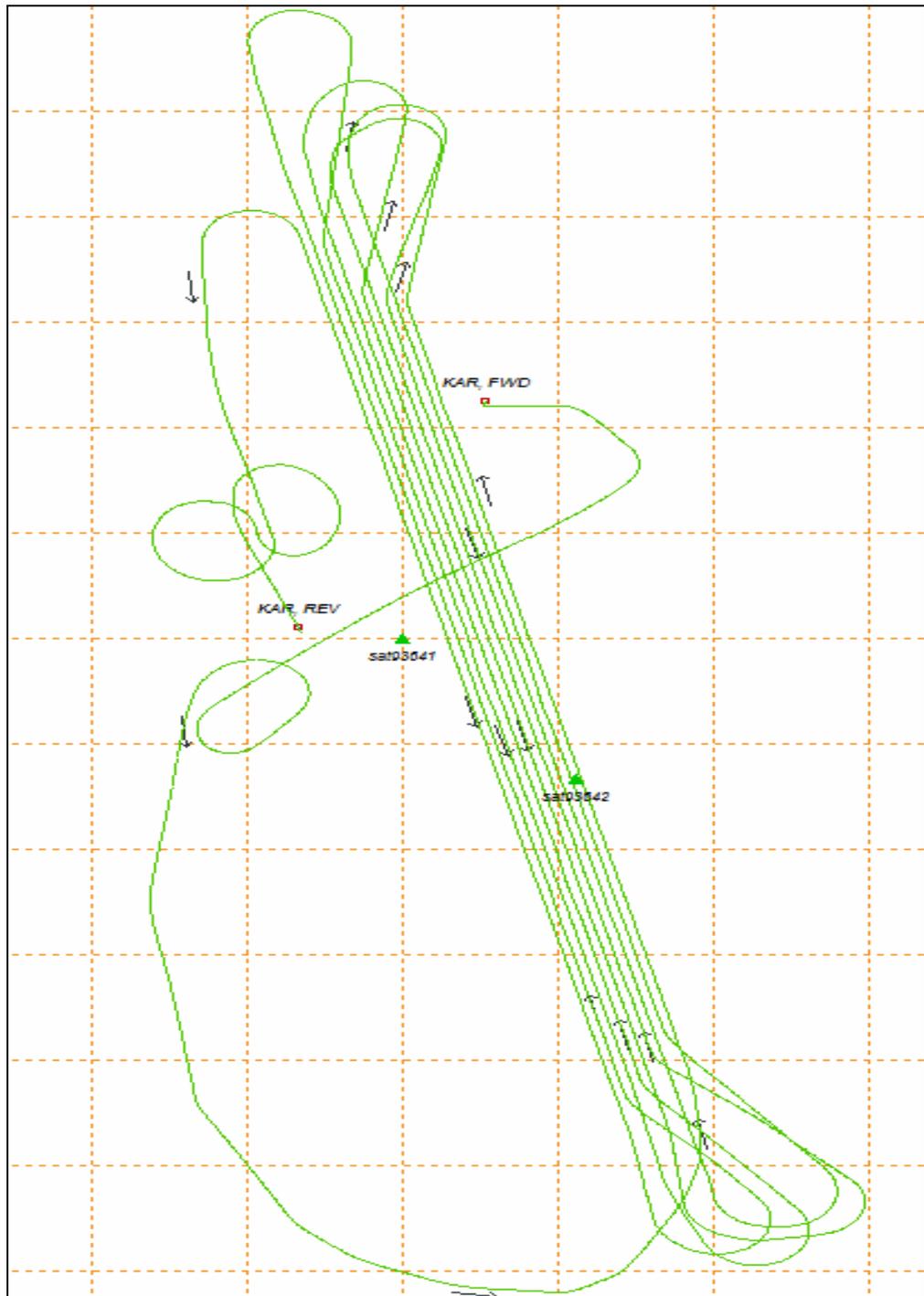
DIA JULIANO	DATA	EMPRESA	FAIXAS VOADAS	HORÁRIO DO PERFILAMENTO			
				INICIO (HMS)	FIM (HMS)	INICIO (GPS)	FIM (GPS)
222	10/08/2010	ESTEIO	26 - 30	14:01:39	16:14:47	223299.000 week 2660 1596	231287.000 week 2660 1596
223	11/08/2010	ESTEIO	17 - 25	12:55:09	15:20:29	305709.000 week 2620 1596	314429.000 week 2620 1596
228	16/08/2010	AEROIMAGEM	62 - 68	19:47:06	21:39:00	157626.000 week 2621 1597	164340.000 week 2621 1597
229	17/08/2010	ESTEIO	07 - 16	12:30:35	14:47:17	217835.000 week 2621 1597	226037.000 week 2621 1597
229	17/08/2010	AEROIMAGEM	52 - 61	18:21:57	20:26:42	238917.000 week 2621 1597	246402.000 week 2621 1597
230	18/08/2010	ESTEIO	01 - 06	12:31:01	13:34:47	304261.000 week 2621 1597	308087.000 week 2621 1597
230	18/08/2010	AEROIMAGEM	46 - 51	20:12:21	21:53:29	331941.000 week 2621 1597	338009.000 week 2621 1597
235	23/08/2010	AEROIMAGEM	35 - 45, 50 e 51	15:07:53	21:24:37	140873.000 week 2622 1598	163477.000 week 2622 1598

## 2.5.1 GPS DJ 222 10/08/2010 ESTEIO

### 2.5.1.1 QUALIDADE GPS 10/08/2010

A qualidade do processamento GPS ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento conforme [tabela 01](#).

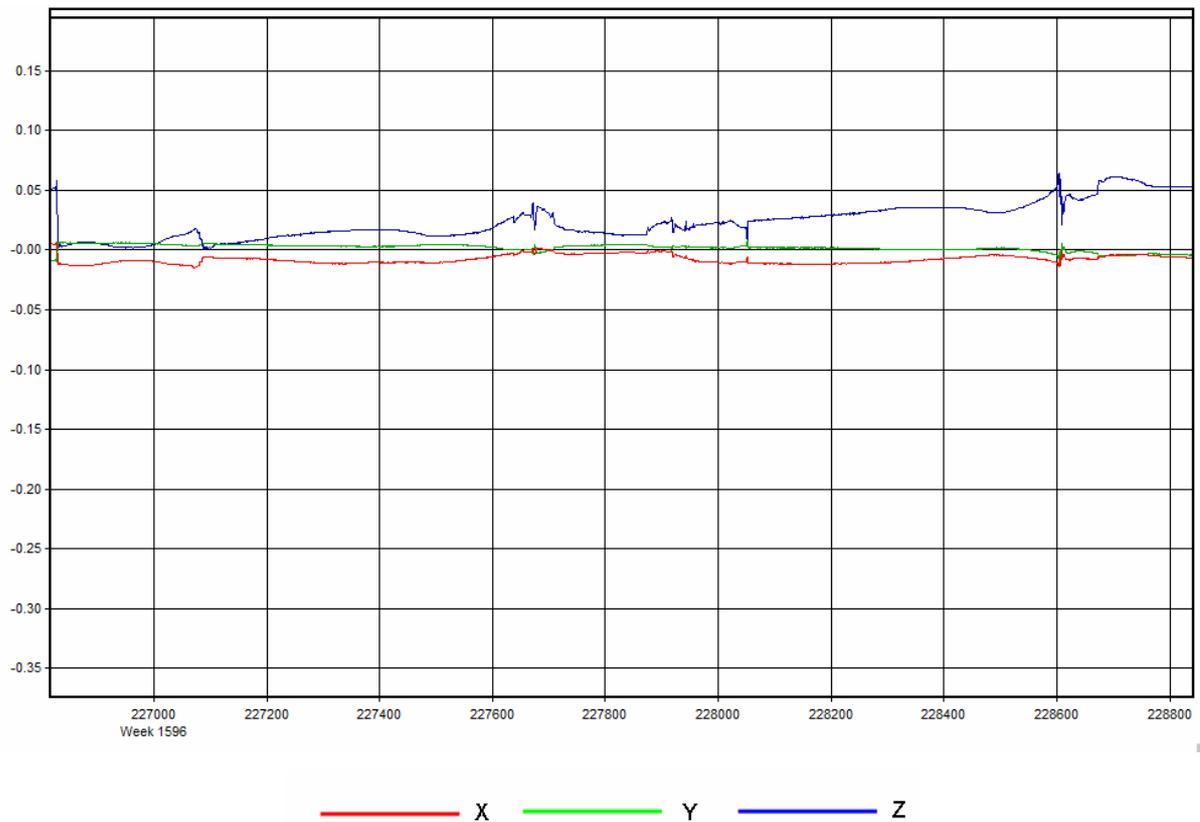
**Gráfico - Trajetória GPS 10/08/2010**



### 2.5.1.2 SEPARAÇÃO 10/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,05 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

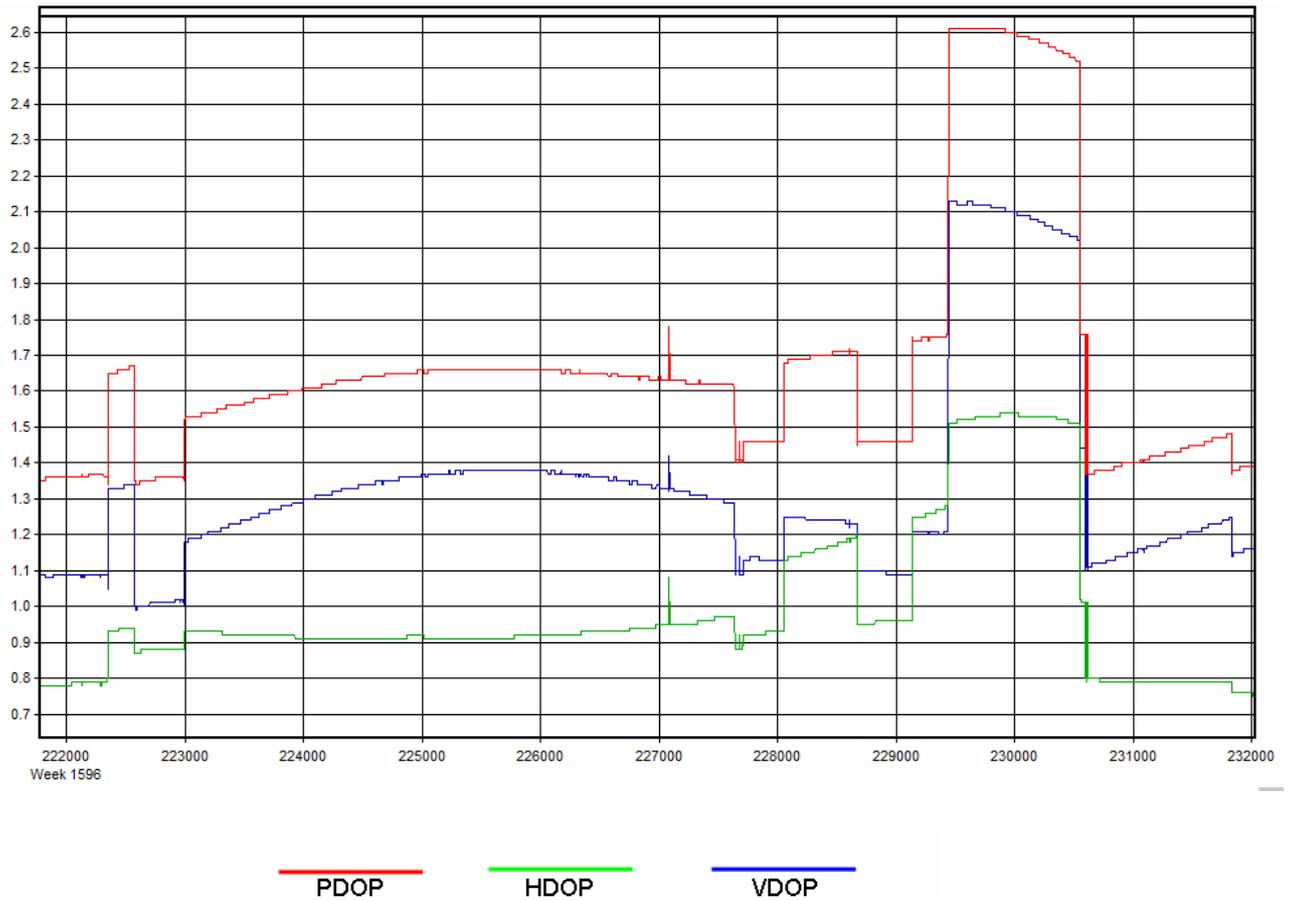
**Gráfico da Separação 10/08/2010**



### 2.5.1.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES - PDOP 10/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,6 o HDOP de 1,5 e VDOP de 2,1. Todos os valores estão dentro da tolerância permitida, portanto o resultado foi satisfatório.

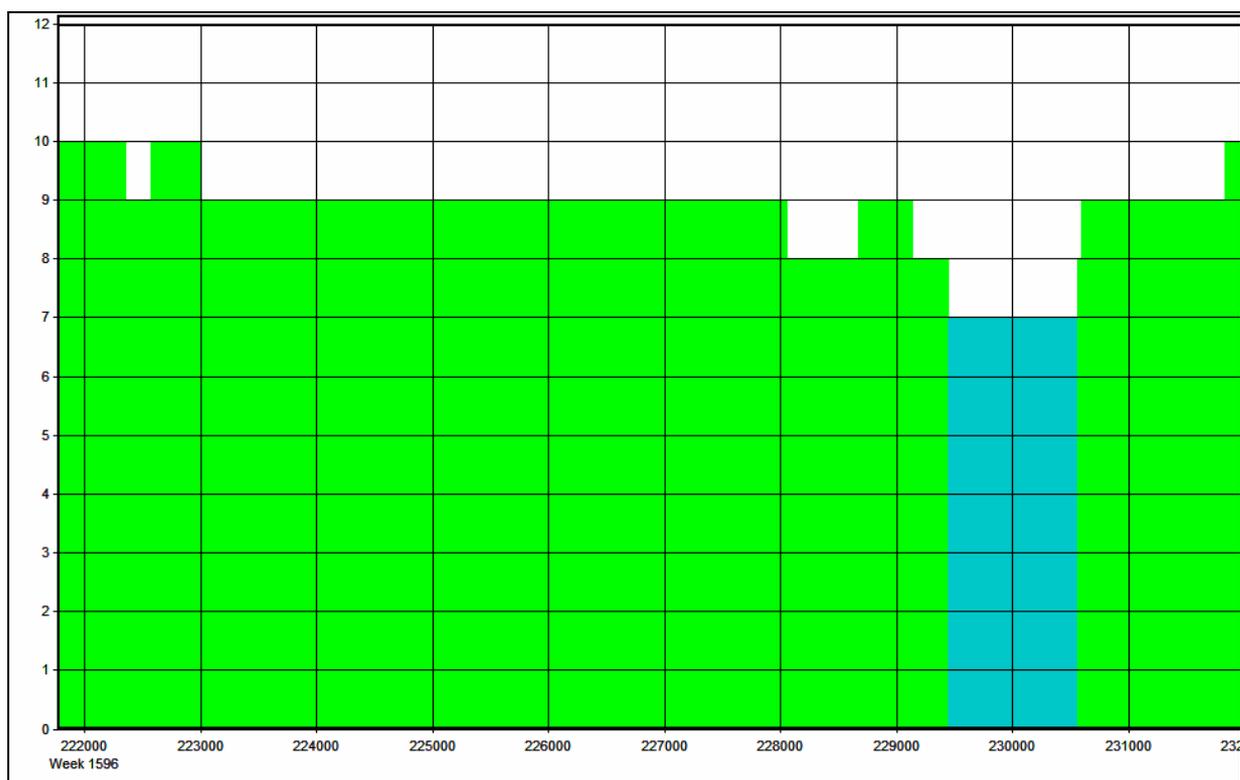
Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 10/08/2010



### 2.5.1.4 NÚMERO DE SATÉLITES 10/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 07 e 10. O resultado foi satisfatório.

Gráfico - Número de Satélites 10/08/2010

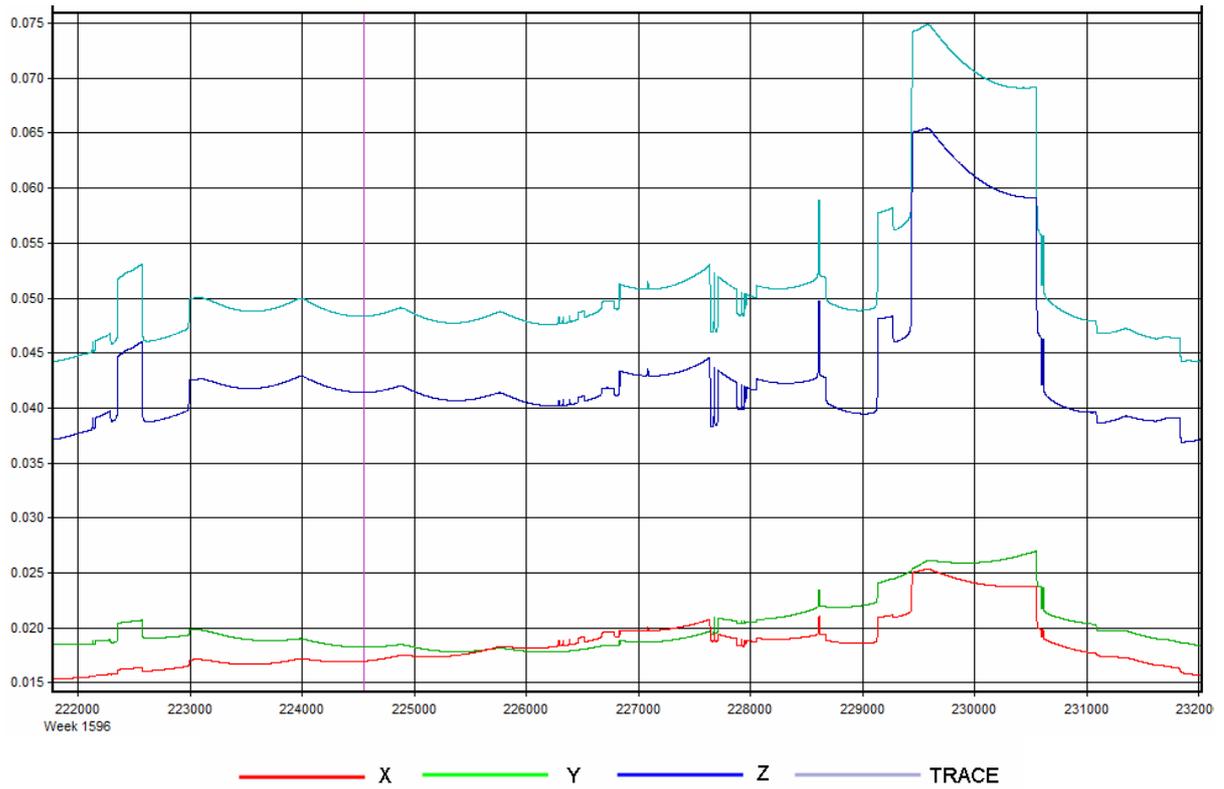


MUITO POUCO    ACEITAVEL    BOM    ÓTIMO

### 2.5.1.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 10/08/2010

Neste dia de voo o valor não ultrapassou a 0,08 metros. Está dentro do intervalo de valores aceitáveis, portando o resultado foi satisfatório.

Gráfico - Precisão da Posição Estimada 10/08/2010

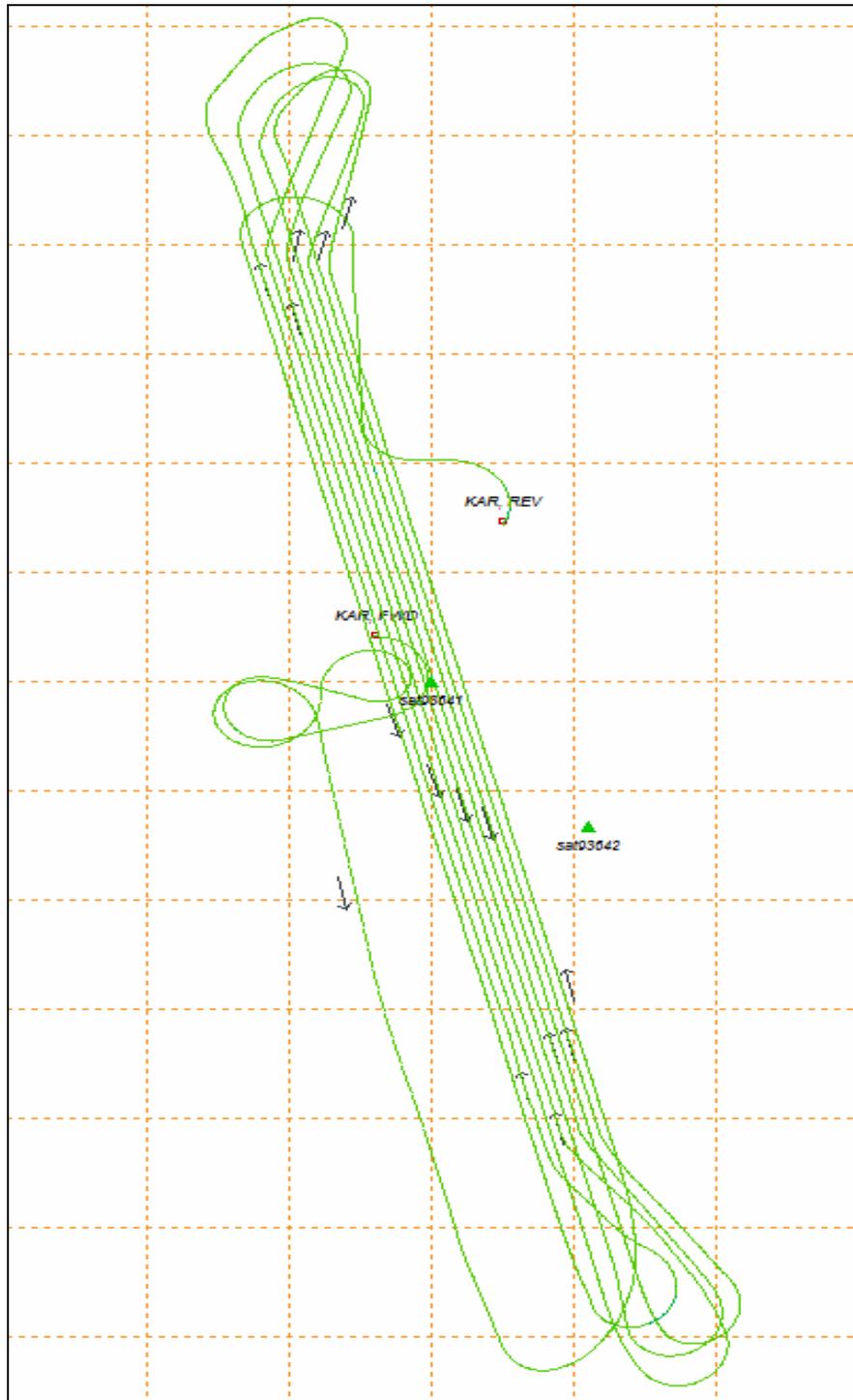


## 2.5.2 GPS DJ 223 11/08/2010 ESTEIO

### 2.5.2.1 QUALIDADE GPS 11/08/2010

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento.

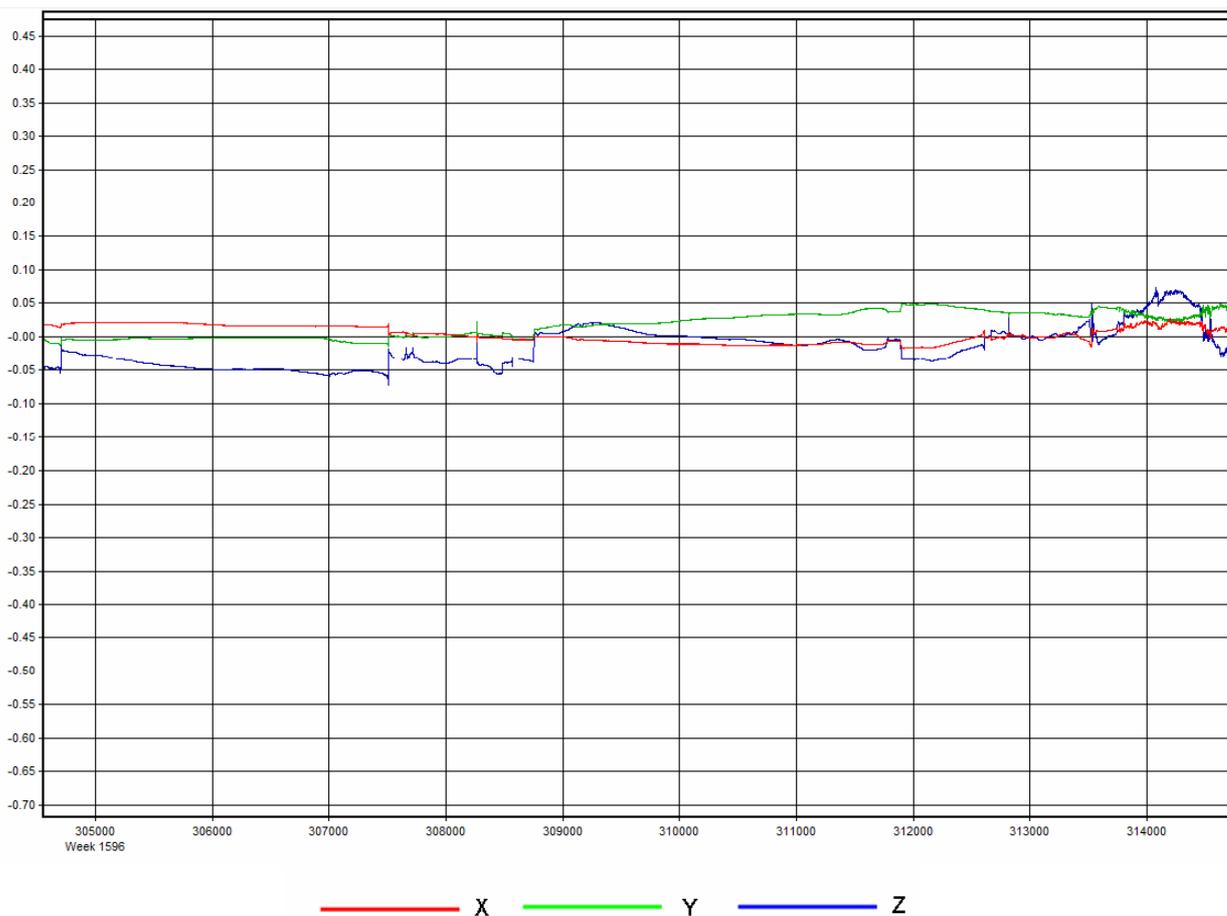
**Gráfico - Qualidade GPS 11/08/2010**



## 2.5.2.2 SEPARAÇÃO 11/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,07 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

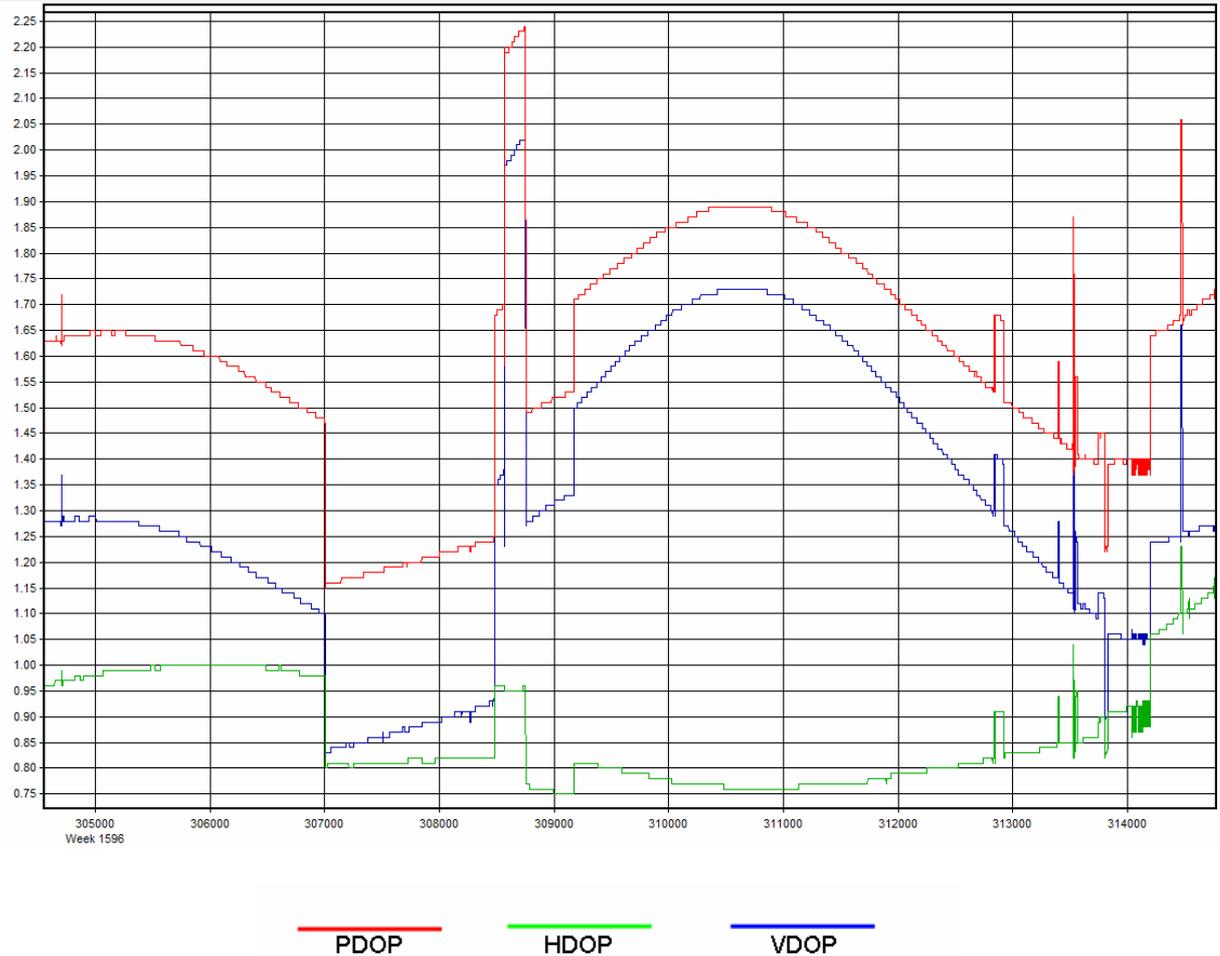
Gráfico da Separação 11/08/2010



### 2.5.2.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 11/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,2, o HDOP de 1,0, e VDOP de 1,5. O resultado foi considerado satisfatório.

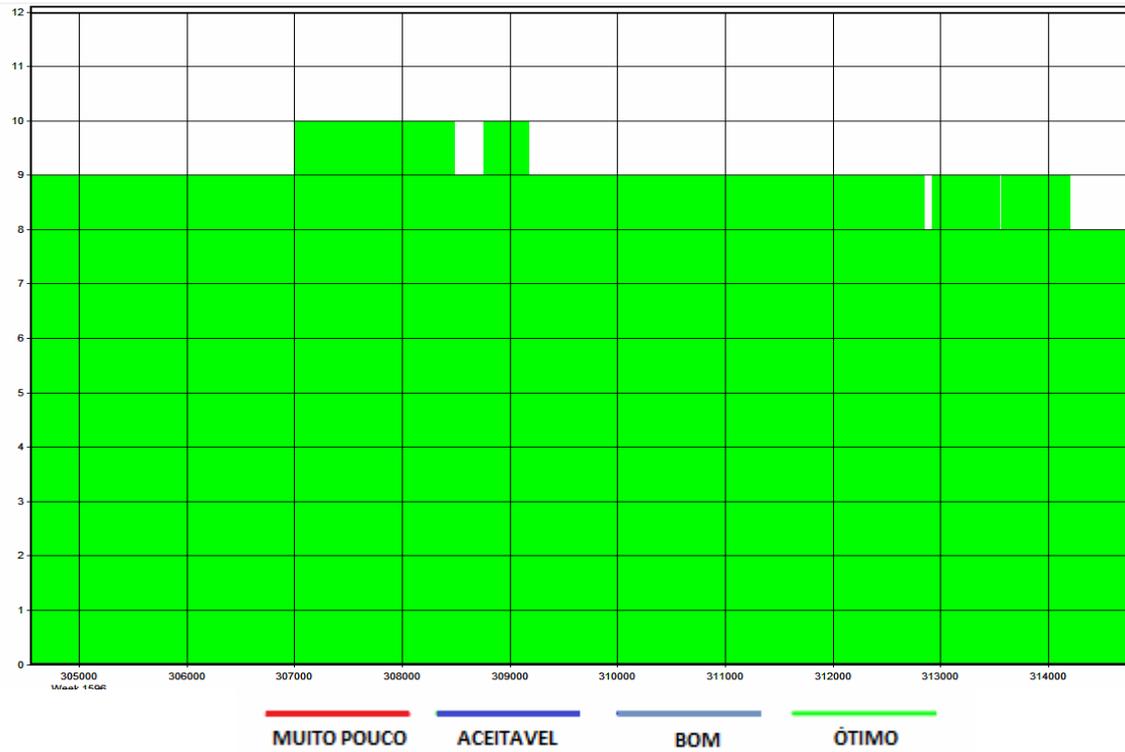
**Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 11/08/2010**



### 2.5.2.4 NÚMERO DE SATÉLITES 11/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 09 e 10. O resultado foi satisfatório.

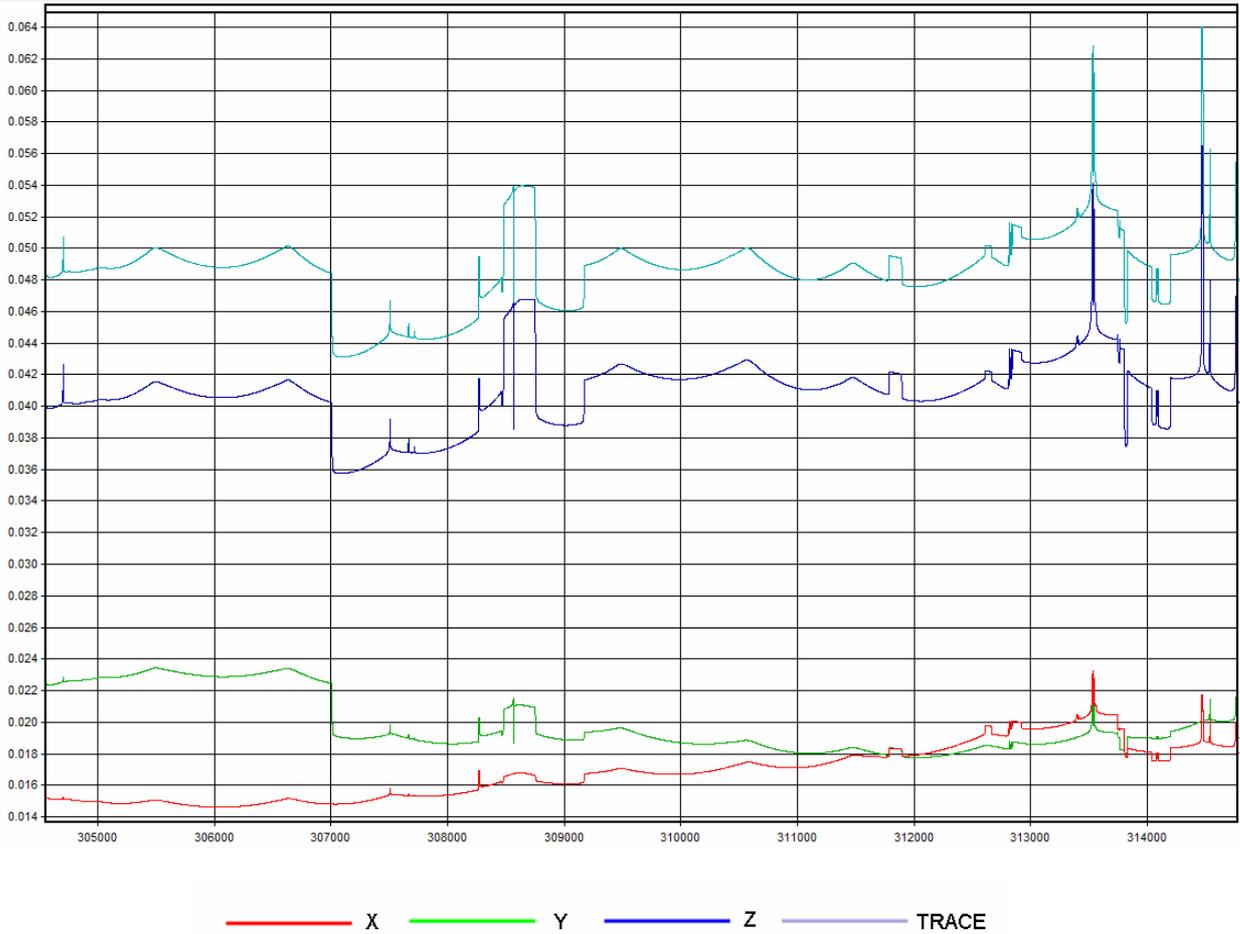
Gráfico - Número de Satélites 11/08/2010



### 2.5.2.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 11/08/2010

O valor máximo para o desvio padrão total aceitável é de 0,15 m. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

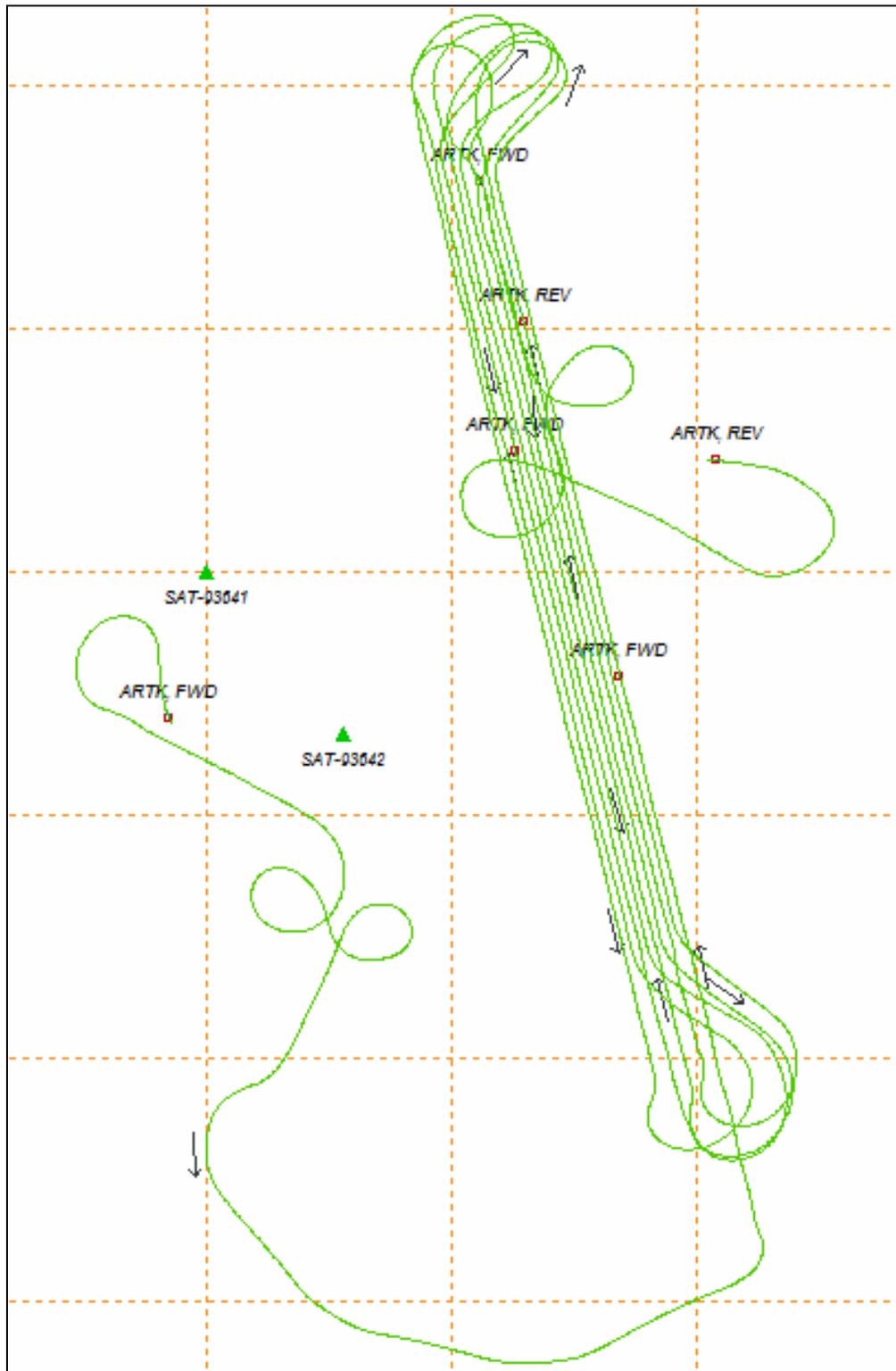
**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 11/08/2010**



### 2.5.3 GPS DJ 228 16/08/2010 AEROIMAGEM

#### 2.5.3.1 QUALIDADE GPS 16/08/2010

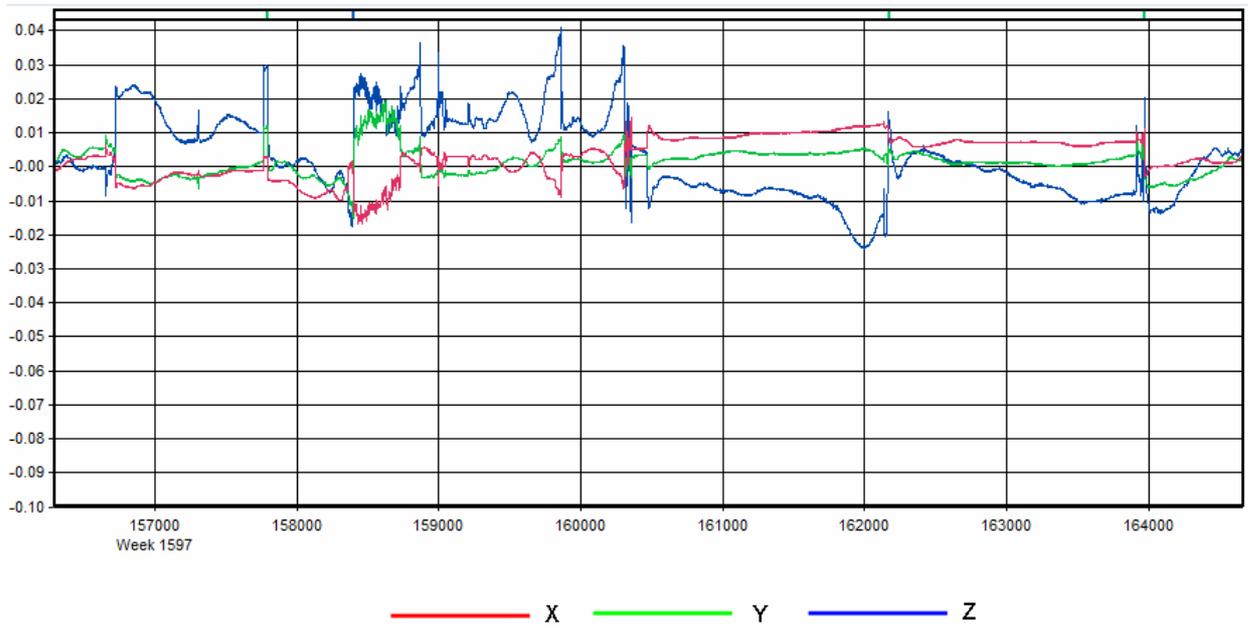
Gráfico - Trajetória GPS 16/08/2010



### 2.5.3.2 SEPARAÇÃO 16/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,04 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

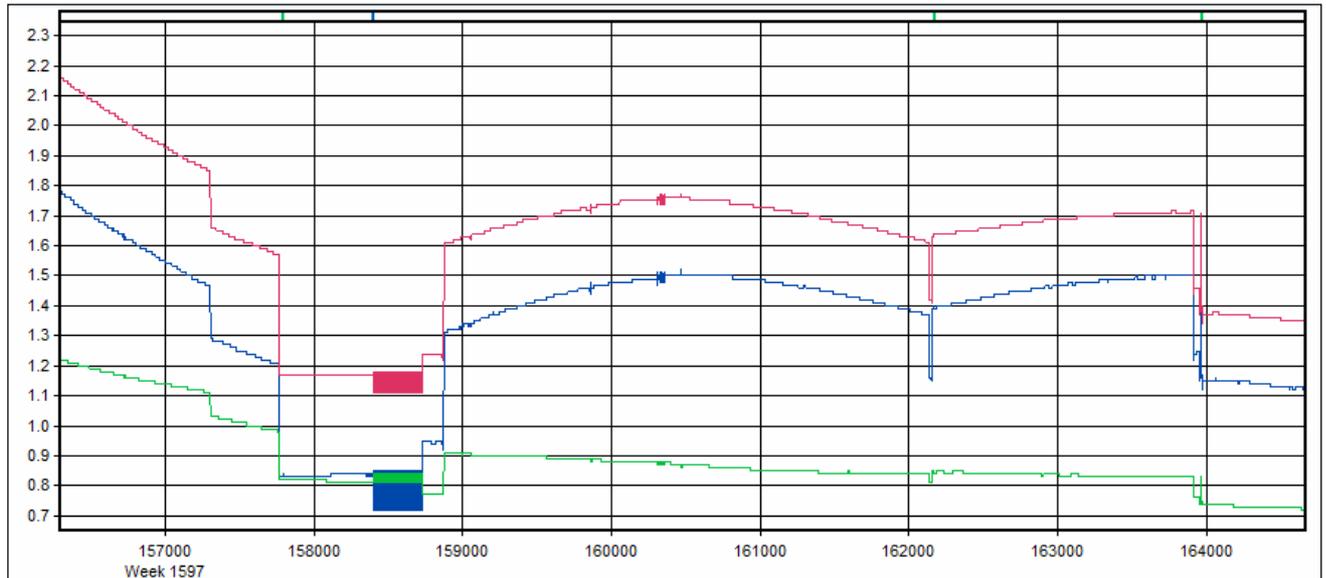
**Gráfico da Separação 16/08/2010**



### 2.5.3.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES – PDOP 16/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,0, o HDOP de 1,2, e VDOP de 1,5. O resultado foi considerado satisfatório.

Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 16/08/2010

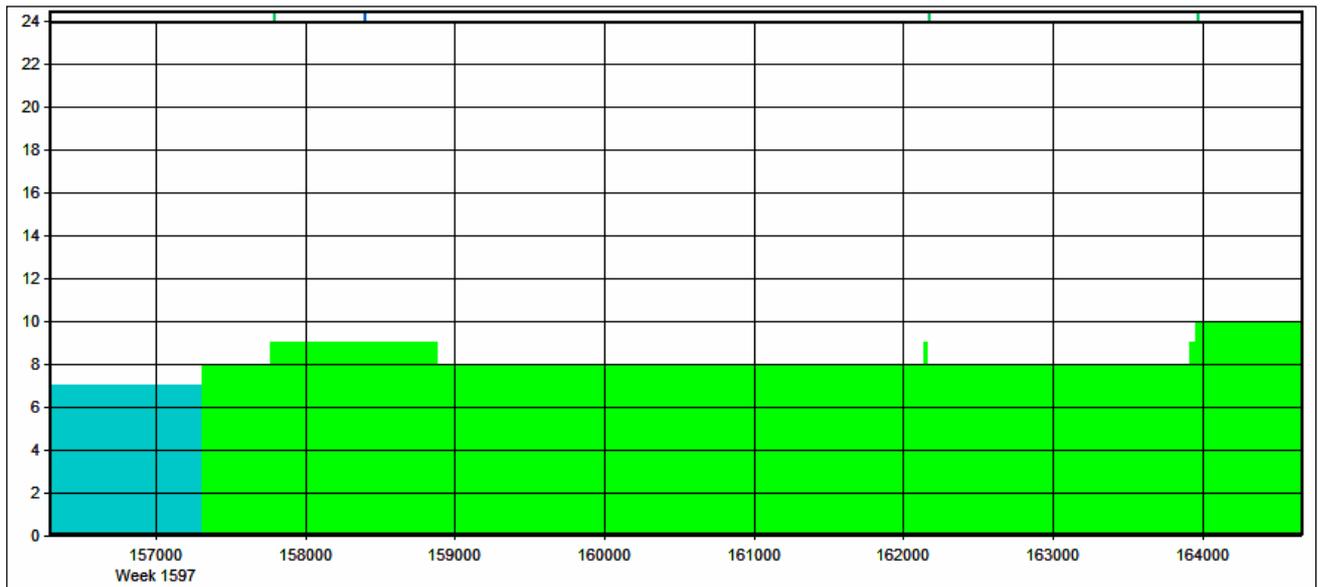


— PDOP — HDOP — VDOP

### 2.5.3.4 NÚMERO DE SATÉLITES 16/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 07 e 09. O resultado foi satisfatório.

Gráfico - Número de Satélites 16/08/2010

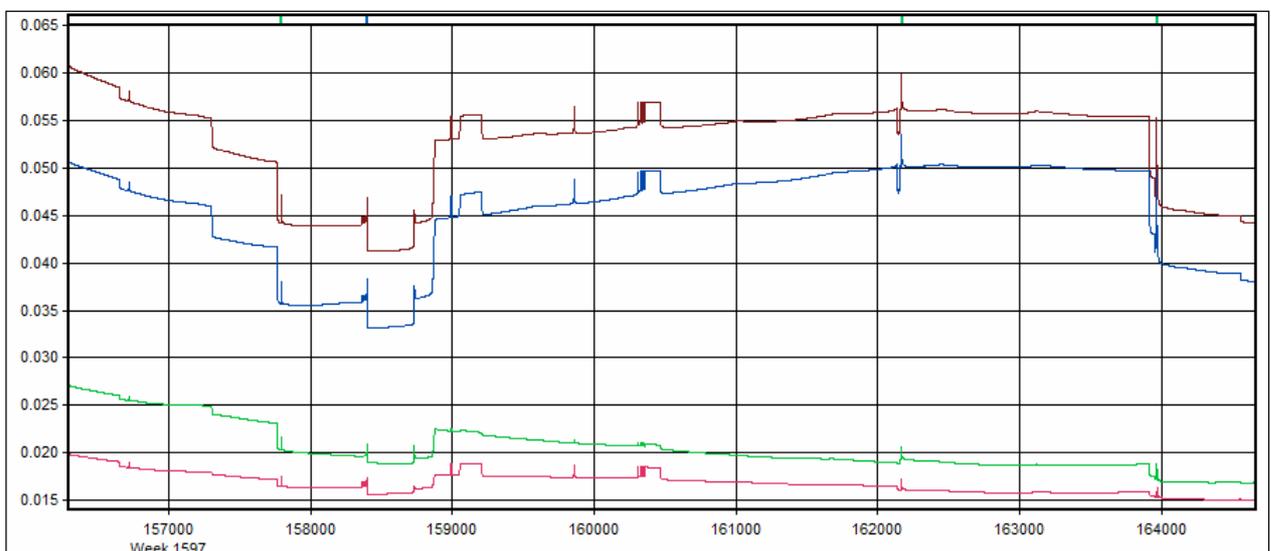


MUITO POUCO      ACEITAVEL      BOM      ÓTIMO

### 2.5.3.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 16/08/2010

O valor máximo para o desvio padrão total aceitável é de 0,15 m. Neste voo o valor aceitável não foi ultrapassado. O resultado foi considerado satisfatório.

Gráfico - Precisão da Posição Estimada 16/08/2010



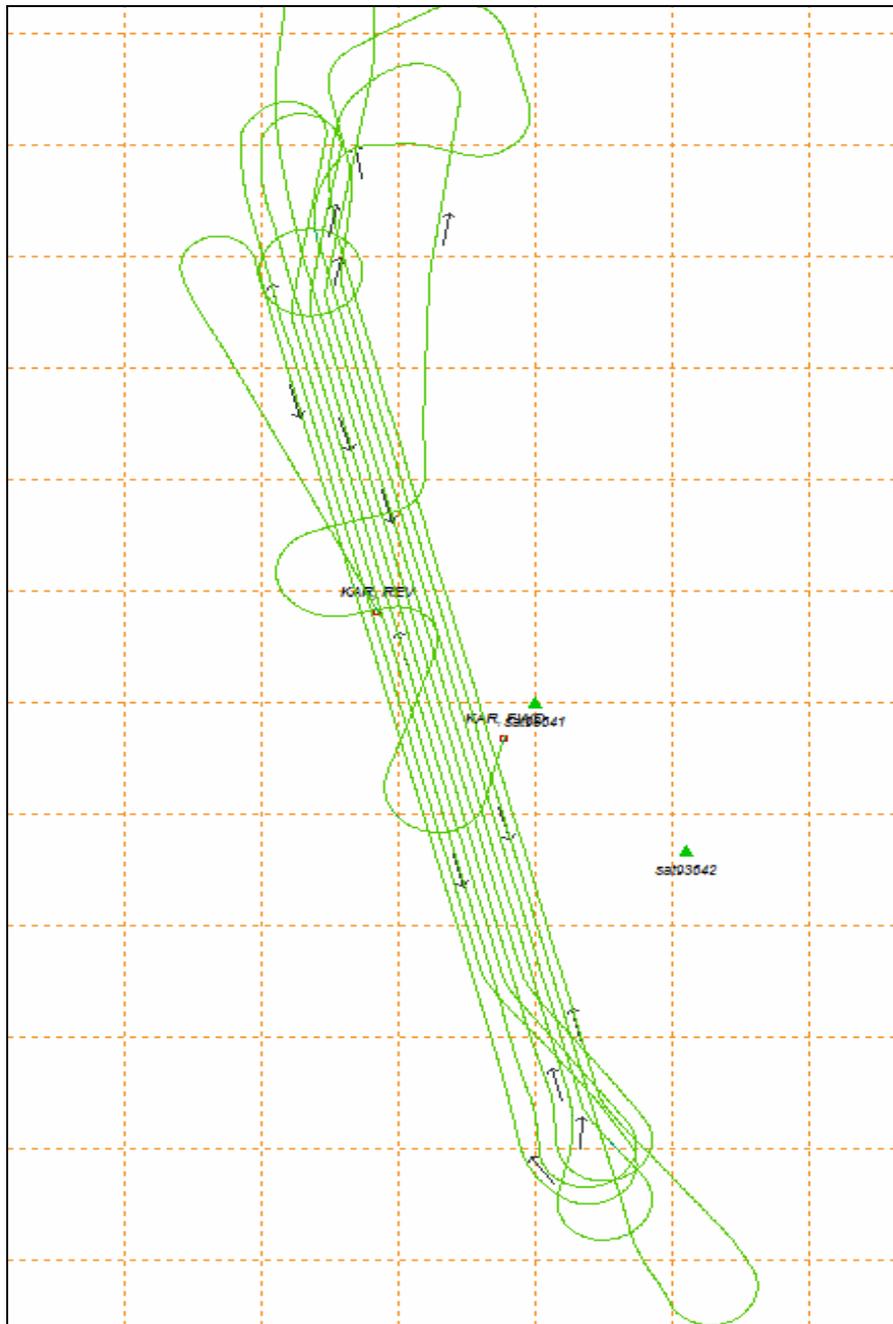
X      Y      Z      TRACE

## 2.5.4 GPS DJ 229 17/08/2010 ESTEIO

### 2.5.4.1 QUALIDADE GPS 17/08/2010

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento. O resultado foi considerado satisfatório

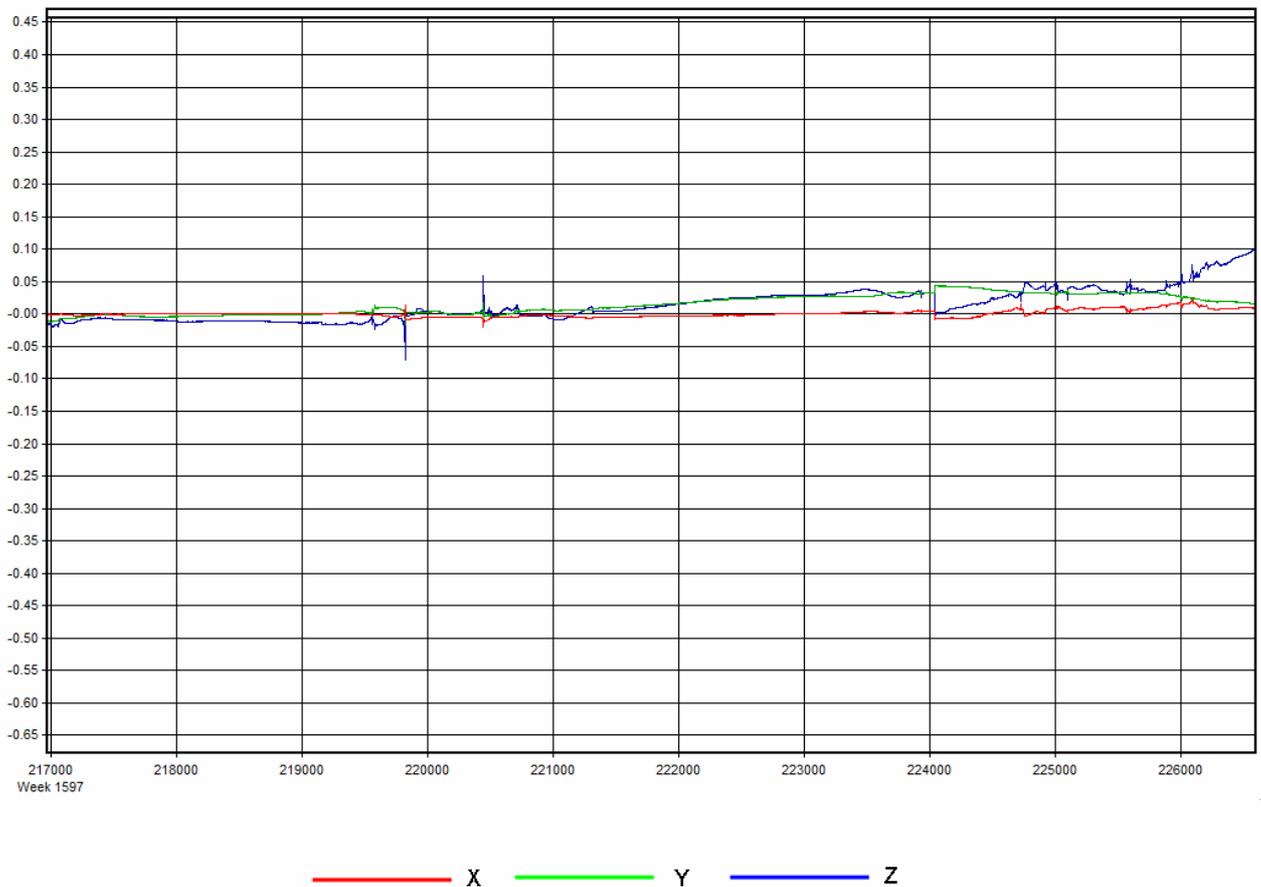
**Gráfico - Qualidade GPS 17/08/2010**



### 2.5.4.2 SEPARAÇÃO 17/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,05 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

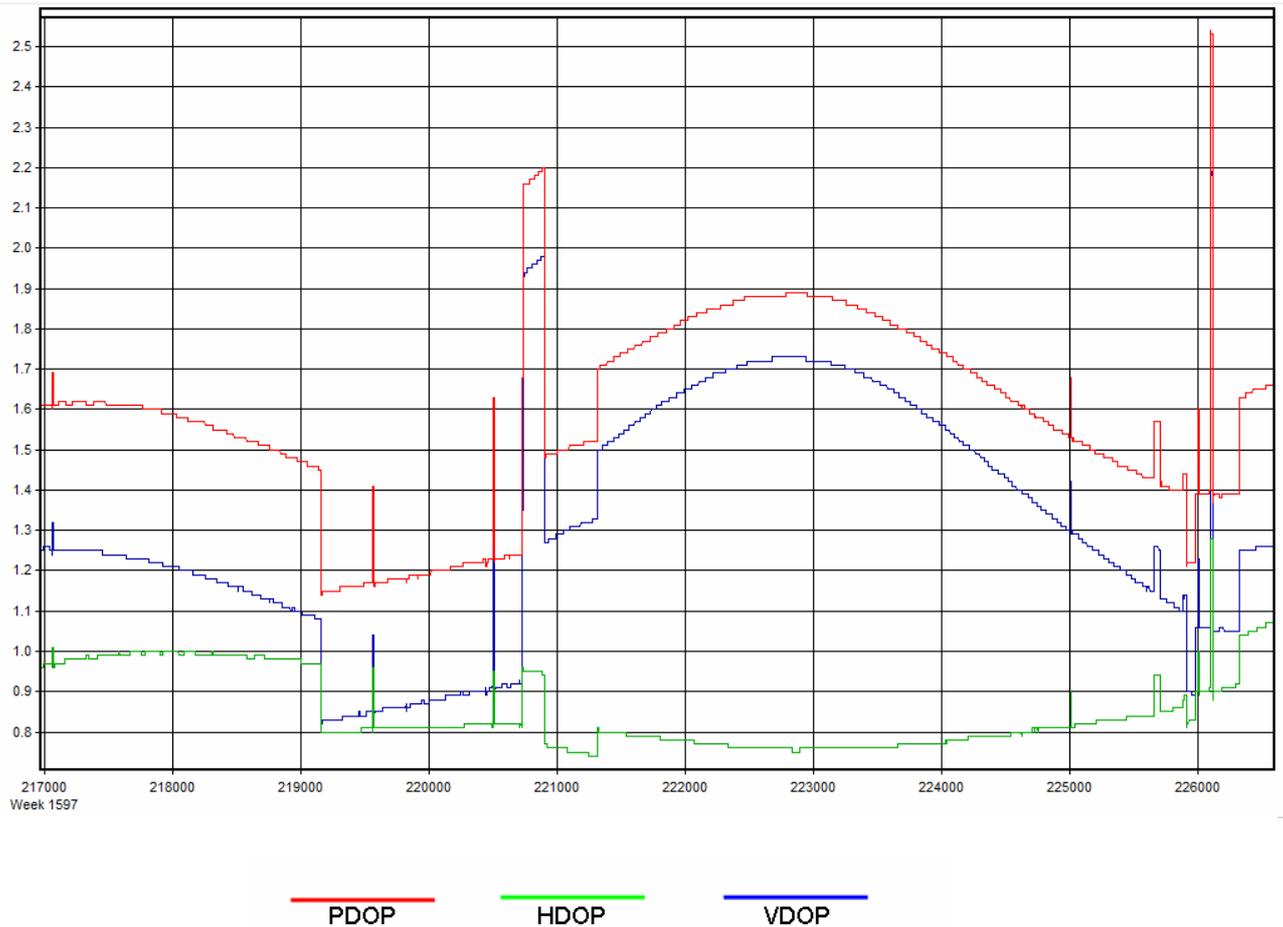
**Gráfico da Separação 17/08/2010**



### 2.5.4.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 17/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,2, o HDOP de 1,0, e VDOP de 1,6. O resultado foi considerado satisfatório.

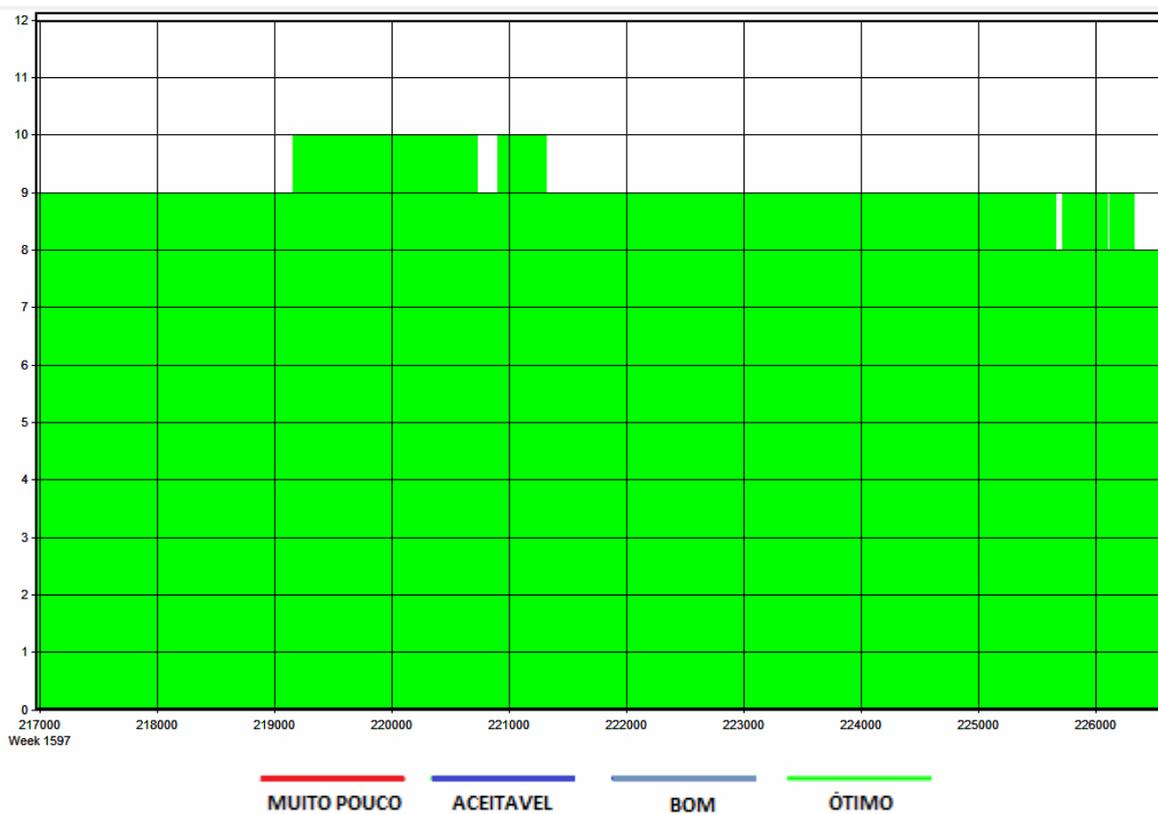
**Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 17/08/2010**



#### 2.5.4.4 NÚMERO DE SATÉLITES 17/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 09 e 10. O resultado foi considerado satisfatório.

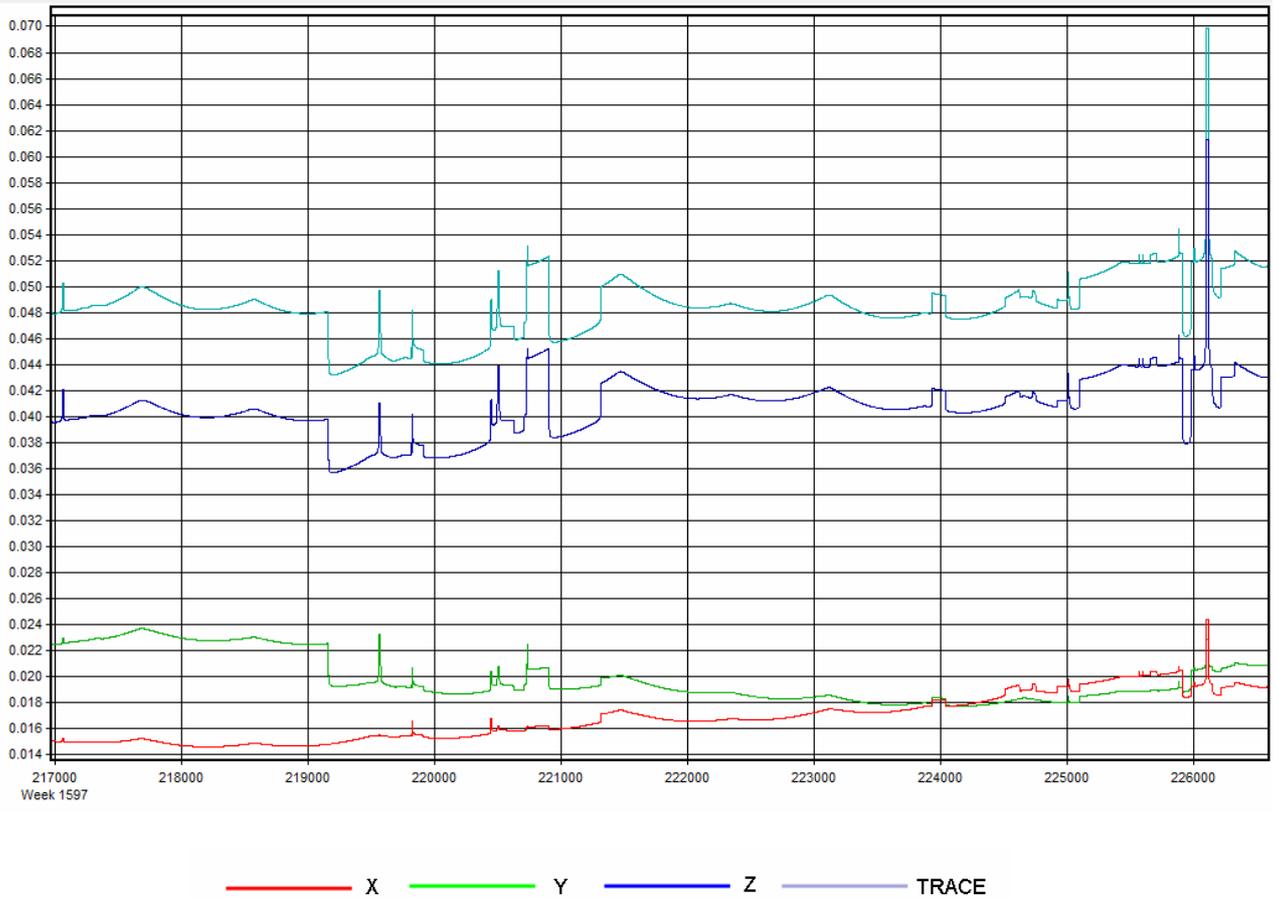
Gráfico - Número de Satélites 17/08/2010



### 2.5.4.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 17/08/2010

Neste dia de voo o valor não ultrapassou a 0,052 metros. Está dentro do intervalo de valores aceitáveis, portando o resultado foi satisfatório.

**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 17/08/2010**

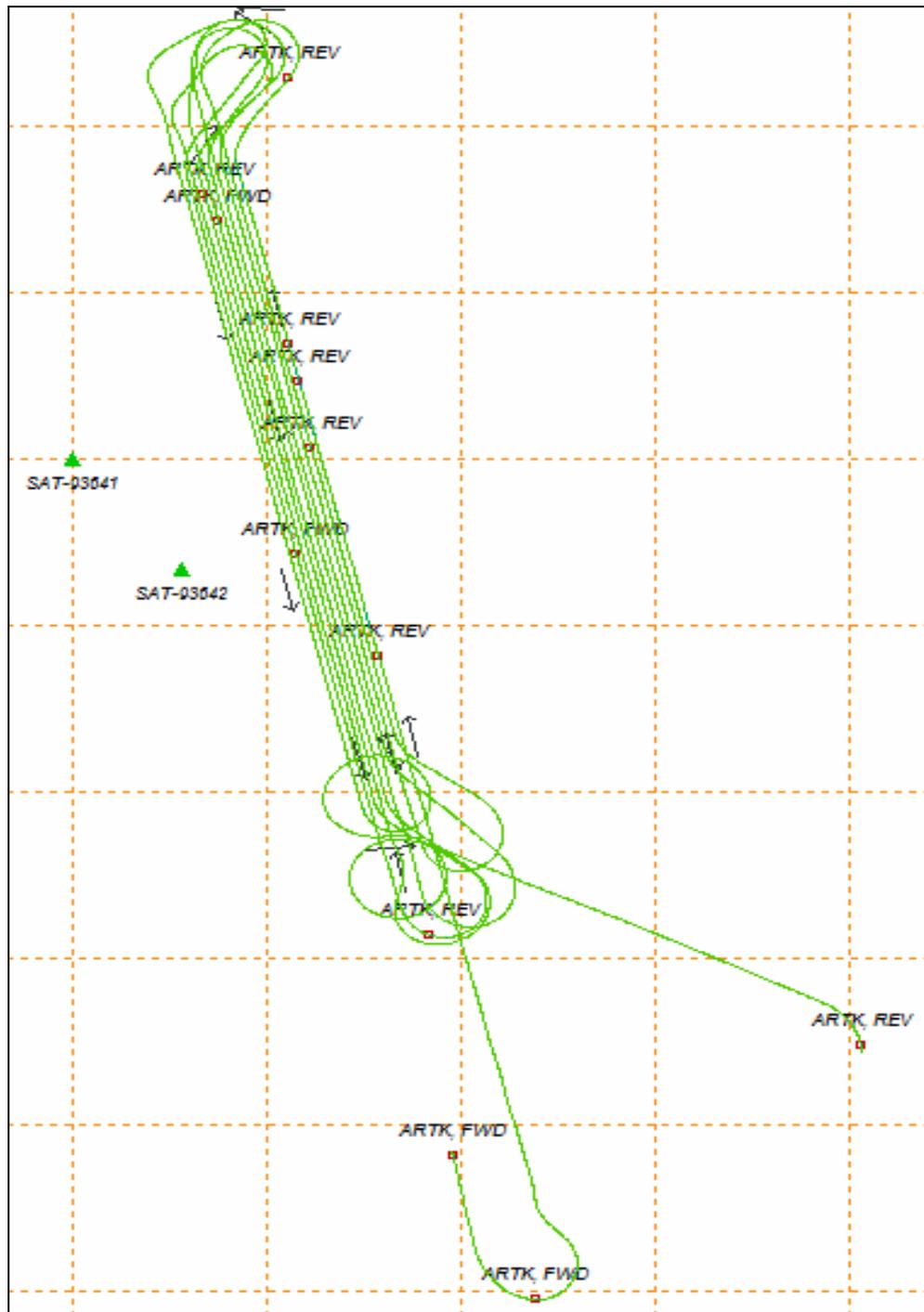


## 2.5.5 GPS DJ 229 17/08/2010 AEROIMAGEM

### 2.5.5.1 QUALIDADE GPS 17/08/2010

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento. O resultado foi satisfatório.

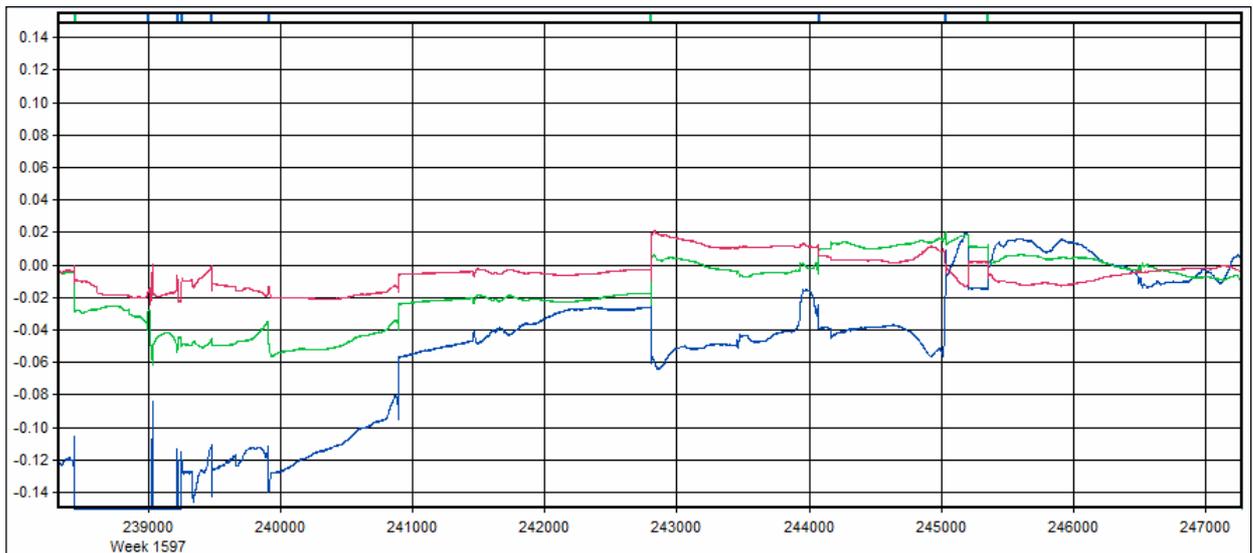
**Gráfico - Qualidade GPS 17/08/2010**



### 2.5.5.2 SEPARAÇÃO 17/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,10 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

**Gráfico da Separação 17/08/2010**

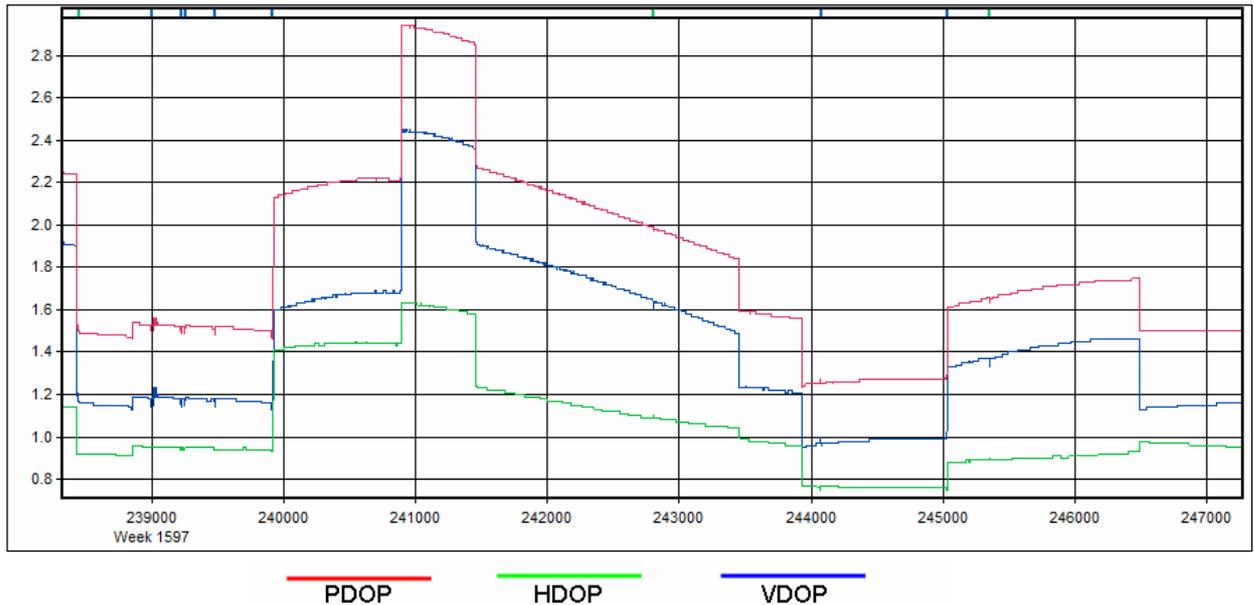


— X — Y — Z

### 2.5.5.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 17/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,9, o HDOP de 1,6, e VDOP de 2,4. O resultado foi considerado satisfatório.

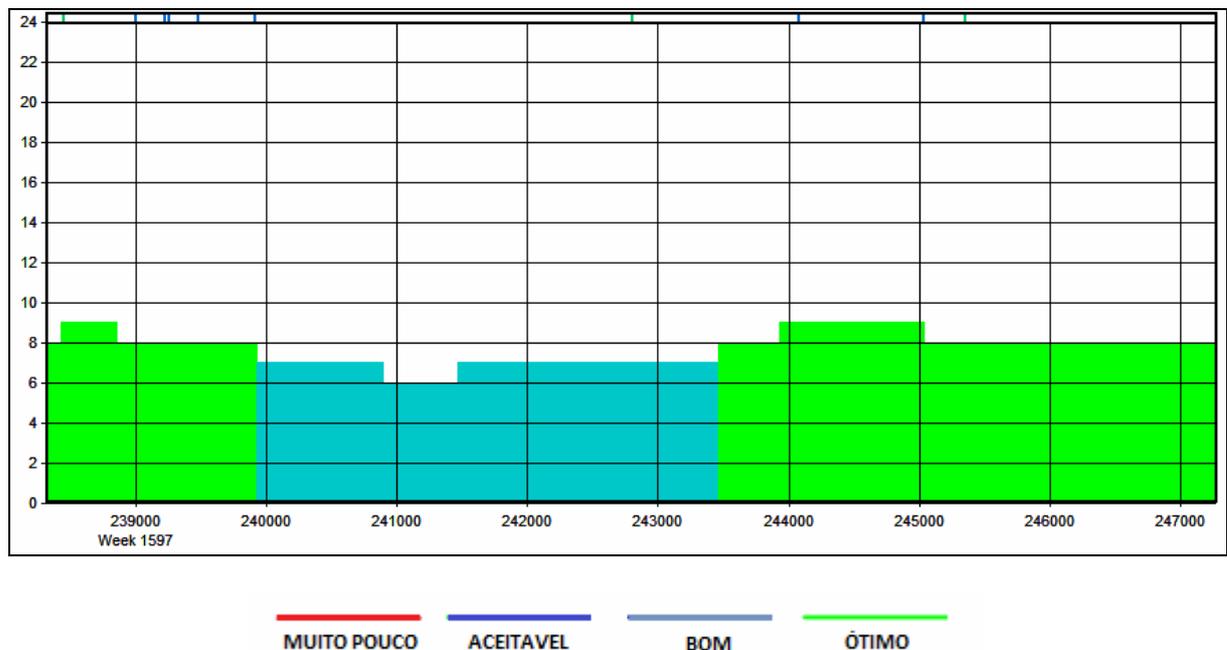
Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 17/08/2010



### 2.5.5.4 NÚMERO DE SATÉLITES 17/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 06 e 09. O resultado foi considerado satisfatório.

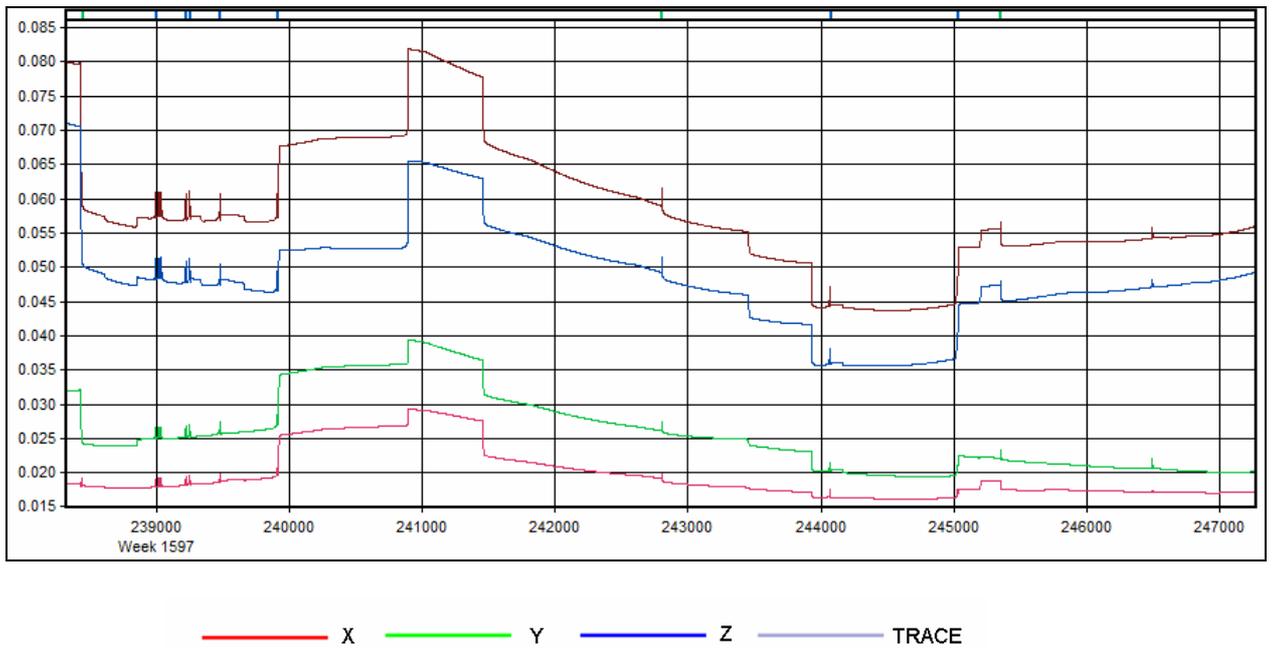
Gráfico - Número de Satélites 17/08/2010



### 2.5.5.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 17/08/2010

O valor máximo para o desvio padrão total aceitável é de 0,15 m. Neste voo o valor aceitável não foi ultrapassado.

**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 17/08/2010**

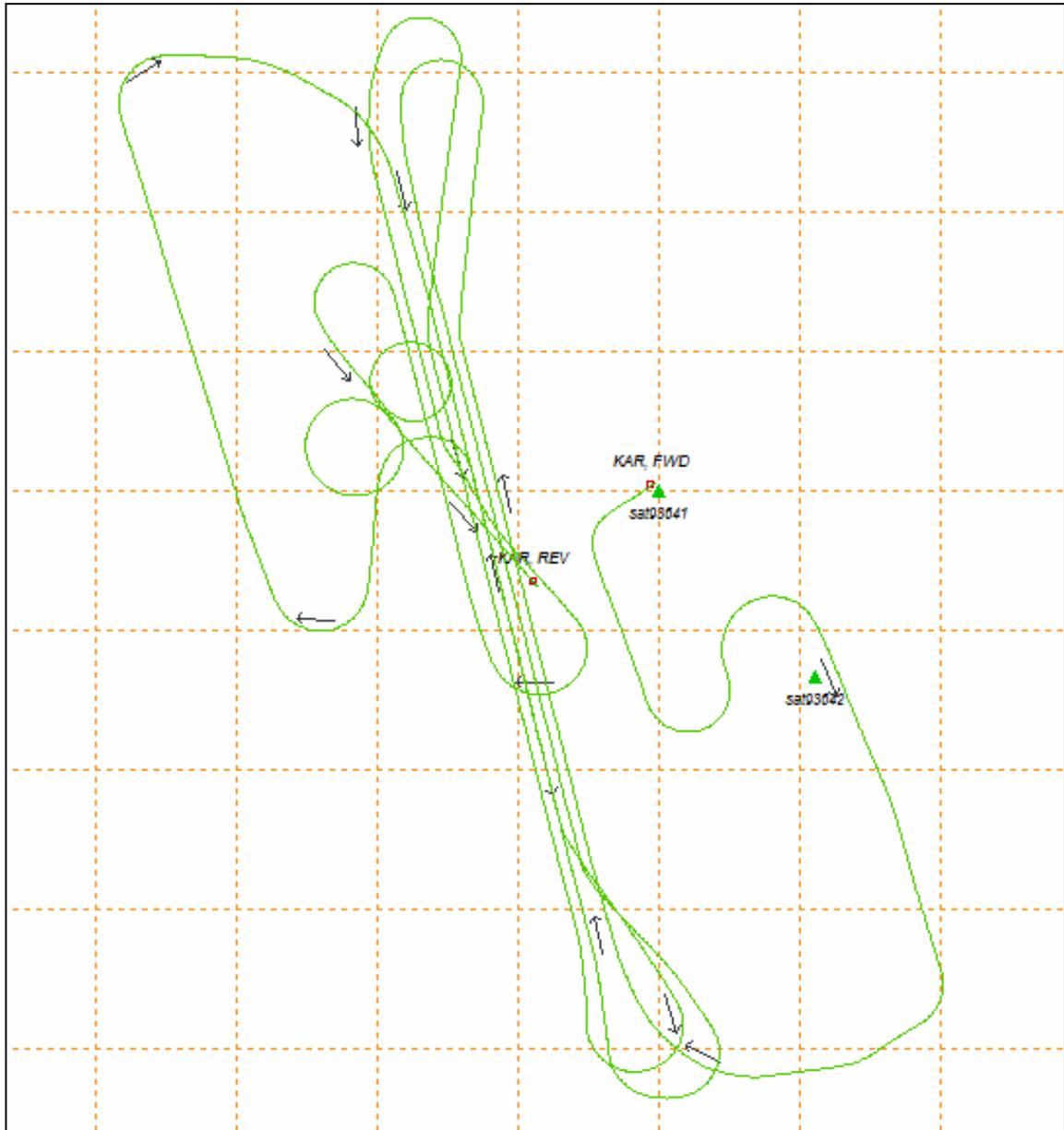


## 2.5.6 GPS DJ 230 18/08/2010 ESTEIO

### 2.5.6.1 QUALIDADE GPS 18/08/2010

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento.

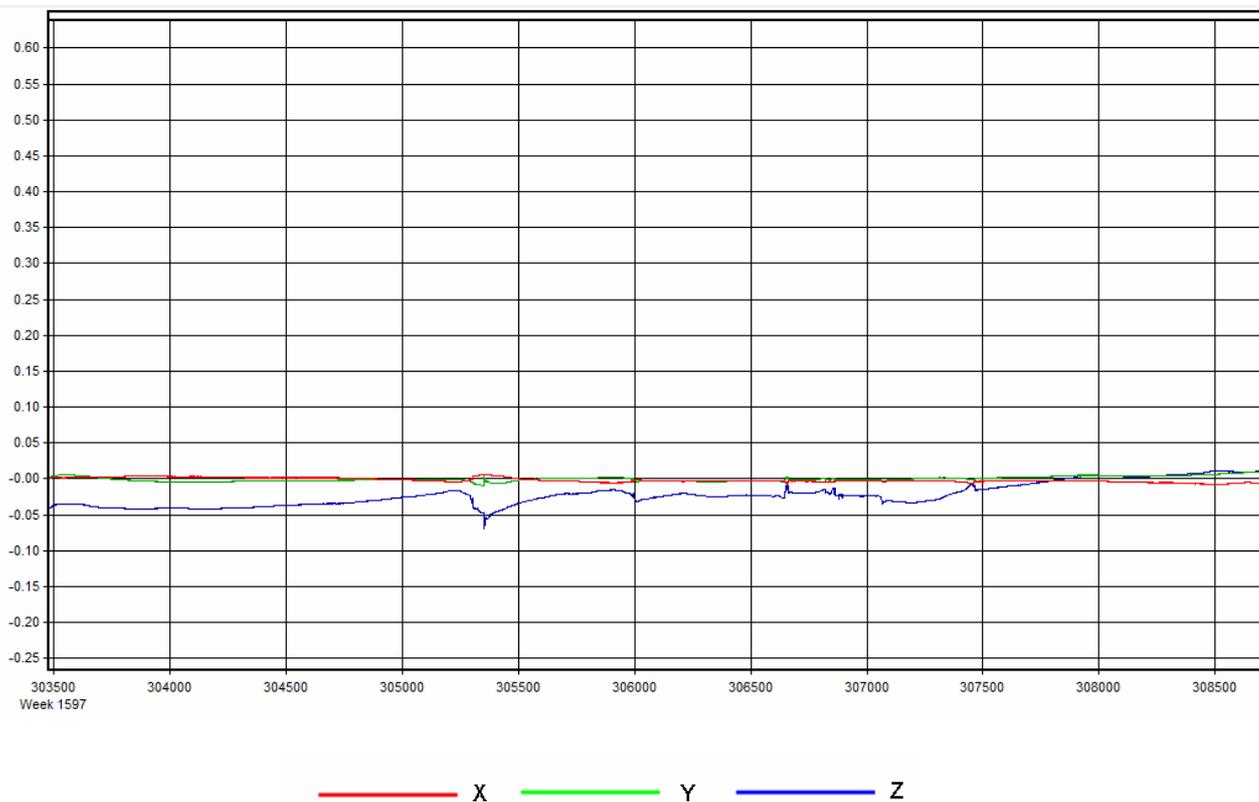
**Gráfico - Qualidade GPS 18/08/2010**



### 2.5.6.2 SEPARAÇÃO 18/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,05 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

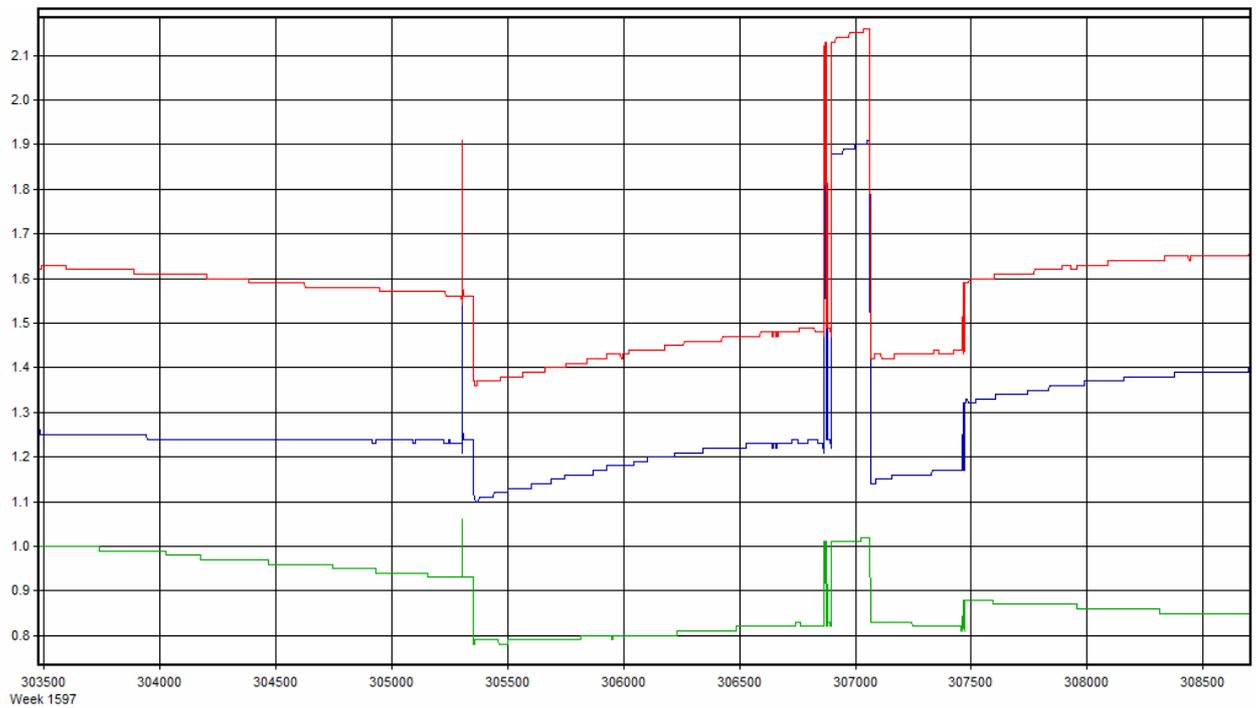
**Gráfico da Separação 18/08/2010**



### 2.5.6.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,1, o HDOP de 1,0, e VDOP de 1,6.

Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 18/08/2010

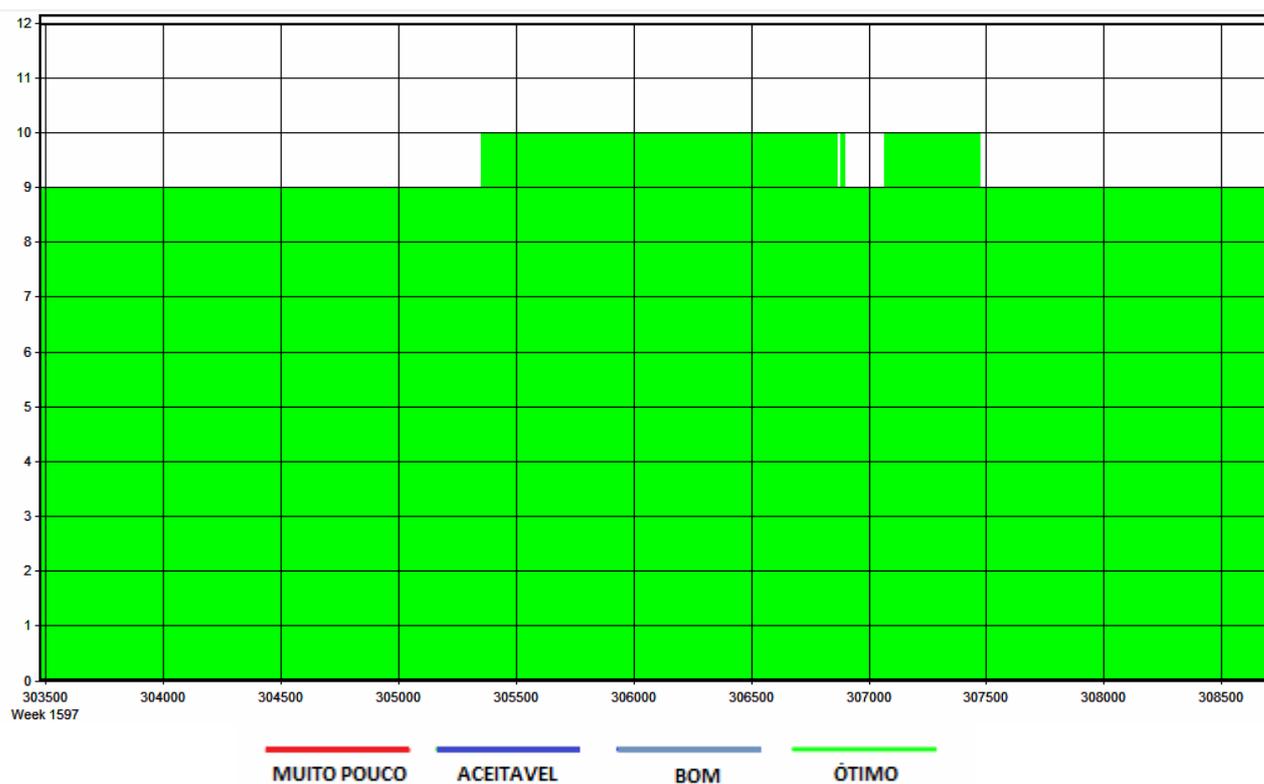


— PDOP — HDOP — VDOP

### 2.5.6.4 NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 07 e 10. O resultado foi considerado satisfatório.

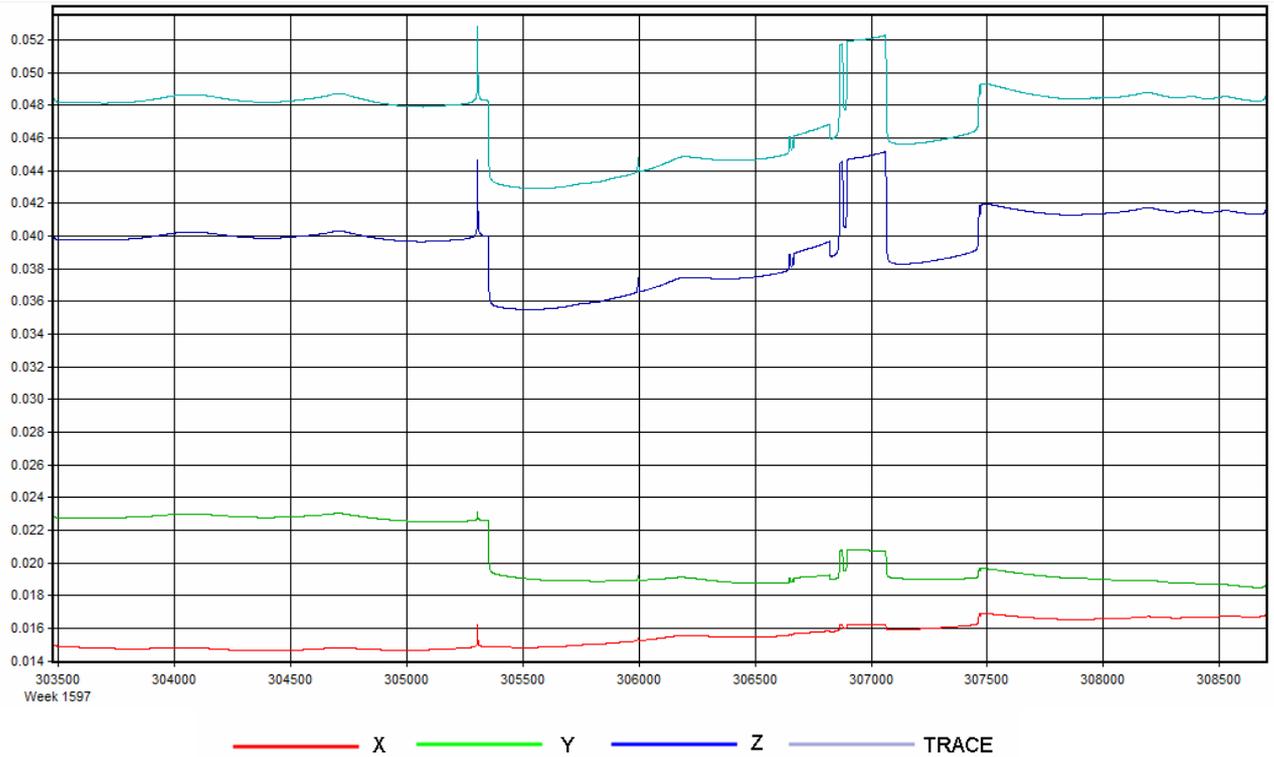
Gráfico - Número de Satélites 18/08/2010



### 2.5.6.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010

Neste dia de voo o valor não ultrapassou a 0,075 metros. Está dentro do intervalo de valores aceitáveis, portando o resultado foi satisfatório.

**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 18/08/2010**

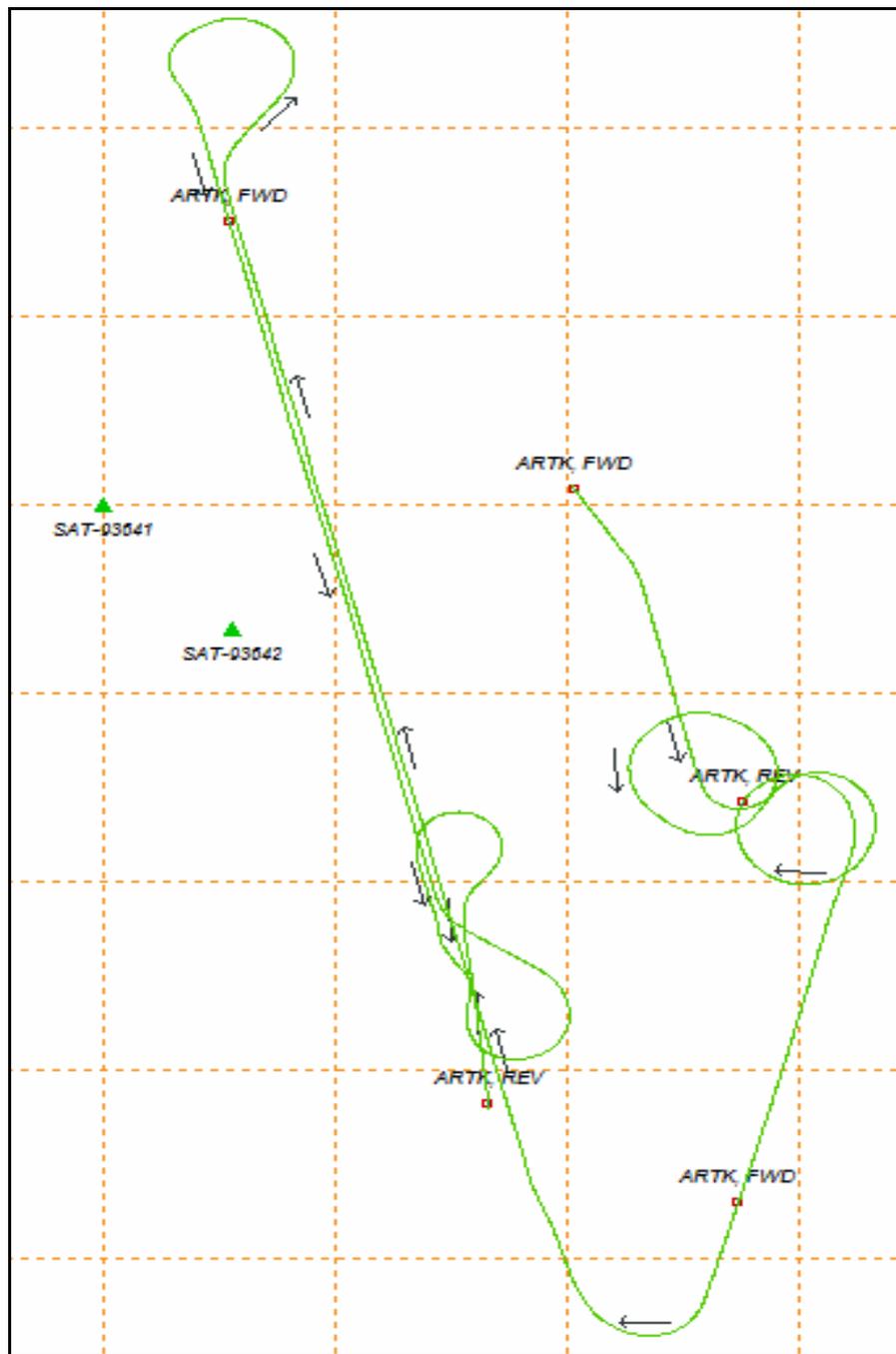


## 2.5.7 GPS DJ 230 18/08/2010 AEROIMAGEM – PARTE 1

### 2.5.7.1 QUALIDADE GPS

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento.

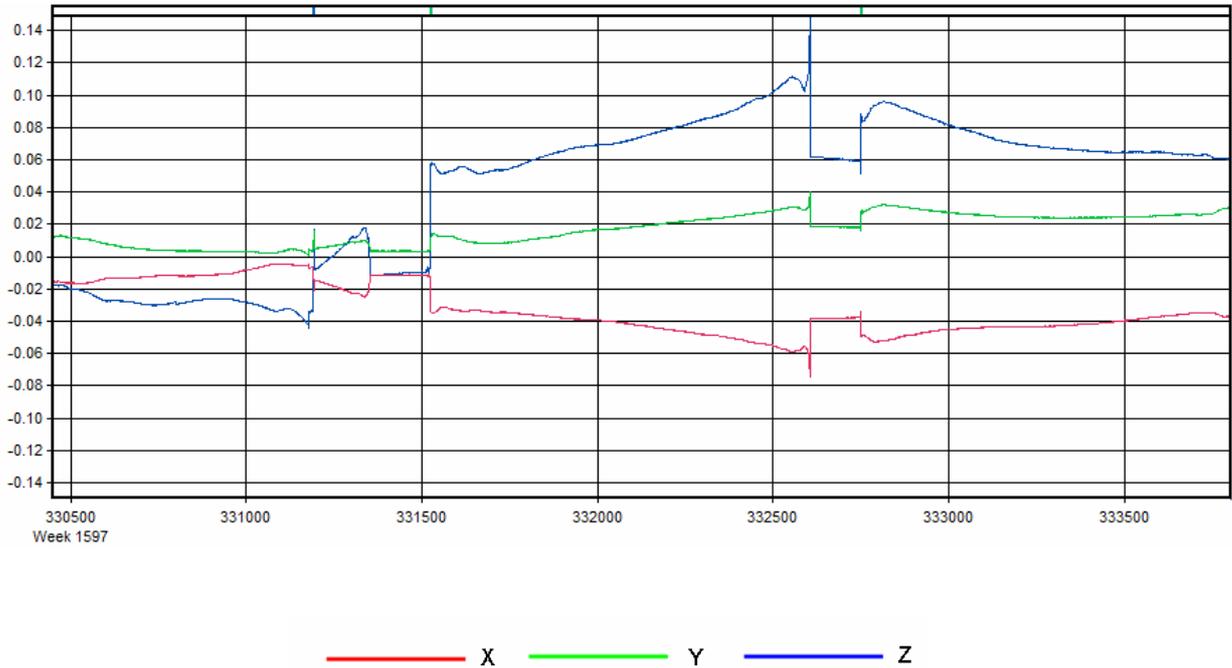
Gráfico - Qualidade GPS 18/08/2010 – Parte 1



### 2.5.7.2 SEPARAÇÃO 18/08/2010 Parte 1

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,07 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

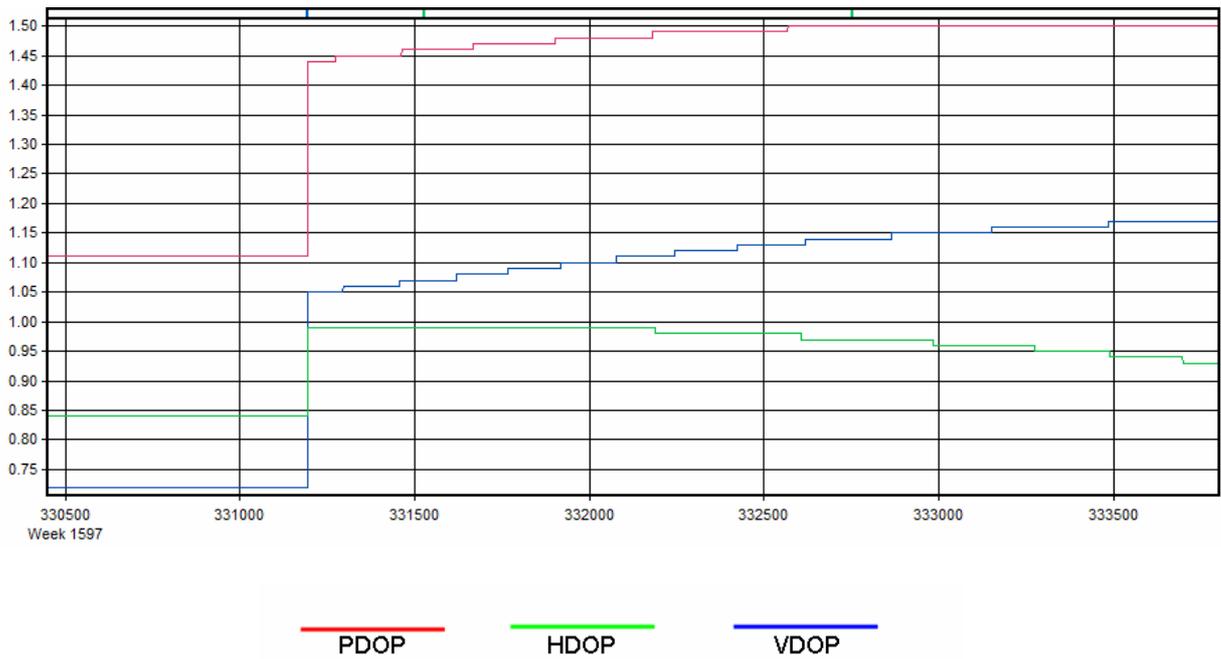
**Gráfico da Separação 18/08/2010 – Parte 1**



### 2.5.7.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010 Parte 1

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 1,5, o HDOP de 1,0, e VDOP de 1,2. O resultado foi considerado satisfatório.

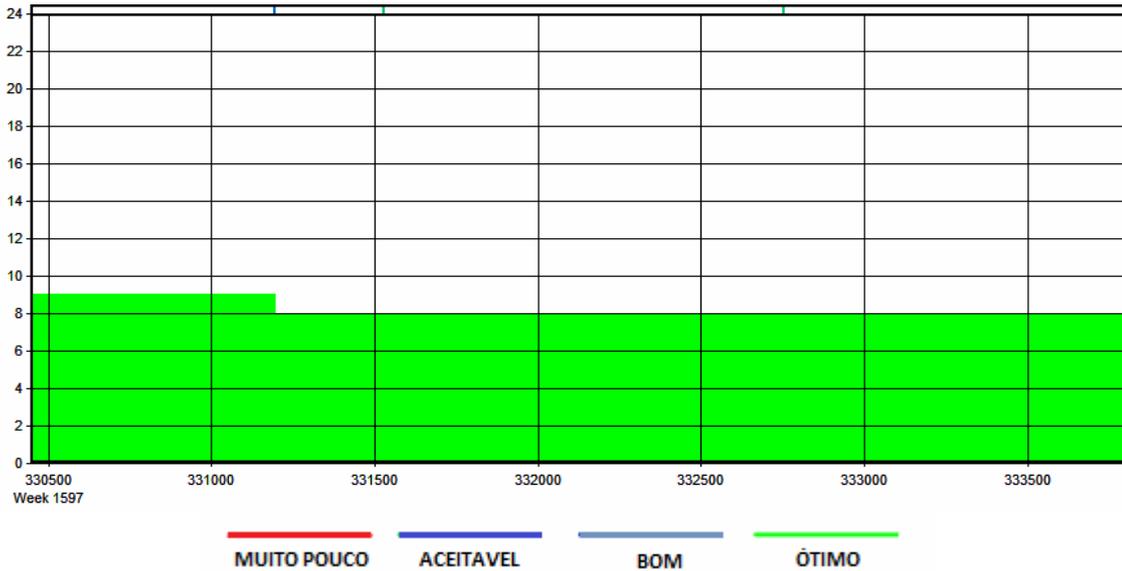
**Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 18/08/2010 – Parte 1**



#### 2.5.7.4 NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010 Parte 1.

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 08 e 09. O resultado foi considerado satisfatório.

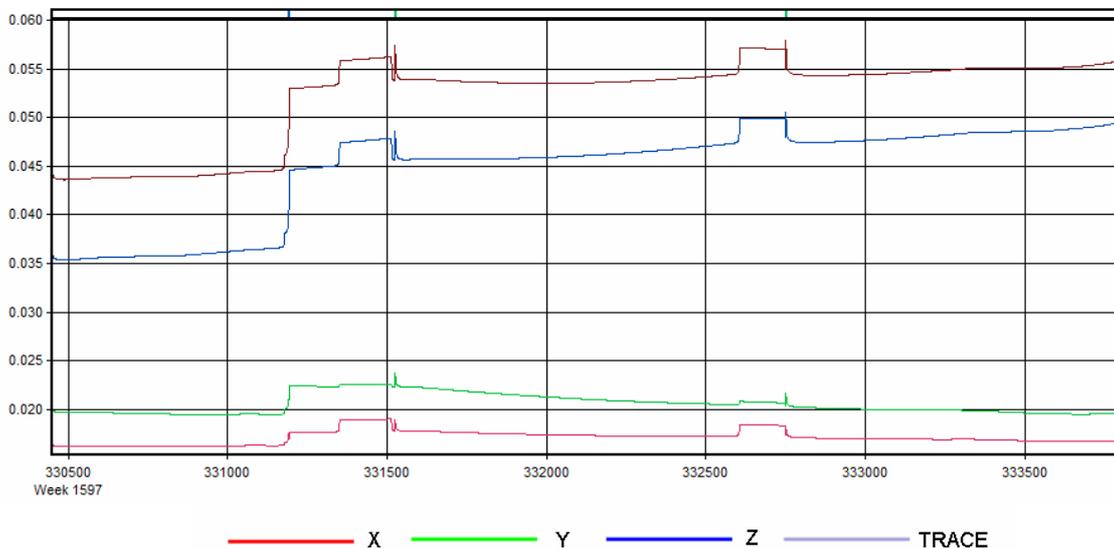
**Gráfico - Número de Satélites 18/08/2010 – Parte 1**



#### 2.5.7.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010 PARTE 1

O valor máximo para o desvio padrão total aceitável é de 0,15 m. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 18/08/2010 – Parte 1**

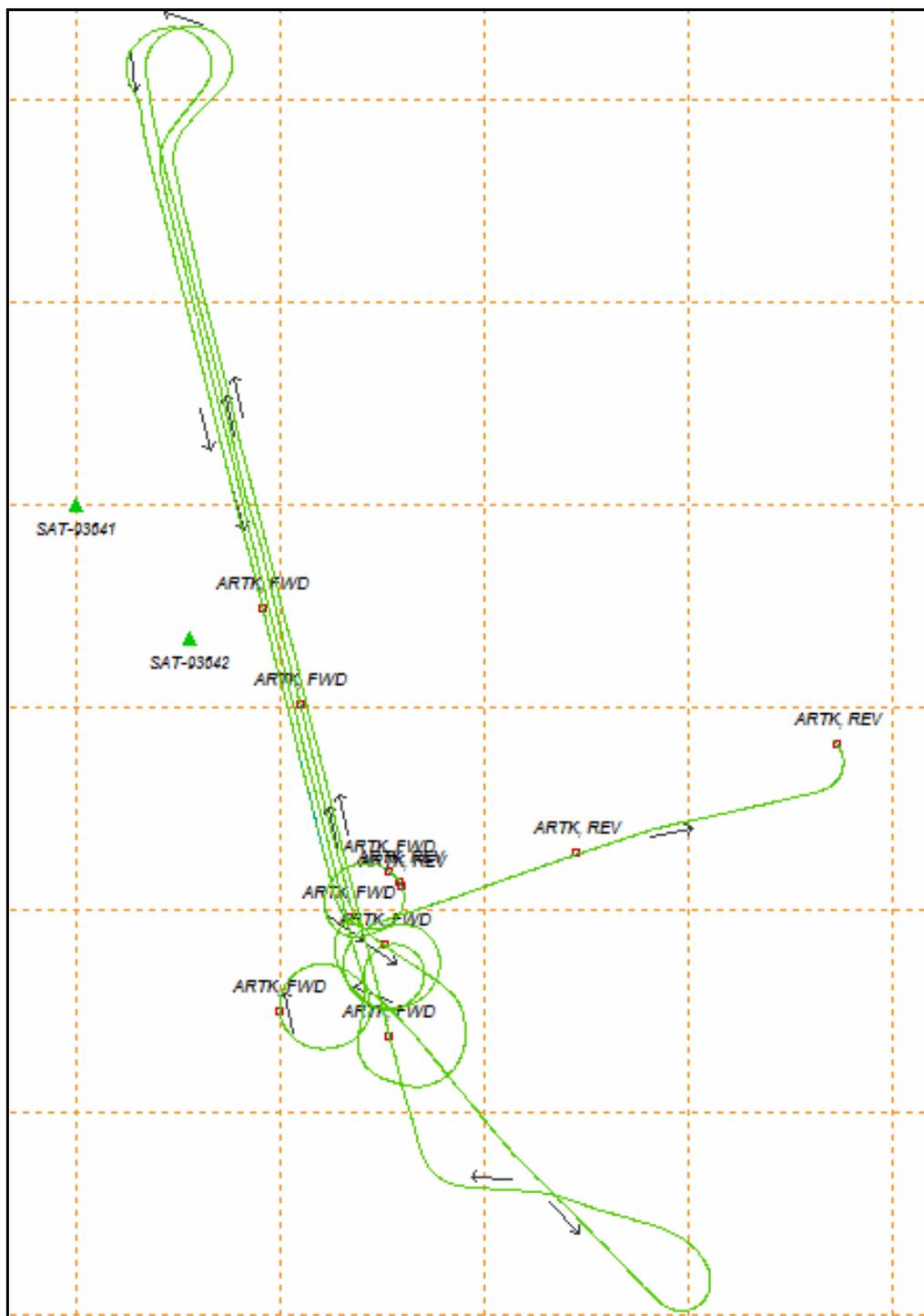


## 2.5.8 GPS DJ 230 18/08/2010 AEROIMAGEM Parte 2

### 2.5.8.1 QUALIDADE GPS 18/08/2010 Parte 2

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento.

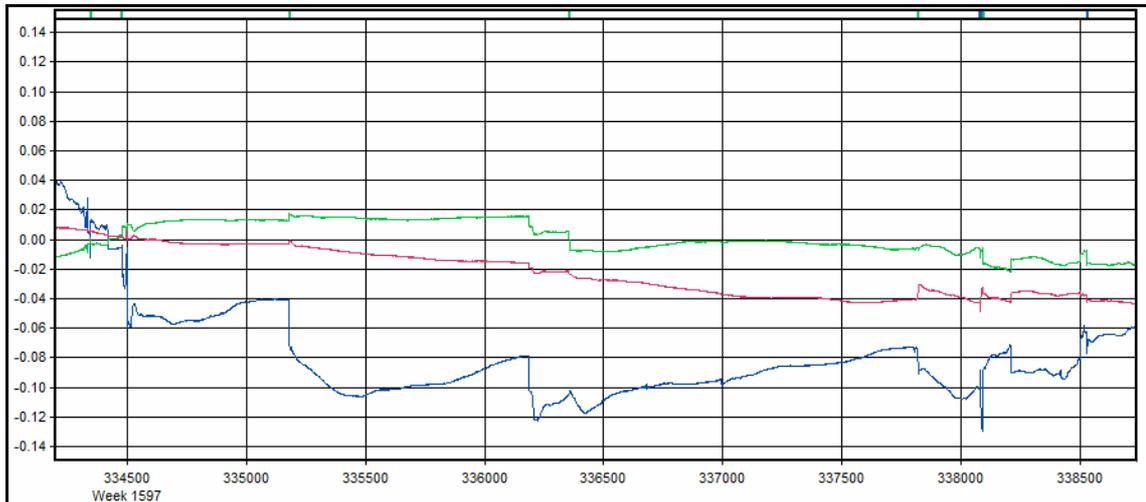
Gráfico - Qualidade GPS 18/08/2010 – Parte 2



### 2.5.8.2 SEPARAÇÃO 18/08/2010 Parte 2

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,10 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

**Gráfico da Separação 18/08/2010 – Parte 2**

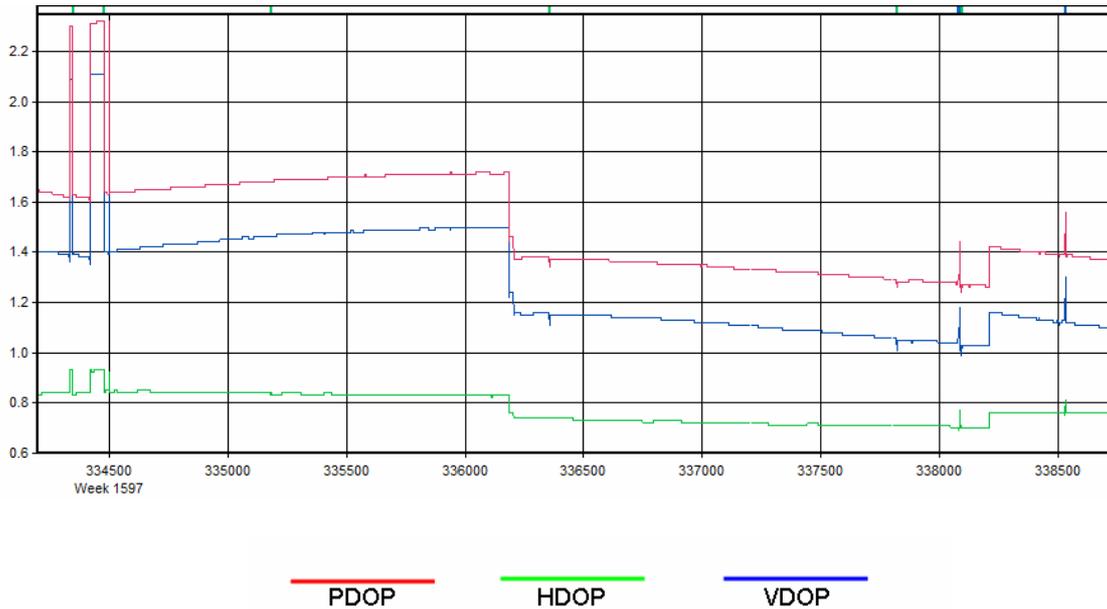


— X — Y — Z

### 2.5.8.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 18/08/2010 Parte 2

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,3, o HDOP de 0,9, e VDOP de 1,6. O resultado foi considerado satisfatório.

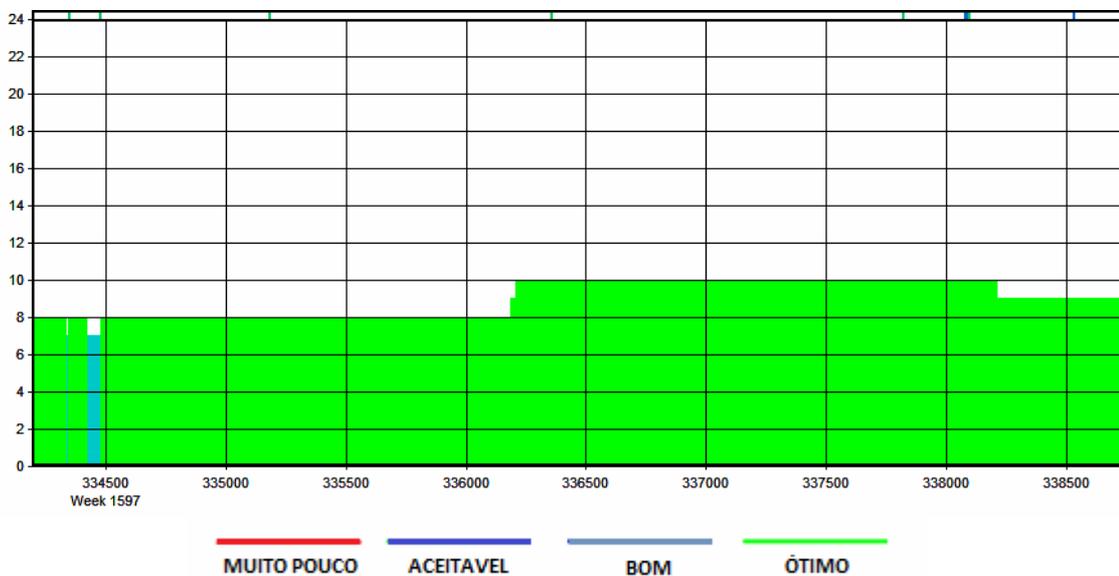
**Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 18/08/2010 – Parte 2**



### 2.5.8.4 NÚMERO DE SATÉLITES 18/08/2010 Parte 2

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 07 e 10. O resultado foi considerado satisfatório.

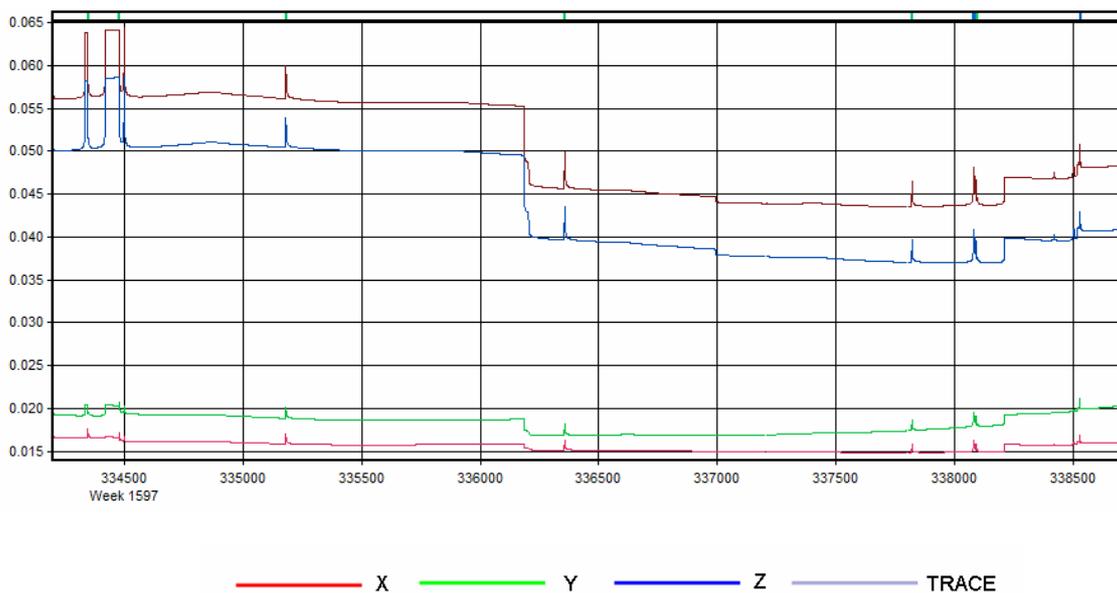
**Gráfico - Número de Satélites 18/08/2010 – Parte 2**



### 2.5.8.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 18/08/2010 Parte 2

O valor máximo para o desvio padrão total aceitável é de 0,15 m. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

**Gráfico – Precisão da Posição Estimada 18/08/2010 – Parte 2**

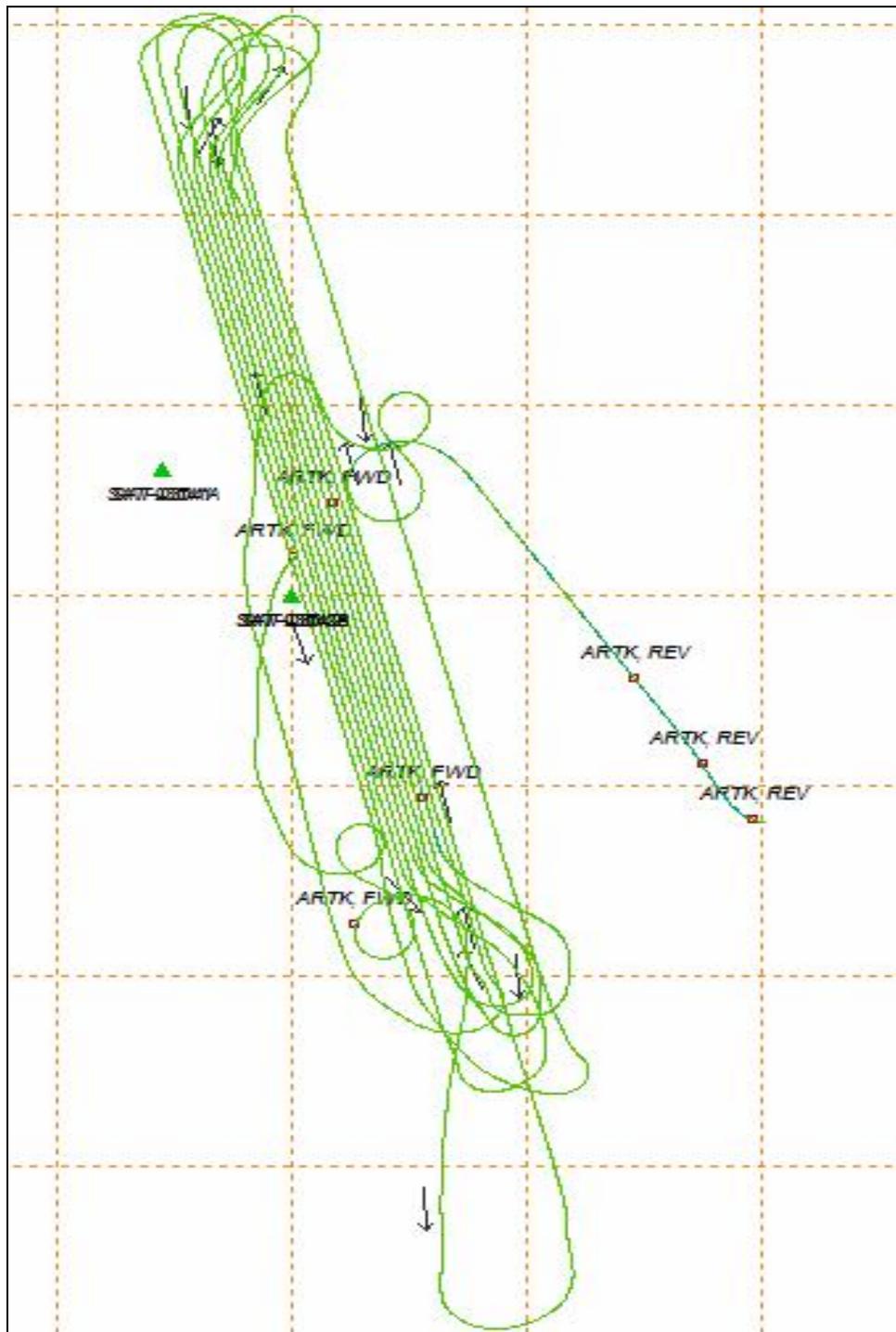


## 2.5.9 GPS DJ 235 23/08/2010 AEROIMAGEM

### 2.5.9.1 QUALIDADE GPS 23/08/2010

A qualidade do processamento ficou em Q1, ou seja, a melhor qualidade que pode ser obtida num processamento.

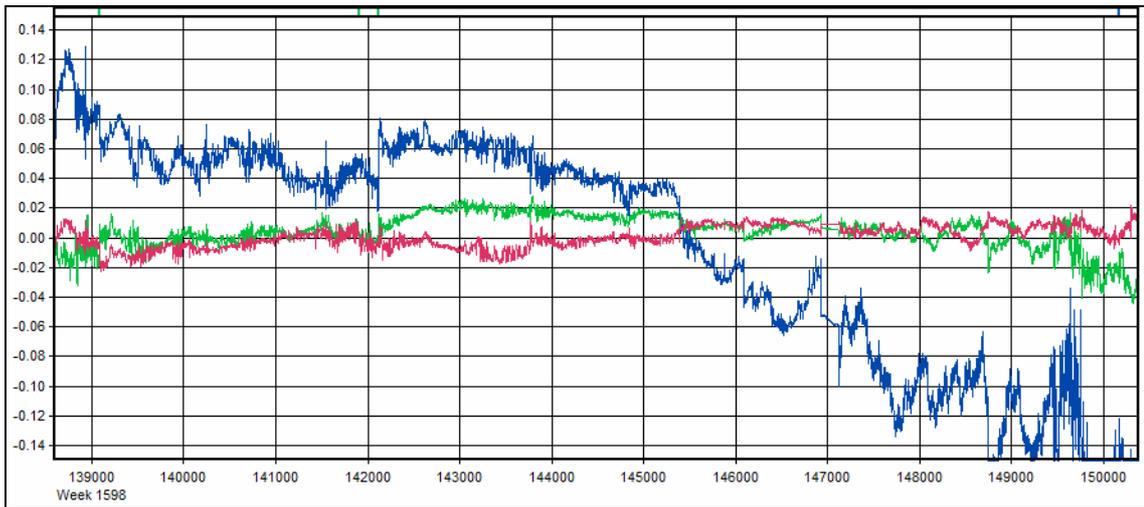
Gráfico - Qualidade GPS 23/08/2010



### 2.5.9.2 SEPARAÇÃO 23/08/2010

Neste dia de voo os resultados da diferença entre o processamento direto e inverso ficaram dentro do intervalo de 0,10 metros. O resultado foi considerado satisfatório, atende padrões de qualidade conforme [tabela 01](#).

**Gráfico da Separação 23/08/2010**

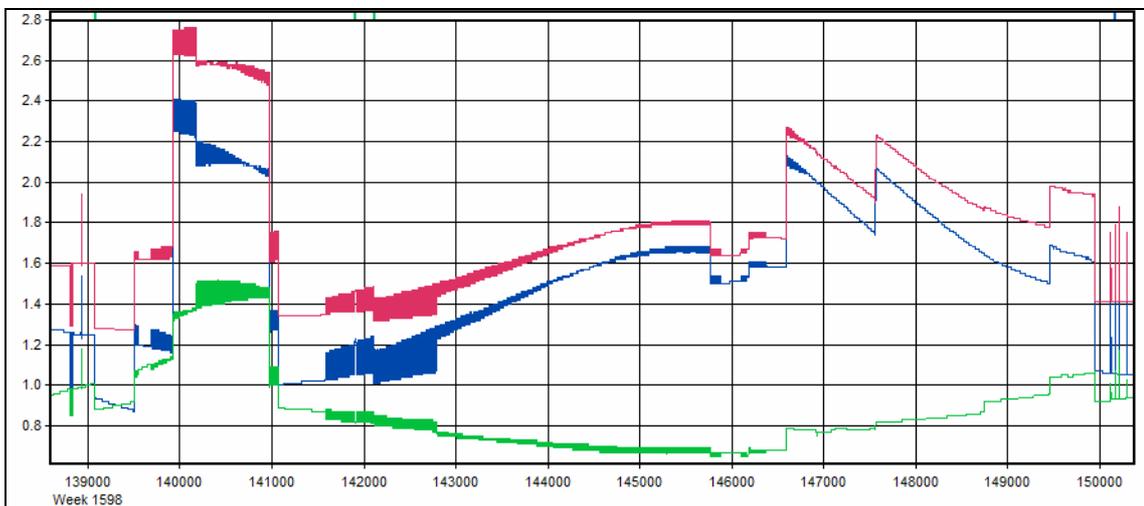


— X — Y — Z

### 2.5.9.3 EFEITO DA GEOMETRIA DOS SATÉLITES 23/08/2010

Para este voo o valor máximo de PDOP foi de 2,8, o HDOP de 1,5, e VDOP de 2,4. O resultado foi considerado satisfatório.

**Gráfico - Efeito da Geometria dos Satélites 23/08/2010**

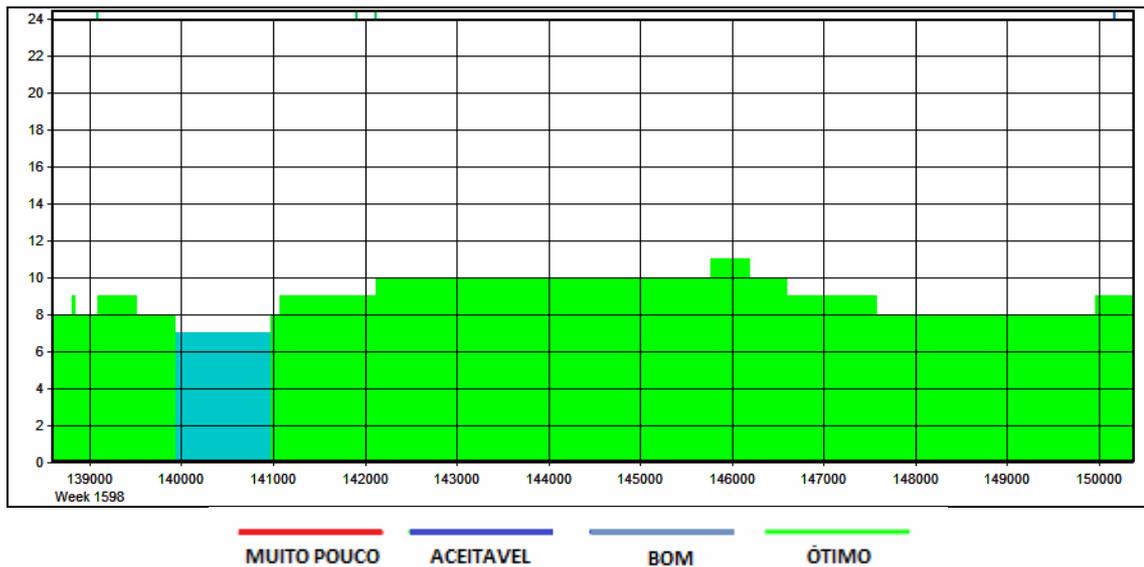


— PDOP — HDOP — VDOP

### 2.5.9.4 NÚMERO DE SATÉLITES 23/08/2010

Neste dia de voo o número de satélites ficou entre 07 e 11. O resultado foi considerado satisfatório.

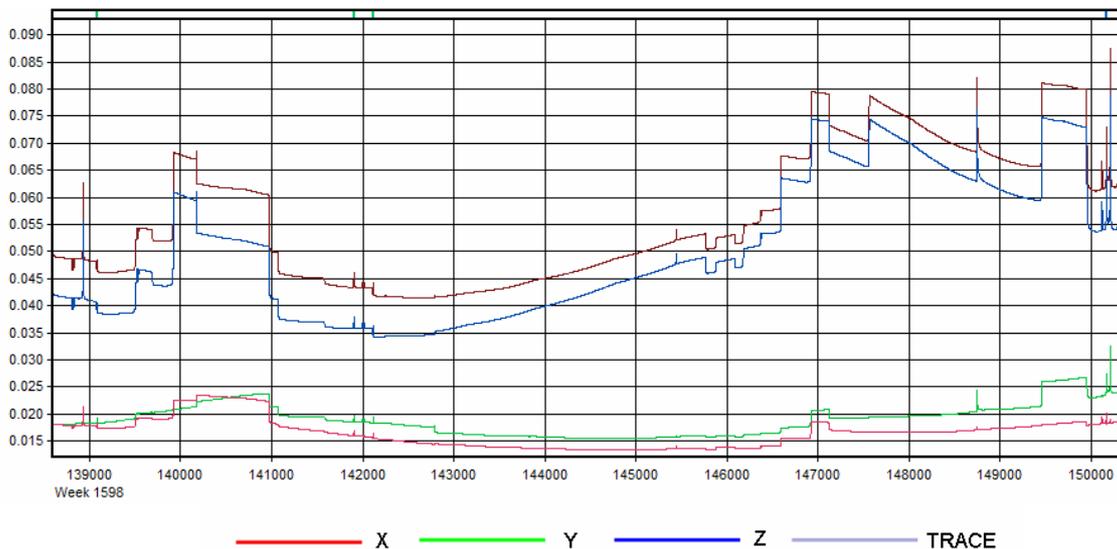
**Gráfico - Número de Satélites 23/08/2010**



### 2.5.9.5 PRECISÃO DA POSIÇÃO ESTIMADA 23/08/2010

Neste dia de voo o valor não ultrapassou a 0,080 metros. Está dentro do intervalo de valores aceitáveis, portanto o resultado foi satisfatório.

**Gráfico - Precisão da Posição Estimada 23/08/2010**



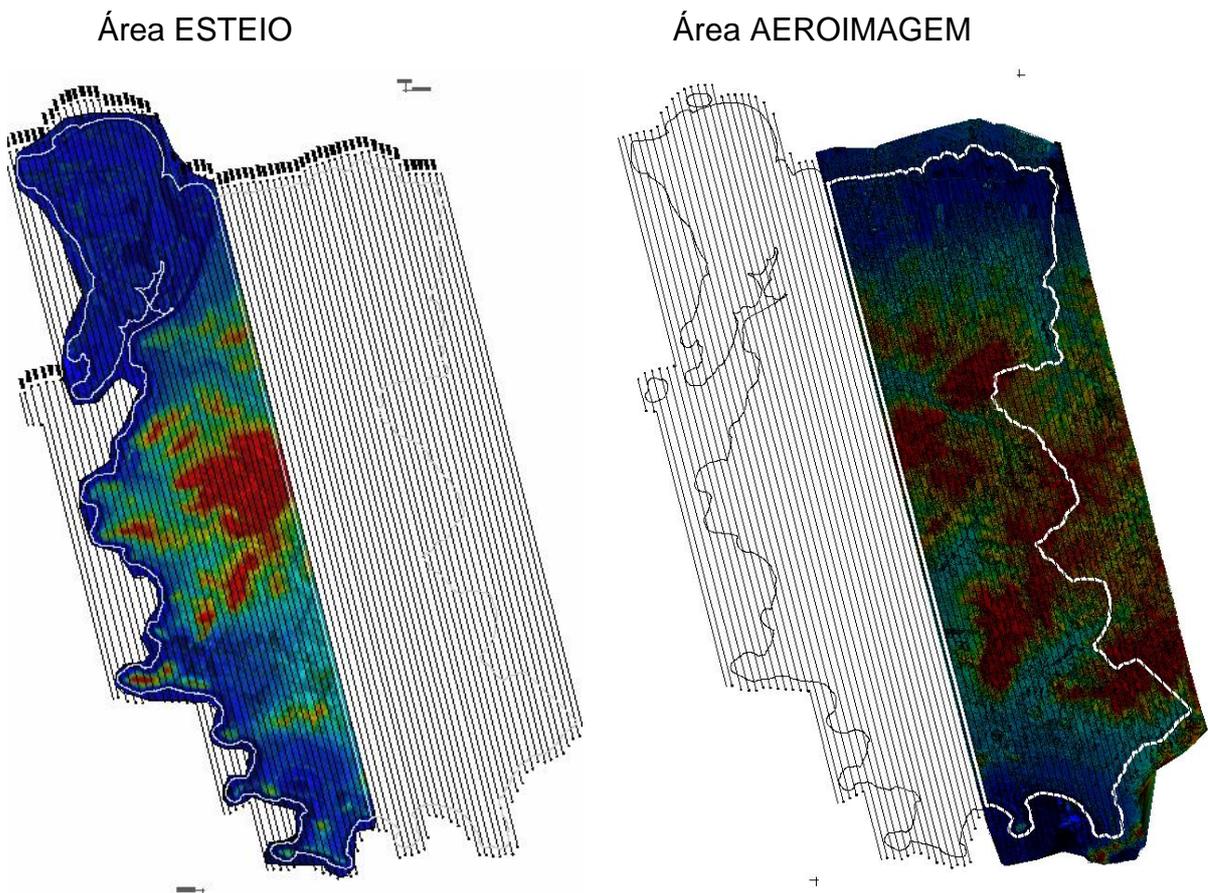
## 2.6 PROCESSAMENTO DOS DADOS BRUTOS

Após a conclusão do processamento GPS/IMU deu-se início ao processamento bruto das faixas do perfilamento LASER. Este processo foi realizado pelo programa ALS POST PROCESSOR utilizando o arquivo SOL (obtido anteriormente através da solução GPS, offset da aeronave e dados IMU) com os parâmetros de calibração do sensor.

## 2.7 AVALIAÇÃO DO PERFILAMENTO A LASER

Após o processamento dos dados brutos, as faixas passaram por uma verificação de recobrimento lateral e longitudinal sobre a área contratada, bem como, a qualidade altimétrica em relação aos pontos de controle levantados em campo.

Com base nos dados avaliados todas as faixas foram consideradas APROVADAS.



## **2.7.1 CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSAMENTO DOS DADOS LASER**

A distribuição dos pontos de controle altimétrico, atendeu aos critérios principais, de: pontos posicionados na ligação entre as faixas de voo LASER e início e fim das faixas. Também foram atendidos os critérios de locais sem cobertura vegetal tanto para o LASER como para o rastreo GPS, sendo escolhidos lugares de fácil acesso.

A distribuição concentrada nas proximidades de início e fim de faixa foi realizada devido a existência de várias áreas sem condições de posicionar pontos de controle altimétrico de forma homogênea, seja pela dificuldade de acesso, existência de vegetação ou água.

Os pontos de controle altimétrico foram medidos usando as mesmas bases de referência do voo LASER, inclusive em dias e horários de realização de voo. Em função desses critérios adotados de distribuição, alguns ficaram com vetores maiores que 15 km, mas não excedeu a 20 km, o que permitiu com o mesmo tempo de rastreo atingir as precisões esperadas. A quantidade de pontos medida foi de 111 pontos, o que garantiu o atendimento de em média um ponto a cada 5 km<sup>2</sup> (110 pontos) e dos 100 pontos previamente previstos.

## 2.7.2 DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLE



## 2.7.3 ESTATÍSTICA DOS PONTOS DE CONTROLE EM RELAÇÃO AO PERFILAMENTO LASER

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
PT-02	491075.704	6685533.807	6.201	6.286	+0.085
PT-03	490862.125	6685358.046	7.181	7.165	-0.016
PT-04	490558.742	6685195.856	8.961	8.970	+0.009
PT-05	490176.257	6684992.012	7.586	7.562	-0.024
PT-06	489820.089	6684813.041	5.825	5.841	+0.016
PT-07	489539.921	6684732.707	5.909	5.905	-0.004
PT-08	489202.168	6684709.965	8.094	8.232	+0.138
PT-09	488872.566	6684765.881	2.821	2.906	+0.085
PT-10	488476.012	6684757.821	7.196	7.199	+0.003
PT-11	488125.671	6684781.729	5.645	5.780	+0.135
PT-12	487820.706	6684798.210	5.881	5.991	+0.110
PT-13	487491.663	6684818.813	5.986	6.117	+0.131
PT-14	487082.502	6684841.965	6.645	6.744	+0.099
PT-15	486787.055	6684840.275	6.582	6.638	+0.056
PT-16	486486.896	6684830.681	6.361	6.305	-0.056
PT-18	485847.182	6684798.752	5.964	5.903	-0.061
PT-19	485511.390	6684782.066	5.871	5.965	+0.094
PT-20	485081.965	6684763.316	5.836	5.797	-0.039
PT-21	484867.245	6684750.001	6.092	6.079	-0.013
PT-22	484539.404	6684733.623	6.027	5.990	-0.037
PT-23	484184.179	6684704.098	5.482	5.510	+0.028
PT-24	483842.709	6684668.161	5.437	5.503	+0.066
PT-25	483567.820	6684641.737	5.362	5.405	+0.043
PT-26	483183.163	6684612.441	7.493	7.499	+0.006
PT-27	482761.117	6684574.739	4.320	4.361	+0.041
PT-28	482560.750	6684545.756	4.026	4.068	+0.042
PT-29	482276.193	6684524.440	3.446	3.481	+0.035
PT-30	481892.442	6684467.845	5.324	5.365	+0.041
PT-31	481657.719	6684459.299	3.705	3.801	+0.096
PT-32	481290.508	6684408.348	4.029	4.083	+0.054
PT-33	481005.385	6684248.502	4.333	4.370	+0.037
PT-34	480772.454	6683974.996	3.386	3.480	+0.094
PT-35	480581.178	6683386.889	2.897	2.885	-0.012
PT-36	480441.080	6682851.500	2.771	2.912	+0.141
PT-37	480244.065	6682103.477	4.468	4.420	-0.048
PT-38	480099.531	6681557.354	5.903	6.017	+0.114
PT-39	479885.852	6680898.583	2.848	2.873	+0.025
PT-40	479727.275	6680351.119	6.182	6.342	+0.160
PT-41	479488.843	6679825.906	6.096	6.093	-0.003
PT-42	479264.170	6679334.530	6.102	6.207	+0.105
PT-43	479113.045	6679002.633	7.105	7.174	+0.069
PT-44	478814.572	6678785.066	2.441	2.356	-0.085
PT-45	478440.545	6678528.119	2.408	2.486	+0.078
PT-46	478224.734	6678403.620	2.252	2.320	+0.068
PT-47	477844.625	6678298.984	2.235	2.372	+0.137
PT-48	477533.319	6678068.767	2.407	2.508	+0.101

PT-49	477185.646	6677870.489	2.026	2.191	+0.165
PT-50	476961.035	6677800.852	2.273	2.319	+0.046
PT-51	476711.991	6677271.320	5.196	5.313	+0.117
PT-52	477083.285	6674167.254	5.216	5.099	-0.117
PT-53	477002.859	6673917.545	4.890	4.835	-0.055
PT-54	476910.183	6673681.770	5.122	5.173	+0.051
PT-55	476686.099	6673065.373	4.969	4.955	-0.014
PT-56	476428.237	6672677.182	4.953	5.070	+0.117
PT-57	476183.116	6672408.067	5.146	5.195	+0.049
PT-58	476106.456	6671376.617	6.256	6.429	+0.173
PT-59	475927.978	6670690.305	5.821	5.876	+0.055
PT-60	475636.223	6670516.503	5.415	5.586	+0.171
PT-61	475253.417	6670472.565	1.141	1.150	+0.009
PT-62	474912.362	6670456.460	4.743	4.886	+0.143
PT-63	474532.683	6670196.484	4.250	4.301	+0.051
PT-64	474446.288	6669543.850	1.945	1.820	-0.125
PT-65	478064.700	6660490.984	9.579	9.698	+0.119
PT-66	478285.238	6660517.710	8.745	8.874	+0.129
PT-67	478712.250	6660722.520	7.355	7.473	+0.118
PT-68	479144.034	6660786.467	4.036	4.074	+0.038
PT-69	479461.118	6660772.697	4.982	5.117	+0.135
PT-70	479852.739	6660697.686	4.042	4.028	-0.014
PT-71	480228.776	6660749.061	3.523	3.613	+0.090
PT-72	480523.396	6660710.943	3.664	3.643	-0.021
PT-73	480886.060	6660675.458	3.962	4.035	+0.073
PT-74	481254.367	6660775.681	4.284	4.285	+0.001
PT-75	481595.306	6660939.461	4.073	4.208	+0.135
PT-76	481856.072	6661074.712	4.281	4.289	+0.008
PT-77	482148.435	6661211.135	4.785	4.981	+0.196
PT-78	482481.228	6661344.353	5.510	5.577	+0.067
PT-79	482811.763	6661369.348	5.026	5.112	+0.086
PT-80	483159.569	6661398.824	6.407	6.331	-0.076
PT-81	483395.744	6661534.578	7.540	7.591	+0.051
PT-82	483732.035	6661466.005	11.956	12.056	+0.100
PT-83	484167.750	6661175.226	13.766	13.758	-0.008
PT-84	484391.623	6661756.718	11.858	11.995	+0.137
PT-85	484616.431	6662082.005	12.152	12.200	+0.048
PT-86	484838.719	6662453.244	12.403	12.529	+0.126
PT-87	485203.529	6662581.889	14.992	14.993	+0.001
PT-88	485633.530	6662191.844	18.101	18.178	+0.077
PT-89	486019.693	6661778.050	20.906	20.895	-0.011
PT-90	486489.389	6660878.397	22.727	22.757	+0.030
PT-91	486986.255	6660307.489	27.916	27.932	+0.016
PT-92	487555.885	6659575.424	29.347	29.388	+0.041
PT-93	488050.041	6659029.371	32.124	32.188	+0.064
PT-94	488441.704	6658791.326	30.478	30.477	-0.001
PT-95	488801.586	6658640.576	31.305	31.311	+0.006
PT-96	489074.708	6658693.084	33.587	33.595	+0.008
PT-97	489454.660	6658943.356	28.628	28.637	+0.009
PT-98	489721.739	6659001.113	23.875	23.953	+0.078
PT-99	490067.506	6659187.220	16.906	16.942	+0.036
PT-100	490304.625	6659378.826	16.531	16.558	+0.027

PT-101	490519.369	6659635.016	19.084	19.145	+0.061
PT-102	490868.885	6660100.773	19.135	19.187	+0.052
PT-103	491094.193	6660157.984	18.672	18.765	+0.093
PT-104	491428.771	6659940.091	23.588	23.638	+0.050
PT-105	491711.218	6660114.059	33.476	33.668	+0.192
PT-106	492128.372	6660342.702	32.554	32.737	+0.183
PT-107	492305.062	6660722.009	26.019	26.246	+0.227
PT-108	492496.862	6661041.212	26.157	26.304	+0.147
PT-109	492771.412	6661098.418	36.269	36.474	+0.205
PT-110	493101.154	6661157.872	41.346	41.473	+0.127
PT-111	493458.787	6661293.179	35.850	35.910	+0.060

Average dz	+0.058
Minimum dz	-0.125
Maximum dz	+0.227
Average magnitude	0.073
Root mean square	0.091
Std deviation	0.070

## 2.7.4 TABELA DE CONTROLE DE QUALIDADE LASER

Faixas	Pontos/m2	Faixas	Sobreposição (m)	Largura Faixa (m)	Superposição Lateral (%)
1	2,26	1-2	220,58	550,76	40%
2	2,38	2-3	122,49	554,83	22%
3	2,74	3-4	227,21	555,85	41%
4	2,71	4-5	181,72	560,24	32%
5	2,83	5-6	130,04	541,55	24%
6	2,85	6-7	195,61	554,34	35%
7	2,88	7-8	267,15	555,99	48%
8	2,89	8-9	152,76	556,19	27%
9	3,30	9-10	250,49	555,41	45%
10	3,22	10-11	155,04	554,76	28%
11	3,55	11-12	252,41	551,56	46%
12	3,49	12-13	159,30	557,31	29%
13	3,87	13-14	249,83	548,88	46%
14	3,66	14-15	157,06	556,18	28%
15	3,93	15-16	240,85	554,78	43%
16	3,74	16-17	184,87	548,28	34%
17	4,49	17-18	233,06	553,32	42%
18	3,65	18-19	149,74	552,92	27%
19	4,49	19-20	245,75	550,68	45%
20	3,72	20-21	170,96	552,29	31%
21	4,64	21-22	221,37	549,04	40%
22	3,80	22-23	171,55	544,19	32%
23	3,80	23-24	246,80	555,17	44%
24	3,90	24-25	186,65	552,98	34%
25	5,05	25-26	213,43	560,43	38%
26	4,03	26-27	267,35	555,97	48%
27	4,34	27-28	152,90	555,32	28%
28	4,04	28-29	263,04	553,47	48%
29	4,40	29-30	163,17	555,96	29%
30	4,38	30-31	259,53	556,58	47%
31	4,58	31-32	194,63	555,41	35%
32	4,41	32-33	272,08	555,05	49%
33	4,57	33-34	167,84	552,55	30%
34	4,34	34-35	344,29	558,40	62%
35	4,18	35-36	187,03	506,91	37%
36	4,40	36-37	231,69	525,97	44%
37	4,10	37-38	224,24	518,29	43%
38	4,34	38-39	208,80	543,85	38%
39	3,87	39-40	206,51	511,66	40%
40 A	4,44	40-41	191,59	521,54	37%
40 B	5,06	40-41	191,59	521,54	37%
40 C	4,89	40-41	191,59	521,54	37%
41	4,16	41-42	187,78	508,90	37%

42	4,65	42-43	166,61	522,66	32%
43	4,10	43-44	187,19	499,61	37%
44 A	4,51	44-45	185,20	496,69	37%
44 B	5,12	44-45	185,20	496,69	37%
44 C	4,63	44-45	185,20	496,69	37%
45 A	3,97	45-46	216,20	518,12	42%
45 B	4,87	45-46	216,20	518,12	42%
46	4,02	46-47	181,14	525,94	34%
47	4,30	47-48	228,64	522,17	44%
48	4,10	48-49	131,15	528,61	25%
49	4,37	49-50	303,63	525,25	58%
50	3,94	50-51	198,67	525,25	38%
51	4,11	51-52	219,53	532,12	41%
52	4,11	52-53	175,82	518,19	34%
53	4,26	53-54	289,22	514,47	56%
54	4,24	54-55	147,50	505,12	29%
55	4,33	55-56	236,96	515,06	46%
56	4,23	56-57	151,64	514,43	29%
57	4,25	57-58	242,33	512,40	47%
58	4,26	58-59	131,13	519,43	25%
59	4,16	59-60	233,00	516,76	45%
60	4,33	60-61	109,32	515,16	21%
61	4,15	61-62	228,02	520,19	44%
62	4,54	62-63	285,62	523,57	55%
63	4,35	63-64	154,55	504,04	31%
64	4,34	64-65	244,46	519,96	47%
65	4,07	65-66	142,21	526,83	27%
66	4,46	66-67	187,19	522,38	36%
67	3,90	67-68	255,28	508,37	50%
68 A	4,29	68-67	246,98	504,22	49%
68 B	4,23	68-67	246,98	510,36	48%
68 C	3,88	68-67	246,98	527,21	47%

O controle de qualidade avaliou a densidade mínima de pontos/m<sup>2</sup> por faixa, sem considerar a superposição das faixas, ou seja, nas áreas de superposição lateral o número de pontos é maior. A superposição lateral foi medida ao longo da faixa e o resultado médio foi apresentado no quadro acima. Ambos os controles estão dentro do especificado no Termo de Referência.

### **2.7.5 MAPA GEOIDAL APLICADO NO PROCESSAMENTO DOS DADOS LASER**

O Modelo Geoidal do município de Porto Alegre, para este serviço e adotado para correção dos dados do perfilamento LASER, foi gerado a partir das

observações das altitudes geométrica e ortométrica dos marcos implantados para a rede geodésica e dos pontos de apoio fotogramétrico. Ambos os levantamentos estão descritos no Relatório da Rede Geodésica e nos Relatórios de Apoio Suplementar.

A ondulação geoidal foi obtida a partir da seguinte fórmula:

$$N=h-H$$

Onde:

N= ondulação geoidal

h= altitude geométrica

H=altitude ortométrica

As coordenadas dos marcos e apoio foram agrupadas, conforme quadro abaixo, com suas respectivas coordenadas (E,N), altitude geométrica, altitude ortométrica e ondulação geoidal.

Posteriormente foi acrescentada a informação da ondulação geoidal da base utilizada para o voo, pois o processamento LASER foi realizado com a cota ortométrica e, neste caso, foi necessário subtrair este valor e aplicar apenas a diferença na compatibilização dos dados LASER ao geóide.

REDE GEODESICA E PONTOS DE APOIO SUPLEMENTAR							
MARCO	COORD. N	COORD. E	GEOM.	ORTOM.	ONDULAÇÃO	BASE	DIFERENÇA
AZ-756	6683500.26	489507.53	8.6510	3.5789	5.0721	5.4500	0.3779
AZ-Sema	6677705.43	475726.82	7.2650	1.9233	5.3417	5.4500	0.1083
M-01	6676254.00	477559.48	11.8260	6.4704	5.3556	5.4500	0.0944
M-01A	6676296.51	477492.40	9.3810	4.0490	5.3320	5.4500	0.1180
M-02	6674933.17	477630.01	9.3320	3.9987	5.3333	5.4500	0.1167
M-02A	6674949.69	477776.15	8.5020	3.2136	5.2884	5.4500	0.1616
M-03	6672204.20	476243.56	12.1730	6.7916	5.3814	5.4500	0.0686
M-03A	6671972.21	476203.06	11.8490	6.5164	5.3326	5.4500	0.1174
M-04	6669832.23	475023.66	19.5770	14.1043	5.4727	5.4500	-0.0227
M-04A	6669857.47	475078.79	18.5520	13.0984	5.4536	5.4500	-0.0036
M-05	6684822.01	486063.68	11.8020	6.6937	5.1083	5.4500	0.3417
M-05A	6684825.74	486168.60	10.6820	5.6097	5.0723	5.4500	0.3777
M-06	6680457.66	481498.66	10.8060	5.5666	5.2394	5.4500	0.2106
M-07	6679632.06	483205.13	19.2050	13.9969	5.2081	5.4500	0.2419
M-08	6677156.52	481947.64	37.5470	32.2593	5.2877	5.4500	0.1623
M-08A	6677231.98	481952.88	38.1850	32.9147	5.2703	5.4500	0.1797
M-09	6673122.78	484262.48	178.7130	173.4012	5.3118	5.4500	0.1382
M-10	6674256.49	479471.62	23.1350	17.7831	5.3519	5.4500	0.0981
M-10A	6674328.01	479406.94	20.6100	15.2682	5.3418	5.4500	0.1082
M-11	6677726.75	478847.08	20.8450	15.5423	5.3027	5.4500	0.1473
M-11A	6677793.58	478896.54	24.2120	18.9739	5.2381	5.4500	0.2119
M-12	6682959.21	481796.46	10.8290	5.6539	5.1751	5.4500	0.2749
M-12A	6682872.81	481795.03	9.2210	4.0847	5.1363	5.4500	0.3137
M-13	6679777.19	486504.14	26.6590	21.4576	5.2014	5.4500	0.2486
M-14	6680439.21	489385.84	40.9270	35.7564	5.1706	5.4500	0.2794

M-14A	6680541.63	489394.73	34.3470	29.2254	5.1216	5.4500	0.3284
M-15	6677534.07	489617.59	71.9770	66.7568	5.2202	5.4500	0.2298
M-15A	6677538.91	489723.48	67.0620	61.8558	5.2062	5.4500	0.2438
M-16	6676643.57	486388.44	75.7630	70.4742	5.2888	5.4500	0.1612
M-17	6672706.64	487973.62	47.5430	42.2046	5.3384	5.4500	0.1116
M-17A	6672704.11	488083.93	47.3310	42.0177	5.3133	5.4500	0.1367
M-18	6670226.20	489125.54	60.8620	55.5126	5.3494	5.4500	0.1006
M-18A	6670189.79	489176.11	59.4310	54.1296	5.3014	5.4500	0.1486
M-19	6672390.51	482140.31	274.8660	269.4870	5.3790	5.4500	0.0710
M-20	6670307.65	485963.01	136.9950	131.6265	5.3685	5.4500	0.0815
M-21	6668957.99	483397.66	202.7700	197.3383	5.4317	5.4500	0.0183
M-21A	6668570.07	483974.02	60.8140	55.3842	5.4298	5.4500	0.0202
M-22	6667512.17	479796.80	64.1850	58.6782	5.5068	5.4500	-0.0568
M-22A	6667569.03	479858.62	64.7880	59.2986	5.4894	5.4500	-0.0394
M-23	6668636.23	489485.91	97.8540	92.4708	5.3832	5.4500	0.0668
M-23A	6668676.62	489573.47	95.8040	90.4369	5.3671	5.4500	0.0829
M-24	6667407.21	484414.61	49.1560	43.6866	5.4694	5.4500	-0.0194
M-24A	6667445.60	484433.41	45.4290	39.9826	5.4464	5.4500	0.0036
M-25	6668936.95	477727.13	36.2740	30.8336	5.4404	5.4500	0.0096
M-25A	6668983.84	477788.33	33.1100	27.7116	5.3984	5.4500	0.0516
M-26	6667069.91	477517.61	28.7200	23.2073	5.5127	5.4500	-0.0627
M-26A	6667143.42	477500.80	28.9170	23.4728	5.4442	5.4500	0.0058
M-27	6665282.24	479181.74	20.4730	14.9423	5.5307	5.4500	-0.0807
M-27A	6665205.40	479325.65	20.8750	15.3673	5.5077	5.4500	-0.0577
M-28	6664082.33	478296.41	9.1170	3.5428	5.5742	5.4500	-0.1242
M-28A	6663902.22	478264.66	7.7940	2.2340	5.5600	5.4500	-0.1100
M-29	6660685.89	479885.02	11.5490	5.9386	5.6104	5.4500	-0.1604
M-29A	6660796.67	479937.57	8.7500	3.1917	5.5583	5.4500	-0.1083
M-30	6665424.04	487873.01	44.8960	39.4574	5.4386	5.4500	0.0114
M-30A	6665357.20	488010.66	46.7020	41.3055	5.3965	5.4500	0.0535
M-31	6665324.78	491781.66	124.0070	118.4833	5.5237	5.4500	-0.0737
M-31A	6665386.09	491735.83	120.9420	115.4503	5.4917	5.4500	-0.0417
M-32	6663557.68	492367.97	93.3280	87.9186	5.4094	5.4500	0.0406
M-32A	6663577.17	492432.79	85.8720	80.5116	5.3604	5.4500	0.0896
M-33	6660230.09	490963.22	26.4390	20.8718	5.5672	5.4500	-0.1172
M-33A	6660192.13	491061.50	24.7870	19.2639	5.5231	5.4500	-0.0731
M-34	6660341.84	487414.03	41.2530	35.7526	5.5004	5.4500	-0.0504
M-34A	6660280.11	487308.00	37.1360	31.6397	5.4963	5.4500	-0.0463
M-35	6670199.08	482490.45	287.9300	282.5211	5.4089	5.4500	0.0411
M-36	6657853.25	491187.67	27.1050	21.6203	5.4847	5.4500	-0.0347
M-36A	6657774.94	491040.23	19.4060	13.9414	5.4646	5.4500	-0.0146
M-37	6660152.22	495530.85	194.1170	188.6993	5.4177	5.4500	0.0323
M-37A	6660091.94	495559.59	197.0470	191.6583	5.3887	5.4500	0.0613
M-38	6657233.82	496006.87	27.4050	21.9628	5.4422	5.4500	0.0078
M-38A	6657172.99	495927.69	24.5960	19.1898	5.4062	5.4500	0.0438
M-39	6658096.14	497339.22	41.1460	35.6579	5.4881	5.4500	-0.0381
M-39A	6658181.43	497407.89	35.6680	30.2169	5.4511	5.4500	-0.0011
M-40	6655537.72	494107.88	18.0140	12.4958	5.5182	5.4500	-0.0682
M-40A	6655520.71	494204.20	17.8630	12.3619	5.5011	5.4500	-0.0511
M-41	6654539.03	491494.81	9.2800	3.6996	5.5804	5.4500	-0.1304
M-41A	6654557.44	491378.04	8.6310	3.0526	5.5784	5.4500	-0.1284
M-42	6655281.05	486929.12	13.1210	7.5610	5.5600	5.4500	-0.1100
M-42A	6655418.51	486972.88	10.7550	5.2481	5.5069	5.4500	-0.0569

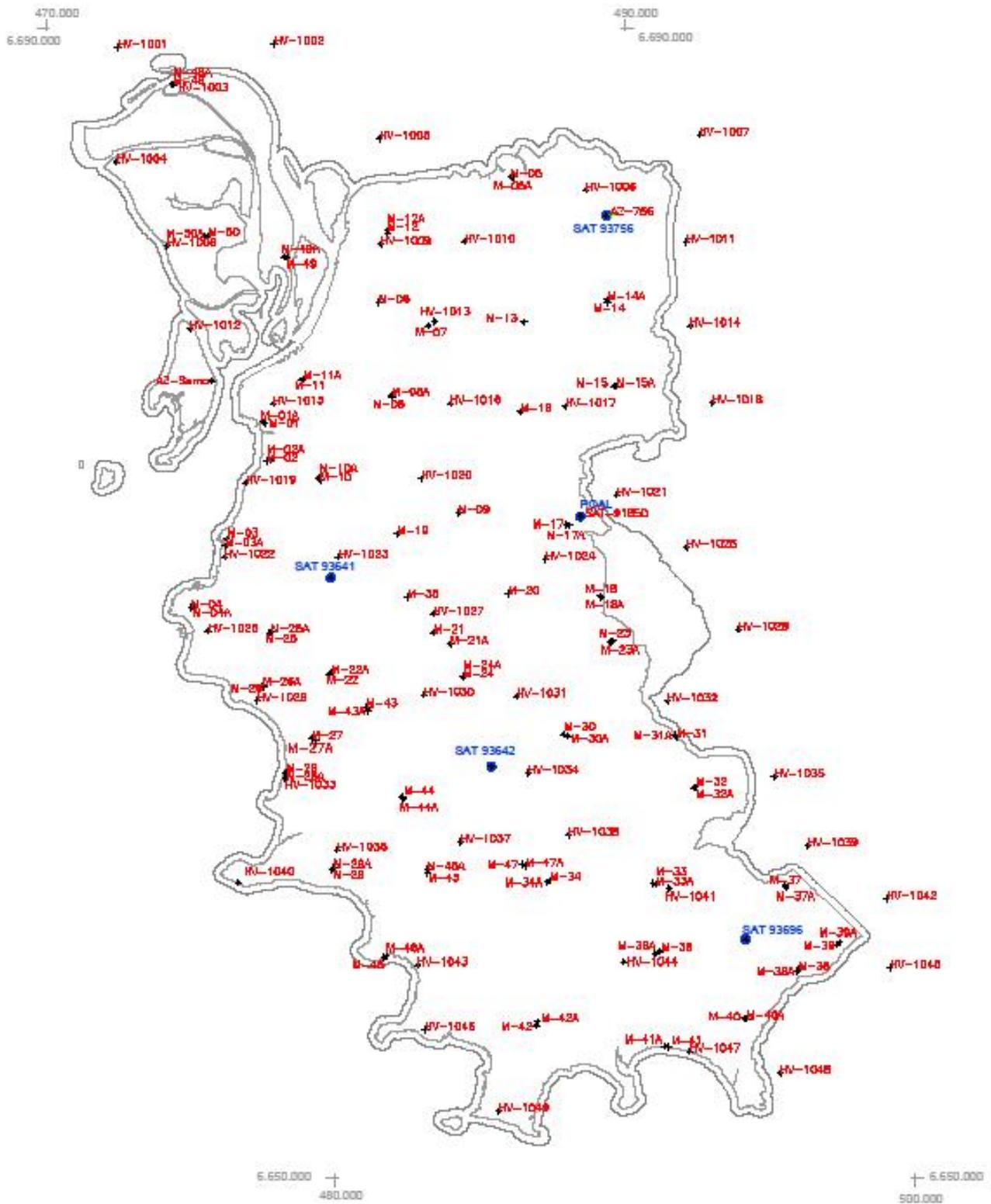
M-43	6666381.24	481070.95	64.7420	59.2297	5.5123	5.4500	-0.0623
M-43A	6666246.17	481115.42	69.3190	63.9264	5.3926	5.4500	0.0574
M-44	6663243.92	482311.72	18.7790	13.2267	5.5523	5.4500	-0.1023
M-44A	6663178.10	482344.82	17.0980	11.5652	5.5328	5.4500	-0.0828
M-45	6660602.04	483173.68	12.6190	7.0550	5.5640	5.4500	-0.1140
M-45A	6660715.76	483172.93	12.1510	6.6518	5.4992	5.4500	-0.0492
M-46	6657656.60	481684.23	9.2920	3.6174	5.6746	5.4500	-0.2246
M-46A	6657702.37	481745.41	7.3820	1.6888	5.6932	5.4500	-0.2432
M-47	6660889.97	486442.24	30.5290	25.0345	5.4945	5.4500	-0.0445
M-47A	6660849.58	486570.74	28.3980	22.9486	5.4494	5.4500	0.0006
M-48	6688046.47	474412.33	7.9390	2.7919	5.1471	5.4500	0.3029
M-48A	6688047.23	474354.86	6.9900	1.8818	5.1082	5.4500	0.3418
M-49	6681996.38	478338.00	11.8950	6.6785	5.2165	5.4500	0.2335
M-49A	6682036.54	478227.07	8.1620	2.9785	5.1835	5.4500	0.2665
M-50	6682777.93	475619.59	11.7240	6.4274	5.2966	5.4500	0.1534
M-50A	6682731.44	475462.81	10.3190	5.0473	5.2717	5.4500	0.1783
SAT-91850	6673004.05	488457.55	76.7500	71.4600	5.2900	5.4500	0.1600
SAT-93641	6670865.80	479834.05	232.2700	226.8108	5.4592	5.4500	-0.0092
SAT-93642	6664297.91	485384.47	23.1700	17.7271	5.4429	5.4500	0.0071
SAT-93696	6658276.57	494164.91	56.0900	50.7050	5.3850	5.4500	0.0650
SAT-93756	6683470.75	489365.98	9.2300	4.1857	5.0443	5.4500	0.4057
HV-1001	6689325.37	472478.25	10.5710	5.3264	5.2446	5.4500	0.2054
HV-1002	6689449.56	477880.31	6.9040	1.7311	5.1729	5.4500	0.2771
HV-1003	6688089.41	474502.62	6.8210	1.7331	5.0879	5.4500	0.3621
HV-1004	6685331.63	472432.41	7.1460	1.7420	5.4040	5.4500	0.0460
HV-1005	6686152.62	481523.87	7.1600	2.0267	5.1333	5.4500	0.3167
HV-1006	6684361.08	488649.21	8.2720	3.2079	5.0641	5.4500	0.3859
HV-1007	6686284.84	492584.27	9.7360	4.7453	4.9907	5.4500	0.4593
HV-1008	6682407.82	474170.44	7.9360	2.5640	5.3720	5.4500	0.0780
HV-1009	6682476.97	481571.82	8.2160	3.1192	5.0968	5.4500	0.3532
HV-1010	6682564.50	484463.85	7.7540	2.6156	5.1384	5.4500	0.3116
HV-1011	6682550.90	492105.41	12.3370	7.2765	5.0605	5.4500	0.3895
HV-1012	6679535.92	474977.73	8.0170	2.6234	5.3936	5.4500	0.0564
HV-1013	6679787.58	483424.92	15.6240	10.4270	5.1970	5.4500	0.2530
HV-1014	6679630.74	492254.43	42.5210	37.4001	5.1209	5.4500	0.3291
HV-1015	6676923.43	477860.77	8.4490	3.1411	5.3079	5.4500	0.1421
HV-1016	6676941.63	483973.21	68.2337	62.9710	5.2627	5.4500	0.1873
HV-1017	6676823.95	487938.20	66.0850	60.8629	5.2221	5.4500	0.2279
HV-1018	6676949.81	493010.75	41.7700	36.6571	5.1129	5.4500	0.3371
HV-1019	6674165.53	476905.81	7.9125	2.5521	5.3604	5.4500	0.0896
HV-1020	6674320.93	482968.95	29.4640	22.4920	6.9720	5.4500	-1.5220
HV-1021	6673748.21	489719.97	96.1440	90.9125	5.2315	5.4500	0.2185
HV-1022	6671589.54	476170.49	12.8580	7.4439	5.4141	5.4500	0.0359
HV-1023	6671580.41	480093.16	95.5090	90.1187	5.3903	5.4500	0.0597
HV-1024	6671519.07	487242.54	100.4800	95.1925	5.2875	5.4500	0.1625
HV-1025	6671930.61	492122.61	65.5670	60.4475	5.1195	5.4500	0.3305
HV-1026	6669011.54	475597.21	17.0190	11.5432	5.4758	5.4500	-0.0258
HV-1027	6669605.37	483391.99	179.8200	174.4664	5.3536	5.4500	0.0964
HV-1028	6669065.58	493916.49	126.2770	121.0145	5.2625	5.4500	0.1875
HV-1029	6666601.30	477290.41	10.0230	4.5159	5.5071	5.4500	-0.0571
HV-1030	6666787.33	483054.53	94.5000	89.0874	5.4126	5.4500	0.0374
HV-1031	6666733.44	486261.60	43.3990	38.0133	5.3857	5.4500	0.0643
HV-1032	6666567.56	491461.06	124.7460	119.4423	5.3037	5.4500	0.1463

HV-1033	6663888.32	478262.03	7.4790	1.8993	5.5797	5.4500	-0.1297
HV-1034	6664072.94	486656.28	40.0810	34.6403	5.4407	5.4500	0.0093
HV-1035	6663934.80	495156.84	65.0150	59.6998	5.3152	5.4500	0.1348
HV-1036	6661393.67	480047.69	9.0800	3.5008	5.5792	5.4500	-0.1292
HV-1037	6661675.15	484310.28	18.2020	12.6805	5.5215	5.4500	-0.0715
HV-1038	6661919.30	488054.80	55.8570	50.4351	5.4219	5.4500	0.0281
HV-1039	6661536.82	496313.68	149.5860	144.2888	5.2972	5.4500	0.1528
HV-1040	6660258.65	476644.27	15.6980	10.0625	5.6355	5.4500	-0.1855
HV-1041	6660063.65	491515.97	30.2510	24.8313	5.4197	5.4500	0.0303
HV-1042	6659698.36	499037.01	122.9670	117.7059	5.2611	5.4500	0.1889
HV-1043	6657383.37	482840.52	9.3140	3.6717	5.6423	5.4500	-0.1923
HV-1044	6657489.39	489950.16	17.3170	11.8590	5.4580	5.4500	-0.0080
HV-1045	6657295.33	499160.84	80.9840	75.6819	5.3021	5.4500	0.1479
HV-1046	6655139.63	483088.93	53.4750	47.8544	5.6206	5.4500	-0.1706
HV-1047	6654384.85	492236.19	7.7440	2.2276	5.5164	5.4500	-0.0664
HV-1048	6653629.91	495364.25	11.3280	5.9412	5.3868	5.4500	0.0632
HV-1049	6652299.55	485641.51	15.1140	9.4690	5.6450	5.4500	-0.1950
HV-1050A	6651830.05	496427.26	8.4178	3.0320	5.3858	5.4500	0.0642

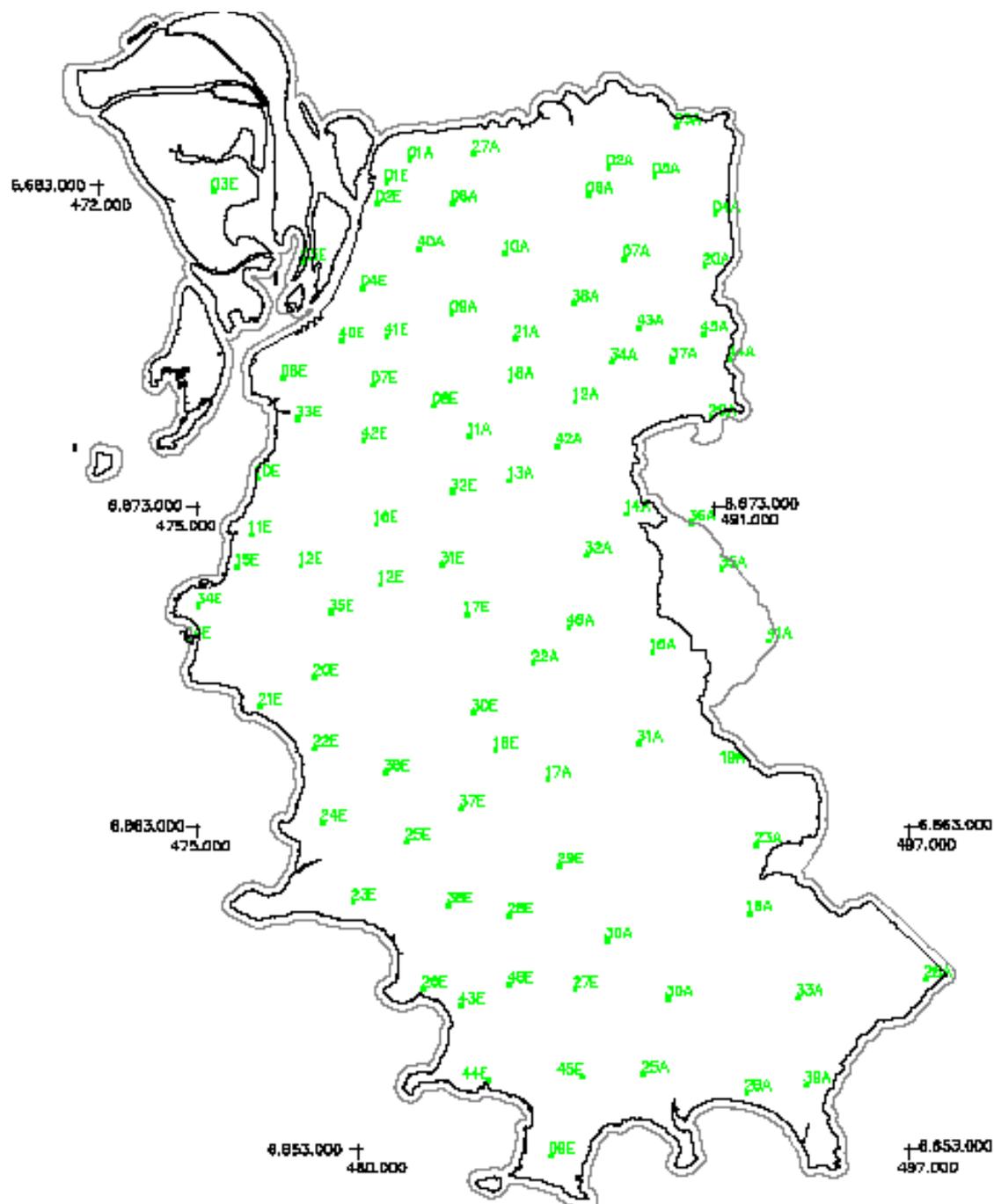
Com o conhecimento da diferença da ondulação geoidal nos pontos, foi gerado um quadro com as coordenadas (E,N) e a diferença, e através da ferramenta *adjust to geoid* do software Terra Scan, gerou-se uma triangulação pelo método de Delaunay (superfície), a qual foi aplicada à nuvem de pontos LASER.

Com o objetivo de avaliar a qualidade posicional da nuvem de pontos LASER após o ajuste com o mapa geoidal, foi realizada a comparação junto aos 92 pontos de controle. Os croquis a seguir apresentam a localização dos marcos, pontos de apoio suplementar, pontos de controle levantados pela PMPA e a triangulação.

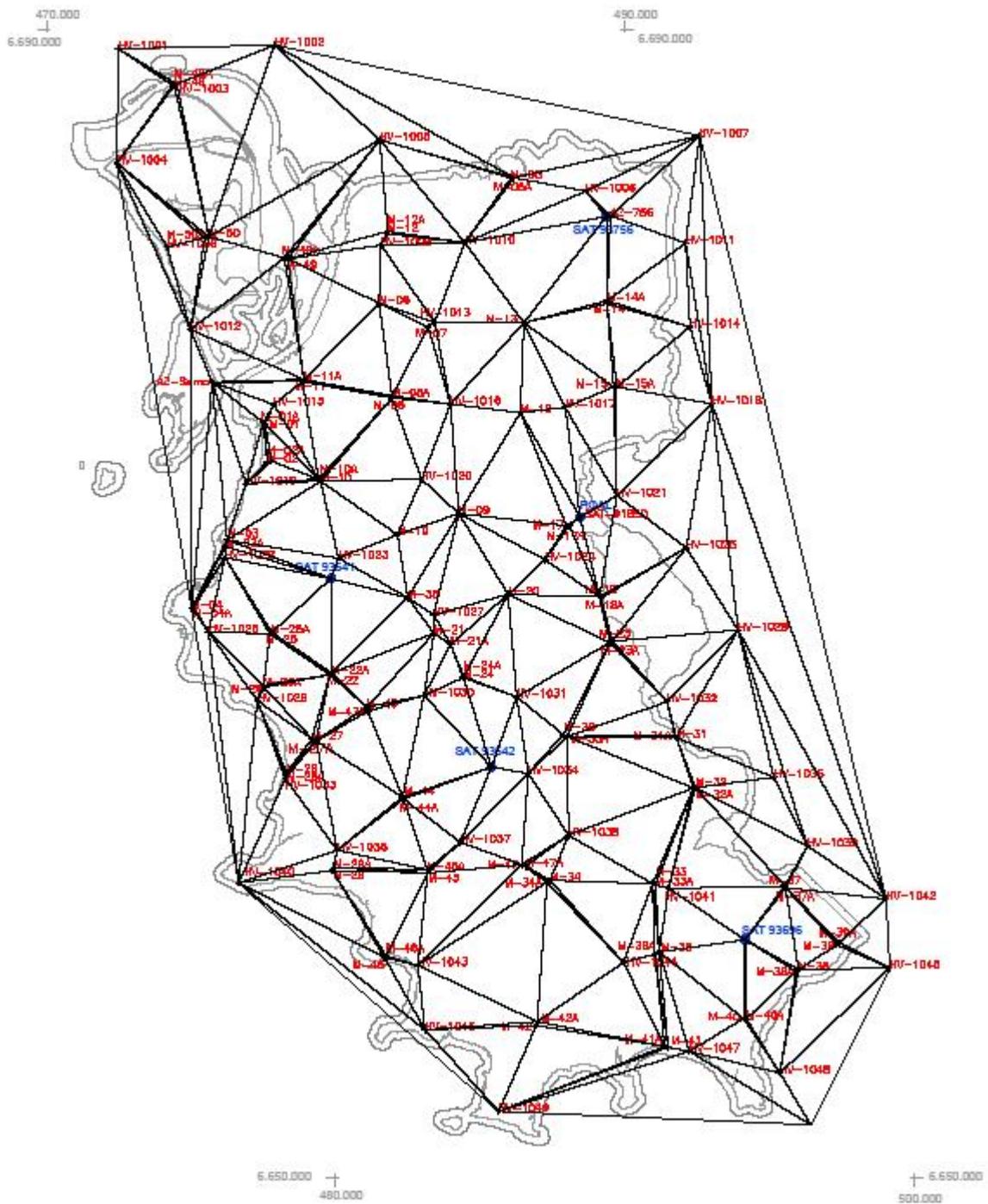
### 2.7.5.1 Localização dos marcos da Rede Geodésica e Pontos de Apoio Suplementar



### 2.7.5.2 Localização dos pontos de Controle Altimétricos levantados pela PMPA



### 2.7.5.3 Triangulação dos Marcos da Rede Geodésica e Pontos de Apoio Suplementar



#### 2.7.5.4 Estatísticas

A partir dos 92 pontos levantados pela PMPA, bem como da nuvem de pontos LASER ajustada conforme modelo geoidal, foram calculados seus respectivos resíduos, apresentados na tabela e no gráfico de discrepâncias abaixo, considerando que as altitudes determinadas pela PMPA não sofreram correção do modelo geoidal adotado.

A partir dos resíduos foi possível calcular a média, o desvio padrão, a variância, o erro médio quadrático, os valores máximo e mínimo dos resíduos, entre outros parâmetros para a amostra.

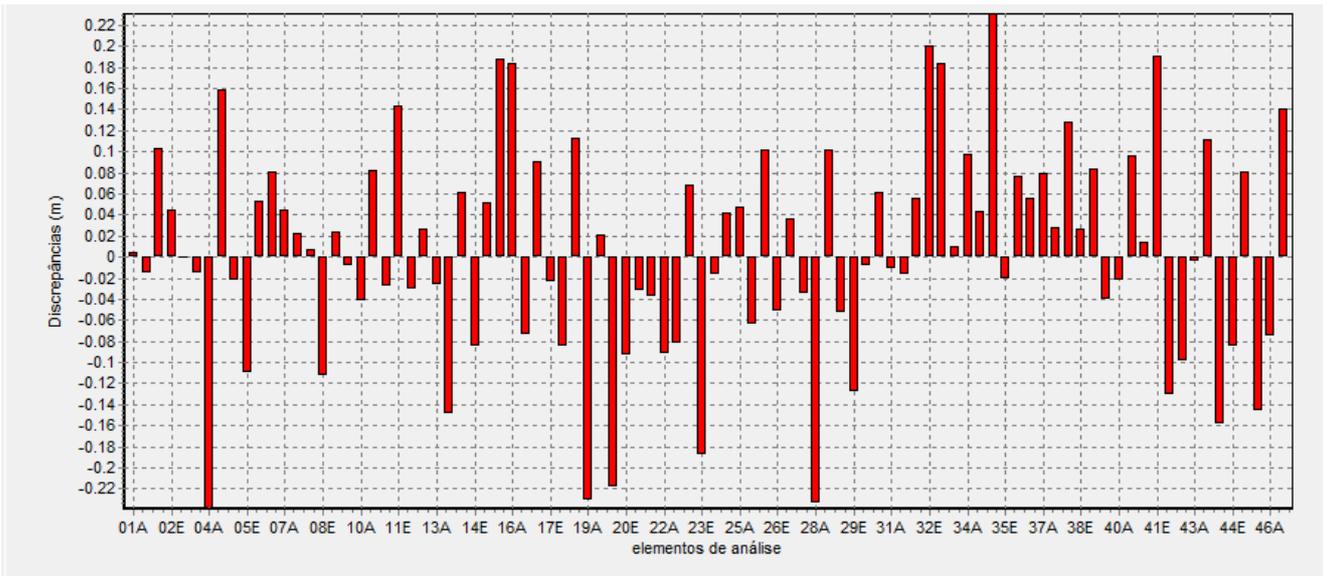
#### 2.7.5.5 Tabela das discrepâncias

Ponto	E laser	N laser	H laser	E PMPA	N PMPA	H PMPA	Delta H
01A	481579.106	6683765.613	2.720	481579.106	6683765.613	2.724	0.004
01E	480864.973	6683057.696	2.318	480864.973	6683057.696	2.303	-0.015
02A	487714.501	6683521.003	1.796	487714.501	6683521.003	1.899	0.103
02E	480595.287	6682395.938	2.981	480595.287	6682395.938	3.026	0.045
03A	489818.785	6684812.052	6.227	489818.785	6684812.052	6.226	-0.001
03E	475513.680	6682790.085	3.772	475513.680	6682790.085	3.757	-0.015
04A	491012.601	6682086.079	8.511	491012.601	6682086.079	8.272	-0.239
04E	480127.148	6679786.376	3.144	480127.148	6679786.376	3.302	0.158
05A	489141.319	6683271.220	3.202	489141.319	6683271.220	3.180	-0.022
05E	478282.805	6680577.405	1.786	478282.805	6680577.405	1.677	-0.109
06A	482909.912	6682409.966	2.749	482909.912	6682409.966	2.802	0.053
06E	477664.256	6676967.402	2.361	477664.256	6676967.402	2.442	0.081
07A	488213.272	6680697.961	15.090	488213.272	6680697.961	15.135	0.045
07E	480456.265	6676760.348	11.879	480456.265	6676760.348	11.901	0.022
08A	487091.563	6682679.261	4.503	487091.563	6682679.261	4.510	0.007
08E	482335.578	6676106.506	25.934	482335.578	6676106.506	25.821	-0.113
09A	482874.918	6678970.915	41.240	482874.918	6678970.915	41.264	0.024
09E	485939.015	6652767.360	6.949	485939.015	6652767.360	6.941	-0.008
10A	484537.813	6680846.188	36.903	484537.813	6680846.188	36.862	-0.041
10E	476874.185	6673851.711	1.893	476874.185	6673851.711	1.975	0.082
11A	483416.060	6675163.122	18.846	483416.060	6675163.122	18.818	-0.028
11E	476684.638	6672111.302	8.313	476684.638	6672111.302	8.457	0.144
12A	486688.551	6676239.335	98.911	486688.551	6676239.335	98.880	-0.031
12E	478206.783	6671133.574	24.461	478206.783	6671133.574	24.487	0.026
13A	484670.052	6673792.728	49.261	484670.052	6673792.728	49.235	-0.026
13E	480681.067	6670559.209	259.018	480681.067	6670559.209	258.869	-0.149
14A	488287.264	6672753.860	39.465	488287.264	6672753.860	39.526	0.061
14E	474760.261	6668824.174	2.558	474760.261	6668824.174	2.474	-0.084
15A	489068.868	6668461.866	55.486	489068.868	6668461.866	55.538	0.052
15E	476243.302	6671099.659	2.505	476243.302	6671099.659	2.693	0.188
16A	492070.174	6660317.403	32.746	492070.174	6660317.403	32.930	0.184
16E	480540.740	6672419.839	48.055	480540.740	6672419.839	47.982	-0.073

17A	485844.514	6664492.866	17.611	485844.514	6664492.866	17.701	0.090
17E	483338.265	6669621.843	175.992	483338.265	6669621.843	175.969	-0.023
18A	484684.240	6676894.504	60.180	484684.240	6676894.504	60.095	-0.085
18E	484236.236	6665383.740	25.311	484236.236	6665383.740	25.424	0.113
19A	491770.475	6665218.171	114.243	491770.475	6665218.171	114.013	-0.230
19E	481600.439	6668817.425	69.316	481600.439	6668817.425	69.337	0.021
20A	490693.475	6680456.848	24.060	490693.475	6680456.848	23.842	-0.218
20E	478654.896	6667664.604	54.136	478654.896	6667664.604	54.043	-0.093
21A	484843.369	6678190.389	43.853	484843.369	6678190.389	43.821	-0.032
21E	476955.516	6666758.604	6.456	476955.516	6666758.604	6.418	-0.038
22A	485398.866	6668090.254	60.938	485398.866	6668090.254	60.847	-0.091
22E	478651.378	6665450.580	4.978	478651.378	6665450.580	4.896	-0.082
23A	492299.350	6662443.304	47.472	492299.350	6662443.304	47.540	0.068
23E	479832.516	6660664.326	4.945	479832.516	6660664.326	4.758	-0.187
24A	489548.026	6657671.067	12.304	489548.026	6657671.067	12.288	-0.016
24E	478879.400	6663142.310	4.563	478879.400	6663142.310	4.605	0.042
25A	488808.178	6655302.724	4.106	488808.178	6655302.724	4.153	0.047
25E	481497.608	6662539.820	5.341	481497.608	6662539.820	5.277	-0.064
26A	491979.414	6654741.926	3.442	491979.414	6654741.926	3.543	0.101
26E	482015.825	6657955.793	3.756	482015.825	6657955.793	3.705	-0.051
27A	483560.243	6683962.818	2.722	483560.243	6683962.818	2.759	0.037
27E	486681.777	6657938.394	21.489	486681.777	6657938.394	21.454	-0.035
28A	497541.058	6658271.948	28.027	497541.058	6658271.948	27.793	-0.234
28E	484663.801	6660239.776	12.431	484663.801	6660239.776	12.533	0.102
29A	490884.178	6675743.309	41.480	490884.178	6675743.309	41.427	-0.053
29E	486206.295	6661798.214	22.068	486206.295	6661798.214	21.940	-0.128
30A	487672.061	6659480.588	29.549	487672.061	6659480.588	29.541	-0.008
30E	483548.746	6666552.765	65.583	483548.746	6666552.765	65.644	0.061
31A	488657.448	6665601.053	37.663	488657.448	6665601.053	37.652	-0.011
31E	482587.524	6671156.355	168.394	482587.524	6671156.355	168.377	-0.017
32A	487050.159	6671460.612	98.540	487050.159	6671460.612	98.596	0.056
32E	482884.920	6673416.612	50.810	482884.920	6673416.612	51.010	0.200
33A	493577.139	6657694.051	20.199	493577.139	6657694.051	20.383	0.184
33E	478105.505	6675695.910	2.760	478105.505	6675695.910	2.770	0.010
34A	487830.049	6677464.441	45.548	487830.049	6677464.441	45.645	0.097
34E	475054.194	6669878.209	12.759	475054.194	6669878.209	12.802	0.043
35A	491207.675	6671020.029	113.475	491207.675	6671020.029	113.706	0.231
35E	479134.613	6669668.897	42.563	479134.613	6669668.897	42.543	-0.020
36A	490252.620	6672460.410	86.942	490252.620	6672460.410	87.018	0.076
36E	480845.664	6664693.916	48.523	480845.664	6664693.916	48.579	0.056
37A	489682.824	6677524.294	61.398	489682.824	6677524.294	61.478	0.080
37E	483170.899	6663573.151	11.481	483170.899	6663573.151	11.509	0.028
38A	486658.410	6679294.980	29.191	486658.410	6679294.980	29.319	0.128
38E	482789.800	6660575.058	5.345	482789.800	6660575.058	5.371	0.026
39A	493811.158	6654973.987	4.345	493811.158	6654973.987	4.429	0.084
39E	475728.955	6677673.564	1.660	475728.955	6677673.564	1.620	-0.040
40A	481873.394	6680999.515	3.528	481873.394	6680999.515	3.506	-0.022
40E	479455.688	6678150.806	17.387	479455.688	6678150.806	17.483	0.096
41A	492674.986	6668810.891	136.052	492674.986	6668810.891	136.066	0.014
41E	480860.844	6678260.445	23.967	480860.844	6678260.445	24.158	0.191
42A	486140.506	6674850.488	69.610	486140.506	6674850.488	69.479	-0.131
42E	480157.829	6675039.051	40.819	480157.829	6675039.051	40.720	-0.099
43A	488652.637	6678543.360	55.655	488652.637	6678543.360	55.651	-0.004
43E	483151.833	6657437.730	2.899	483151.833	6657437.730	3.010	0.111
44A	491459.728	6677584.473	22.606	491459.728	6677584.473	22.448	-0.158
44E	483987.256	6655107.495	1.455	483987.256	6655107.495	1.371	-0.084

45A	490642.442	6678349.775	26.598	490642.442	6678349.775	26.679	0.081
45E	486920.726	6655229.746	6.015	486920.726	6655229.746	5.869	-0.146
46A	486492.721	6669220.149	97.578	486492.721	6669220.149	97.503	-0.075
46E	484667.011	6658099.651	11.432	484667.011	6658099.651	11.573	0.141

### 2.7.5.6 Gráfico das discrepâncias entre a altitude LASER e a altitude PMPA



### 2.7.5.7 Resultado estatístico

nº pontos	92
média	0.0051
desvio	0.1014
variância	0.010
RMS	0.1015
máximo	0.231
mínimo	-0.239
curtose	2.8686
assimetria	-0.2262
soma	0.465
nº outliers	0

### 3 MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE E MODELO DIGITAL DO TERRENO

#### 3.1 METODOLOGIA

Nas etapas dos Modelos Digital de Superfície (MDS) e do Terreno (MDT) foram gerados conjuntos de dados plani-altimétricos para utilização em vários outros processos, como a geração das ortofotos digitais, bem como, para outras aplicações como SIG, CAD, simulações de enchentes, cortes, aterros e deslizamentos, entre outras.

Os modelos foram gerados por programas específicos, voltados para o tratamento e geração de superfícies em 3D, que deram origem aos produtos especificados no Termo de Referência.

A nuvem de pontos pertencente ao MDS (all points) foi submetida a filtros para depuração e geração dos demais produtos solicitados, dentre eles o MDT, ou seja, o conjunto de pontos que caracterizam o solo, sem os pontos de edificações, vegetação e outros.

A partir do MDT, foram geradas as curvas de nível e as ortofotos. Esta geração de produtos foi realizada automaticamente pelo programa Terra Scan, baseada em parâmetros de classificação, conforme a declividade da região trabalhada. Os pontos não pertencentes ao terreno foram separados levando-se em consideração a distribuição geométrica, altitude e a intensidade do retorno do pulso LASER.

A macro para filtragem e classificação utilizada foi:

```
[TerraScan macro]
Description=CLASS LAS POA
Author=ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVAMENTOS S.A
ByLine=0
ByScanner=0
SlaveCanRun=1
AnotherComputerCanRun=1
CanBeDistributed=1

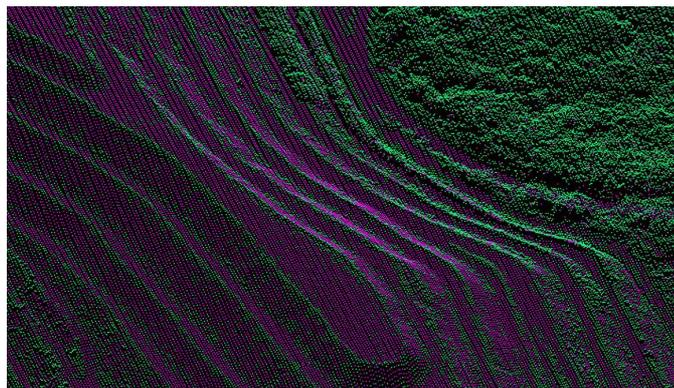
FnScanClassifyIsolated("1",12,2,"0-255",2.00,0)
FnScanClassifyEcho(1,9,0,0)
FnScanClassifyEcho(1,12,3,0)
FnScanClassifyClass(9,13,0)
```

```

FnScanClassifyClass(12,13,0)
FnScanClassifyLow(13,7,1,0.50,5.00,0)
FnScanClassifyLow(13,7,6,0.50,5.00,0)
FnScanClassifyIsolated("1,13",16,1,"1,13",5.00,0)
FnScanClassifyIsolated("1,13",16,1,"1,13",100.00,0)
FnScanClassifyGround(13,2,1,40.0,90.00,4.00,0.50,-1,5.0,0,2.0,0)
FnScanClassifyGround(13,2,1,40.0,90.00,4.00,0.50,-1,5.0,0,2.0,0)
FnScanClassifyGround(13,2,1,40.0,90.00,4.00,0.50,-1,5.0,0,2.0,0)
FnScanClassifyGround(13,2,1,40.0,90.00,4.00,0.50,-1,5.0,0,2.0,0)
FnScanClassifyGround(13,2,1,40.0,90.00,4.00,0.50,-1,5.0,0,2.0,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,100.0,1,17,0.05,300.00,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,100.0,13,17,0.05,300.00,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,100.0,13,2,0.00,0.05,0)
FnScanClassifyClass(13,17,0)
FnScanClassifyClass(1,17,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,500.0,17,3,0.00,0.50,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,500.0,17,4,0.50,2.00,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,500.0,17,5,2.00,100.00,0)
FnScanClassifyBuilding(2,5,6,3,40.0,0.20,0,0)
FnScanClassifyHgtGrd(2,500.0,3,2,0.00,0.05,0)
FnScanThinPoints("2",15,1,0.200,0.300,0)

```

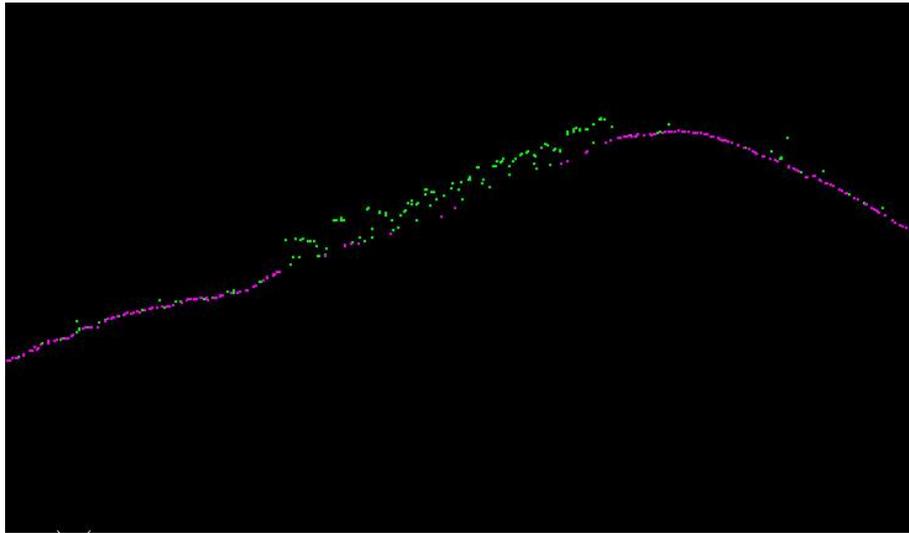
Após a classificação automática, dois conjuntos de pontos encontraram-se disponíveis, os pontos referentes ao terreno denominado MDT, representados na figura abaixo na cor magenta e os associados a outros objetos denominado MDS na cor verde.



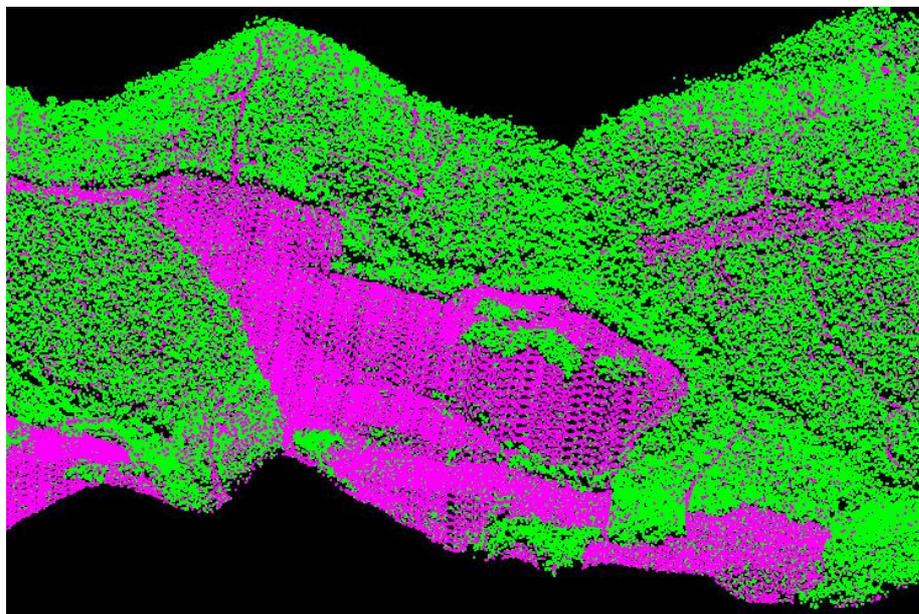
*Figura 09: Visualização da modelagem digital de terreno*

O conjunto de pontos do MDT foi editado até que nenhuma informação que não fizesse parte do terreno estivesse presente no modelo, como árvores, vegetação, culturas, ou qualquer outra informação.

Essa edição foi baseada em perfis e análises supervisionadas conforme figuras abaixo onde os pontos na cor magenta representam o terreno e os pontos na cor verde a vegetação, bem como, nas imagens de composição.



*Figura 10: Perfil*



*Figura 11: Pontos MDT*

A edição do MDT foi realizada sobre esses modelos de imagem, que facilitaram a detecção de pontos que não faziam parte da superfície do terreno e a visualização das feições.

Posteriormente, utilizando o vetor da restituição das edificações como referência, foram excluídos todos os pontos localizados dentro das edificações, pontes, viadutos, passarela, lagoa, rio e canal.

Além dos produtos de MDS e MDT representados por nuvem de pontos, também foi gerado o MDS e o MDT em formato geotif referenciado, caracterizando um grid de elevação, conforme ilustra as figuras abaixo.

Na plataforma Global Mapper foi gerado um GRID com espaçamento de 1 metro para representar o modelo. Na geração do GRID foi usada a Triangulação de Delaunay como modelo matemático de interpolação dos valores do MDS / MDT.



*Figura 12: Visualização do MDS*



*Figura 13: Visualização do MDT*

Como se trata de um grid de elevação, a visualização dos arquivos dar-se-á em programas específicos para modelos 3D. O pixel das imagens é de 1 metro.

Os produtos definidos pelo Termo de Referência, ou seja, a nuvem de pontos do MDS (formatos LAS e TXT), a nuvem de pontos do MDT (formatos LAS e TXT), bem como as imagens de elevação do MDS e do MDT, serão apresentadas por folhas, conforme recorte do SCM na escala 1:1.000.

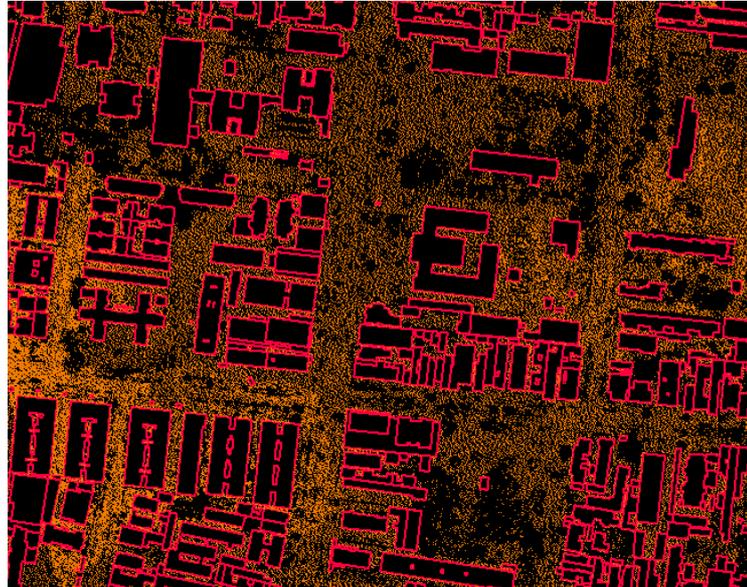


Figura 14: Pontos do MDT com os vetores oriundos da restituição.

### 3.1.1 CONTROLE DE QUALIDADE

Antes da geração das ortofotos digitais foi realizada a verificação visual do MDT juntamente com o modelo estereoscópico, formado na estação digital, a partir dos dados da aerotriangulação. Este controle identificou possíveis inconsistências, independente da verificação nos procedimentos anteriores.

Como controle de qualidade do MDT final foi realizado novamente a estatística através da comparação das leituras obtidas em campo e leituras obtidas na superfície gerada. A estatística foi gerada através da ferramenta Output Control Points do software Terra Scan com os seguintes parâmetros:

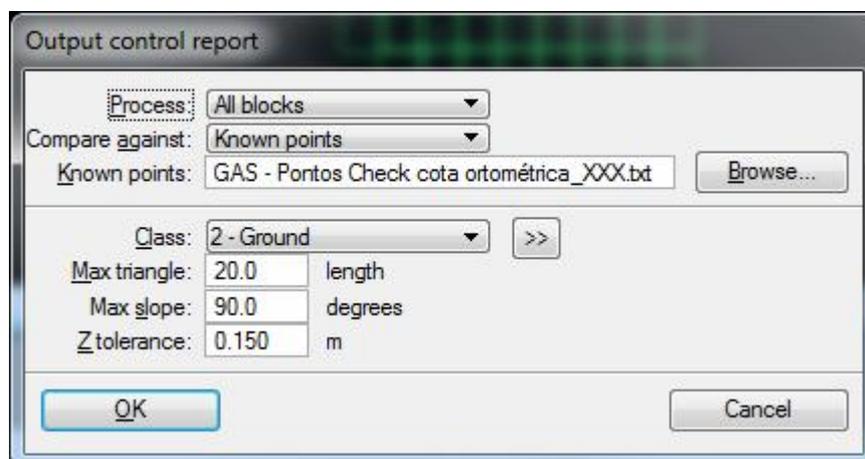


Figura 15: Controle de Qualidade

Concluiu-se que a média das diferenças em módulo foi de 10cm e que o produto está atendendo a Especificação Técnica.

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz	Line
PT-02	491075.704	6685533.807	6.632	6.736	+0.104	150
PT-03	490862.125	6685358.046	7.607	7.609	+0.002	150
PT-04	490558.742	6685195.856	9.381	9.337	-0.044	150
PT-05	490176.257	6684992.012	7.998	7.950	-0.048	149
PT-06	489820.089	6684813.041	6.231	6.138	-0.093	149
PT-07	489539.921	6684732.707	6.310	6.313	+0.003	149
PT-08	489202.168	6684709.965	8.492	8.581	+0.089	149
PT-09	488872.566	6684765.881	3.217	3.248	+0.031	148
PT-10	488476.012	6684767.821	7.588	7.602	+0.014	148
PT-100	490304.625	6659378.826	16.440	16.438	-0.002	177
PT-101	490519.369	6659635.016	18.980	19.043	+0.063	186
PT-102	490868.885	6660100.773	19.007	18.994	-0.013	187
PT-103	491094.193	6660157.984	18.571	18.650	+0.079	187
PT-104	491428.771	6659940.091	23.594	23.600	+0.006	34
PT-105	491711.218	6660114.059	33.508	33.681	+0.173	48
PT-106	492128.372	6660342.702	32.592	32.711	+0.119	74
PT-107	492305.062	6660722.009	26.063	26.199	+0.136	70
PT-108	492496.862	6661041.212	26.207	26.342	+0.135	70
PT-109	492771.412	6661098.418	36.321	36.585	+0.264	66
PT-11	488125.671	6684781.729	6.034	6.139	+0.105	148
PT-110	493101.154	6661157.872	41.401	41.541	+0.140	62
PT-111	493458.787	6661293.179	35.909	36.026	+0.117	196
PT-112	493556.874	6661915.202	60.113	60.276	+0.163	206
PT-113	493875.066	6662354.571	42.043	42.043	+0.000	206
PT-114	494110.206	6662740.618	38.430	38.403	-0.027	206
PT-115	494252.023	6663681.125	86.510	86.652	+0.142	213
PT-12	487820.706	6684798.210	6.268	6.401	+0.133	148
PT-13	487491.663	6684818.813	6.370	6.432	+0.062	147
PT-14	487082.502	6684841.965	7.026	7.046	+0.020	147
PT-15	486787.055	6684840.275	6.960	7.019	+0.059	147
PT-16	486486.896	6684830.681	6.736	6.680	-0.056	147
PT-18	485847.182	6684798.752	6.309	6.183	-0.126	146
PT-19	485511.390	6684782.066	6.213	6.238	+0.025	146
PT-20	485081.965	6684763.316	6.173	6.126	-0.047	146
PT-21	484867.245	6684750.001	6.427	6.409	-0.018	146
PT-22	484539.404	6684733.623	6.359	6.291	-0.068	144
PT-23	484184.179	6684704.098	5.811	5.840	+0.029	144
PT-24	483842.709	6684668.161	5.762	5.764	+0.002	144
PT-25	483567.820	6684641.737	5.684	5.663	-0.021	144
PT-26	483183.163	6684612.441	7.812	7.783	-0.029	144
PT-27	482761.117	6684574.739	4.634	4.594	-0.040	143
PT-28	482560.750	6684545.756	4.337	4.360	+0.023	143
PT-29	482276.193	6684524.440	3.752	3.790	+0.038	143
PT-30	481892.442	6684467.845	5.624	5.509	-0.115	133
PT-31	481657.719	6684459.299	4.001	4.094	+0.093	132
PT-32	481290.508	6684408.348	4.321	4.363	+0.042	132
PT-33	481005.385	6684248.502	4.621	4.658	+0.037	132
PT-34	480772.454	6683974.996	3.668	3.723	+0.055	132
PT-35	480581.178	6683386.889	3.170	3.106	-0.064	34
PT-36	480441.080	6682851.500	3.036	3.083	+0.047	9
PT-37	480244.065	6682103.477	4.761	4.678	-0.083	32
PT-38	480099.531	6681557.354	6.157	6.363	+0.206	30
PT-39	479885.852	6680898.583	3.074	3.132	+0.058	29
PT-40	479727.275	6680351.119	6.406	5.694	-0.712	29
PT-41	479488.843	6679825.906	6.318	6.291	-0.027	27
PT-42	479264.170	6679334.530	6.322	6.359	+0.037	26
PT-43	479113.045	6679002.633	7.323	4.783	-2.540	26
PT-44	478814.572	6678785.066	2.659	2.539	-0.120	25
PT-45	478440.545	6678528.119	2.613	2.713	+0.100	23
PT-46	478224.734	6678403.620	2.444	2.522	+0.078	23
PT-47	477844.625	6678298.984	2.407	2.539	+0.132	21

PT-48	477533.319	6678068.767	2.570	2.656	+0.086	20
PT-49	477185.646	6677870.489	2.180	2.283	+0.103	19
PT-50	476961.035	6677800.852	2.420	2.482	+0.062	18
PT-51	476711.991	6677271.320	5.318	5.516	+0.198	17
PT-52	477083.285	6674167.254	5.305	5.161	-0.144	16
PT-53	477002.859	6673917.545	4.975	4.922	-0.053	16
PT-54	476910.183	6673681.770	5.204	5.293	+0.089	15
PT-55	476686.099	6673065.373	5.043	5.052	+0.009	14
PT-56	476428.237	6672677.182	5.022	5.139	+0.117	13
PT-57	476183.116	6672408.067	5.208	5.172	-0.036	13
PT-58	476106.456	6671376.617	6.287	6.418	+0.131	12
PT-59	475927.978	6670690.305	5.835	5.760	-0.075	11
PT-60	475636.223	6670516.503	5.422	5.581	+0.159	1
PT-61	475253.417	6670472.565	1.125	0.866	-0.259	9
PT-62	474912.362	6670456.460	4.708	4.797	+0.089	8
PT-63	474532.683	6670196.484	4.211	4.220	+0.009	6
PT-65	478064.700	6660490.984	9.404	9.519	+0.115	9
PT-66	478285.238	6660517.710	8.571	8.703	+0.132	10
PT-67	478712.250	6660722.520	7.192	7.308	+0.116	11
PT-68	479144.034	6660786.467	3.876	3.948	+0.072	13
PT-69	479461.118	6660772.697	4.821	4.937	+0.116	14
PT-70	479852.739	6660697.686	3.877	3.803	-0.074	15
PT-71	480228.776	6660749.061	3.392	3.432	+0.040	16
PT-72	480523.396	6660710.943	3.526	3.347	-0.179	16
PT-73	480886.060	6660675.458	3.820	3.866	+0.046	17
PT-74	481254.367	6660775.681	4.194	4.197	+0.003	19
PT-75	481595.306	6660939.461	3.987	4.052	+0.065	20
PT-76	481856.072	6661074.712	4.200	4.187	-0.013	20
PT-77	482148.435	6661211.135	4.710	4.836	+0.126	21
PT-78	482481.228	6661344.353	5.443	5.494	+0.051	23
PT-79	482811.763	6661369.348	4.967	5.078	+0.111	23
PT-80	483159.569	6661398.824	6.349	6.245	-0.104	25
PT-81	483395.744	6661534.578	7.478	7.499	+0.021	25
PT-82	483732.035	6661466.005	11.892	12.004	+0.112	26
PT-83	484167.750	6661175.226	13.684	13.652	-0.032	27
PT-84	484391.623	6661756.718	11.789	11.894	+0.105	29
PT-85	484616.431	6662082.005	12.093	12.155	+0.062	29
PT-86	484838.719	6662453.244	12.356	12.394	+0.038	30
PT-87	485203.529	6662581.889	14.951	14.936	-0.015	31
PT-88	485633.530	6662191.844	18.060	18.090	+0.030	200
PT-89	486019.693	6661778.050	20.865	20.880	+0.015	33
PT-90	486489.389	6660878.397	22.691	22.672	-0.019	35
PT-91	486986.255	6660307.489	27.819	27.810	-0.009	184
PT-92	487555.885	6659575.424	29.256	29.270	+0.014	184
PT-93	488050.041	6659029.371	32.052	32.110	+0.058	176
PT-94	488441.704	6658791.326	30.418	30.420	+0.002	176
PT-95	488801.586	6658640.576	31.256	31.289	+0.033	176
PT-96	489074.708	6658693.084	33.539	33.495	-0.044	177
PT-97	489454.660	6658943.356	28.565	28.608	+0.043	177
PT-98	489721.739	6659001.113	23.807	23.832	+0.025	177
PT-99	490067.506	6659187.220	16.826	16.791	-0.035	177
PT-01	491309.725	6685675.741	7.325	outside	*	*
PT-64	474446.288	6669543.850	1.901	outside	*	*

Average dz	+0.003
Minimum dz	-2.540
Maximum dz	+0.264
Average magnitude	0.100
Root mean square	0.265
Std deviation	0.266

#### **4 PRODUTOS FINAIS ENTREGUES**

- 2 (duas) cópias gravadas, em mídia compatível, dos arquivos digitais do conjunto de pontos utilizados para a geração do MDT, em formato 'LAS' e 'ASCII';
- 2 (duas) cópias gravadas, em mídia compatível, dos arquivos digitais do conjunto de pontos utilizados para a geração do MDS, em formato 'LAS' e 'ASCII';
- 2 (duas) cópias gravadas, em mídia compatível, dos arquivos digitais do Modelo Digital de Terreno

# 5 RESPONSÁVEL TÉCNICO

<b>ENG.º VALTHER XAVIER AGUIAR</b>
CREA N.º PR-18941/D
ART CREA – RS N.º 5526709



**CONFEA CREA-RS**  
Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia / Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul

Registro de Contrato de Acervo Técnico sob forma de Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6496/77  
Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do RS  
ART Nr.: **5526614**  
Nosso Número: 05526614.27

Dados da ART		Agência/Código do Cedente	065-48/015117596	Nosso Número:	05526614.27
Tipo: OBRA/SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL		ART Vínculo: 5274110	
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: COMPLEMENTAR ADITIVO			
Característica: OBRA/SERVIÇO EXCETO EDIFICAÇÃO					
Contratado					
Carteira: PR18491		Profissional: VALTHER XAVIER AGUIAR		E-mail: cadastro@esteio.com.br	
RNP: 1703392450		Título: Engenheiro Cartógrafo			
Empresa: ESTEIO-ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A.				Nr.Reg.: 57955	
Contratante					
Nome: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE/RS		E-mail:			
Endereço: RUA SIQUEIRA CAMPOS 1300		Telefone:		CPF/CNPJ: 92963560000160	
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro:		CEP: UF:RS	
Identificação da Obra/Serviço					
Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE/RS		CPF/CNPJ: 92963560000160			
Endereço da Obra/Serviço: MUNICIPIO DE PORTO ALEGRE / RS		CEP: UF:RS			
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro:			
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES		Dimensão(m²):		Vlr Contrato(R\$): 20.268.832,45 Honorários(R\$):	
Data Início: 21/09/2010		Prev.Fim: 21/03/2013		Ent.Classe:	
				Valor ART(R\$): 31,50	
Atividade Técnica		Descrição da Obra/Serviço		Quantidade Unid.	
Levantamento		Aerofotogrametria		545,00 KM2	
Levantamento		Cartografia		545,00 KM2	

<p><i>Carvalho, 11/10/10</i></p> <p>Local e Data</p>	<p>Declaro ser responsável pelas informações acima</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> VALTHER XAVIER AGUIAR</p> <p>Profissional</p>	<p>De acordo</p> <p><i>Claudio Lopes Almeida</i></p> <p>PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE/RS</p> <p>Contratante</p> <p><b>Claudio Lopes Almeida</b> Chefe Unid. de Trib. Imobiliários SMF-CGT-UTI Matr. 24.005-1</p>
--	---	---

**Banrisul** 041-8

04192.10067 50151.175051 526614.40207 1 47580000003150

ITEM 0122 38919972 111010

Local de Pagamento		<b>PAGÁVEL EM QUALQUER AGÊNCIA BANCÁRIA</b>		Vencimento		17/10/2010	
Cedente		CREA-RS Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do RS		Agência/Cód.Cedente		065-48/015117596	
Data	Nr.Doceto	Espécie DOC	Acerto	Data Processamento			
21/09/2010	5526614	DM	NÃO	07/10/2010			
Uso Banco	Carreim	Espécie	Quantidade	Valor			
	01	RS			(-) Valor do Documento 31,50		
Instruções: (texto de responsabilidade do cedente)					(-) Desconto/Abatimento		
					(-) Outras Deduções		
					(+) Mora/Multa		
					(+) Outros Acréscimos		
					(-) Valor Cobrado		
Sacado: ESTEIO-ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A.				RUA DR. REYNALDO MACHADO, 1151, 0 - PR			
Autenticação mecânica/Ficha de compensação							



**Contratado**

Nr.Carteira: PR18491      Profissional: VALTHER XAVIER AGUIAR      E-mail: cadastro@confea.com.br  
 Nr.RNP: 170392450      Título: Engenharia Cartógrafo  
 Empresa: ESTEREO-ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A.      Nr.Reg: 57955

**Contratante**

Nome: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE/RS      E-mail:  
 Endereço: RUA SIQUEIRA CAMPOS 1300      Telefone:      CPF/CNPJ: 92963560000160  
 Cidade: PORTO ALEGRE      Bairro:      CEP:      UF: RS

**RESUMO DO CONTRATO**

Prestação de serviços de cobertura aerofotogramétrica, apoio de campo, aerotriangulação, implantação de rede geodésica, cobertura com perfilador a laser aerotransportado, restituição estereofotogramétrica digital, geração de ortofotos digitais, geração de cartas, geocodificação de lotes, cadastramento imobiliário urbano no Município de Porto Alegre e desenvolvimento de aplicativos. Área: 545 km².  
 Comércio Estaleiro(50%) / Aeroinstgmm(15,68%) / Aerocarta(13,43%) / Base(13,43%) / Aerogeo(7,46%).  
 1º Termo Aditivo de 21/09/10 ao contrato n.º 41588.  
 Altera o termo de referência; ajusta o valor contratual para R\$ 20.266.832,45; substitui cronograma físico financeiro - 30 meses a partir de 21/09/2010 - término 21/03/2013

<p><i>Valther Xavier Aguiar</i>                  Local e Data</p>	<p>Declaro ser o titular das informações acima  <input checked="" type="checkbox"/> <i>Valther Xavier Aguiar</i>                  Profissional</p>	<p>De acordo  <i>Cláudio Lopes Almeida</i>                  Contratante</p>
---	--	---

Cláudio Lopes Almeida  
 Eng. Trib. Imobiliário  
 R.F. - CGT-UTI Matr. 24.005-1

## **6 EQUIPE TÉCNICA**

*Consórcio GUAÍBA*

**ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A**

(Empresa Líder do Consórcio)

*Diretor Técnico:*

Amauri Alfredo Brandalize

*Coordenação de Serviços:*

Márcio Miguel Tavares

*Coordenação Adjunta:*

Heloiza Helena da Silva

### **6.1 EMPRESAS EXECUTORAS**

**ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A**

*Diretor Técnico:*

Amauri Alfredo Brandalize

*Coordenação de Serviços:*

Marcio Miguel Tavares

*Responsável pela Etapa:*

Elizabete Bugalski de Andrade Peixoto

**AEROIMAGEM S.A. ENGENHARIA E AERELOVANTAMENTOS**

*Diretor de Operações:*

Antonio Camargo da Silva

*Coordenação de Serviços:*

Fabíola Camargo Távora

*Responsável pela Etapa:*

Fabíola Camargo Távora

## 7 ANEXOS

### 7.1 RELATÓRIO DE ESTAÇÃO GEODÉSICA



#### Relatório de Estação Geodésica

Estação :	93641	Nome da Estação :	93641	Tipo :	Estação Planimétrica - SAT
Município :	PORTO ALEGRE			UF :	RS
Última Visita:	24/10/2006	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	30 ° 05 ' 33,8238 " S	Altitude Ortométrica(m)	227,32	Gravidade(mGal)	
Longitude	51 ° 12 ' 31,5475 " W	Altitude Geométrica(m)	229,34	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
Origem	Ajustada	Data Medição	24/10/2006	Datum	
S Datum	SAD-69	Data Cálculo	28/6/2010	Data Medição	
A Data Medição	24/10/2006	Sigma Altitude Geométrica(m)		Data Cálculo	
D Data Cálculo	25/1/2007	Modelo Geoidal	MAPGEO2010	Correção Topográfica	
6 Sigma Latitude(m)	0,007			Anomalia Bouguer	
9 Sigma Longitude(m)	0,013			Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	6.670.909,561			Densidade	
UTM(E)	479.883,923				
MC	-51				
Latitude	30 ° 05 ' 35,6173 " S	Altitude Ortométrica(m)	227,21	Gravidade(mGal)	
S Longitude	51 ° 12 ' 33,4174 " W	Altitude Geométrica(m)	232,27	Sigma Gravidade(mGal)	
I Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
R Origem	Ajustada	Data Medição	24/10/2006	Datum	
G Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	28/6/2010	Data Medição	
A Data Medição	24/10/2006	Sigma Altitude Geométrica(m)	0,012	Data Cálculo	
S Data Cálculo	25/1/2007	Modelo Geoidal	MAPGEO2010	Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)	0,002			Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)	0,002			Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	6.670.865,797			Densidade	
0 UTM(E)	479.834,047				
MC	-51				

\* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996

\*\* Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006

\*\*\* Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

#### Localização

Início da descida, sentido oeste do Morro Teresópolis, aproximadamente 40,0 M a oeste de uma mata de eucaliptos, fundos da APAMECOR (Associação de Pais e Mestres do Colégio Nossa Senhora do Rorário), na Área Metropolitana de Porto Alegre - RS.

#### Descrição

Pilar de concreto de formato cilíndrico medindo 1,20 M de altura, com 0,30 M de diâmetro, sobre uma base de 1,00 M X 1,00 M, aflorando 0,30 M do solo. Foi cravado em seu topo, um dispositivo de centragem forçada em duralumínio, com um pino de rosca universal. Uma chapa de ferro cilíndrica foi colocada como capa protetora com espessura de 1/4 de polegada cobrindo 0,40 M a partir do topo do pilar, para proteção do dispositivo de centragem forçada. Abaixo desta capa foi cravada uma chapa padrão IBGE estampado o código da Estação.

#### Itinerário

Partir com 00,0 KM da Portaria do Estádio Beira-Rio (Clube Internacional), seguir pela Av. Padre Cacique em direção ao bairro de Teresópolis, com 02,0 KM chegar a confluência com a Av. Diário de Notícias, onde está situado o marco de azimute, seguir a direita, com 02,6 KM seguir pela Av. Icaraí, com 03,5 KM entrar a esquerda pela Av. Campo Velho, com 05,2 KM entrar novamente a esquerda pela Av. Monai, com 06,9 KM seguir pela Av. Teresópolis, com 07,2 KM entrar a direita pela Rua Clemenciano Basnaque, com 07,8 KM passar em frente ao Hospital Espirita, seguir para o alto do Morro Teresópolis, com 09,2 KM entrar a direita pela Rua Fernando Osório, com 09,6 KM chegar ao Portão de acesso a Área da APAMECOR, onde deverá ser contactada a pessoa responsável pela chave da Portaria de acesso ao local da Estação.

Foto(s)



Mantenha-se atualizado consultando periodicamente o BDG.  
Agradecemos a comunicação de falhas ou omissões.  
Para entrar em contato conosco, utilize os recursos abaixo :  
Fale conosco: 0800 218181 Email: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br)

Estação :	93642	Nome da Estação :	93642	Tipo :	Estação Planimétrica - SAT
Município :	PORTO ALEGRE			UF :	RS
Última Visita:	23/10/2006	Situação Marco Principal :	Bom		

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	30 ° 09 ' 07.4839 " S	Altitude Ortométrica(m)	18,20	Gravidade(mGal)	
Longitude	51 ° 09 ' 04.5063 " W	Altitude Geométrica(m)	20,22	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
Origem	Ajustada	Data Medição	23/10/2006	Datum	
S Datum	SAD-69	Data Cálculo	28/6/2010	Data Medição	
A Data Medição	23/10/2006	Sigma Altitude Geométrica(m)		Data Cálculo	
D Data Cálculo	25/1/2007	Modelo Geoidal	MAPGEO2010	Correção Topográfica	
6 Sigma Latitude(m)	0,007			Anomalia Bouguer	
9 Sigma Longitude(m)	0,013			Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	6.664.341,670			Densidade	
UTM(E)	485.434,352				
MC	-51				
Latitude	30 ° 09 ' 09.2790 " S	Altitude Ortométrica(m)	18,09	Gravidade(mGal)	
S Longitude	51 ° 09 ' 06.3757 " W	Altitude Geométrica(m)	23,17	Sigma Gravidade(mGal)	
I Fonte	GPS Geodésico	Fonte	GPS Geodésico	Precisão	
R Origem	Ajustada	Data Medição	23/10/2006	Datum	
G Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	28/6/2010	Data Medição	
A Data Medição	23/10/2006	Sigma Altitude Geométrica(m)	0,017	Data Cálculo	
S Data Cálculo	25/1/2007	Modelo Geoidal	MAPGEO2010	Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)	0,002			Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)	0,002			Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	6.664.297,905			Densidade	
0 UTM(E)	485.384,471				
MC	-51				

\* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996

\*\* Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006

\*\*\* Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

#### Localização

No canteiro Sudeste do prédio do 21o. Batalhão da Brigada Militar.

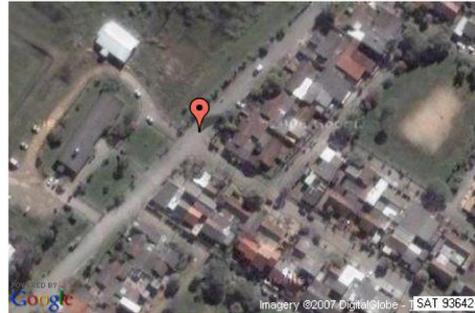
#### Descrição

Marco de concreto formato cilíndrico, medindo 1,22 M de altura com 0,30 M de diâmetro, onde possui em seu topo um dispositivo de centragem forçada, sobre uma base quadrangular 1,00 M X 1,00 M X 0,27 M. Foi cravada, em seu tronco, uma chapa metálica padrão IBGE, onde está estampado SAT 93642.

#### Itinerário

Batalhão da Brigada Militar, Rua Governador Peracchi Barcellos, Bairro Restinga Nova - Porto Alegre - RS.

Foto(s) :



Mantenha-se atualizado consultando periodicamente o BDG.  
Agradecemos a comunicação de falhas ou omissões.  
Para entrar em contato conosco, utilize os recursos abaixo:  
Fale conosco: 0800 218181 Email: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br)

## 8 GLOSSÁRIO

- § **Local time:** is the date/time reported by your PC (as seen by your web browser). If your PC clock is accurate to a second then the other time scales displayed above will also be accurate to within one second.
- § **UTC:** Coordinated Universal Time, popularly known as GMT (Greenwich Mean Time), or *Zulu* time. Local time differs from UTC by the number of hours of your timezone.
- § **GPS:** Global Positioning System time, is the atomic time scale implemented by the atomic clocks in the GPS ground control stations and the GPS satellites themselves. GPS time was zero at 0h 6-Jan-1980 and since it is not perturbed by leap seconds GPS is now ahead of UTC by 15 seconds.