

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA – DEHID
GERENCIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL -
GEHITE**



SACE-CAÍ

ELABORAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO PARA AS CIDADES DE SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ E MONTENEGRO

Elaboração:

Emanuel Duarte Silva

Pesquisador em Geociências – Engenheiro

Hidrólogo – SUREG/PA

Dezembro / 2016



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**DEFINIÇÃO DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DAS CIDADES DE
SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ E MONTENEGRO - RS**

**RELATÓRIO TÉCNICO
PORTO ALEGRE-RS
2016**



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROLOGIA APLICADA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Fernando Coelho Filho

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

DIRETOR-PRESIDENTE

Eduardo Ledsham

DIRETOR DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Stênio Petrovich Pereira

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

Frederico Cláudio Peixinho

SUPERINTENDENTE REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Eduardo Camozzato

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Marcos Alexandre de Freitas

SUPERVISORA DE HIDROLOGIA

Marcia Pedrollo



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	7
3	OBJETIVOS.....	10
4	METODOLOGIA	10
4.1	Base de dados topográficos.....	10
4.2	Determinação de altitudes ortométricas para os zeros das réguas.....	11
4.3	Metodologia para cálculo dos tempos de retorno.....	11
4.4	Processamento do MNT e definição das áreas inundáveis.....	14
5	Produtos gerados	15
6	Considerações finais.....	16
7	Referências.....	17
8	Anexos.....	18
8.1	Relatório do posicionamento por ponto preciso e monografia do marco posto 8717000 (Barca do Cai)	18
8.2	Relatório do posicionamento por ponto preciso e monografia do marco posto 87270000 (Passo Montenegro)	21



1 APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta de forma sintética as atividades executadas durante o planejamento e elaboração dos estudos de definição das manchas de inundação das cidades de Montenegro-RS e São Sebastião do Caí-RS, bem como os resultados obtidos, expondo a metodologia utilizada para a definição das áreas inundáveis das cidades supracitadas associadas a diferentes tempos de ocorrência de cheias através da associação de dos níveis observados nos postos pluviométricos operados pela CPRM/ANA a um sistema de informações geográficas.

2 INTRODUÇÃO

As enchentes são fenômenos que ocorrem quando o volume da água que atinge simultaneamente o leito de um curso d'água é superior à capacidade de transporte de sua calha normal, também chamada de leito menor ou calha principal. Quando essa capacidade de escoamento é superada acontece a inundação das áreas ribeirinhas também denominadas como planícies de inundação ou leito maior do rio.

Uma das formas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para gerenciar ou reduzir o impacto causado pelas inundações é a implantação de sistemas de alerta e previsão de cheias. Esta é considerada uma medida não estrutural que pode ser utilizada em conjunto com outras medidas, tais como, o planejamento do uso do solo, o uso de seguro para desestimular a ocupação de áreas sujeitas a inundação.

Assim, os sistemas de previsão e alerta de cheias propiciam um caminho bem estabelecido para colaborar na redução do risco de perda de vidas e, dotam as comunidades e os serviços de emergência de tempo para se prepararem para a inundação e proteger os bens materiais.

Diante da demanda de diversos setores da sociedade por ferramentas de prevenção e gestão de eventos críticos, da necessidade de aprimoramento do Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Caí, bem como atendendo aos dispositivos legais vigentes foram concebidas manchas de inundação para os dois municípios mais afetados pelas cheias no âmbito do projeto, de modo a munir órgãos competentes, pela gestão de eventos críticos, nas esferas federal, estadual e municipal de mais uma ferramenta para a tomada de decisão, promovendo o bem estar social, seja pela prevenção de riscos a vida humana ou pela minimização das perdas materiais.

Segundo Tucci (2007) os mapas de inundação podem ser de dois tipos: mapas de planejamento e mapas de alertas, retratando áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhidos e informando em pontos de controle (esquinas, ruas, etc.) o nível da régua da estação fluviométrica associada aos eventos de inundação local respectivamente. O mapa de inundação com a finalidade de alerta permite o acompanhamento da evolução da enchente, com base nas observações das réguas, pelos moradores nos diferentes locais da cidade e quando associados a um sistema de previsão de níveis pode ser utilizado pelas autoridades responsáveis como ferramenta para o planejamento de ações que visem a minimização dos danos ocasionados pelo evento. Ainda segundo Tucci (2007) para elaboração desses mapas são necessários os seguintes dados:

- a) nivelamento da régua a um zero absoluto;

b) topografia da cidade no mesmo referencial absoluto da régua linimétrica;

c) estudo de probabilidade de inundações de níveis para uma seção na proximidade da cidade;

d) níveis de enchentes, ou marcas ao longo da cidade que permita a definição da linha de água;

e) seções batimétricas ao longo do rio no perímetro urbano ;

f) cadastramento das obstruções ao escoamento ao longo do trecho urbano;

Quando a declividade da linha de água ao longo da cidade é muito pequena e não existem arroios significativos no perímetro urbano os itens d, e e f são desnecessários, hipótese admitida nesse trabalho para os municípios de São Sebastião do Montenegro, que contam com um perímetro urbano de área reduzida e estando situados na região mais a jusante da bacia, com relevo predominantemente suave e cotas baixas, apresentando inundações de caráter gradual. É importante ressaltar que as seções de réguas utilizadas para esse trabalho se localizam próximas as áreas urbanas, estando a seção de São Sebastião do Caí localizada dentro do perímetro urbano e a de Montenegro a aproximadamente 1500 m do cais do porto no centro do perímetro urbano do município.

3 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

A bacia do rio Caí localiza-se integralmente no Estado do Rio Grande do Sul, na região Hidrográfica do Guaíba e possui uma área de drenagem de 4.938km². A Figura 1 apresenta o mapa de localização da bacia.

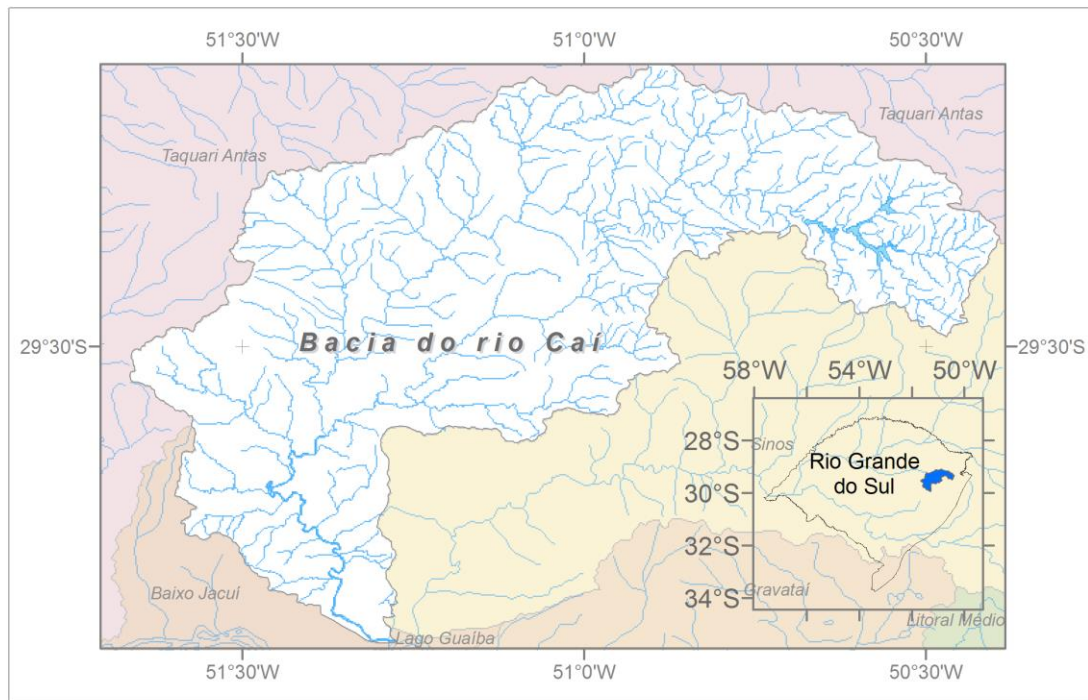


Figura 1: Área de abrangência do projeto

As principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia são: industriais, com destaque para as indústrias coureiro-calçadista, de alimentos e bebidas, metalomecânica e petroquímica, que geram 46% do PIB, as atividades de serviços contribuem com 31% e as atividades agropecuárias representam 23%, com destaque para as culturas de arroz, olerícolas e fruticulturas e os rebanhos bovinos, suínos e aves.

O rio Caí nasce no planalto da Serra Geral no município de São Francisco de Paula, entre as altitudes de 900 e 1000m. Recebe o nome de rio Santa Cruz até a divisa dos municípios de Canela e Gramado, percorre 195 km até desembocar no delta rio do Jacuí, em frente à Ilha Grande dos Marinheiros, nas proximidades do povoado de Morretes. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios do Caracol, Pinto, Pirajá e Cadeia, e pela margem direita são os rios Divisa, Muniz, Macaco, Piaí, Pinhal, Ouro, Mauá e Maratá.

A cheia na Bacia do Rio Caí é um fenômeno natural que faz parte da dinâmica fluvial. São cheias do tipo rápido, ou seja, com duração de alguns dias, que ocorrem em qualquer época do ano. Quando as chuvas persistem por longo período criam-se as condições para a saturação do solo, onde qualquer chuva adicional poderá gerar escoamento superficial que, ao alcançar os canais naturais, extrapolam a sua capacidade de transporte.

As cheias nesta bacia podem ocorrer em qualquer período do ano, entretanto julho foi o mês com maior número de ocorrências.

O sistema de Alerta Hidrológico do rio Caí está completamente implantado, isto é, até a fase de disseminação dos avisos. Como parte deste sistema o monitoramento e transmissão de informações constitui-se de 07 estações, com sensores de chuva e nível, conforme relacionado na tabela 1 e mapa da Figura 2.

Tabela 1 – Estações telemétricas instaladas na bacia do rio Caí

Nome da estação	Tipo	Município	Curso d'água
Capão dos Coxos	PT	São Francisco de Paula	-
Linha Gonzaga	PFDQT	Caxias do Sul	rio Caí
Nova Palmira	PFDQT	Caxias do Sul	rio Caí
São Vendelino	PFDQT	São Vendelino	arroio Forromeco
Barca do Caí	FDQT	São Sebastião do Caí	rio Caí
Costa do Cadeia Montante	PFDQT	São Sebastião do Caí	rio Cadeia
Passo Montenegro	PFrDSQT	Montenegro	rio Caí

O tipo de estação obedece a seguinte codificação: P – pluviométrica; F – fluviométrica; Fr – fluviométrica com registrador de nível; D – com medição de descarga líquida; Q – com determinação de parâmetros de qualidade da água; T – transmissora de dados.

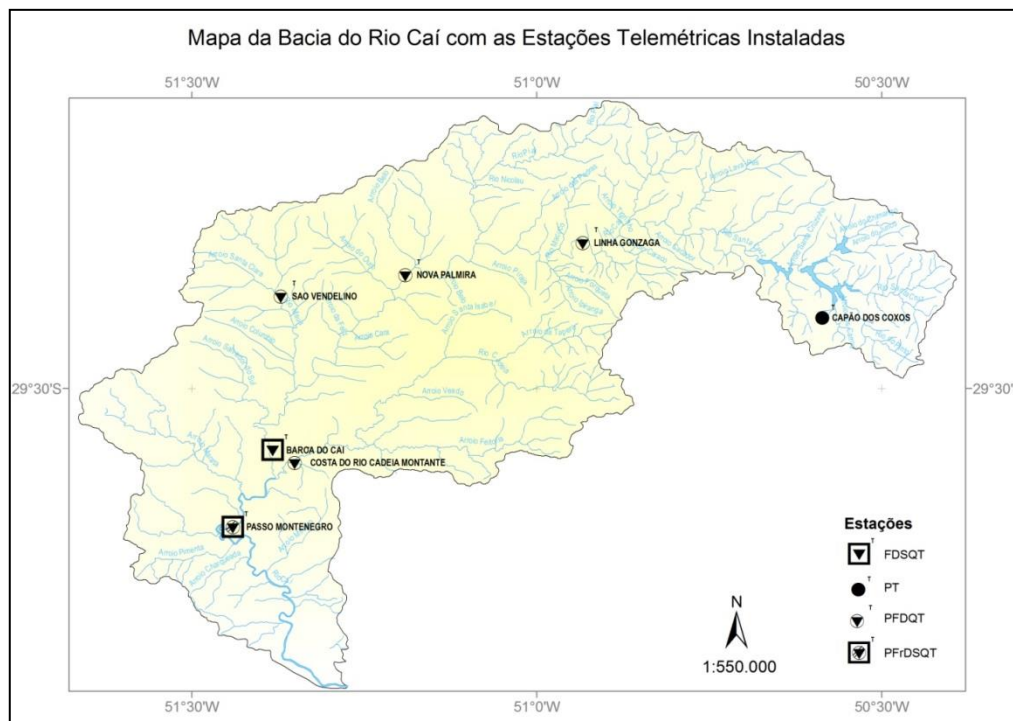


Figura 2 – Mapa da bacia do rio Caí com as estações telemétricas instaladas

Os dados são transmitidos a cada 15 min., através de tecnologia GSM/GPRS/GOES, a um centro de previsão de cheias, onde estão

concentradas as seguintes atividades: recepção e processamento de informações: análise dos dados, previsão de níveis com modelo matemático, e avaliação dos resultados; divulgação e emissão, se necessário, de alerta hidrológico à Defesa Civil.

Foi desenvolvido para a previsão de níveis um modelo composto de redes neurais artificiais, treinadas para as situações representadas pelas séries dos dados históricos disponíveis até a instalação das estações telemétricas, ou seja, os dados das estações convencionais (totais diários de chuvas às 7hs e cotas das 7 e 17hs).

4 OBJETIVOS

O trabalho objetivou elaborar de forma prática e com custo racionalizado, utilizando dados disponíveis de forma gratuita e ambiente SIG, mapas de inundação onde é possível projetar o nível associado à estação fluviométrica local em uma respectiva área do perímetro urbano do município, além de manchas de inundação associadas a diversos tempos de retorno (1, 3, 5, 10, 25, 50 e 100 anos).

5 METODOLOGIA

5.1 Base de dados topográficos

A base de dados cartográficos que deu suporte a este trabalho foi disponibilizada de forma gratuita pela Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional – METROPLAN, elaborada com intuito de atender o Estudo de alternativas para minimização do efeito das cheias do Baixo Rio Caí, uma breve descrição da metodologia utilizada pela METROPLAN, para elaboração do MNT é abordada a seguir.

A base cartográfica e topográfica utilizada para a elaboração do Modelo Numérico do Terreno (MNT) foi a restituição aerofotogramétrica (voo distância focal 50 mm, câmera hasselblad, escalas das ortofotos 1:2000, restituição 1:2000, DATUM vertical: marégrafo de Imbituba-SC) , desenvolvida no estudo, em formato dwg (software AutoCAD) com curvas de níveis espaçadas de metro em metro e pontos cotados, posteriormente convertida em um arquivo raster para manipulação em ambiente SIG.

Para obtenção do MNT foi necessário definir uma conformação da calha do rio Caí a qual foi obtido da seguinte forma:

- Primeiramente foram geradas seções batimétricas, equidistantes 30 m, ao longo do trecho em estudo a partir da interpolação linear das 27 seções batimétricas geradas em campo.

- Extraíram-se pontos das novas seções os agregando a restituição aerofotogramétrica (curvas e pontos) gerando um novo raster utilizando para isso a ferramenta *spatial analyst* da suíte ArcGis.

5.2 Determinação de altitudes ortométricas para os zeros das réguas

Outro ponto relevante para obtenção do produto final foi o nivelamento da régua a um zero absoluto, de modo a compatibilizar os níveis aferidos pelas estações fluviométricas ao mesmo DATUM vertical utilizado para elaboração do MNT, deste modo foram realizadas campanhas para levantamento geodésicos de precisão em São Sebastião do Caí e Montenegro, a metodologia empregada para os levantamentos é proveniente do manual para instalação de estações hidrométricas, elaborado pela ANA, que trás em seu escopo uma adaptação das Normas Técnicas de Georreferenciamento de Imóveis Rurais definidas pelo INCRA (2010).

As coordenadas planimétricas das estações fluviométricas foram determinadas por meio de GPS geodésico (receptor GNSS GTR-G2), sistema de referência SIRGAS2000, com observação mínima de 6 satélites, PDOP inferior a 4, posicionamento relativo estático, taxa de coleta de 15 segundos, tempo de ocupação em função do comprimento da linha de base e precisão superior ou igual a 5mm+1ppm, a determinação das altimetrias ocorreu por transporte de cotas com GPS geodésico a partir de um vértice pertencente a RBMC, em anexo é possível observar os relatórios do processamento por posicionamento por ponto preciso (PPP-IBGE) para as duas estações aferidas.

Devido a obstruções para apontamento da antena GPS no caso de locação sobre as RN's existentes dos postos estudados, foram materializados marcos geodésicos em área com boa exposição, sendo realizado um transporte altimétrico com nível topográfico digital (FOIF-EL303), os novos marcos foram denominados vértices de referência, em anexo se encontra a monografia dos novos vértices.

5.3 Metodologia para cálculo dos tempos de retorno

As análises de frequência têm como objetivo relacionar a magnitude dos eventos de cheias com sua frequência de ocorrência por meio da utilização de distribuições de probabilidades. O conhecimento da magnitude das enchentes que poderiam ocorrer com uma determinada frequência é importante para o planejamento do uso e ocupação do solo.

O tempo de retorno ou tempo de recorrência de uma enchente é o tempo médio, em anos, em que a enchente é igualada ou superada. O tempo

de retorno, Tr (anos), e a probabilidade de excedência, $P(Q \geq q)$, estão relacionados pela seguinte equação:

$$P(Q \geq q) = \frac{1}{Tr(\text{anos})}$$

Os ajustes estatísticos para cotas máximas anuais foram realizados utilizando-se a distribuição estatística de valores extremos de Gumbel e Log-Normal, sendo os valores obtidos na primeira adotados para projeção das manchas, foram utilizadas series de 77 anos para o posto 87270000 (Passo Montenegro) e 69 anos para o posto 87170000 (Barca do Cai), abaixo é possível observar o resumo dos valores de níveis obtidos para os dois postos.

TR	log-NORMAL	GUMBEL	Nível ajustado ao DATUM vertical do MNT
100	1708	1733	1657
50	1629	1632	1556
30	1567	1557	1481
25	1544	1530	1454
20	1516	1497	1421
15	1478	1454	1378
10	1423	1393	1317
5	1317	1284	1208
3	1228	1198	1122
2	1137	1121	1045
1	793	870	794

Tabela 1 – Valores obtidos pelas distribuições para o posto 87170000 (Barca do Cai)

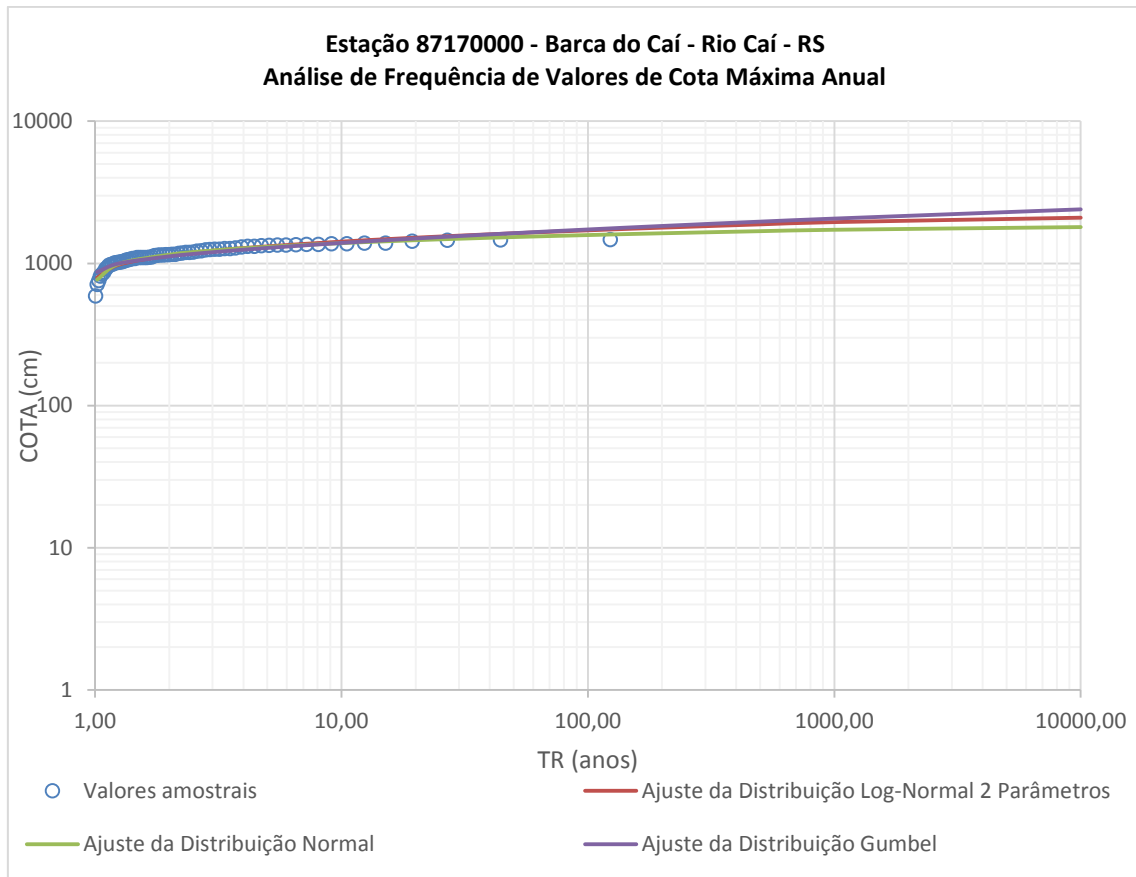


Gráfico 1 – Análise de frequência de valores de cota máxima anual posto 87170000 (Barca do Caí)

TR	log-NORMAL	GUMBEL	Nível ajustado ao DATUM vertical do MNT
100	1040	1078	993
50	993	1019	934
30	957	975	890
25	944	960	875
20	927	940	855
15	905	915	830
10	873	879	794
5	810	816	731
3	758	766	681
2	704	720	635
1	498	573	488

Tabela 2 – Valores obtidos pelas distribuições para o posto 87270000 (Passo Montenegro)

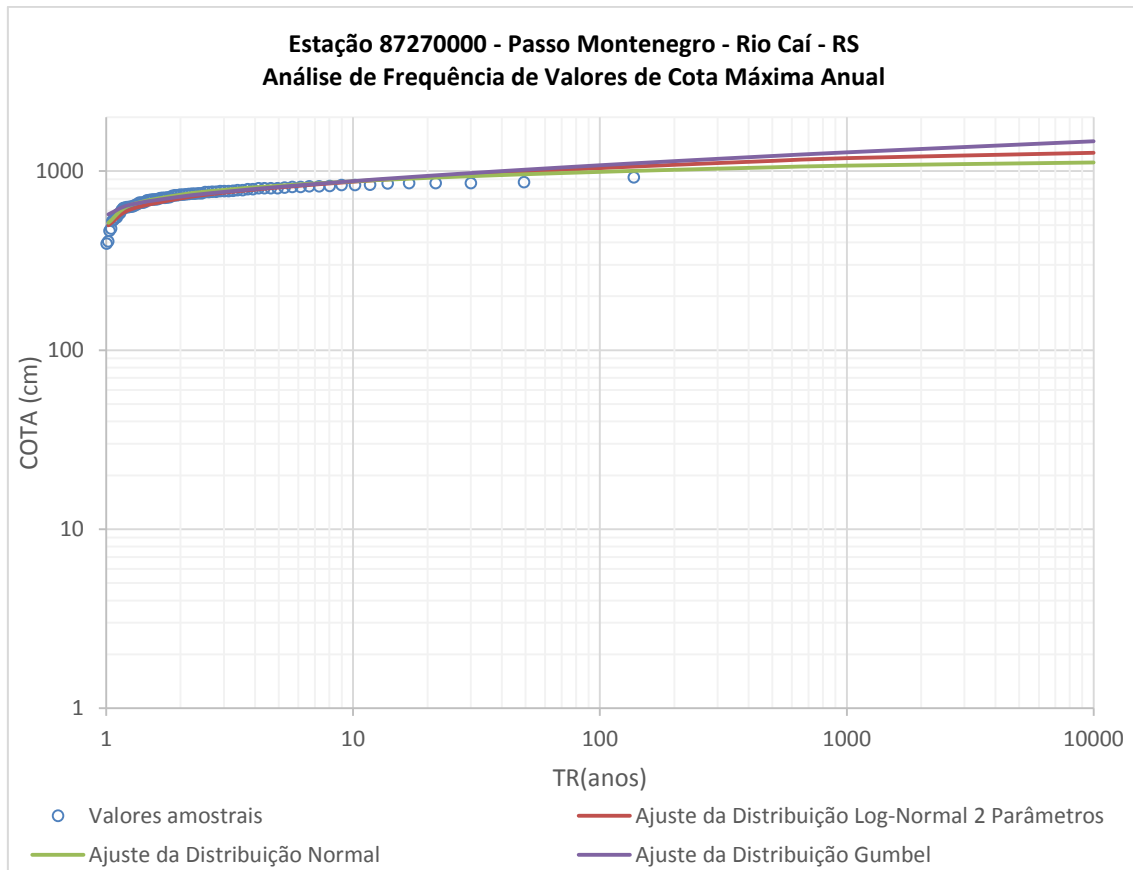


Gráfico 2 – Análise de frequência de valores de cota máxima anual posto 87270000 (Passo Montenegro)

5.4 Processamento do MNT e definição das áreas inundáveis

Partindo-se das considerações iniciais apresentadas na introdução desse relatório e tendo como base o produto desenvolvido pela METROPLAN, que possui curvas de nível de 1 metro em 1 metro as áreas de inundação foram obtidas realizando-se o mapeamento através de softwares GIS de planos de corte no relevo com cotas predefinidas vinculadas aos postos fluviométricos de São Sebastião do Caí (87170000) e Montenegro (87270000).

Os shapefiles contendo as áreas inundáveis para as respectivas cotas vinculadas foram gerados através do fatiamento do raster com o objetivo de se obter as áreas compreendidas entre os intervalos de cotas estudados, utilizando as ferramentas da extensão "Spatial Analyst Tools", para tanto se utilizou a ferramenta Map Algebra que cria e executa uma única expressão algébrica usando a sintaxe do Python em uma interface de calculadora para realização de operações algébricas com os dados contidos em um Raster, com o intuito de separar em intervalos pré-especificados esses dados para posterior reclassificação, o produto obtido nessa etapa do processamento nos permitiu utilizar a ferramenta Reclassify para separar as células compreendidas em uma altitude pré-estabelecida das demais, isso é possível, pois durante a

reclassificação as células com valores 0, obtidas pelo processamento algébrico podem ser descartadas, por fim o raster obtido após a reclassificação é convertido em polígono (vetor) para publicação on-line.

Durante o processo de obtenção de cada área inundável associada à cota do posto fluviométrico foram descartadas pequenas regiões que apresentavam nível topográfico compatível com a do posto fluviométrico, mas não apresentavam continuidade com a mancha proveniente do rio, pois estavam isoladas topograficamente, nesse caso deve-se considerar que a área está sujeita acúmulo da água da chuva, mas não necessariamente será inundada pelo extravasamento do corpo hídrico, necessitando para isso de um canal comunicador o que não foi observado nessas situações.

6 Produtos gerados

Os produtos resultantes do processamento consistem em polígonos em formato shapefiles, possuem intervalos de nível de 0,5m abrangendo toda a amplitude de cotas dos postos fluviométricos estudados, representando de forma plana as áreas inundáveis associadas a cada nível, bem como as áreas inundáveis associadas os níveis obtidos na análise dos tempos de retorno para os períodos de 1, 3, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, as projeções podem ser visualizadas por qualquer pessoa na plataforma web SACE, hospedada no site da CPRM.

7 Considerações finais

As manchas de inundação obtidas nesse trabalho se configuram como importante ferramenta de gestão pública quando associadas ao sistema de previsão de níveis do rio Caí, operado pela CPRM, possibilitando a identificação das áreas a serem atingidas, no perímetro urbano desses municípios, com 10 horas de antecedência, informação que pode ser utilizada para a remoção antecipada de pessoas e bens das áreas inundáveis, bem como amparar as ações da defesa civil, prefeituras e demais entidades responsáveis pelo gerenciamento de eventos críticos.

É importante destacar as limitações para sua utilização, o trabalho elaborado prevê a projeção de cheias provocadas exclusivamente pelos níveis do Rio Caí, mananciais internos a área podem extravasar se as suas seções estiverem obstruídas ou forem insuficientes para escoar grandes vazões geradas em suas microbacias. Estas possíveis manchas de inundação não estão apresentadas nessas projeções. As manchas de inundação podem se estender por áreas maiores do que as representadas nesse estudo, uma vez que estão limitadas pela faixa amostrada para elaboração do MNT, bem como podem ocorrer variações nas áreas representadas devido à limitação da escala utilizada no trabalho e imperfeições do terreno não representadas pelo modelo numérico do terreno.

8 Referências

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Manual do Usuário – Aplicativo Online IBGE-PPP. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/manual_ppp.pdf>.

Acesso em: 24 dez. 2015.

Tucci, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2ª Ed., Porto Alegre. Rio Grande do Sul (RS). Editora Universidade. 2000. 943p.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. Hidrologia estatística. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 561p

Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional – METROPLAN. Estudos de alternativas para minimização do efeito das cheias do trecho baixo do rio caí/RS. Porto Alegre, 2005, 214 p.

9 Anexos

9.1 Relatório do posicionamento por ponto preciso e monografia do marco posto 8717000 (Barca do Cai)



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

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/24 12:41:00,00
Fim: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/24 16:45:00,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NOV702GG NONE
Órbitas dos satélites:¹	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	15,00
Sigma² da pseudodistância(m):	2,000
Sigma da portadora(m):	0,015
Altura da Antena³(m):	1,322
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	2,19 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,27 GPS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada)⁴	-29° 35' 24,2910"	-51° 23' 00,1682"	14,50	6726574.264	462872.719	-51
Na data do levantamento⁵	-29° 35' 24,2849"	-51° 23' 00,1691"	14,50	6726574.452	462872.695	-51
Sigma(95%)⁶ (m)	0,005	0,015	0,031			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	5,00					
Altitude Ortométrica (m)	9,50					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

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

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

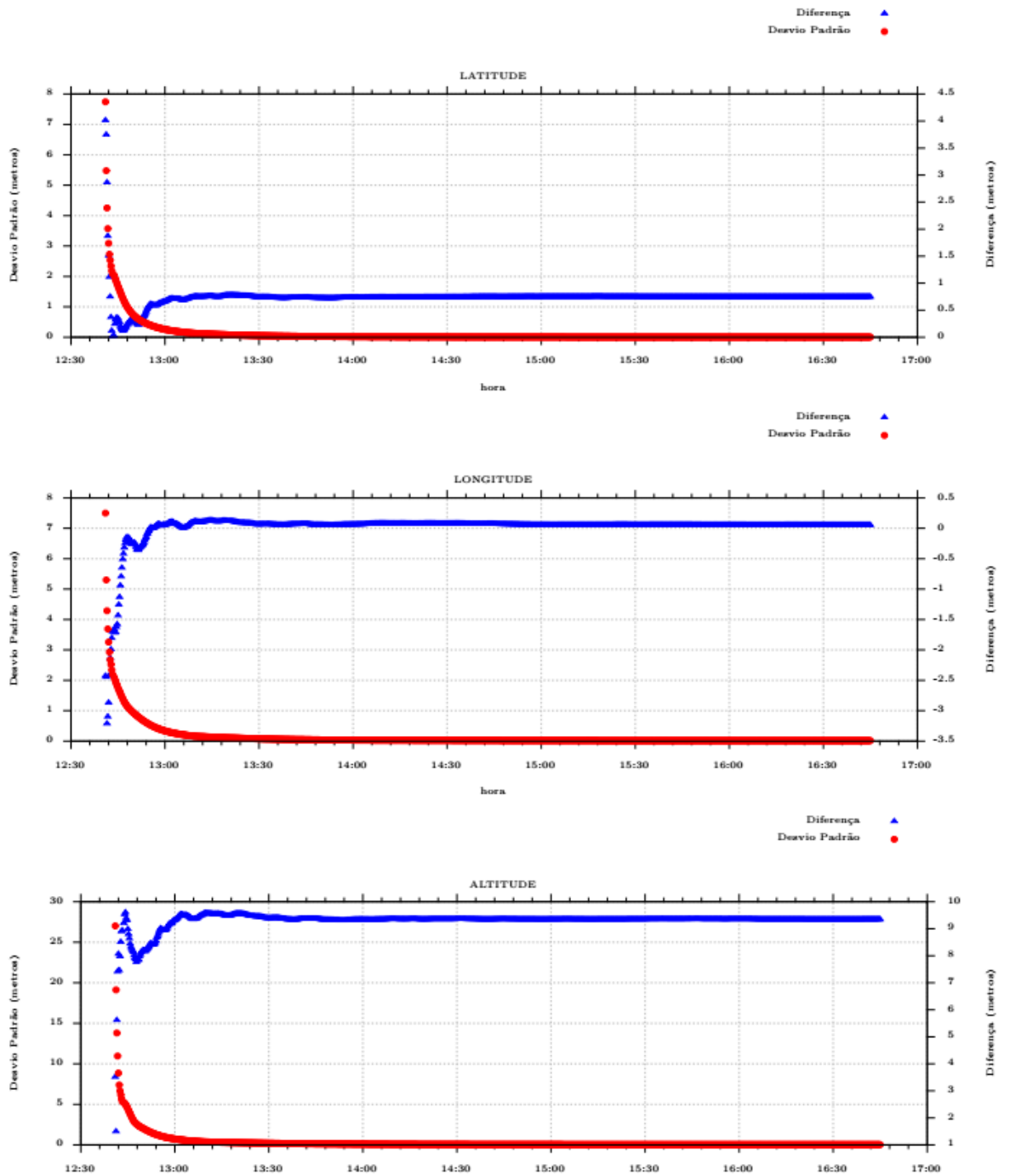
⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

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

Processamento autorizado para uso do IBGE.



Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
00303280.150



MONOGRAFIA DO MARCO**Marco:** PA001 **Estação:** 87170000 - Barca do Caí **Data da Ocupação:** 24/11/2015**Localização Cartográfica:** MC 51° - Fuso 22 - Município de São Sebastião do Caí - RS**Coordenadas Geodésicas - SIRGAS 2000** $\phi =$ 29° 35' 24,2910" S $\lambda =$ 51° 23' 00,1682" W**Coordenadas UTM - SIRGAS 2000**

N= 6726574,264 m

E= 462872,719 m

helip = 14,500 m Ondulação Geoidal = 5,00 m horto = 9,500 m

Transporte de Cota**RN de Referência:** RN 10402

horto = 9,646 m

CROQUI**FOTO****Materialização/Itinerário**

Marco de concreto piramidal 8 x 12 x 60 cm, com chapa metálica numerada, localizado na Estação Barca do Caí - 87170000, em São Sebastião do Caí - RS. Localiza-se na zona urbana perto de uma bomba de captação da CORSAN. Seguindo pela Rua Tiradentes, em direção ao Rio Caí, a direita, ao final da rua encontra-se o marco materializado.

Responsável Técnico

EMANUEL DUARTE SILVA

Pesquisador em Geociências

GIANA GRUPIONI REZENDE

Analista em Geociências

LUCIANO TRASEL

Técnico em Geociências

9.2 Relatório do posicionamento por ponto preciso e monografia do marco posto 87270000 (Passo Montenegro)



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

Sumário do Processamento do marco: N/A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/26 15:53:30,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2015/11/26 19:57:15,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	NOV702GG NONE
Órbitas dos satélites: ¹	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	15,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	2,000
Sigma da portadora(m):	0,015
Altura da Antena ³ (m):	1,310
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,25 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,97 GPS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada) ⁴	-29° 42' 04,0154"	-51° 26' 28,7150"	12,57	6714251.272	457309.516	-51
Na data do levantamento ⁵	-29° 42' 04,0093"	-51° 26' 28,7159"	12,57	6714251.460	457309.491	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,004	0,011	0,026			
Modelo Geoidal	MAPGEO2015					
Ondulação Geoidal (m)	5,03					
Altitude Ortométrica (m)	7,54					

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

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

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

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

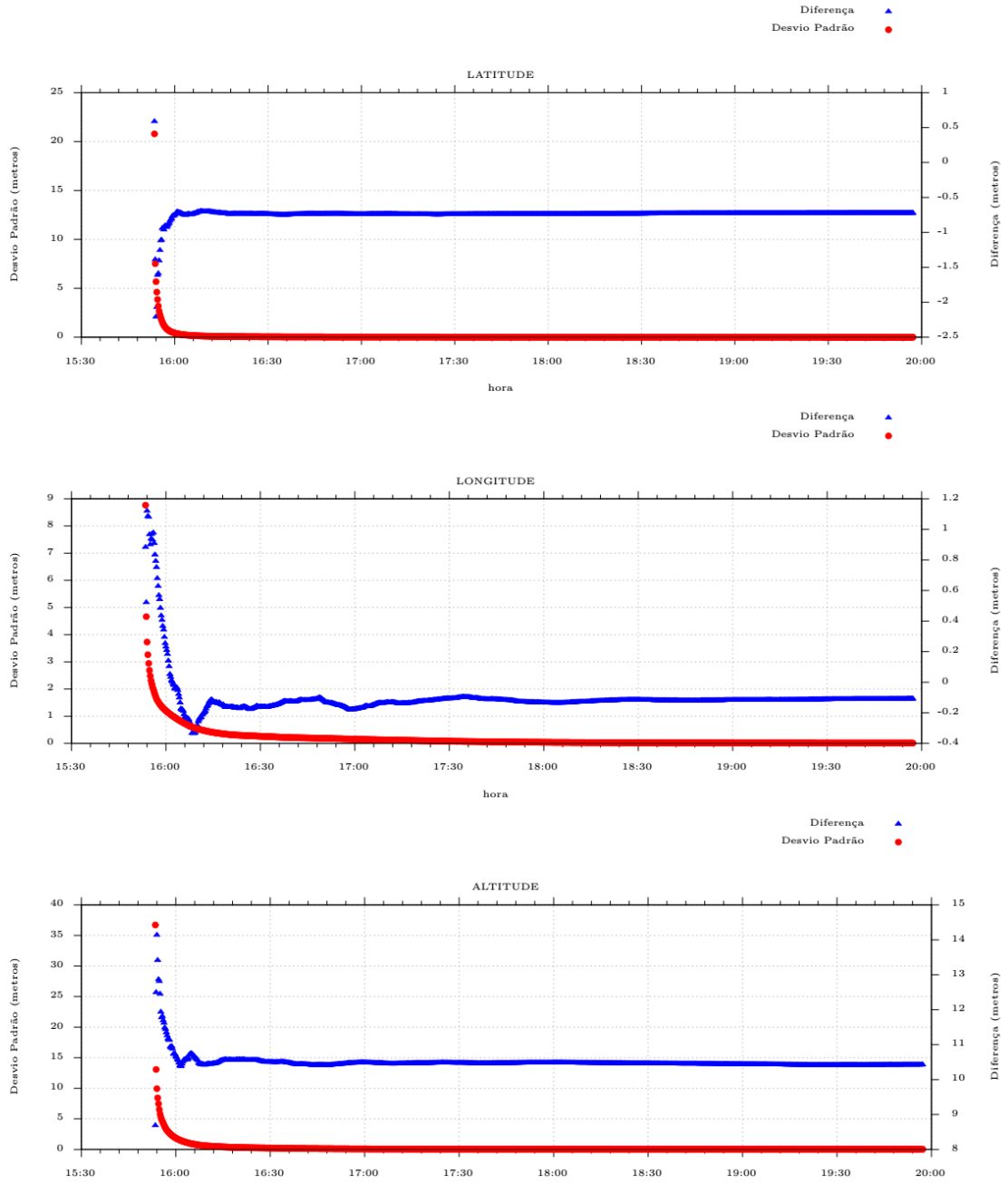
⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

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



Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
00303300.150



		Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral		Ministério de Minas e Energia		GOVERNO FEDERAL 	
MONOGRAFIA DO MARCO							
Marco: PA002		Estação: 87270000 - Passo Montenegro		Data da Ocupação: 26/11/2015			
Localização Cartográfica: MC 51° - Fuso - Montenegro - RS							
Coordenadas Geodésicas - SIRGAS 2000				Coordenadas UTM - SIRGAS 2000			
$\phi =$	29 °42' 04,0154" S			N=	6714251,272 m		
$\lambda =$	51 °26' 28,7150" W			E=	457309,516 m		
h _{elip} =	12,570 m		Ondulação Geoidal =	5,030 m		h _{orto} =	7,540 m
Transporte de Cota							
RN de		RN 8133		h _{orto} =		7,284 m	
		RN 8755		h _{orto} =		7,906 m	
CROQUI				FOTO			
Materialização/Itinerário							
Marco de concreto piramidal 8 x 12 x 60 cm, com chapa metálica numerada, localizado na Estação Passo Montenegro - 87270000, na zona rural de Montenegro - RS. Partindo de Montenegro, seguindo pela RS 240, percorra por aproximadamente por 2,5 km até chegar numa estrada não pavimentada, por onde vai percorrer ainda aproximadamente por 6 km. O marco encontra-se na propriedade depois da porteira a esquerda, próximo a cerca.							
Responsável Técnico							
EMANUEL DUARTE SILVA Pesquisador em Geociência GIANA GRUPIONI REZENDE Analista em Geociências RICARDO DUARTE DE OLIVEIRA Analista em Geociências							