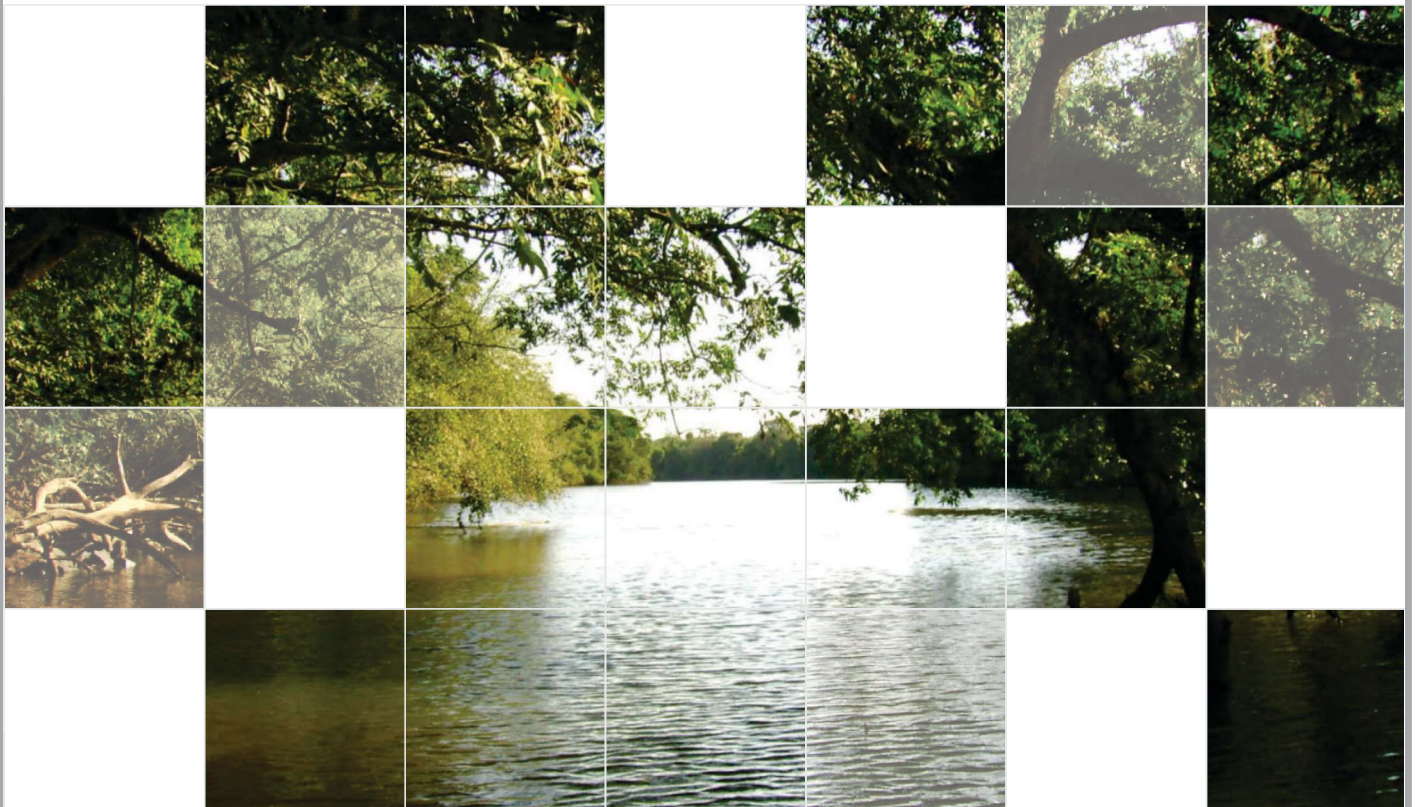




**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**Secretaria de Obras Públicas, Irrigação**  
**e Desenvolvimento Urbano - SOP**

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO  
DO EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ**



**RELATÓRIO TÉCNICO 03 – R3**  
**APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR E**  
**AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL**  
**EDIÇÃO REVISADA**

*Consórcio Técnico*



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e  
Desenvolvimento Urbano - SOP**

**ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DO  
EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ/RS**

**RELATÓRIO TÉCNICO 03 – R3  
APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR E  
AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL  
EDIÇÃO REVISADA**

*Consórcio Técnico*



*Aerofotogrametria, Geoprocessamento e Engenharia Ltda*

(JANEIRO/2014)



### QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	EG0182-R-ERH-R3-01-01			
Título do Documento:	APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR E AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL – R3 – EDIÇÃO REVISADA			
Aprovador:	FERNANDO FAGUNDES			
Data da Aprovação:	27/01/2014			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	27/01/2014	Fernando Fagundes	F.F
01	Parecer da Fiscalização	31/01/2014	Fernando Fagundes	F.F



## ÍNDICE



# ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ/RS

## APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR E AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL – R3

### EDIÇÃO REVISADA

## ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1	Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....	2
1.2	Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos .....	2
1.3	Breve Caracterização da Área de Estudo .....	3
1.4	Forma de Apresentação dos Relatórios.....	8
1.5	Diagrama de Programação dos Trabalhos.....	8
1.6	Conteúdo do Relatório de Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital – R3.....	12
2	APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR .....	13
2.1	Imagens Aéreas .....	14
2.2	Pontos de Apoio Terrestre .....	14
3	AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL.....	18
3.1	Metodologia .....	19
3.2	Relatórios do Processamento.....	19
4	EQUIPE TÉCNICA.....	21
4.1	Relação da Equipe Técnica .....	22
4.2	Organograma Funcional da Equipe Técnica.....	22
5	ANEXOS.....	25



## RELAÇÃO DE QUADROS E FIGURAS



## RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1: Relatórios a Serem Apresentados.....	8
Quadro 2.1: Dados básicos das imagens aéreas.....	14
Quadro 2.2: Pontos de apoio terrestre .....	14
Quadro 4.1: Relação da Equipe Técnica.....	22
Quadro 5.1: Resumo Geral do Processamento:.....	81
Quadro 5.2: Relatório da Média do Erro dos pontos de Apoio .....	82
Quadro 5.3: Valores Ajustados das orientações exteriores .....	83

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização da Área de Interesse .....	4
Figura 1.2: Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.....	5
Figura 1.3: Trecho sinuoso do Rio Caí próximo a Montenegro (Fonte: Google Maps, 2012) .	6
Figura 1.4: Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Caí .....	7
Figura 1.5: Cronograma Físico de Atividades .....	10
Figura 1.6: Fluxograma Geral de Atividades .....	11
Figura 4.1: Organograma da Equipe Técnica .....	24



# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Apresentam-se, inicialmente, considerações a respeito do contrato que orienta a execução do presente trabalho, dos objetivos e escopo dos estudos e planejamentos efetuados, da forma de edição dos relatórios que apresentam os resultados do trabalho e, ainda, a respeito do conteúdo do presente relatório, relativo ao Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital – R3.

## 1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

O presente trabalho decorre do contrato firmado com a Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano - SOP, constante do Processo Administrativo nº 000463-22.00/12-2, Tomada de Preços nº 186/CELIC/2012, objetivando a “Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí”.

Os principais dados, informações e condições que permitem caracterizar o referido contrato de prestação de serviços de consultoria são os seguintes:

- Modalidade/Identificação da Licitação: Tomada de Preços Nº 186/CELIC/2012;
- Processo Administrativo: Expediente Nº 000463-22.00/12-2;
- Data da Licitação: 14/01/2013;
- Prazo de Execução dos Serviços: 10 meses;
- Valor do Contrato: R\$ 1.402.416,87;

Com base nas cláusulas e condições do referido contrato e de seu Anexo IV: Termos de Referência, é que se desenvolvem as atividades, estudos e planejamento que visam à “Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí”.

## 1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos

O objeto da presente trabalho é a elaboração dos “Serviços de Consultoria Relativos ao Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do Rio Caí”, dado que esta região tem sofrido frequentemente com as inundações, as quais acarretam danos materiais, diminuição da qualidade de vida da população e até perdas de vidas humanas. Os municípios de interesse para o estudo são aqueles cujas áreas urbanas localizam-se ao longo do curso do rio Caí, em sua porção mais baixa são: Harmonia, Montenegro, Pareci Novo e São Sebastião do Caí.

Trata-se de um trabalho multidisciplinar que envolve conhecimentos de planejamento regional, ambiental e de recursos hídricos, aerofotogrametria, topobatimetria, hidrologia e obras hidráulicas, mobilização social, entre outros.

A definição das atividades a serem desenvolvidas foi realizada com base nos aspectos mencionados anteriormente e nos objetivos dos trabalhos. Tais objetivos devem servir como balizadores para a elaboração dos estudos e são os seguintes:

- Avaliar detalhadamente o problema das cheias no trecho baixo do Rio Caí com vistas a proposição de soluções para o problema;
- Obtenção de alternativas de intervenção ambientalmente e economicamente viáveis para a minimização dos efeitos das cheias do Rio Caí, mediante a apropriação do conhecimento local e a melhor técnica disponível;
- Fomentar a participação das comunidades envolvidas no desenvolvimento do estudo, considerando o Comitê Caí como o principal interlocutor na região, bem como levantar a opinião e percepção da população sobre o tema.

Esses, em suma, são os objetivos e o escopo do presente trabalho que, como ficou evidenciado, deve ser desenvolvido em estreita colaboração com as comunidades, de forma a que o seu resultado expresse claramente o desejo social.

### 1.3 Breve Caracterização da Área de Estudo

De acordo com a subdivisão hidrográfica do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a bacia do rio Caí está inserida na região hidrográfica do Guaíba, a qual é composta por outras oito bacias hidrográficas: Lago Guaíba, Gravataí, Sinos, Taquari-Antas, Baixo Jacuí, Pardo, Vacacaí-Vacacaí Mirim e Alto Jacuí. A região abriga cerca de 70% da população do estado do Rio Grande do Sul e sua área é de, aproximadamente, 85.000km<sup>2</sup> o que corresponde a cerca de 30% da área do estado. Estes dados deixam claro que há uma considerável concentração populacional na região hidrográfica do Guaíba.

A bacia hidrográfica do rio Caí está situada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente, na área compreendida pelos paralelos e meridianos 29°06" e 30°S, e 50°24" e 51°40" W. Esta bacia limita-se a oeste e a norte com a bacia Taquari-Antas, ao sul com a bacia do Baixo Jacuí e a oeste com a bacia do Sinos. A área de drenagem da bacia do Rio Caí é de 4.983,38 km<sup>2</sup>. A população estimada é de 537.658 habitantes assim distribuída: 82,5% em área urbana e 17,5% em área rural. Esta população corresponde a 5% da população total do estado do Rio Grande do Sul (PROFILL, 2008).

A bacia do rio Caí abrange, integral ou parcialmente 42 municípios gaúchos. Destes, são de interesse para o presente estudo, aqueles situados na parte baixa da bacia, em especial, os que possuem as áreas urbanas localizadas às margens do rio Caí: Harmonia, São Sebastião do Caí, Pareci Novo e Montenegro.

O município de Harmonia está localizado nas proximidades do limite entre o médio e o baixo curso do rio Caí, estando a área urbana às margens deste rio, nas coordenadas geográficas 29.54°S e 51.42°W. A área do município é de cerca de 45 km<sup>2</sup>, onde se distribui uma população de 4.254 habitantes. Destes, 58% residem na área urbana (IBGE, 2010).

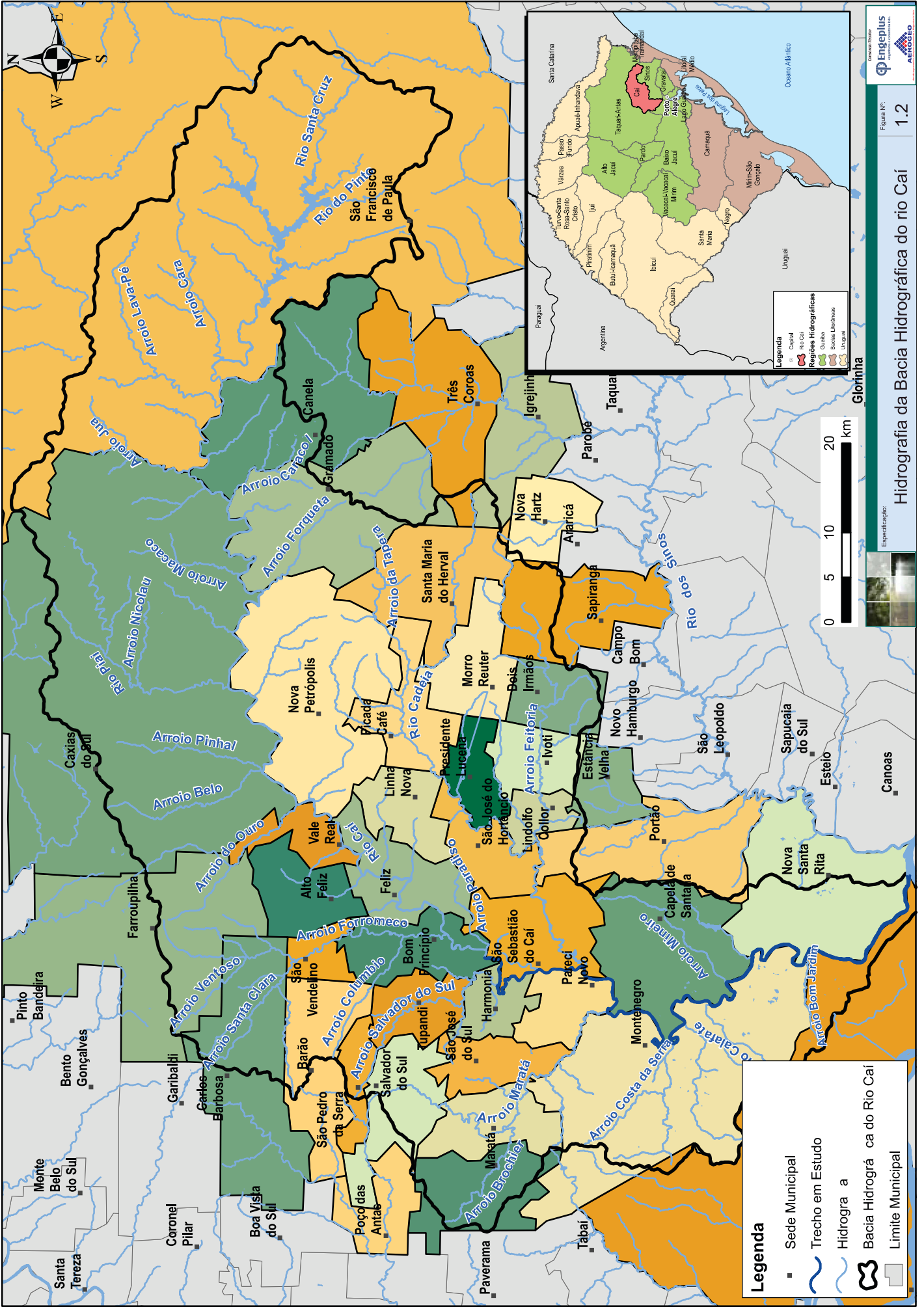
O município de São Sebastião do Caí está situado nas coordenadas geográficas 29°35 "S e 51°23 "W, às margens do rio Caí, no limite entre o médio e o baixo curso do rio. A área do município é de 111,45 km<sup>2</sup> e a população residente é de 21.944 habitantes, dos quais, aproximadamente, 80% estão domiciliados na área urbana (IBGE, 2010).

Pareci Novo é um município situado ao longo do curso do rio Caí, entre São Sebastião do Caí e Montenegro, cujo território abrange uma área de, aproximadamente, 57 km<sup>2</sup>. Sua sede encontra-se nas coordenadas geográficas 29.63°S e 51.39°W, sua população é de 3.511 habitantes, dos quais 28% residem na área urbana (IBGE, 2010).

Em direção à jusante, o município de Montenegro localiza-se nas coordenadas 29°41 "S e 51°28 "W, já no baixo curso do rio Caí. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua área é de 420km<sup>2</sup> e a população residente em 2010 era de 59.436 habitantes. Destes, cerca de 90% residem na área urbana do município. A Figura 1.1 apresenta a localização da área de interesse.

A Figura 1.2 apresenta a hidrografia da bacia do Caí. Os principais cursos d'água são: rio Caí, que é o principal rio da bacia; rio Cadeia; e os arroios Forromeco e Maratá. Próximo à foz do rio Caí, na confluência com o rio Jacuí, existem extensas áreas de banhados, numa região conhecida como Delta do Jacuí. O rio Caí possui três barragens, que integram o Sistema Salto, as quais regulam em certo grau o regime fluvial.





Engenplus  
 Hidrografia da Bacia Hidrográfica do rio Cai

Figura Nº: 1.2



O Sistema Salto é constituído de 3 barragens no trecho superior da bacia do Caí, cuja função única é a regularização das vazões para a geração de energia na bacia do Rio dos Sinos, através de uma transposição de vazões para o Rio Paranhana. São elas: a Barragem do Salto, inaugurada em 1952, a Barragem do Blang, inaugurada em 1957, e a Barragem Divisa, inaugurada em 1960. As duas primeiras encontram-se no Rio Santa Cruz, principal afluente do Caí, e a última encontra-se no Arroio da Divisa, que deságua na Barragem do Blang.

O rio Caí possui comprimento aproximado de 208,5 km, enquanto a distância entre seus pontos extremos é de 89,1km, o que confere ao rio um considerável índice de sinuosidade: 2,34. Esta sinuosidade é facilmente percebida quando se observa o rio Caí em uma imagem de satélite, como a Figura 1.3.

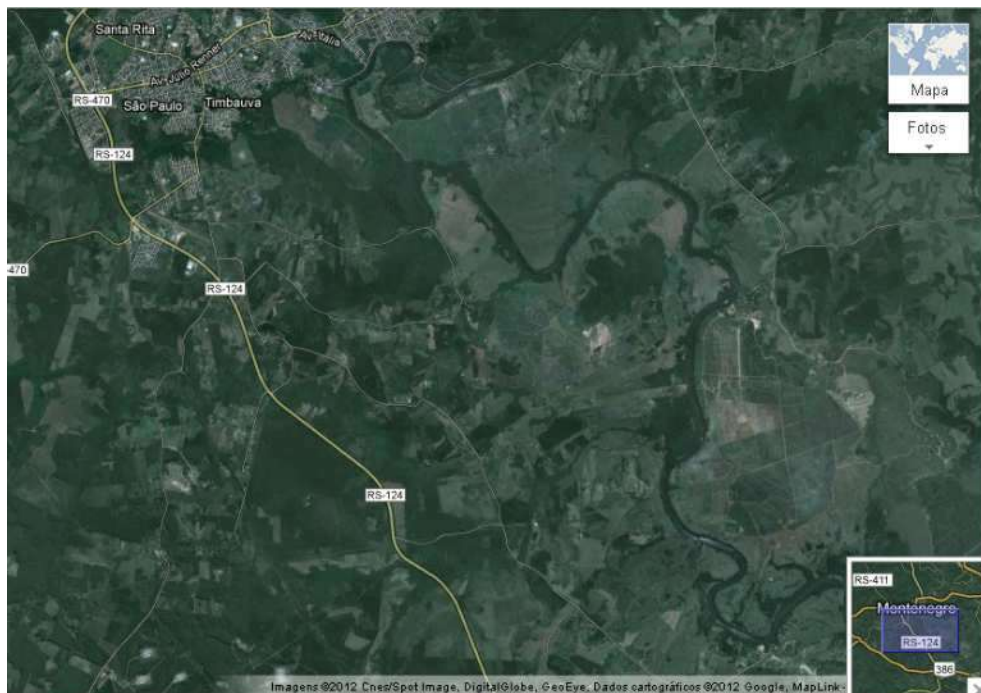
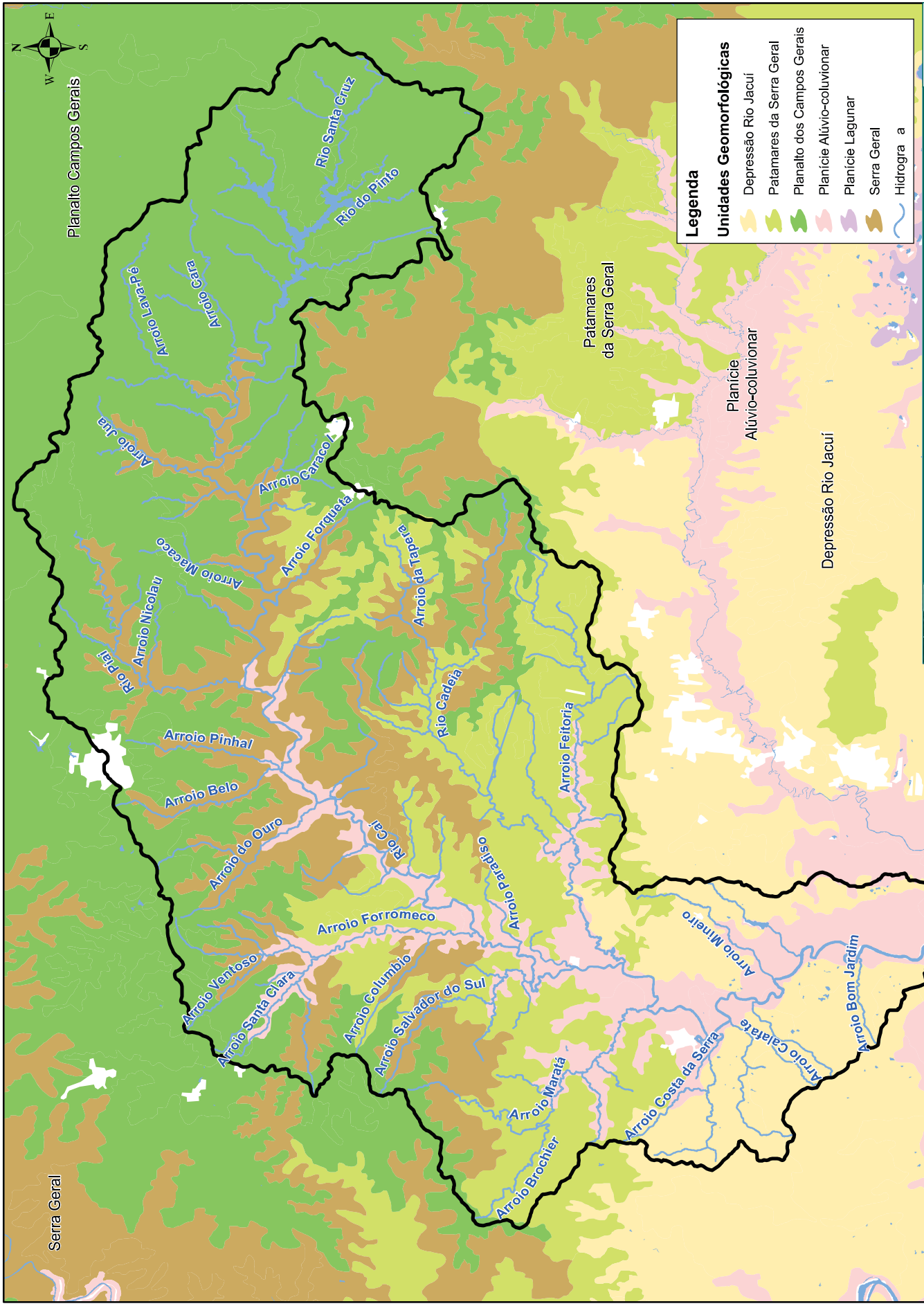


Figura 1.3: Trecho sinuoso do Rio Caí próximo a Montenegro (Fonte: Google Maps, 2012)

A densidade de drenagem na bacia é de 1,1 km por km<sup>2</sup>, indicando que a bacia é mal drenada devido à elevada permeabilidade do solo. A bacia hidrográfica do rio Caí apresenta uma elevada amplitude altimétrica, sendo que a altitude média é de 457m e a máxima é de 1.027m registrada no Planalto da bacia do Paraná. As áreas mais elevadas estão localizadas na porção nordeste da bacia, enquanto as mais baixas estão a sudoeste, indicando também a direção preferencial dos rios.

A área da bacia também possui declividades elevadas nas escarpas do planalto. Uma das sub-bacias com maior declividade é a do arroio Forromeco, com aproximadamente 23,2%, o que garante maior velocidade ao escoamento da água durante as chuvas. De maneira genérica, os vales da bacia hidrográfica do rio Caí possuem de médio à forte entalhamento, em especial no curso médio do rio Caí e nos afluentes que deságuam nesse trecho do rio.

Em relação ao relevo da bacia, de acordo com a classificação proposta por Ross (1985; 2006), a bacia hidrográfica do rio Caí localiza-se em duas grandes unidades geomorfológicas: Planalto e Chapadas da bacia do Paraná; e Depressão Central (Depressão Periférica sul-rio-grandense). Esta última trata-se de uma área onde prevalecem relevos esculpidos sobre rochas areníticas. As áreas mais baixas da bacia, as várzeas dos principais cursos d' água, estão inseridas nesse compartimento. A litologia predominante no trecho em estudo é composta por arenitos finos, e os principais tipos de solo são os argissolos, planossolos e luvisolos. A Figura 1.4 apresenta o mapa geomorfológico.



**Legenda**

**Unidades Geomorfológicas**

- Depressão Rio Jacuí
- Patamares da Serra Geral
- Planalto dos Campos Gerais
- Planície Alúvio-colluvionar
- Planície Lagunar
- Serra Geral
- Hidrografia



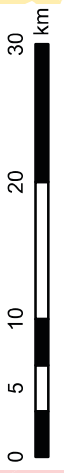



Figura N.º: **1.4**

**Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do rio Cai**

Especificação:



A região da bacia localizada na Depressão Central possui temperatura média anual de 19,4°C. Apenas de novembro a março a temperatura média mensal ultrapassa os 20°C. A precipitação média anual oscila entre 1.300 e 1.800mm, de acordo com os microclimas locais. A porção da bacia caracterizada por altitudes mais elevadas possui temperaturas mais amenas e maior volume de chuva. A temperatura média anual é de 16°C, sendo que apenas dois meses registram temperatura média superior a 20°C. Nestas áreas, a precipitação média anual varia entre 1.800 e 2.500mm.

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia, o período compreendido entre junho e setembro corresponde aos meses com a maior precipitação do ano nas proximidades da bacia hidrográfica do rio Caí. A média de precipitação nesses meses oscila entre 120 e 140 mm. Os meses menos chuvosos são abril e maio, com média em torno de 90 mm (INMET, 2009).

## 1.4 Forma de Apresentação dos Relatórios

Tendo em vista o caráter multidisciplinar do estudo e as várias etapas de conteúdo técnico específico que o mesmo está dividido, a apresentação dos resultados foi programada através de relatórios editados com denominação e codificação representativas de seu conteúdo, a saber:

- R's: Relatórios Técnicos que abordam a elaboração de assuntos específicos;
- RF: Relatório Final, contendo o resumo técnico dos estudos realizados e o melhor cenário de intervenção para a minimização do problema das cheias no baixo rio Caí.

Assim, os resultados do trabalho estarão consolidados nos relatórios relacionados no quadro a seguir.

Quadro 1.1: Relatórios a Serem Apresentados

Codificação	Conteúdo/Título	Data Prevista
R1	Plano Geral de Trabalho	24/10/2013*
R2	Cobertura Aérea e Topobatimetria	28/11/2013*
R3	Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital	27/01/2014*
R4	Produtos Finais da Aerofotogrametria e Topobatimetria	20/01/2014
R5	Estudos Hidrológicos	18/02/2014
R6	Simulações Hidrológicas e Mapas de Inundações	20/03/2014
R7	Estudos de Alternativas de Intervenção	22/04/2014
R8	Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas	19/05/2014
R9	Consultas Públicas	18/06/2014
RF	Estudos e Soluções Recomendadas para o Problema de Cheias no Baixo Rio Caí	18/07/2014

\*Relatório entregue. Data da Emissão Inicial.

Através desses relatórios estarão disponibilizadas todas as informações técnicas, socioeconômicas, ambientais e os planejamentos efetuados para o trecho do baixo rio Caí.

## 1.5 Diagrama de Programação dos Trabalhos

O Cronograma Físico (Figura 1.5) demonstra os prazos parciais e totais a serem cumpridos no desenvolvimento do trabalho, conforme as etapas de execução, indicando ainda as datas de entrega dos produtos (relatórios).

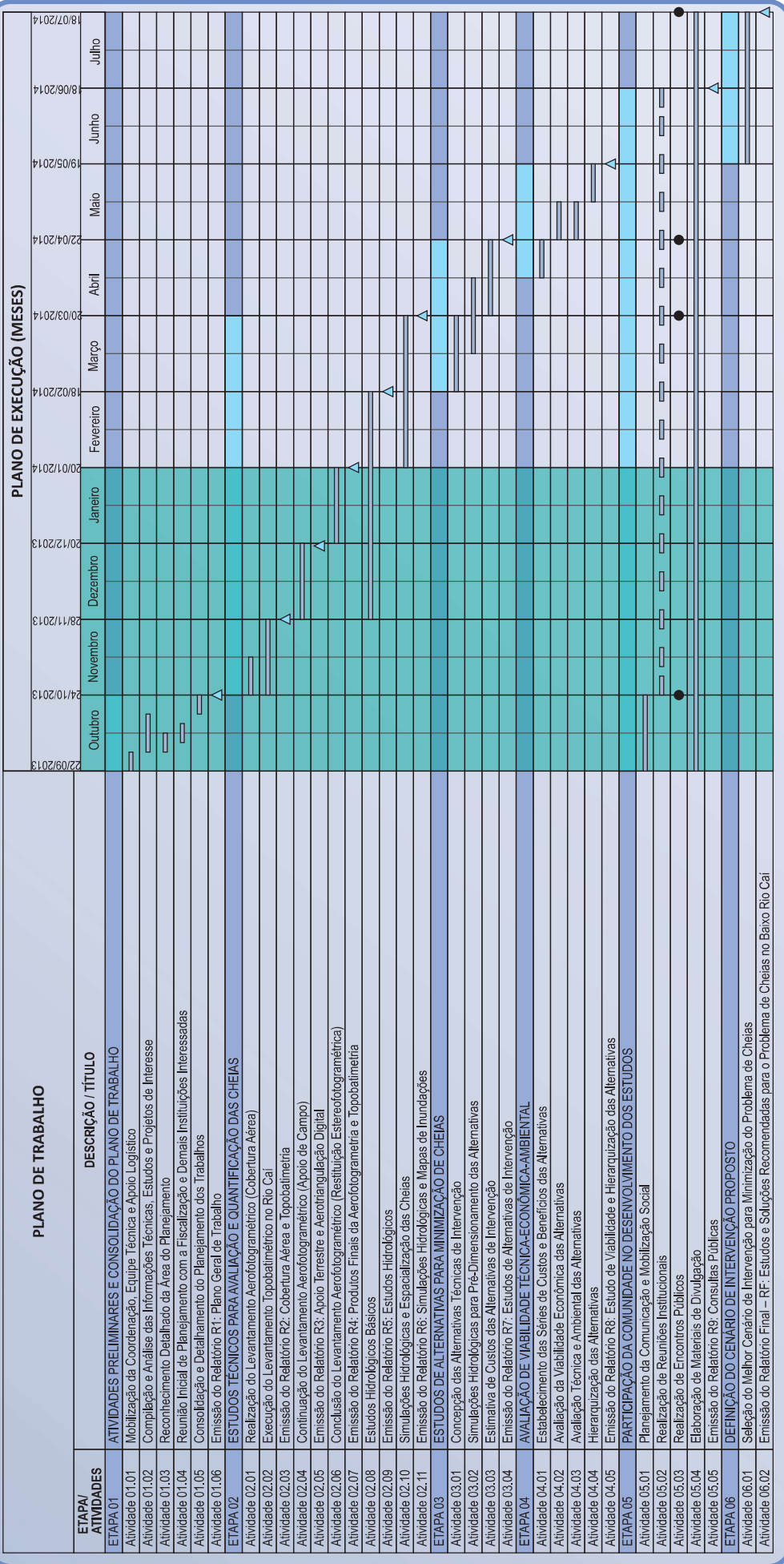
As atividades e produtos serão elaborados ao longo de 10 (dez) meses, conforme proposto no TR, gerando produtos intermediários que correspondem aos resultados alcançados nos blocos metodológicos previstos.



Ao longo dos meses, procura-se otimizar os resultados de uma atividade em relação à(s) outra(s) dependente(s), distribuindo-as de maneira a cumprir rigorosamente os prazos.

O Fluxograma Geral de Trabalho (Figura 1.6) demonstra, de forma esquemática, as inter-relações e a sequência lógica das atividades técnicas a serem desenvolvidas no Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Baixo Caí.

# Cronograma Físico de Trabalho



Dias	Relatório	Data
1	Início do Prazo Contratual	22/09/2013
30	R1 - Plano Geral de Trabalho	24/10/2013
60	R2 - Cobertura Aérea e Topobatimetria	28/11/2013
90	R3 - Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital	27/01/2014
120	R4 - Produtos Finais da Aeriotriangulação e Topobatimetria	20/01/2014
150	R5 - Estudos Hidrológicos	18/02/2014
180	R6 - Simulações Hidrológicas e Mapas de Inundações	20/03/2014
210	R7 - Estudos de Alternativas de Intervenção	22/04/2014
240	R8 - Estudo de Viabilidade e Hierarquização das Alternativas	19/05/2014
270	R9 - Consultas Públicas	18/06/2014
300	RF - Estudos e Soluções Recomendadas para o Problema de Cheias no Baixo Rio Cai	18/07/2014

**Legenda:**

- Duração das Etapas
- Duração das Atividades Principais
- Reunões/Encontros Públicos
- Emissão/Entrega de Produtos/Relatórios





## 1.6 Conteúdo do Relatório de Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital – R3 – Edição Revisada

O presente Relatório de Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital apresenta os aspectos descritivos e os dados arregimentados dos serviços de Apoio Terrestre e Aerotriangulação Digital, visando a elaboração da cartografia de base e da topobatimetria do rio Caí no trecho em estudo.

Dentro do escopo de elaboração dos estudos e planejamento que visam ao desenvolvimento do Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do Rio Caí, o presente relatório, afora estas considerações iniciais, apresenta o seguinte conteúdo:

- **Apoio Terrestre Suplementar**, onde se descrevem os pontos de apoio terrestre levantados e utilizados na aerotriangulação;
- **Aerotriangulação Digital**, onde se explana sobre os materiais e equipamentos utilizados, métodos e resultados obtidos na execução da etapa de aerotriangulação;
- **Equipe Técnica**, onde se relacionam a equipe a ser utilizada no desenvolvimento dos serviços e sua forma de interação com as demais instituições envolvidas;
- **Anexos**, onde são apresentados os anexos que complementam os demais itens do relatório.

O presente relatório evidencia a realização das atividades 02.04 e 02.05, pertencentes à Etapa 2 do Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do Rio Caí.

As etapas descritas neste relatório foram executadas no período de 06/01/2014 a 24/01/2014.



## 2 APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR

## 2 APOIO TERRESTRE SUPLEMENTAR

Para a execução das etapas correlatas ao levantamento aerofotogramétrico, foi verificada a integridade dos dados obtido, através da correlação entre as imagens adquiridas e a localização dos pontos de apoio terrestre escolhidos. Após esta validação todos os pontos foram renomeados de forma que pudessem ser utilizados no processo.

### 2.1 Imagens Aéreas

Com relação as imagens aéreas, foram utilizadas no total 1026 imagens em formato digital, oriundas do sensor HasselBlad HD3 – 50megapixel, SN De59026251, recebidas em seu formato nativo, “.3fr” que foram processadas no software fornecido pelo mesmo fabricante do Sensor, Focus Versão 2.7.6, e exportadas para o formato .tiff sem compressão.

As imagens no formato tif foram utilizadas em todos os processos posteriores.

Quadro 2.1: Dados básicos das imagens aéreas

Dados Básicos das Imagens	
Escala Nominal	GSD 20,33 cm
Câmera Aérea Utilizada	HD3 50 mm
Distância Focal Calibrada	50,44 mm
Altitude Média de Voo	1760 metros

### 2.2 Pontos de Apoio Terrestre

Os dados dos pontos de apoio terrestre levantados em campo estão apresentados no Quadro 2.2.

As coordenadas se encontram ajustadas no sistema UTM, fuso 22, Datum Planimétrico SIRGAS2000 e Altimétrico Imituba-SC, sendo todos os resultados obtidos neste Estudo referenciados a este sistema geodésico.

Quadro 2.2: Pontos de apoio terrestre

Nº	Nome	N	E	H=h-N
1	FX23_130141	6731048,92	465045,45	19,48
2	FX23_130236	6727288,55	465620,18	39,79
3	FX23_130330	6723614,01	466089,36	33,92
4	FX16_130619	6724604,85	459011,99	16,88
5	FX16_130801	6731613,90	458565,22	77,62
6	FX19_133436	6732436,08	461800,43	16,39
7	FX19_133606	6726211,52	462738,61	11,91
8	FX19_133747	6718758,91	463626,05	38,60
9	FX07_123145	6714820,12	452789,85	43,37
10	FX22_130140	6736436,60	465631,39	26,87
11	FX08_130352	6702485,80	459392,51	48,32
12	FX16_130508	6720101,36	459955,57	25,10
13	FX01_133402	6685059,99	471198,12	2,23
14	FX11_135633	6718543,58	456099,63	35,50
15	FX11_135934	6706108,78	461463,50	5,35
16	FX15_153245	6700112,27	469017,61	9,17
17	FX14_155322	6722018,87	458331,06	11,18
18	FX14_155705	6708949,45	463526,84	7,89
19	FX06_160101	6691541,28	472821,12	12,69
20	FX06_160305	6694364,85	466831,23	3,14
21	FX06_160420	6696577,10	463098,09	24,56
22	FX04_161000	6694286,86	463397,85	18,80
23	FX04_161114	6692026,31	466701,50	2,63



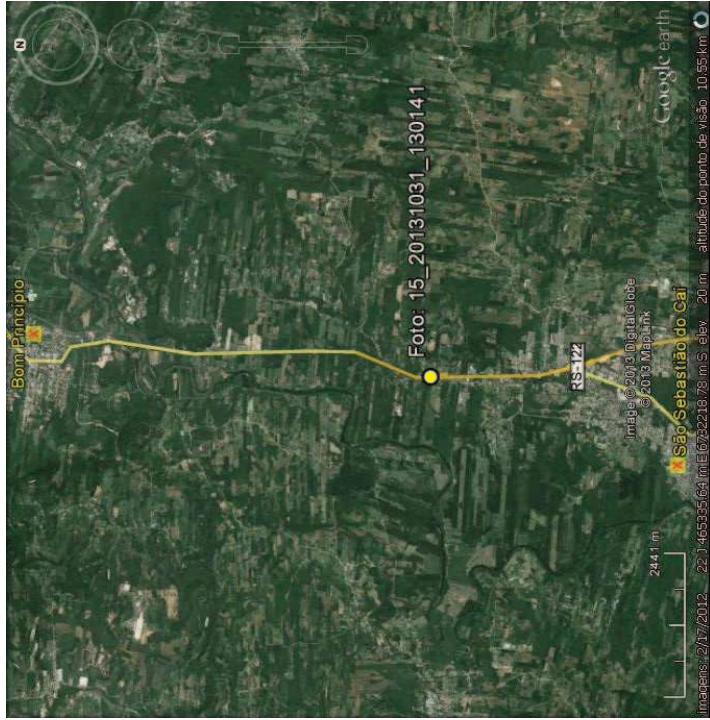
Nº	Nome	N	E	H=h-N
24	FX04_161316	6688770,28	472696,90	3,16
25	FX03_163237	6690666,67	466717,78	2,24
26	FX02_164336	6691529,98	463037,61	7,62
27	HVA01	6732113,30	460948,69	14,97
28	HVA02	6730890,57	459683,46	29,19
29	HVA03	6728683,12	459491,38	91,88
30	HVA04	6729823,89	461514,16	30,93
31	HVA05	6729479,15	464885,30	24,55
32	HVA06	6726214,63	461210,67	27,70
33	HVA07	6723222,88	460750,40	12,18
34	HVA08	6720941,92	463238,81	26,20
35	HVA09	6716501,41	460985,14	11,33
36	HVA10	6715316,05	455832,86	7,16
37	HVA11	6713371,75	460185,61	7,88
38	HVA12	6710498,00	454296,17	48,39
39	HVA13	6706867,64	458374,32	44,82
40	HVA14	6720309,98	455320,18	39,69
41	HVA15	6717068,93	454833,11	34,75
42	HVA16	6701341,46	463603,62	10,84
43	HVA17	6698632,94	462062,17	14,76
44	HVA18	6707221,00	466414,59	4,38

Em sequência apresenta-se a monografia do ponto de apoio suplementar número 1, FX23\_130141, onde pode-se observar o detalhamento do levantamento, bem como a localização do ponto na foto aérea. No Anexo 1 encontram-se apresentadas as monografias dos demais pontos de apoio terrestre.

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Norte // Foto:** FX23 - 15\_20131031\_130141 // **Feição:** vértice de canteiro  
**Operador:** Jorge Mello **Data:** 14/11/2013 **Equipamento:** GPS L1/L2 TRIMBLE 5700  
**Nome Ponto:** FX23\_130141 **Hora Liga:** 08:55 **Hora Desliga:** 09:40 **Alt. Antena:** 1,80m

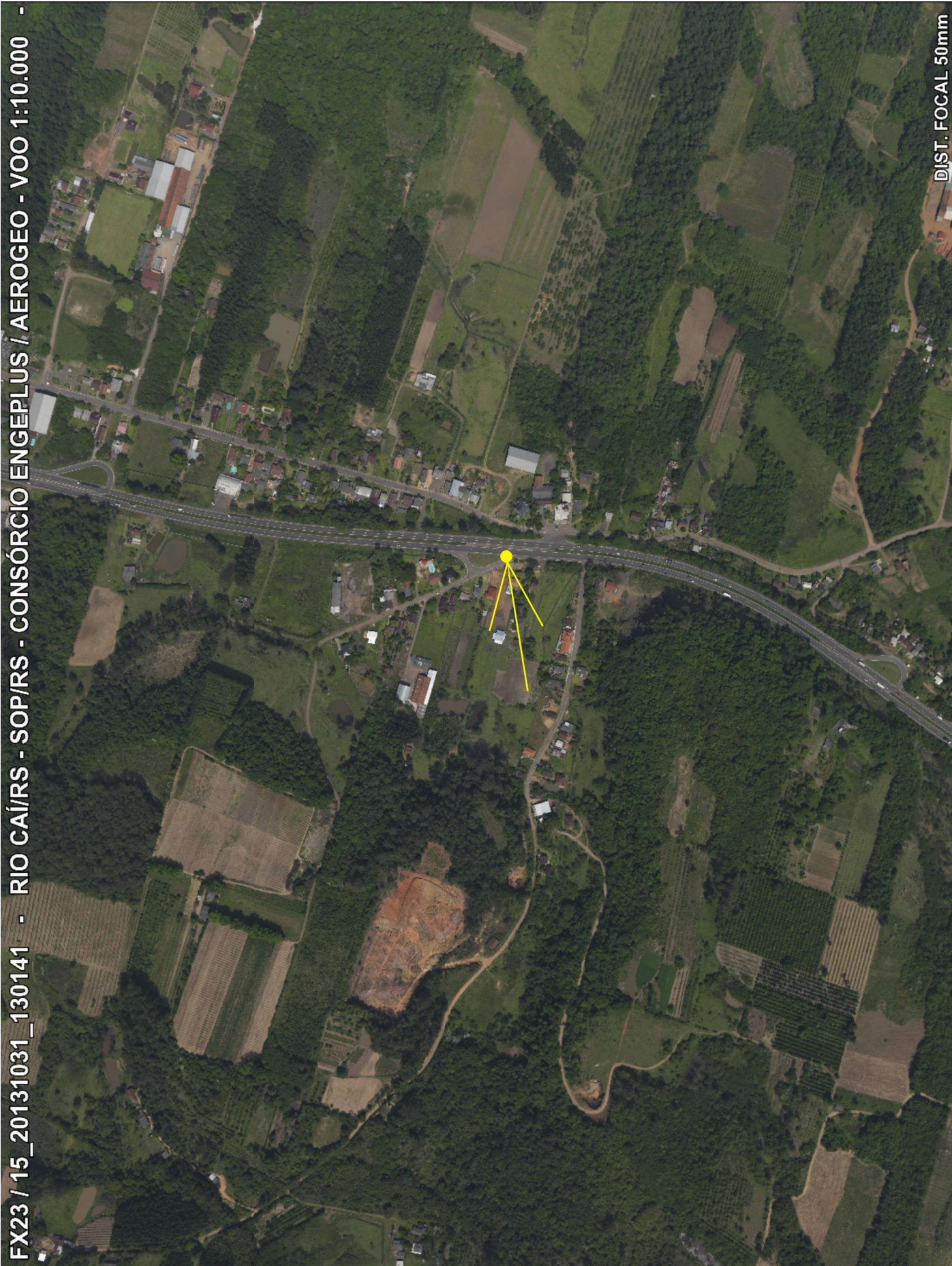


\* Ponto rastreado em vértice do canteiro da RS-122 com a rua Antônio Klein – São Sebastião do Caí - RS

**Coordenadas:** N=6.731,048,916m // E= 465,045,447m // **Alt. Ortométrica=** 19,485m  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**



FX23 / 15\_20131031\_130141 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -



DIST. FOCAL 50mm



### 3 AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL

## 3 AEROTRIANGULAÇÃO DIGITAL

A aerotriangulação tem como objetivo a densificação de pontos fotogramétricos no referencial geodésico a partir das coordenadas horizontais e verticais dos pontos de apoio terrestre que em conjunto com os pontos fotogramétricos são fundamentais para garantir precisão planialtimétrica no ajustamento do bloco de fotografias.

### 3.1 Metodologia

A metodologia utilizada pelo software de leitura de coordenadas e posterior ajuste segue o modelo simultâneo por bloco, onde ao final do processo cada imagem ou tomada de fotografia aérea terá coordenadas XYZ e atitudes de rotação Omega, Phi, Kappa, próprias em relação ao terreno.

Quanto ao método matemático de ajuste e posterior relatório estatístico, estes seguem o modelo de mínimos quadrados.

Nesta fase foi utilizado um software fotogramétrico, no qual foram realizadas 4 sub-etapas, sendo estas:

- **Orientação Interior**

Com base no “Certificado de Calibração da Câmera” as imagens digitais foram correlacionadas de modo que fossem conhecidos os parâmetros de transformação entre o referencial da imagem digital e o referencial métrico da imagem original, bem como a distância focal e os parâmetros de distorção da câmera.

- **Orientação Relativa**

Tem como objetivo lançar pontos homólogos conhecidos como pontos fotogramétricos entre os “pares” de fotografias. Através destes pontos foram conhecidos, ao término do processo de aerotriangulação, os parâmetros relativos à exata posição do centro perspectivo de cada fotografia (Centro de Projeção ou CP), em coordenadas XYZ e suas rotações Omega, Phi e Kappa. Por meio destes pontos o software de aerotriangulação também pode executar rotinas de detecção de erros grosseiros e depurar possíveis erros inferidos por um operador nestes processos.

- **Inserção dos Pontos de Apoio de Campo**

Finalizadas as sub-etapas anteriores, foi possível inserir os pontos colhidos em campo, apresentados no item 2.2. Estes pontos foram utilizados na etapa subsequente, a de Cálculo, no qual por meio destes pontos foram conhecidas as coordenadas de todos os pontos fotogramétricos.

- **Cálculo**

Os processos anteriores geram um relatório contendo a exata posição dos pontos fotogramétricos em cada uma das imagens e a posição dos pontos de apoio. Estes dados foram inseridos no software *Inpho Applications Masters versão 5.3*, que calculou as coordenadas no terreno de todos os pontos e verificou se a posição dos pontos de apoio estavam condizentes com valores numéricos das coordenadas levantadas em campo. Após este processo encontrou-se a posição de cada um dos centros de perspectivos das fotografias, gerando um relatório estatístico com os resultados obtidos e os resíduos calculados.

### 3.2 Relatórios do Processamento

Os relatórios do processamento da aerotriangulação digital podem ser observados no Anexo 2, por intermédio dos quadros que apresentam o Resumo Geral do Processamento, o



Relatório da Média do Erro dos Pontos de Apoio e os Valores Ajudados das Orientações Exteriores.

Os dados apresentados apontam que o processo de Aerotriangulação “convergiu”, ou seja os pontos de apoio obtiveram um resíduo condizente com o padrão para a escala, bem como os pontos fotogramétricos no interior do polígono formado pelos pontos de apoio.



## 4 EQUIPE TÉCNICA

## 4 EQUIPE TÉCNICA

A equipe técnica principal que será utilizada para o desenvolvimento dos serviços está descrita neste capítulo, onde apresenta-se a relação da equipe e suas atribuições e formas de inter-relação com a Contratante.

### 4.1 Relação da Equipe Técnica

Os membros da equipe técnica, profissionais experientes nas especialidades requeridas para a execução dos serviços, estão nominados no Quadro 4.1. O mesmo quadro indica a função e a formação acadêmica de cada um dos integrantes da equipe de nível superior.

Quadro 4.1: Relação da Equipe Técnica

Profissional	Formação	Função
Jairo F. Barth	Eng. Civil	Coordenador Geral
Josiane Gomes	Eng. Agrícola	Esp. em planejamento ambiental
Milton Dupont	Eng. Civil	Esp. em levantamento aerofotogramétrico
Franco Turco Buffon	Eng. Civil	Esp. em hidrologia
Silvana M. da Rosa	Eng. Agrônoma	Esp. em avaliação de uso e ocupação do solo
Luiz Carlos Campos	Eng. Civil	Esp. em estruturas hidráulicas
Fernando Fagundes	Eng. Civil	Esp. em gestão de recursos hídricos
Cristian Sanabria	Sociólogo	Esp. em Comunicação Social
Sidnei Gusmão Agra	Eng. Civil	Esp. em modelagem hidrológica e hidráulica
Henrique Kotzian	Eng. Civil	Esp. em hidrologia e hidráulica

### 4.2 Organograma Funcional da Equipe Técnica

O Consórcio apresenta uma estrutura organizacional que, além de propiciar o desenvolvimento eficaz, técnico e administrativo dos serviços, assegure o controle, pela contratante, dos aspectos relevantes do desenvolvimento e implementação dos trabalhos. A organização proposta viabiliza:

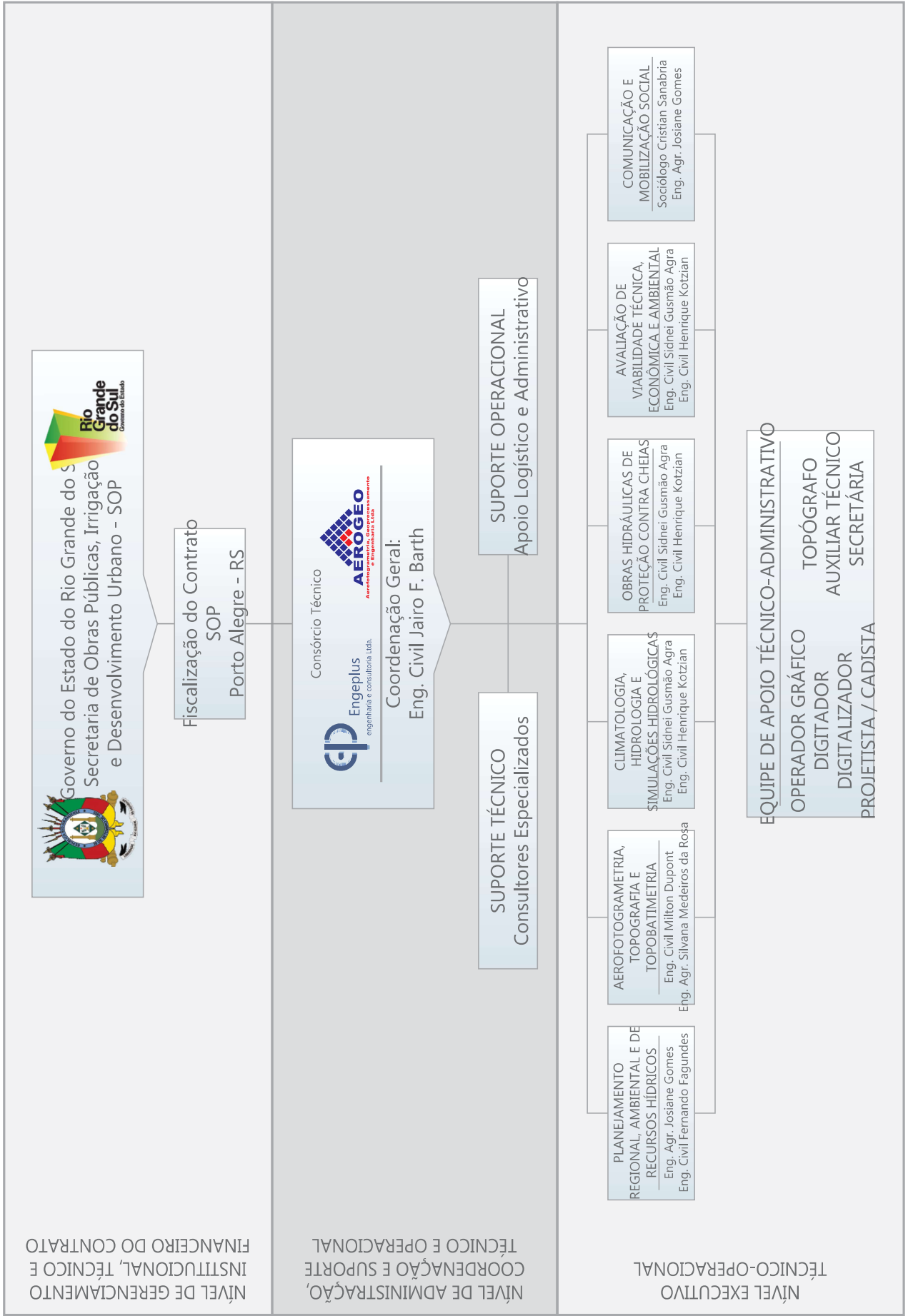
- Comprometimento corporativo, suporte e supervisão, assegurados pelo Consórcio, com autoridade e autonomia para assegurar o envolvimento da mesma e o aporte de seus recursos no que for necessário ao cumprimento das metas deste contrato;
- Coordenação dos trabalhos, por meio de um Coordenador Geral, com longa experiência em condução de equipes e no relacionamento direto com corporações. Este profissional, além de garantir a interface entre a SOP e os membros da equipe técnica, que terá a responsabilidade de acompanhar e garantir o atendimento a todos os requisitos do contrato, mobilizando adequadamente os recursos necessários para tanto;
- Consultoria técnica da mais alta qualidade, garantida pela correta alocação de profissionais do Consórcio Técnico, com capacitações e conhecimentos suficientes para responder às demandas específicas dos trabalhos, e
- Fornecimento de consultoria especializada para apoio à Equipe Técnica, por meio da mobilização de profissionais especializados nas diversas áreas envolvidas, sempre que requerido.

A Figura 4.1 a seguir apresenta o Organograma Funcional da equipe técnica, onde se define a estrutura organizacional básica, discriminando os vários níveis de atuação e os responsáveis pelas principais atividades, bem como pelo apoio técnico, administrativo e operacional. Conforme se pode observar no Organograma Funcional, a estrutura de trabalho estará composta pelos seguintes níveis hierárquicos principais:

- **Nível de Gerenciamento Institucional, Técnico e Financeiro do Contrato:** representado pela Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano - SOP;
- **Nível de Administração, Coordenação Geral e Suporte Técnico-Operacional:** representado pelas empresas integrantes do Consórcio, Engeplus e Aerogeo, Coordenação Geral, consultores especializados e apoio logístico e administrativo;
- **Nível Executivo, Técnico e Operacional:** representado pelos núcleos setoriais de trabalho e equipe de apoio técnico e administrativo.

A seguir, estão descritos os principais componentes do Organograma, cabendo observar que os núcleos setoriais de trabalho, estabelecidos para atender todas as especialidades envolvidas nos estudos, serão compostos por profissionais subordinados à Coordenação Geral, que será responsável pela integração das atividades das áreas, que serão avaliadas, validadas e aprovadas pelos membros da célula de trabalho. A coordenação também será responsável pela garantia da qualidade dos produtos parciais e final, pela alocação de recursos humanos e materiais em tempo hábil em suas equipes e, principalmente, pela orientação técnica e metodológica e pelo controle dos prazos.

- **Coordenação Geral:** nível de relacionamento e decisão, tendo por atribuição a coordenação e a articulação interna da equipe, formação dos núcleos setoriais de trabalho, manutenção da interface contínua com a equipe da Contratante durante a execução dos serviços. Deverá, portanto, assegurar que as decisões políticas e estratégicas do trabalho sejam seguidas, em todas as suas etapas, bem como coordenar as práticas de gerenciamento técnico. Esta Coordenação se reportará à Fiscalização Técnica do Contrato designada pela SOP para acompanhar toda a execução dos serviços.
- **Suporte Técnico - Consultores Técnicos Especializados:** os trabalhos contarão, sempre que necessário, com o apoio de Consultores Técnicos Especializados, cuja mobilização estará sujeita à comunicação prévia à SOP, reforçando a atuação da equipe em assuntos de maior complexidade.
- **Suporte Operacional – Apoio Logístico e Administrativo:** o Consórcio Técnico disponibilizará seus setores operacionais para o atendimento das necessidades dos trabalhos, fornecendo o apoio nas áreas de Planejamento e Controle, CPD/Suporte de Informática, Apoio Técnico e Administrativo e Controle de Qualidade, as quais serão demandadas pelo Coordenador Geral.
- **Núcleos Setoriais de Trabalho:** conforme ilustrado no Organograma, são seis os núcleos setoriais do projeto e cada um deles será responsável por um grupo de atividades a ser desenvolvidas, como descrito a seguir:
  - *Planejamento Regional, Ambiental e de Recursos Hídricos*
  - *Aerofotogrametria, Topografia e Topobatimetria*
  - *Climatologia, Hidrologia e Simulações Hidrológicas*
  - *Obras Hidráulicas de Proteção Contra Cheias*
  - *Avaliação de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental*
  - *Comunicação e Mobilização Social*
- **Equipe de Apoio Técnico e Administrativo:** constituída por profissionais técnicos e administrativos conforme relacionado no Organograma Funcional, tem por incumbência providenciar o atendimento de todas as necessidades de apoio, tanto em termos de programação e controle, como provimento de materiais, equipamentos e serviços.



Especificação:

Organograma Funcional da Equipe técnica

Figura Nº:

4.1





## 5 ANEXOS



## 5 ANEXOS

Apresentam-se a seguir, sob a forma de anexos, os seguintes elementos, que ilustram e complementam o Relatório R3.

- Anexo 1 – Monografias dos Ponto de Apoio Suplementar
- Anexo 2 – Relatórios de Processamento da Aerotriangulação Digital

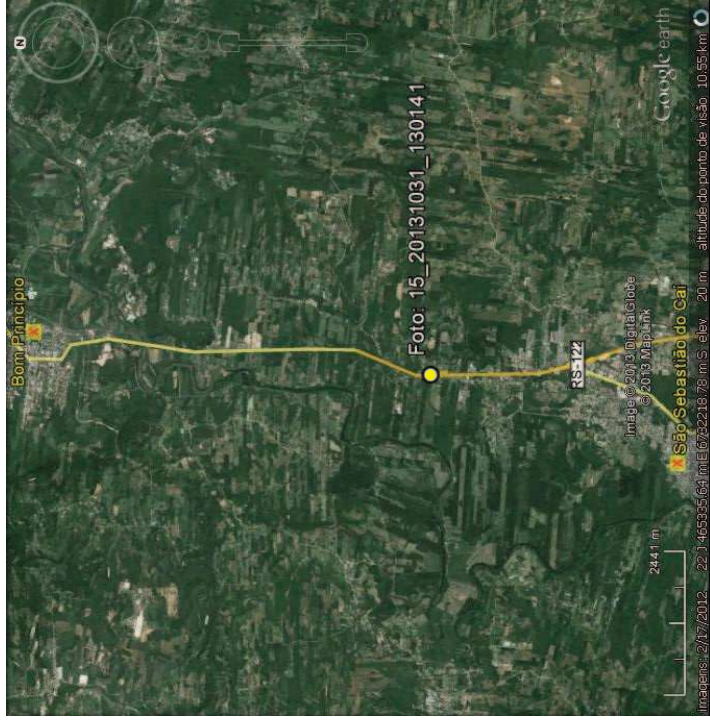


## **ANEXO 1 – MONOGRAFIAS DOS PONTOS DE APOIO SUPLEMENTAR**

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Norte // Foto:** FX23 - 15\_20131031\_130141 // **Feição:** vértice de canteiro  
**Operador:** Jorge Mello **Data:** 14/11/2013 **Equipamento:** GPS L1/L2 TRIMBLE 5700  
**Nome Ponto:** FX23\_130141 **Hora Liga:** 08:55 **Hora Desliga:** 09:40 **Alt. Antena:** 1,80m

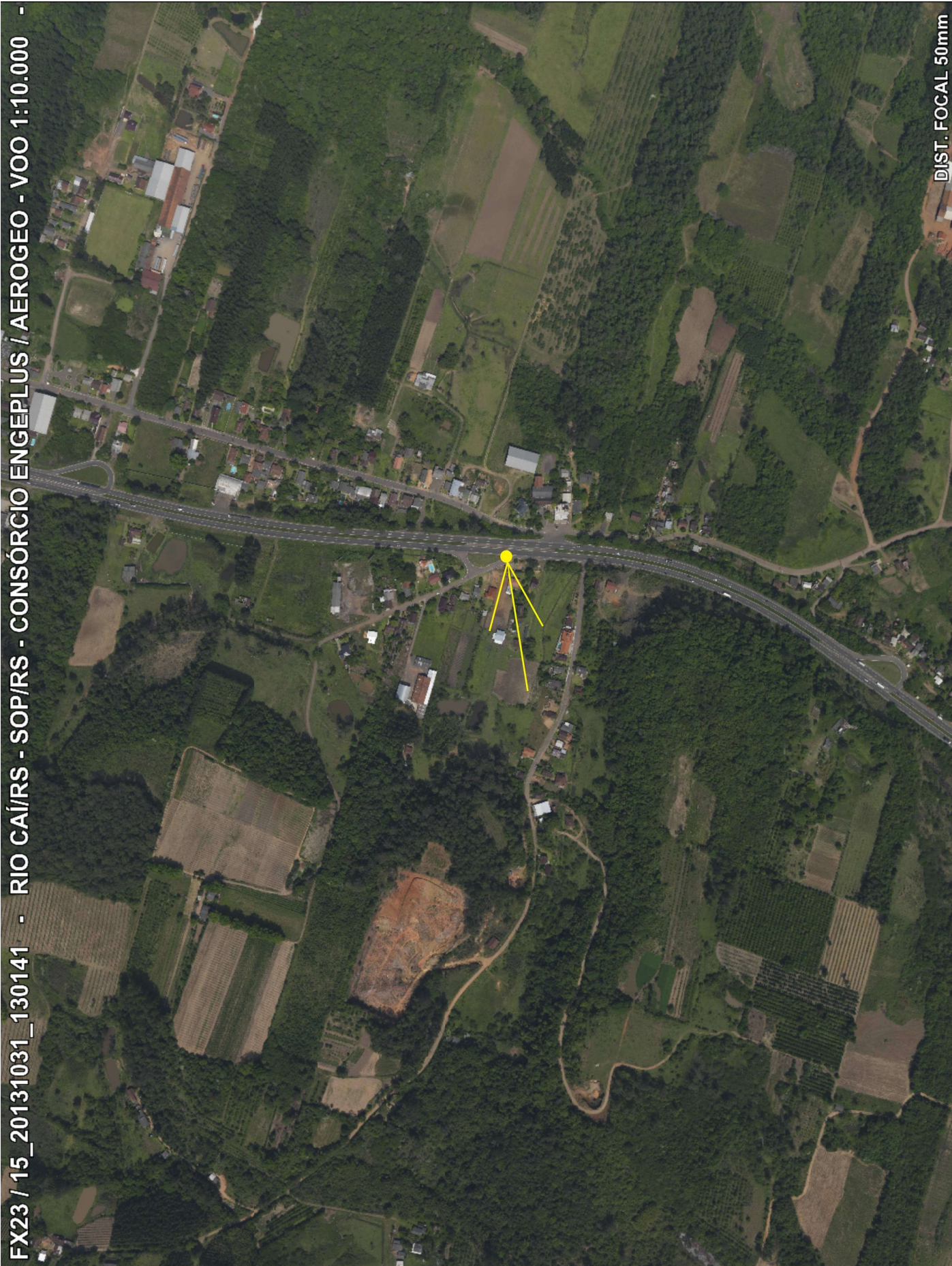


\* Ponto rastreado em vértice do canteiro da RS-122 com a rua Antônio Klein – São Sebastião do Caí - RS

**Coordenadas:** N=6.731,048,916m // E= 465,045,447m // **Alt. Ortométrica=** 19,485m  
Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC



FX23 / 15\_20131031\_130141 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

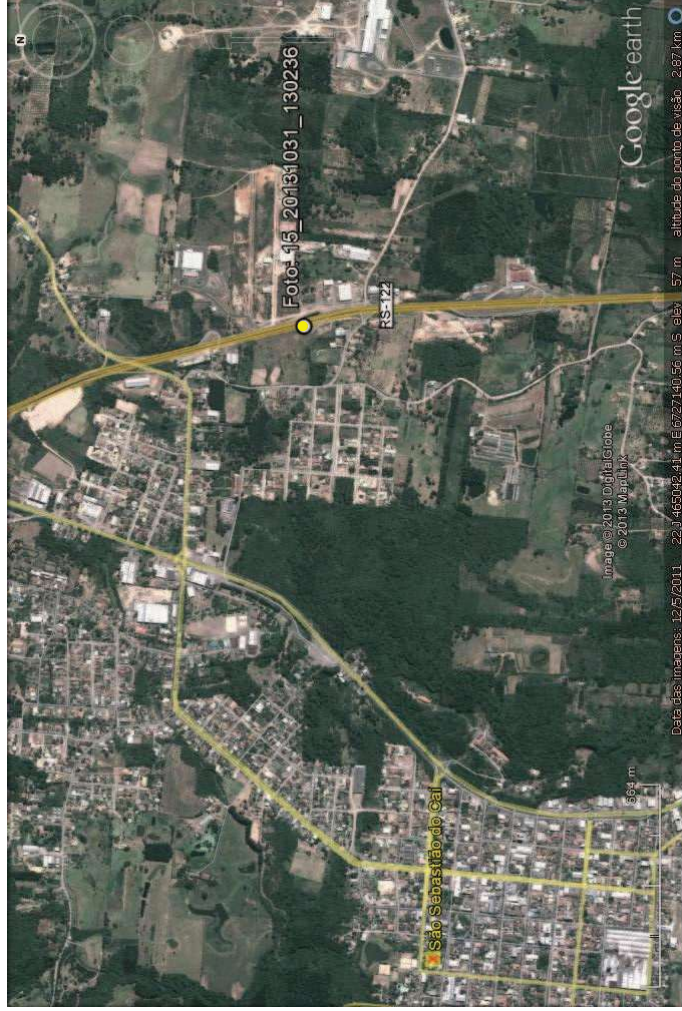


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**

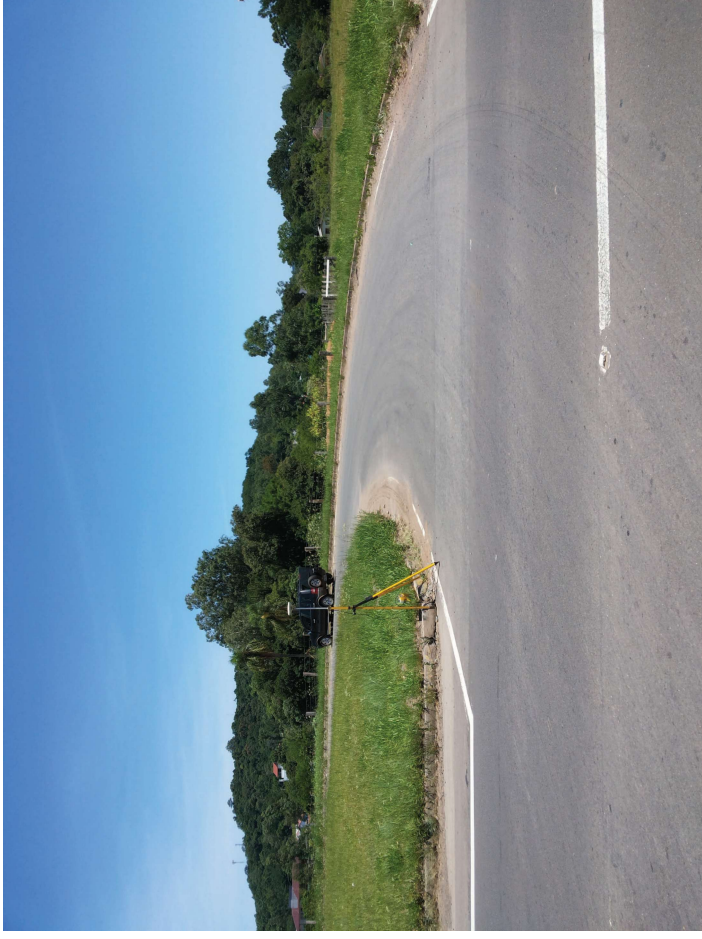
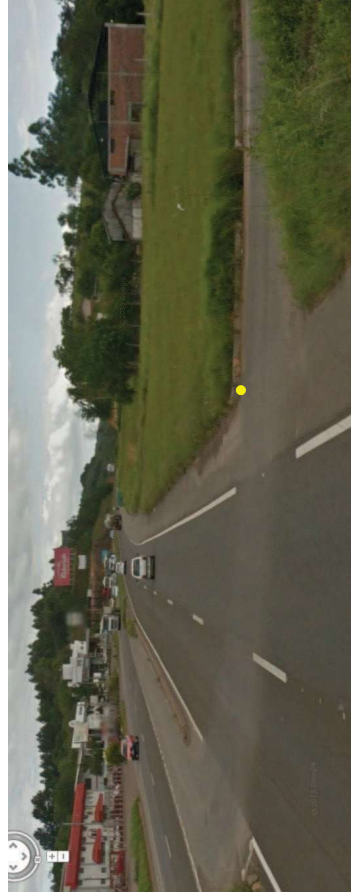


**Apoio GPS Bloco Norte // Foto:** FX23 - 15\_20131031\_130236 // **Feição:** vértice de canteiro  
**Operador:** Jorge Mello **Data:** 14/11/2013 **Equipamento:** GPS L1/L2 TRIMBLE 5700  
**Nome Ponto:** FX23\_130236 **Hora Liga:** 07:58 **Hora Desliga:** 08:45 **Alt. Antena:** 1,80m



\* Ponto rastreado em vértice do canteiro da RS-122, aproximadamente 565m aquém da Estrada Arroio Bonito ou Chapadão, sentido norte/sul – São Sebastião do Caí - RS

**Coordenadas:** N=6.727,288,552m // E= 465.620,179m // **Alt. Ortométrica=** 39,791m  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imituba/SC**



FX23 / 15\_20131031\_130330 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

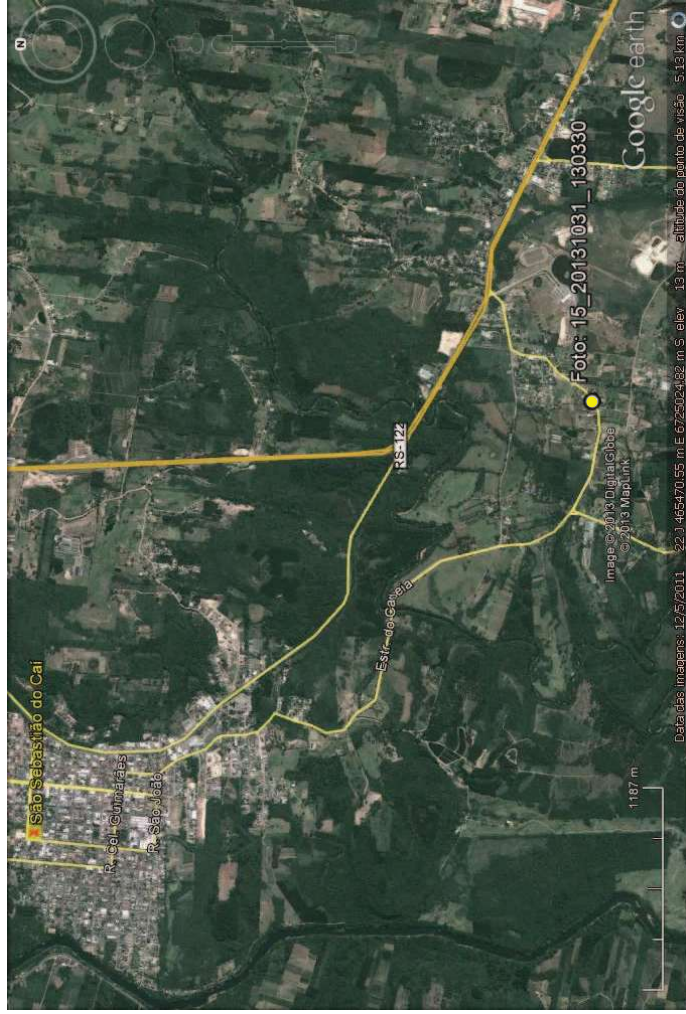


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**

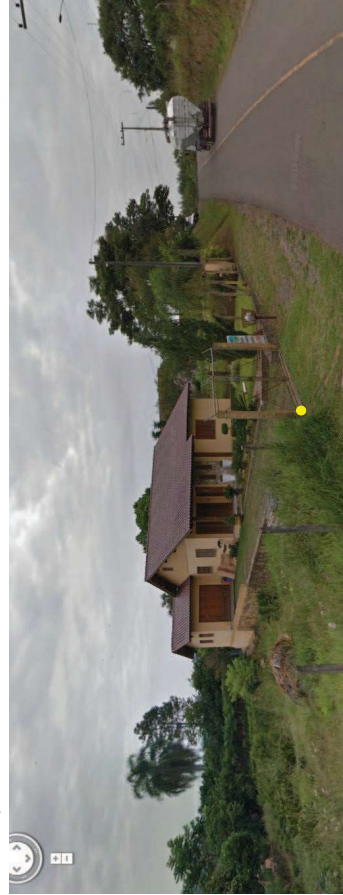


**Apoio GPS Bloco Norte // Foto:** FX23 - 15\_20131031\_130330 // **Feição:** canto de cerca  
**Operador:** Jorge Mello **Data:** 13/11/2013 **Equipamento:** GPS L1/L2 TRIMBLE 5700  
**Nome Ponto:** FX23\_130330 **Hora Liga:** 06:35 **Hora Desliga:** 07:15 **Alt. Antena:** 2,10m



\* Ponto rastreado em canto de cerca (vértice de propriedade), localizada na Estrada Barra do Cadeia – São Sebastião do Caí - RS

**Coordenadas:** N=6.723.614,010m // E= 466.089,357m // **Alt. Ortométrica=** 33,921m  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical=** Imbituba/SC



FX23 / 15\_20131031\_130236 - RIO CAÍRS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

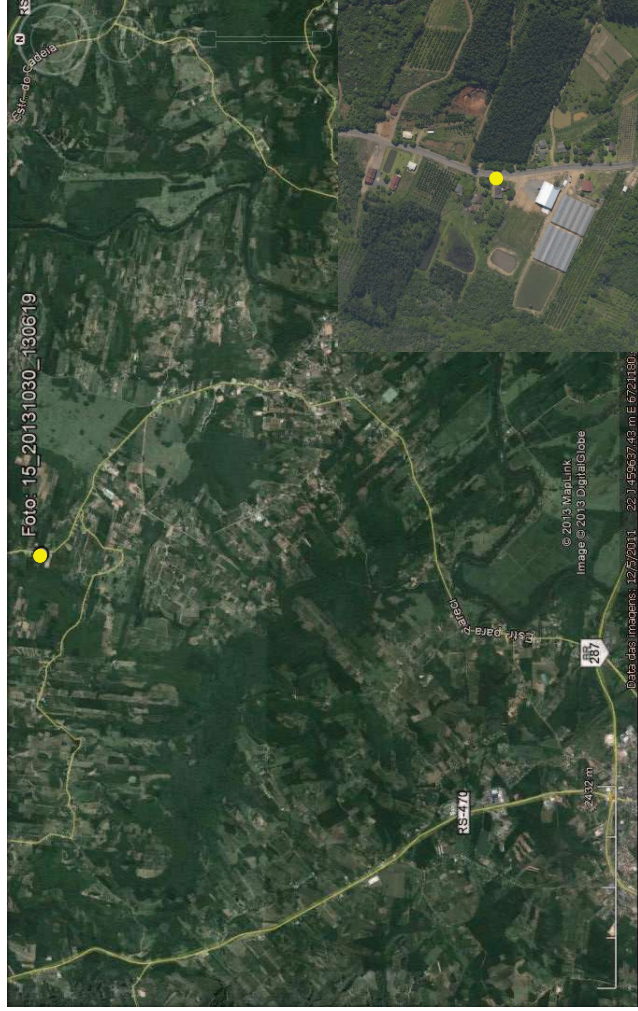


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**

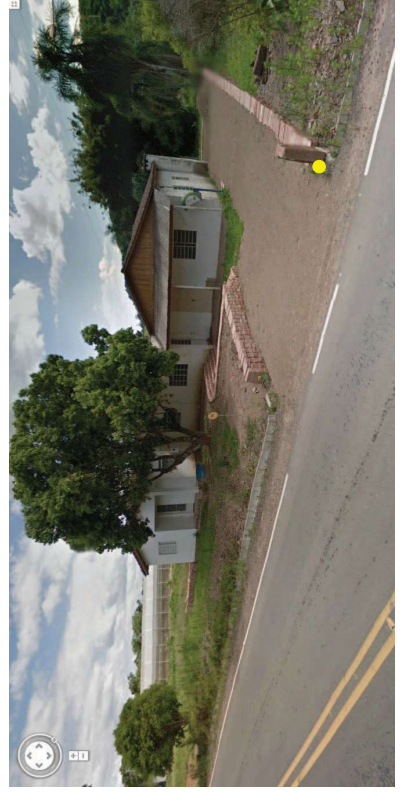


**Apoio GPS Bloco Norte // Foto: FX16 - 15\_20131030\_130619 // Feição: pilar de pedra**  
**Operador: Jorge Mello Data: 13/11/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX16\_130619 Hora Liga: 12:42 Hora Desliga: 13:15 Alt. Antena: 2,00m**

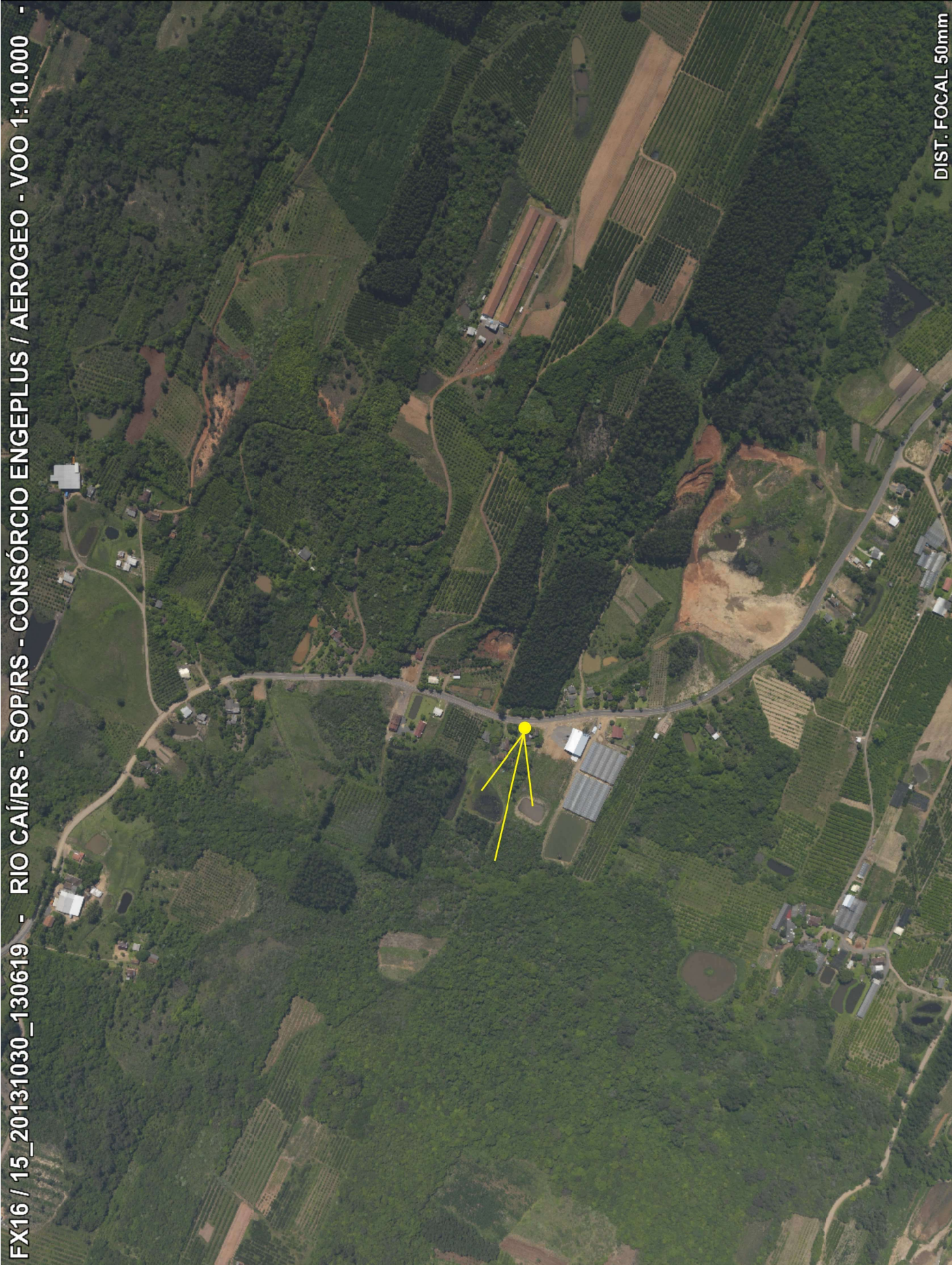


\* Ponto rastreado junto ao vértice de pedra de entrada de garagem, localizada na Estrada para Pareci Novo / saindo pela RS-240 // BR-287 – Pareci Novo - RS

**Coordenadas: N=6.724.604,850m // E= 459.011,985m // Alt. Ortométrica= 16,876m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imituba/SC**



FX16 / 15\_20131030\_130619 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

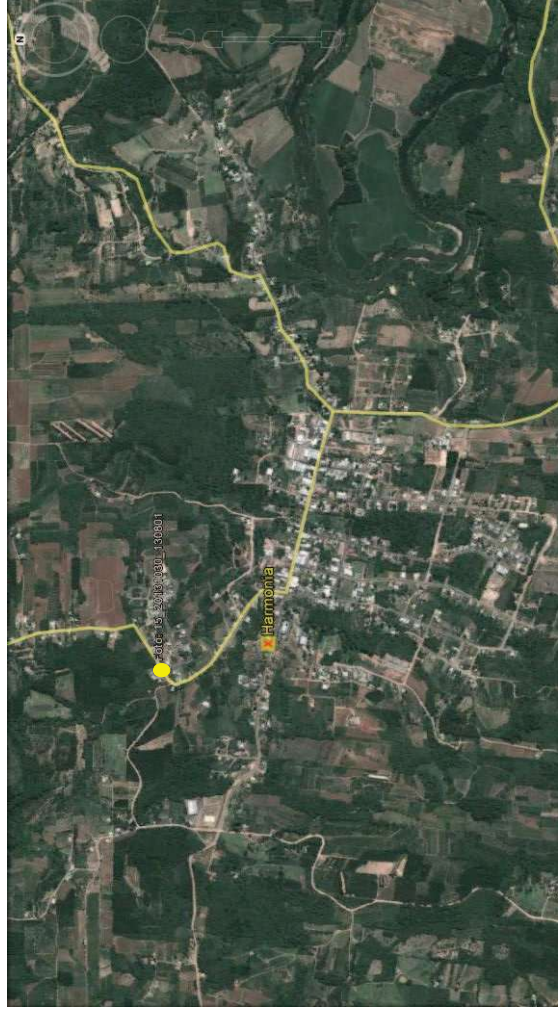


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Norte // Foto: FX16 - 15\_20131030\_130801 // Feição: faixa segurança**  
**Operador: Jorge Mello Data: 13/11/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX16\_130801 Hora Liga: 15:07 Hora Desliga: 15:50 Alt. Antena: 2,00m**

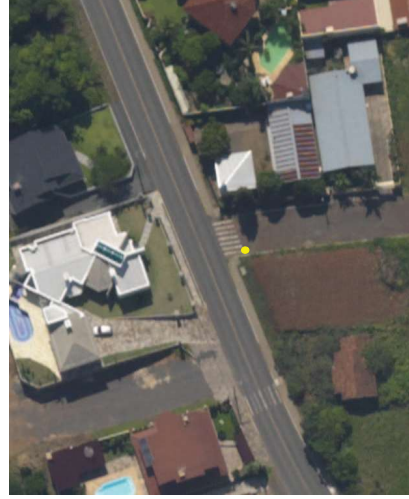


\* Ponto rastreado em um dos vértices da faixa de segurança, localizada na rua do Limoeiro, próximo ao centro de Harmonia - RS

**Coordenadas: N=6.731.613,895m // E= 458.565,219m // Alt. Ortométrica= 77,619m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**



**Detalhe 01**



**Detalhe 02**



FX16 / 15\_20131030\_130801 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

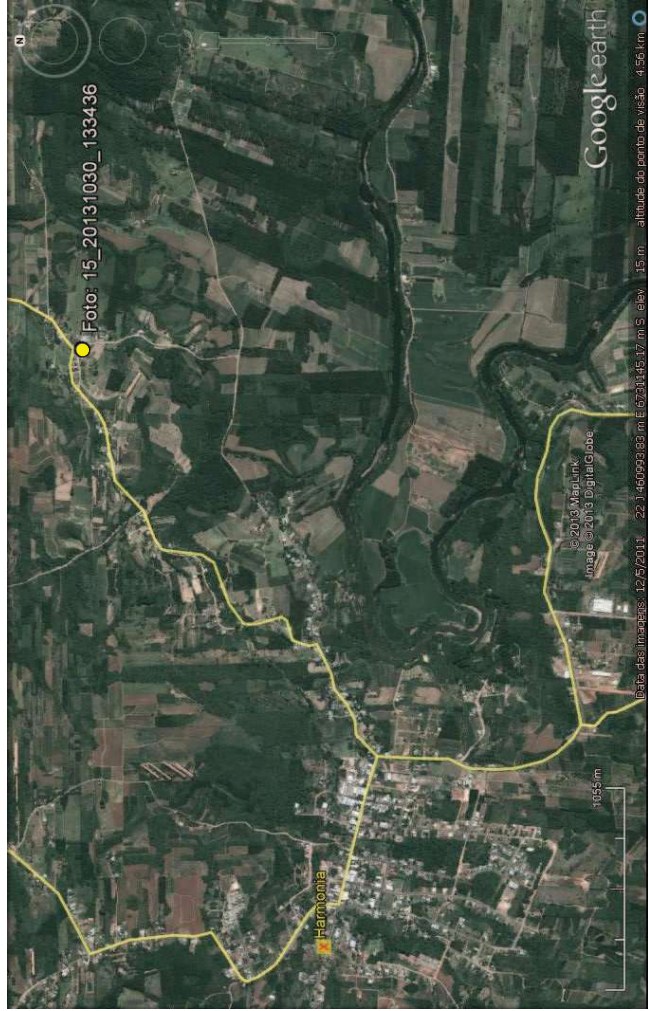


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Norte // Foto: FX19 -15\_20131030\_133436 // Feição: Laje canto passeio**  
**Operador: Jorge Mello Data: 13/11/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX19\_133436 Hora Liga: 16:27 Hora Desliga: 17:10 Alt. Antena: 2,00m**



\* Ponto rastreado em um canto de calçada, em frente à uma Igreja que fica próxima à uma bifurcação, no caminho de quem vai de Harmonia para Bom Princípio – Harmonia - RS

**Coordenadas: N=6.732.436,083m // E= 461.800,426m // Alt. Ortométrica= 16,390m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**



FX19 / 15\_20131030\_133436 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -



DIST. FOCAL 50mm



FX19 / 15\_20131030\_133606 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -



DIST. FOCAL 50mm



FX19 / 15\_20131030\_133747 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

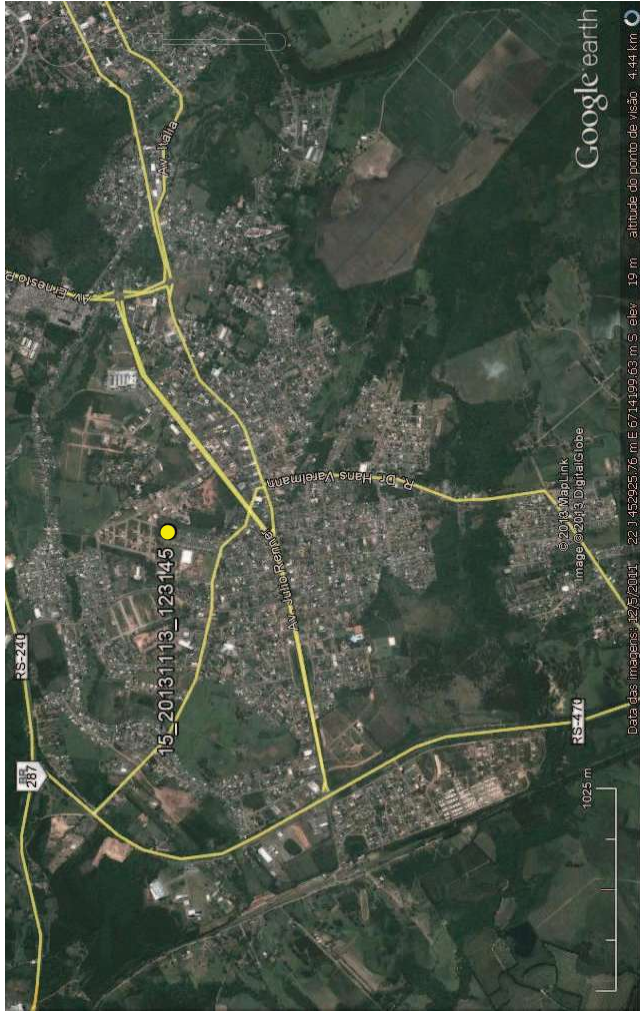


DIST. FOCAL 50mm

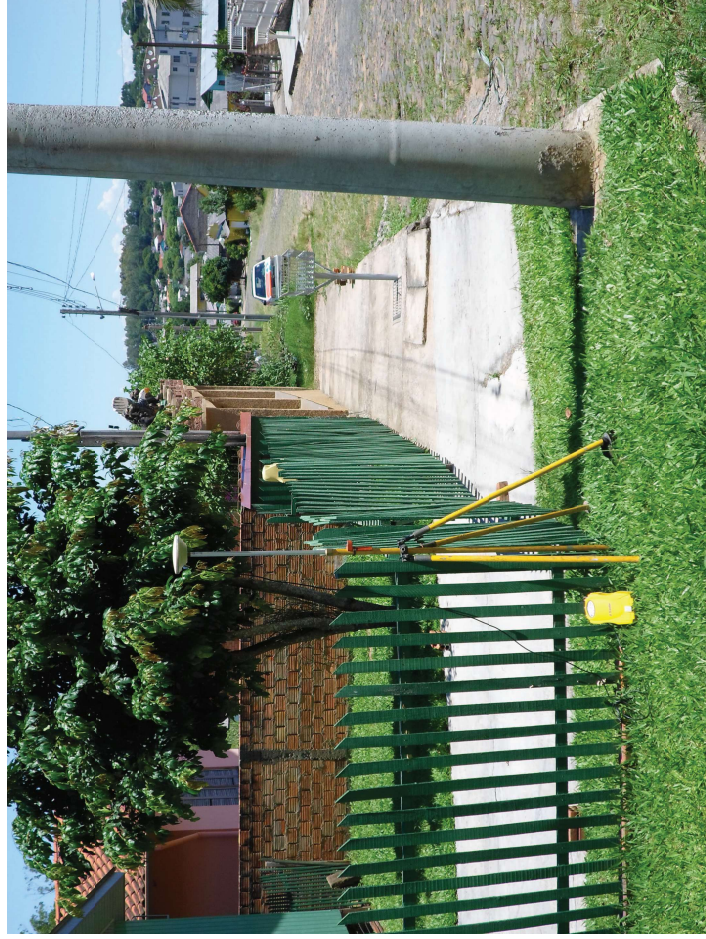
**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Central // Foto: FX07 - 15\_20131113\_123145 // Feição: canto cerca**  
**Operador: Jorge Mello Data: 14/12/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX07\_123145 Hora Liga: 14:08 Hora Desliga: 14:53 Alt. Antena: 1,89m**



\* Ponto rastreado em um canto de cerca, localizada no final da rua Alberto Pasqualini – Montenegro - RS  
**Coordenadas: N=6.714,820,124m // E= 452.789,845m // Alt. Ortométrica= 43,370m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**



FX07 / 15\_20131113\_123145 - RIO CAÍRS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000 -

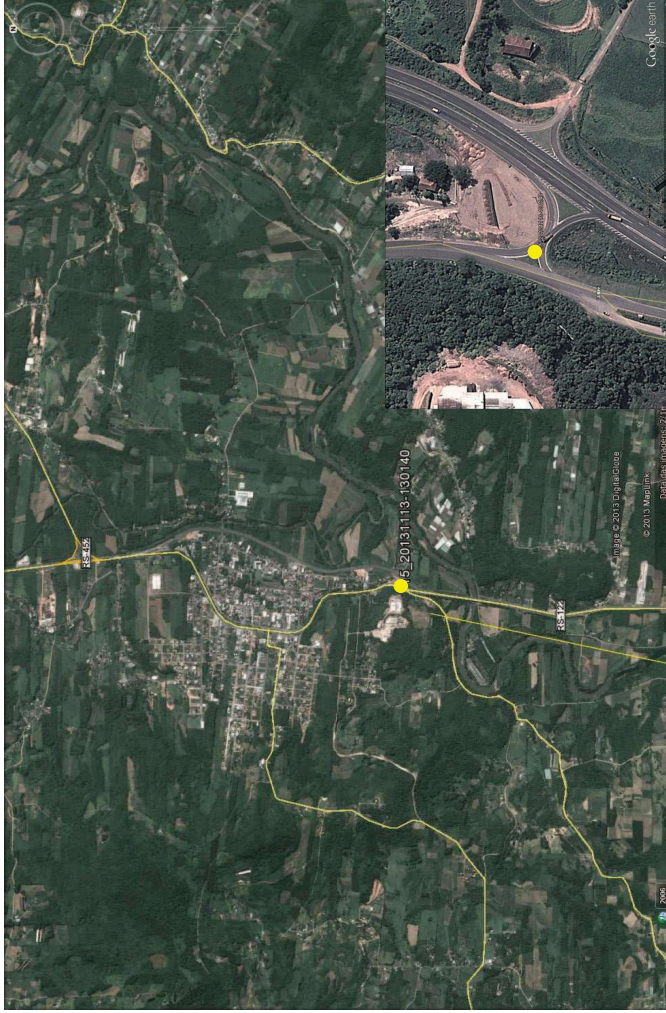


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**

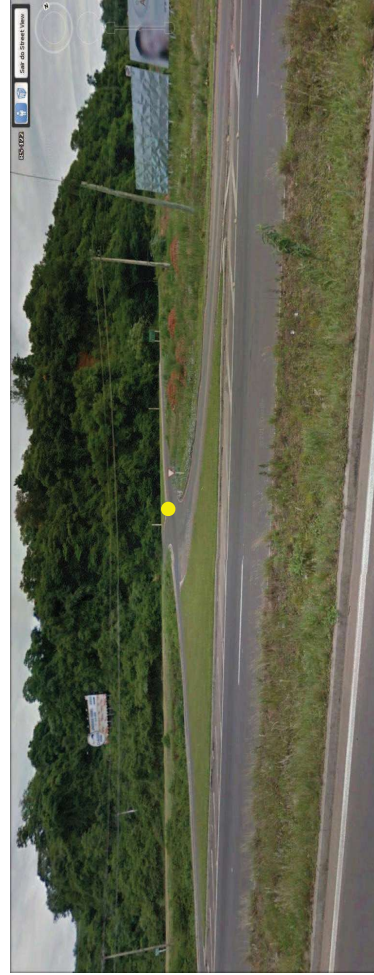


**Apoio GPS Bloco Norte // Foto: FX22 - 15\_20131113\_130140 // Feição: meio-fio de canteiro**  
**Operador: Jorge Mello Data: 14/12/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX22\_130140 Hora Liga: 10:26 Hora Desliga: 11:11 Alt. Antena: 1,77m**



\* Ponto rastreado em vértice do canteiro localizado na primeira rótula após cruzar ponte sobre o Rio Caí, sentido São Sebastião do Caí para Bom Princípio (RS-122) – Bom Princípio - RS

**Coordenadas: N=6.736.436,602m // E= 465.631,388m // Alt. Ortométrica= 26,867m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**



FX22 / 15\_20131113\_130140 - RIO CAÍ/RS - SOP/RS - CONSÓRCIO ENGEPLUS / AEROGEO - VOO 1:10.000

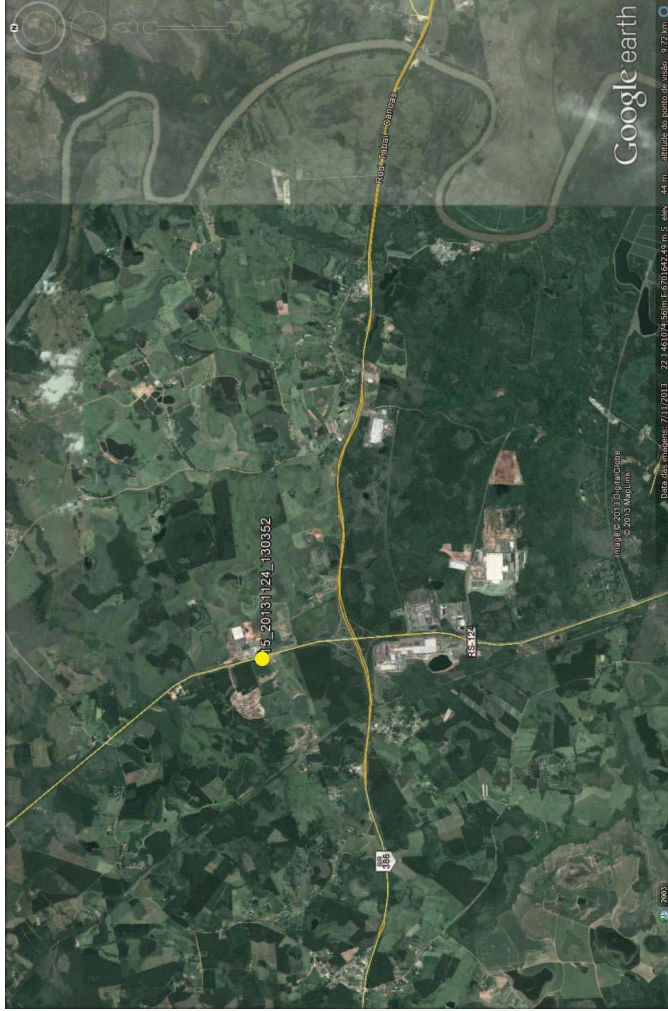


DIST. FOCAL 50mm

**MONOGRAFIA DE PONTO DE APOIO SUPLEMENTAR  
RESTITUIÇÃO RIO CAÍ**



**Apoio GPS Bloco Central // Foto: FX08 - 15\_20131124\_130352 // Feição: vértice do MF do canteiro**  
**Operador: Jorge Mello Data: 14/12/2013 Equipamento: GPS L1/L2 TRIMBLE 5700**  
**Nome Ponto: FX08\_130352 Hora Liga: 15:18 Hora Desliga: 16:05 Alt. Antena: 1,89m**



\* Ponto rastreado em um dos vértice do meio-fio do canteiro de entrada do Posto Polo Sul II, na RS-124 – Montenegro - RS

**Coordenadas: N=6.702.485,798m // E= 459.392,513m // Alt. Ortométrica= 48,325m**  
**Sistema de Projeção UTM – Fuso 22 – Datum Hor.= SIRGAS2000 – Datum Vertical= Imbituba/SC**

