

Determinação de novas Altitudes para dois dos Pontos culminantes do Estado de Santa Catarina

Angelo Martins Fraga ^{1,3}
Rovane Marcos de França ¹
Júlio Domingues Cechin ²

^{1,2} IFSC, Curso Técnico de Agrimensura
Departamento Acadêmico de Construção Civil
CEP 88020-300 Florianópolis SC
angelofraga@ifsc.edu.br
rovane@ifsc.edu.br
julio.domingues@hotmail.com

³ UFSC – Programa de Pós-Graduação em Geografia
CEP 88040-970 Florianópolis SC

Resumo: Objetivou-se materializar os pontos e determinar as altitudes de dois entre os três cumes mais elevados do estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, utilizando-se da melhor precisão possível através das atuais tecnologias de sistemas de posicionamento global por satélites. As atuais medições aceitas indicam como os pontos culminantes do Estado o Morro da Boa Vista, o Morro da Igreja e o Morro Bela Vista do Guizoni, respectivamente. Determinaram-se neste estudo, novas medições para dois destes pontos, tendo o Morro da Boa Vista a altitude de 1823,59 m e o Morro Bela Vista do Guizoni altitude de 1804,19 m. Em ambos, os resultados obtidos demonstraram que as altitudes determinadas diferiram das anteriores.

Palavras Chaves: altitude, GNSS, Geografia, Geodésia

Abstract: This ongoing project aimed to materialize the points and determine the altitudes of two of the three highest peaks in the state of Santa Catarina, southern Brazil, using the best possible precision through current technology of global navigation satellites system. The current accepted measurements indicate as the highest points of the State the Morro da Boa Vista, Morro da Igreja and Morro Bela Vista do Guizoni, respectively. In this study, it was determined new measurements of these two points, the Morro da Boa Vista with a elevation of 1823.59 m and the Morro Bela Vista do Guizoni with 1804.19 m of elevation. In both cases, the results demonstrated that the new elevations differed from earlier measurements.

Keywords: Elevation, GNSS, Geography, Geodesy

1 Introdução

A região da Serra Geral Catarinense, entre o Campo dos Padres e o Morro da Igreja, possui os maiores gradientes altimétricos do estado de Santa Catarina (Peluso Jr., 1986). São locais com uma paisagem excepcional, com grande potencial para o turismo de aventura e montanhismo. O Campo dos Padres, ‘é um local de extrema beleza paisagística e importância ecológica. As paisagens visualizadas a partir das trilhas existentes na área demonstram que o local ainda não foi alterado de forma significativa pelo homem (...) se destacam importantes remanescentes de Floresta de Araucária, evidenciando a importância ecológica do local (Fraga, 2002).

São poucos os registros históricos de determinações altimétricas para a região da Serra Geral Catarinense. O Anuário Estatístico do IBGE do ano de 1936 (IBGE, 1936) é o primeiro do Órgão que conta com o quadro de Pontos Mais Altos do Brasil. Neste, o único ponto relatado para o estado de Santa Catarina era o Pico do Taió, localizado na Serra do Espigão, com altitude de 1500 m. Tal situação perdurou até os anuários de 1941-45, onde o quadro deixou de ser apresentado. Por reconhecimento e medições com barômetro aneróide na região em 1942 Peluso Jr. relatou ‘A elevação que mais avulta na Serra Geral é o Morro da Igreja. Ao Norte, defronta-se com o Campo dos Padres, ao qual se alia para construir a secção de maior altitude do estado de Santa Catarina’. Segue a descrição figurando que o ‘Morro da Igreja é uma antiga chapada de 1860 metros de altitude (medida com anoróide), em forma de ferradura terminada por taludes ao sul’ (Peluso Jr., 1991); podendo ser considerada a primeira medição de ponto culminante do Estado.

Na década de 1940, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) iniciou a implantação da rede de Vértices de Triangulações Geodésicas (IBGE, 2012c), que serviriam como base para os serviços de apoio de campo, visando à elaboração das restituições aerofotogramétricas para as cartas topográficas do Mapeamento Sistemático do Brasil, as quais possuem a escala 1:50.000 para aquela região. Destes levantamentos, resultou que o Morro da Igreja não é a elevação mais alta da Serra Geral, pois possui 1822 m de altitude (IBGE, 1976b), enquanto o morro sem denominação, localizado na Serra da Anta Gorda, conhecido localmente como Morro da Boa Vista, possui altitude de 1827 m (IBGE, 1976a). O levantamento do Vértice de Triangulação 70 (IBGE, 1947) fez constar em alguns atlas, anuários e mapas escolares (GAPLAN, 1986; CIASC, 2012, Santa Catarina, 1997) o Morro Bela Vista do Guizoni, que está localizado a três quilômetros ao norte do morro da Boa Vista, como sendo o 2º ponto mais alto do Estado, com 1823,49 metros, medição feita através de nivelamento trigonométrico. Nos anuários e mapas digitais do IBGE (IBGE, 2010 e IBGE, 2012a), a partir do ano de 2000, o morro Bela Vista do Guizoni consta como o terceiro ponto mais alto do Estado, com altitude de 1810 m, abaixo apenas do Morro da Boa Vista (1827 m) e Morro da Igreja (1822 m), ratificando as altitudes das cartas topográficas.

Como até o momento não houve novas medições dos pontos culminantes, apontamos que as altitudes destes três pontos explicitados anteriormente foram determinadas através de restituição aerofotogramétrica na escala 1:50.000 onde, o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) altimétrica para cartas classe A, é a metade do valor da equidistância das curvas de nível, sendo que a precisão é um terço da equidistância conforme decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 (BRASIL, 1984). Este mesmo decreto especifica que 90% dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica (altimétrico) estabelecido. Ou seja, espera-se encontrar um erro absoluto nestas determinações de até ± 10 metros, o que pode inverter completamente a hierarquia entre o primeiro e terceiro morro mais alto. Esta incerteza é quase lendária na região e tão notória no Estado que se encontra estampada inclusive na wikipédia, a encyclopédia livre da internet, da seguinte forma: ‘O Morro da Boa Vista (...) foi objeto de levantamentos geodésicos (...) pelo CEFET- Florianópolis (...). Espera-se a medição final depois de décadas de desconhecimento e incertezas da geografia sul-brasileira.’ (Wikipédia, 2012)

As limitações tecnológicas responsáveis por esta imprecisão, hoje já estão suscitadas pelos sistemas globais de navegação por satélite; o GNSS, que é o acrônimo de *Global Navigation Satellite Systems*, que engloba todos os sistemas de posicionamento por satélite. Novas altitudes têm sido encontradas em outras montanhas, graças a esta tecnologia, conforme medição dos pontos culminantes do Brasil (IBGE, 1994), do Monte Everest, localizado na fronteira entre a China e o Nepal (Discovery, 2011), do Kilimanjaro, localizado na Tansânia, junto à fronteira do Quênia (Saburi, Angelakis e Jackson, 1999), ou até mesmo tem ajudado a confirmar antigas altitudes como no Monte Cervino, localizado na fronteira da Suíça com a Itália (Poretti, 1999).

O objetivo desse estudo foi o de desenvolver e caracterizar as medições de campo e pós-processamento das altitudes dos pontos culminantes do Morro da Boa Vista, do Morro Bela Vista do Guizoni e do VT-70. Buscou-se, também, determinar as novas altitudes para estes pontos visando a sua homologação pela Diretoria de Geodésia do IBGE, para efetivamente tornar público e oficiais as novas medições.

2 Materiais e Métodos

2.1 Localização e caracterização das áreas

O Morro da Boa Vista, situa-se na Serra Geral catarinense, regionalmente conhecida como Serra da Anta Gorda, entre os municípios de Urubici e Bom Retiro, a uma altitude de 1827 m, na Latitude 28° 07' 28" Sul e Longitude 49° 28' 28" Oeste. O Morro Bela Vista do Guizoni localiza-se no município de Bom Retiro, a uma altitude de 1810 m e na Latitude 27° 53' 02" Sul e Longitude 49° 18' 36" (IBGE, 2010), distando três quilômetros em linha reta em relação ao primeiro, em direção Norte (figura 1). Ambos estão localizados na região conhecida como Campo dos Padres.

Esta é uma região de especial interesse eco-ambiental e hidrológico, pois ali se encontram as nascentes do Rio Canoas que formará juntamente com o Rio Pelotas o Rio Uruguai. Com altos índices pluviométricos, a região está repleta de rios e cachoeiras que contribuem de forma significativa para a recarga do Aquífero Guarani, devido ao afloramento do arenito Botucatu (Santa Catarina, 2012).

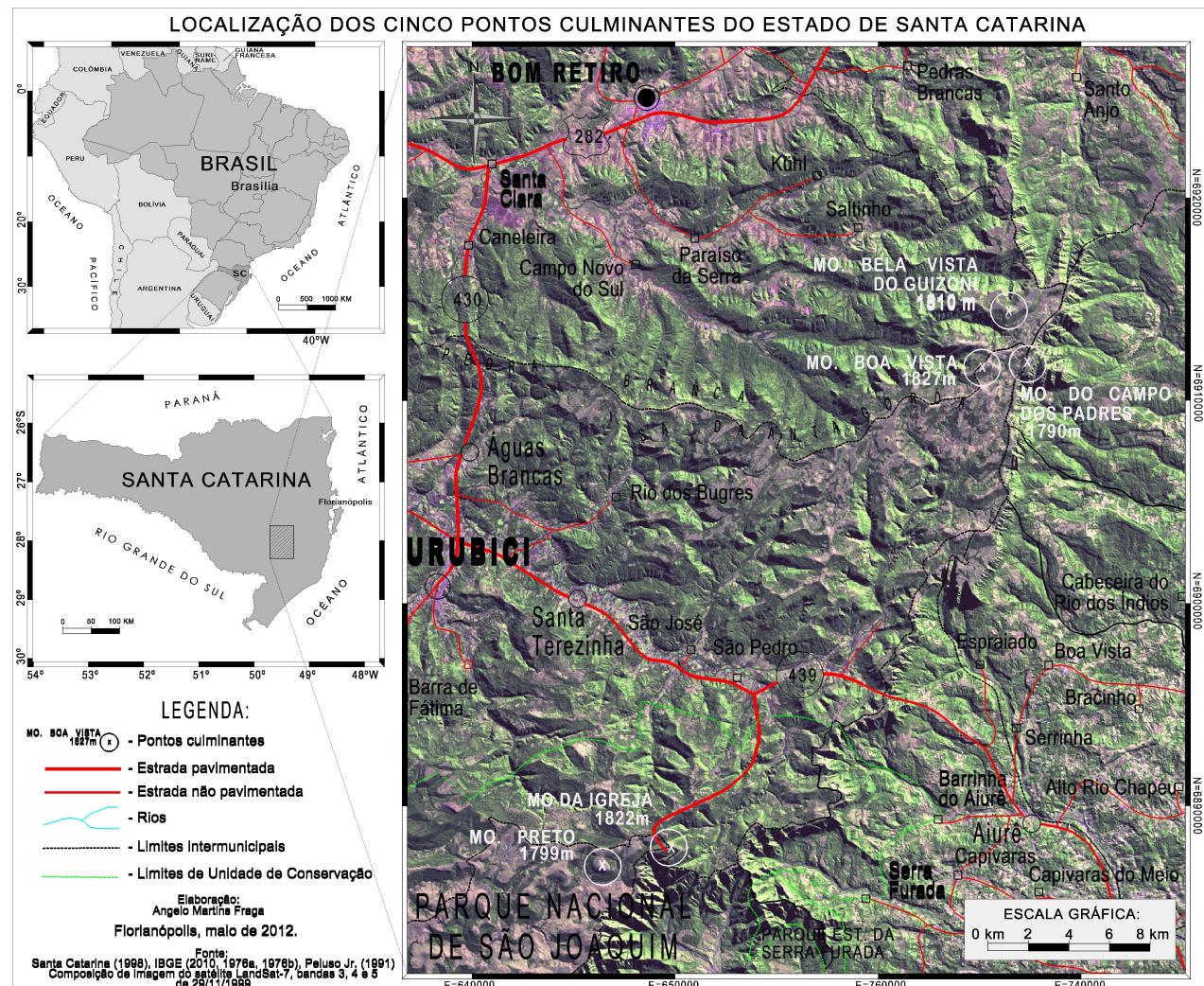


Figura 1 : Mapa de localização dos cinco pontos culminantes de Santa Catarina.

A importância ecológica da Região vai além da questão da água na manutenção dos ecossistemas existentes. Considerado um ecótono, o local é a transição de diversos ecossistemas da Mata Atlântica como as florestas de encosta nos vales e escarpas da Serra Geral, os Campos de altitude nas chapadas, as Matas Nebulares e a Floresta Ombrófila Mista caracteristicamente representada pelo pinheiro *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) (APREMAVI, 2006). De acordo com a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, esta região é considerada de importância e prioridade máxima para à conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira (MMA, 2006). Desde 2006, tramita a proposta de criação do Parque Nacional do Campo dos Padres, com área prevista de 56 mil hectares.

Os acessos aos morros se iniciam a partir dos municípios de Bom Retiro, Urubici e Anitápolis, porém, em todos os casos, a viagem compreende uma grande caminhada por trilhas, pela total ausência de estradas. A chegada aos locais ocorreu pela rota escolhida pela equipe, que levou em conta a redução ao máximo da distância necessária por trilhas (14 km por percurso), incluindo-se a utilização de carros tipo fora de estrada (*off-road*), com tração nas 4 rodas. A partir de Florianópolis, segue-se pelas BR-282, SC-430 e SC-439 com um total de 275 km, até a comunidade de Rios dos Bugres, no município de Urubici. De lá, segue-se por estrada carroçável, possível apenas para veículos *off-road*, por 25 km, até chegar a Fazenda de Jair Phillippe, a 1400 m. de altitude. Adiante, por 9 km, segue-se somente a pé por trilhas, em meio a Campos de Altitude, até a base do Morro da Boa Vista. Em situação semelhante, por mais 5 km, chega-se a Morro Bela Vista do Guizoni.

2.2 Execução dos trabalhos de campo

O planejamento para a execução dos trabalhos de campo levou em consideração: i) a caminhada de 14 km necessária entre o ponto máximo de acesso aos veículos e o Morro Bela Vista do Guizoni; ii) o tempo obrigatório de rastreio dos sinais GNSS para a homologação do marco pelo IBGE. A execução dos trabalhos foi realizada entre os dias 13 e 15 de novembro de 2010, por duas equipes independentes com quatro integrantes cada, intercomunicadas com rádios.

2.2.1 Identificação e materialização de marcos nos pontos culminantes

Para a identificação do ponto culminante do Morro da Boa Vista, que possui característica de chapada, utilizou-se a técnica de nivelamento geométrico (ABNT, 1994). De posse de um nível óptico automático, marca Leica, modelo NA24 com precisão de 2,5 mm/km, instalado sobre tripé de alumínio, mais uma mira graduada e nível de cantoneira, fez-se várias visadas no entorno de todo o cume até ser identificado o ponto culminante, partindo assim para a materialização do marco geodésico no ponto identificado. Visando a homologação da nova altitude pelo IBGE, seguiram-se todas as orientações desse Instituto para materialização de marcos geodésico, a saber: i) materializar em solo firme e estável; ii) com chapa identificadora incrustada no seu topo; iii) com área ao redor da estação livre de obstruções que possam interferir na captação dos sinais dos satélites; e iv) sinais que contenham a indicação do órgão responsável pela sua implantação, seguida da advertência "Protegido por Lei" (IBGE, 2007).

Nos topo dos morros avaliados, a fim de se expor à rocha para fixação das barras de ferro para fixar o marco, fez-se uma limpeza retirando-se a camada de matéria orgânica existente. Com auxílio de uma furadeira à bateria, foram feitos três furos na rocha, para fixação das barras de ferro e engastar o marco cilíndrico de concreto. Ao redor das barras colocou-se um tubo de PVC de 60 mm de diâmetro e altura de 15 cm para que o marco ficasse em evidência no solo, facilitando sua localização por outros profissionais. O tubo foi preenchido com concreto, bem como em volta de sua base. Sobre cada marco foram cravadas chapas de alumínio redondas de 6 cm de diâmetro, com um triângulo ressaltado no meio, para a marcação do ponto em baixo relevo, com as seguintes inscrições: "CEFET-SC – 2008 – GEOMENSURA – PROTEGIDO POR LEI". No morro da Boa Vista, o código do marco gravado em baixo relevo é IFSC01 (chamaremos neste trabalho de BV) e no Bela Vista do Guizoni, IFSC02 (chamaremos neste trabalho de BVDG).

2.2.2 O Rastreio de sinais GNSS

Para a homologação e integração dos marcos geodésicos implantados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) fez-se necessário obedecer a uma série de critérios técnicos, definidos pela Diretoria de Geociências do IBGE (IBGE, 2007). Dessa forma, garante-se a qualidade e confiabilidade das informações do SGB, sendo estes os definidores de método e técnica para a materialização e levantamento das informações em campo pelas equipes do IFSC.

Utilizando de um tripé de alumínio e uma base nivelante com prumo óptico, foi instalado sobre o marco o receptor GNSS de dupla frequência (L1+L2), marca Topcon, modelo Hiper Lite+ com 40 canais universais, capaz de rastrear sinais de satélites GPS e Glonass. Foi utilizada uma bateria interna com autonomia de 10 horas e mais duas externas para que o equipamento rastreasse durante o tempo necessário. Segundo IBGE (2007), devem ser observadas quatro sessões com duração de seis horas cada, e com intervalo mínimo de uma hora entre as seções. Visando facilitar as operações em campo, optou-se em realizar o rastreio e o registro continuamente, durante no mínimo 27 horas e 15 minutos em cada marco (figura 2).



Figura 2 : Rastreio de sinais GNSS no Morro Bela Vista do Guizoni. (Fonte: Angelo Martins Fraga).

Com o rastreio do BV e do BVDG em andamento, partiu-se à busca do vértice de triangulação 70 (VT70), medido pelo IBGE em 1947 e localizado no Morro da Boa Vista. O marco foi localizado, mas não foi materializado no ponto culminante do Morro da Boa Vista, uma vez que sua localização se deu em função das visadas necessárias para as triangulações e não necessariamente para determinar a altitude do ponto mais alto do morro. Sobre o VT-70 foi realizado o rastreio concomitantemente ao do Morro Bela Vista do Guizoni por quatro horas contínuas, com o objetivo de comparação com a altitude obtida por nivelamento trigonométrico feito pelo IBGE. Em todos os casos, a taxa de registro de dados foi de 15 segundos. Durante todo o período de rastreio foi realizado o monitoramento a cada 30 minutos no equipamento, verificando-se as condições de recepção de satélites, a carga de bateria, o registro de dados, a verticalidade do equipamento e a centralidade no ponto. Utilizando-se de uma trena de aço, mediu-se, a altura da antena em relação ao marco em três momentos distintos. Na tabela 01 temos alturas das antenas medidas em campo e a duração do rastreio.

Tabela 01 - Dados das ocupações.

Ponto	Altura Antena (m)	Método da Altura Antena	Hora Início	Duração
BV	0,605	Inclinada	13/11/2010 20:18	29:23:00
BVDG	0,905	Inclinada	14/11/2010 10:03	27:14:30
VT70	0,694	Inclinada	15/11/2010 02:10	04:16:15

2.3 O Pós-processamento das observações

O pós-processamento das observações foi realizado utilizando-se do programa Topcon Tools na versão 8. O Ângulo de máscara adotado foi de 15° e o nível de confiabilidade estatística do ajustamento de 99%.

Foi utilizado o método relativo estático, que consiste em ocupar simultaneamente o ponto desejado e ao menos uma estação de coordenadas conhecidas, popularmente conhecida como estação base. (IBGE, 2012e). Foram utilizadas as efemérides precisas GPS e GLONASS.

Utilizaram-se como estações base, quatro estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do IBGE. As estações da RBMC desempenham justamente o papel do ponto de coordenadas conhecidas, eliminando a necessidade de que o usuário imobilize um receptor em um ponto que, muitas vezes, oferece grandes dificuldades de acesso. Além disso, os receptores que equipam as estações da RBMC são de alto desempenho, proporcionando observações de grande qualidade e confiabilidade (IBGE, 2012e). Atualmente, a rede conta com 85 estações instaladas, seis em fase de conclusão de instalação e de testes e duas em fase de projeto e instalação (IBGE K, 2012). Foram utilizados dados das estações IMBT (Imbituba-SC), SCLA (Lages-SC), UFPR (Curitiba-PR) e POAL (Porto Alegre-RS) dispostos como pode-se observar na figura 3



Figura 3 : Rede formada com a RBMC. (Elaborada a partir de Google Earth, 2012)

Como o rastreio foi simultâneo, formou-se os vetores da tabela 2. A geometria dos satélites estava favorável apontando o PDOP de 1,7 a 2,6, HDOP de 0,9 a 1,2 e VDOP de 1,5 a 2,3, sendo o VDOP o indicador mais importante.

Tabela 2 - Vectors rastreados e processados.

Vetor		Duração	Distância (m)	Tipo Solução	Precisões (mm)		Nº satélites	
De	Ao				Horiz.	Vert.	GPS	Glonass
BVDG	VT70	04:16:15	2843,465	Fixo	1,2	2,0	18	5
BV	BVDG	15:38:15	2975,192	Fixo	2,3	2,7	30	10
IMBT	VT70	04:16:15	74670,365	Fixo	21,6	34,9	18	5
BV	IMBT	29:23:00	74757,522	Flutuante	28,1	30,0	30	10
BVDG	IMBT	27:14:30	75118,744	Fixo	19,6	36,2	31	10
BV	SCLA	29:23:00	97671,474	Flutuante	32,1	34,3	30	10
SCLA	VT70	04:16:15	97805,391	Fixo	23,6	40,6	18	5
BVDG	SCLA	27:14:30	98520,783	Fixo	22,6	41,3	31	10
BVDG	UFPR	27:14:30	270112,740	Flutuante	50,5	59,4	31	10
UFPR	VT70	04:16:15	272795,805	Fixo	59,0	51,7	18	5
BV	UFPR	29:23:00	272883,503	Flutuante	54,0	56,8	30	10
BV	POAL	29:23:00	297090,842	Fixo	50,3	64,6	30	0
POAL	VT70	04:16:15	297243,153	Fixo	46,1	67,9	18	0
BVDG	POAL	27:14:30	299993,543	Flutuante	51,8	63,9	31	0

Cada Vetor foi processado e determinado os valores de delta X, delta Y e delta Z das coordenadas cartesianas. Com estes vetores processados, foi possível realizar o ajustamento dos pontos em rede pelo método dos mínimos quadrados, possibilitando a obtenção dos valores das coordenadas e altitudes devidamente ajustados, conforme pode ser visualizado na tabela 3, atendendo o princípio da vizinhança. Esta regra estabelece que cada ponto novo determinado, deve ser amarrado ou relacionado a todos os pontos já determinados, para que haja uma otimização da distribuição dos erros (ABNT, 1994)

Tabela 3 - Resultado do rastreio GNSS.

Ponto	Coordenadas Geodésicas (SIRGAS 2000)		Altitude Geométrica	Precisões (mm)	
	Latitude	Longitude		Horizontal	Vertical
VT70	27°54'31,66018"S	49°19'12,49013"O	1826,108	8,4	12,8
BVDG	27°53'05,50482"S	49°18'35,08095"O	1807,769	8,3	12,7
BV	27°54'34,35290"S	49°19'17,81939"O	1827,222	8,5	12,8
IMBT	28°14'05,42200"S	48°39'20,59700"O	31,410	1,4	4,0
SCLA	27°47'34,20840"S	50°18'15,34070"O	940,720	1,4	5,0
UFPR	25°26'54,12690"S	49°13'51,43720"O	925,810	1,4	4,0
POAL	30°04'26,55270"S	51°07'11,15320"O	76,750	2,2	2,0

Para a verificação dos resultados, também foi feito o processamento utilizando a técnica de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), disponibilizada pelo IBGE. Esta técnica refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis de fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do 'International GPS Service' (IGS) (IBGE, 2012g). Os resultados comparados com aqueles oriundos do ajuste em rede podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 – Comparação dos resultados Ajustamento em Rede X PPP.

Ponto	Altitude geométrica (m)		Diferença (m)
	Ajustado em Rede	PPP	
VT70	1826,108	1826,12	0,012
BVDG	1807,769	1807,79	0,021
BV	1827,222	1827,23	0,008

Em virtude da técnica PPP não ajustar as medições à rede planimétrica oficial do IBGE, se adotará os valores obtidos pelo ajustamento da rede, servido neste trabalho o PPP apenas, como técnica de verificação.

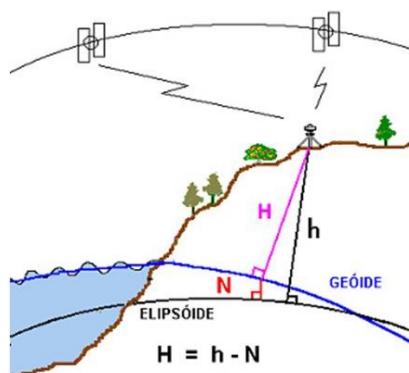


Figura 4 : Cálculo da Altitude Ortométrica (Fonte: IBGE, 2012f)

A altitude determinada, utilizando-se de um receptor GNSS (altitude geométrica), não está relacionada ao nível médio do mar, mas a um elipsoide de referência com dimensões específicas. Portanto, torna-se necessário conhecer a ondulação geoidal (diferença entre as superfícies do geoide e elipsoide), para que a altitude acima do nível médio do mar (altitude ortométrica) possa ser obtida (França, 2011). A equação para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de GNSS, em altitude ortométrica (H), é: $H = h - N$, (figura 4), onde N é a altura (ou ondulação) geoidal fornecida pelo modelo, dentro da convenção que considera o geóide acima do elipsóide se a altura geoidal tiver valor positivo e abaixo em caso contrário (IBGE, 2012f).

O Modelo de ondulação Geoidal, disponibilizado atualmente pelo IBGE é o MAPGEO 2010. A precisão da ondulação geoidal obtida pelo IBGE utilizando-se deste modelo foi de +/-0,32m, sendo o resultado referente ao desvio padrão de 804 referências de nível (RRNN), as quais tiveram suas coordenadas geodésicas determinadas através de observações GPS (IBGE, 2012b). Assim, calcularam-se as altitudes ortométricas dos pontos de interesse do projeto, como também a precisão da determinação, conforme visualizado na tabela 5.

Tabela 5 - Transformação de altitude geométrica em altitude ortométrica

Ponto	Altitude Geométrica (SIRGAS 2000) (m)	Ondulação Geoidal (m)	Altitude Ortométrica (IMBITUBA) (m)	Precisão (mm)
VT70	1826,108	3,62	1822,488	332,8
BVDG	1807,769	3,58	1804,189	332,7
BV	1827,222	3,63	1823,592	332,8
IMBT	31,410	1,23	30,180	324,0
SCLA	940,720	5,68	935,040	325,0
UFPR	925,810	3,67	922,140	324,0
POAL	76,750	4,90	71,850	322,0

3 Resultados e Discussão

Comparando as novas altitudes obtidas com o rastreio GNSS, com as altitudes anteriormente estabelecidas por restituição aerofotogramétrica e nívelamento trigonométrico (no caso do VT70), encontrou-se as diferenças explicitadas na tabela 6.

Tabela 6 - Comparaçao das novas altitudes com as anteriores.

Estação Medida	Altitude Anterior (m)	Altitude calculada (m)	Diferença (m)
BV (Morro da Boa Vista)	1827 ^A	1823,592 ^C	-3,408
BVDG (Morro Bela Vista do Guizoni)	1810 ^A	1804,189 ^C	-5,811
VT70 (Morro da Boa Vista)	1823,47 ^B	1822,488 ^C	-0,982

A – Oriunda de restituição aerofotogramétrica

B – Oriunda de nívelamento trigonométrico

C – Oriunda de levantamento GNSS

Conforme se pode visualizar na tabela 6, a nova altitude encontrada para o Morro da Boa Vista, ratifica a sua posição como o ponto mais alto do Estado de SC, porém agora 3,41 metros abaixo da altitude anterior, ficando com 1823,59 metros. Também, a nova altitude encontrada para o Morro Bela Vista do Guizoni, ratifica a sua posição como o 3º ponto mais alto do Estado de SC (caso se confirme futuramente a altitude do Morro da Igreja em 1822 metros), porém agora 5,81 metros abaixo de altitude anterior, ficando com 1804,19 metros de altitude.

A diferença encontrada entre a nova altitude do VT70 em relação a anterior confirma que esta foi a menor entre os três pontos levantados. Isto se deve ao fato de ser o único ponto medido, mesmo que com outra técnica, a qual hoje não é mais empregada para este fim. Já as altitudes anteriores dos pontos culminantes do Morro da Boa Vista e Bela Vista do Guizoni, foram obtidos por aerotriangulação e, portanto, não temos

como estimar a precisão obtida na época, pois não existiam normas e padrões publicados para o controle deste tipo de medições.

Somado a isso, ainda há uma inconsistência relativa à localização do Vértice de Triangulação 70, pois na monografia do marco (IBGE, 1947) consta como nome da estação BELA V. DO GUIZONI e no item localização tem descrito "No morro conhecido como Bela Vista do Guizoni." A carta Bom Retiro folha SG-22-Z-D-IV-3 na escala 1:50.000 (IBGE, 1976a) não traz graficamente a localização do Vértice de Triangulação, como seria o normal. Na carta consta que a altitude do Morro Bela Vista do Guizoni tem 1810 m, porém, concomitantemente, existe um vértice de triangulação localizado naquele local, com 1823,47m. Utilizando-se das coordenadas da monografia, que foram obtidas em campo, o ponto está localizado no Morro da Boa Vista (sem denominação na carta) e não no Morro da Bela Vista do Guizoni, como consta na monografia. A medição feita com GNSS em 2010 identificou uma diferença nas coordenadas planimétricas de apenas 133 mm quando comparada ao nívelamento trigonométrico, o que comprova que o ponto está intacto visto que a pequena diferença encontrada deve-se as distintas tecnologias utilizadas e suas diferentes precisões.

Provavelmente, esta inconsistência foi causada: ou por um equívoco na interpretação das equipes quando na realização da triangulação em 1947 que identificaram que o VT70 estaria no morro denominado Bela Vista do Guizoni, onde na verdade era o da Boa Vista; ou um equívoco de interpretação pelas equipes de reambulação das cartas em 1975, as quais localizaram incorretamente o Morro Bela Vista do Guizoni na carta. Como consequência desta segunda hipótese, poder-se-ia afirmar que, a intenção de batizar um morro em 1947 pelas equipes de triangulação foi interpretada erroneamente pela equipe de reambulação em 1975, a qual deixou o morro que é conhecido hoje como Boa Vista sem denominação na carta, batizando com o nome de Bela Vista do Guizoni, outro morro que dista três quilômetros do primeiro. Isso gerou uma confusão, que localizou de forma errônea o Morro Bela Vista do Guizoni, como o 2º na hierarquia dos culminantes do Estado em algumas publicações.

Porém, ressalta-se a grande precisão dos trabalhos anteriores executados pelo IBGE, principalmente no levantamento VT70, pois se encontrou uma diferença bem abaixo do esperado dentro das normas vigentes.

Uma vez detectada a tendência das novas altitudes serem abaixo das anteriormente descritas e, ainda, adotando o conceito do PEC, acredita-se que a hierarquia dos três primeiros pontos culminantes do Estado não deverá mudar, conforme exposto na tabela 7. Para a confirmação desse fato, deverão ser realizadas medições de campo e pós-processamento das informações do Morro da Igreja. Porém, a partir da 4ª posição da lista de pontos culminantes do Estado (IBGE, 2010), acreditamos ser necessária uma revisão.

No anuário estatístico do IBGE de 2010, no quadro de pontos culminantes do Estado, descreve-se que a 4ª posição no Estado é ocupada pelo Morro Convento dos Padres (identificado como Retiro dos Padres, na carta) com altitude de 1790 m e que a 5ª posição é ocupada pelo Morro Alegre, com 1755 metros. (IBGE, 2010). Analisando a carta Auirê (IBGE, 1976b), na região do Morro da Igreja, e orientados por um relato de 1942, onde Peluso Jr. atenta: '*A 2.900 m do Morro da Igreja, no rumo SW, fica o Morro Preto, com altitude de 1850 metros. Situa-se entre as bacias do Pelotas e do Urubici (...)*' (Peluso Jr., 1991), encontra-se um morro sem denominação na carta, conforme a descrição acima, e com 1799 metros de altitude. Este provavelmente deve ser o 4º ponto culminante do Estado (figura 1), e se encontra ainda ignorado no anuário do IBGE.

Tabela 7 - Lista atualizada dos pontos culminantes de Santa Catarina.

Hierarquia	Morro	Altitudes em 2012 (m)	Precisão da determinação (m)
1º	Morro da Boa Vista	1823,59 ^A	±0,33
2º	Morro da Igreja	1822 ^B	±10,00
3º	Morro Bela Vista do Guizoni	1804,19 ^A	±0,33
4º	Morro Preto ^C	1799 ^B	±10,00
5º	Morro Convento dos Padres	1790 ^B	±10,00

A – Oriunda de levantamento GNSS

B – Oriunda de restituição aerofotogramétrica

C – Peluso Jr., 1991.

É importante ressaltar que a ondulação geoidal e a precisão desta dependem unicamente do modelo geoidal publicado pelo IBGE (atualmente o MapGeo 2010). Isso significa que, nas próximas versões publicadas pelo IBGE para os modelos geoidais, poderá haver mudanças nos valores ora apresentados,

assim como sua precisão. Porém, em hipótese alguma haverá diferenças altimétricas substanciais, que alterem significativamente os resultados aqui expostos.

Os sistemas GNSS estão cada vez mais presentes nas medições geodésicas e topográficas, devido a sua melhoria operacional, redução de custos, evolução dos equipamentos e conhecimento geodésico da comunidade técnica. Os benefícios oriundos da facilidade operacional, aliada a alta precisão das medições, os tornam imbatíveis quando o problema é medição a longa distância.

No caso da determinação de novas altitudes de dois dos pontos culminantes de SC, a tecnologia permitiu o desenvolvimento dos trabalhos com uma precisão e numa velocidade inimagináveis há 40 anos, quando das determinações anteriores. Mesmo assim, a exigência para a homologação do marco pelo IBGE, de no mínimo 27 horas de rastreio, obrigou as equipes uma preparação especial, para permanecerem acampadas por duas noites no local, pois não há nenhum tipo de infraestrutura na área dos pontos. Isto aumentou substancialmente o peso e volume dos equipamentos e acessórios necessários para a permanência de todos durante os trabalhos de campo, o que se pode apontar como a principal dificuldade da pesquisa.

Foi possível, com os dados obtidos neste levantamento, determinar com alta precisão a altitude e as coordenadas geodésicas de dois dos pontos culminantes do Estado. E que juntamente com os levantamentos futuros já previstos (Morro da Igreja e o Morro Preto) findará com as dúvidas acerca da hierarquia dos pontos culminantes de SC. Informações como estas são de grande importância no conhecimento de nosso território, Santa Catarina, sendo muito úteis para o aproveitamento do potencial turístico da região da Serra Catarinense.

Dentro dessas perspectivas, já foi materializado outro marco no ponto culminante do Morro da Igreja, dentro da área do Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo da Aeronáutica (CINDACTA-II), no Parque Nacional de São Joaquim, no município de Urubici. Como perspectivas futuras, ainda para este segundo semestre do ano de 2012, estão planejados trabalhos de campo para determinação da altitude do Morro da Igreja e do Morro Preto, além de outro marco também já materializado no mirante da Pedra Furada, no Morro da Igreja.

Todas as informações desta pesquisa, somada aquelas exigidas pelo IBGE, como o arquivo de rastreio em formato RINEX, memorial descritivo do marco implantado e autorização dos proprietários de terras, deverão enviados para a Diretoria de Geodésia do Instituto, em formato apropriado, para que o se façam todos os cálculos geodésicos e registros necessários à homologação e integração destes marcos ao Sistema Geodésico Brasileiro.

4 Referências bibliográficas

ABNT. *NBR 13.133 - Execução de Levantamento Topográfico*. Rio de Janeiro, 1994.

APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. *Notícias da APREMAVI. Campo dos Padres*. 2006. Disponível em: www.apremavi.org.br/noticias/apremavi/75/parque-nacional-do-campo-dos-padres. Acessado em 01/01/2012.

BRASIL. *Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acessado em 01/01/2012.

CIASC. *Mapa Interativo de Santa Catarina*. Disponível em: <http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/sc.phtml>. Acessado em: 19/04/2012.

Discovery. *Nepal To Measure Everest. Plans include additional GPS tracking points set up on the summit* : 2011. <http://news.discovery.com/earth/nepal-to-measure-everest-height-110721.html>. Acessado em: 14/01/2012.

Fraga, A. M. *Um Olhar Ecoturístico sobre o Campo dos Padres – Serra Geral Catarinense*. TCC em Geografia. CFH. UFSC, 2002.

França, R. M. de. *Apostila de Geodésica*. Curso Técnico de Agrimensura. IFSC. Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://agrimensura.florianopolis.ifsc.edu.br/download/geodesia.pdf>. Acessado em:

20/04/2012.

GAPLAN. Sub-chefia de Estatística, Geografia e Informática. *Atlas de Santa Catarina .- Mapa Hipsométrico.* Rio de Janeiro : Aerofoto Cruzeiro, 1986.

Google Earth. Disponível em: <http://earth.google.com>. Acessado em: 01/04/2012.

IBGE, *Mapa Físico do Estado de Santa Catarina.* Disponível em:
ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/fisico/unidades_federacao/sc_fisico.pdf. Acessado em:
18/04/2012a.

IBGE. *Modelo de Ondulação Geoidal - Avaliação do Modelo.* Ano 2012. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/avaliacao_do_modelo.shtml. Acessado em: 19/04/2012 b.

IBGE. *Sistema Geodésico Brasileiro - Rede Planimétrica.* Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/planimetrica.shtml> Acessado em: 01/02/2012 c.

IBGE. *Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS - 15 anos - 1996 a 2011.* Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/RBMC/relatorio/RBMC_15anos_1996-2011.pdf. Acessado em:
20/04/2012 d.

IBGE. *RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.* Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc.shtml?c=7>. Acessado em: 27/04/2012 e.

IBGE. *Geodésia.* Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/>. Acessado em:
20/04/2012 f.

IBGE. *Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).* Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/ppp/default.shtml>. Acessado em: 05/05/2012 g.

IBGE, *Anuário Estatístico do Brasil.* Vol 70. Ano 2010. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB2010.pdf>. Acessado em:
01/02/2012.

IBGE. *Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições.* Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/homologacao_de_marcos.pdf. Acessado em: 18/04/2012.

IBGE. *Quatro picos brasileiros têm sua altitude alterada.* Ano 2004. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=215&id_pagina=1. Acessado em: 10/05/2011.

IBGE. *Carta Topográfica – Bom Retiro (SG-22-Z-D-IV-3).* Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1976a.
ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/topograficos/escala_50mil/pdf/bom_retiro29083_300.pdf. Acessado em: 10/05/2011.

IBGE. *Carta Topográfica – Auirê (SG-22-X-B-I-1).* Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1976b
ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/topograficos/escala_50mil/pdf/aiure_29241.pdf Acessado em: 10/05/2011.

IBGE. *Relatório da Estação Geodésica – VT 70 – Bela Vista do Guizoni.* : 1947. Disponível em:
<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=70> Acessado em: 10/06/2010.

IBGE, *Anuário Estatístico do Brasil.* Ano II. Ano 1936. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/AEB/AEB1936.pdf>. Acessado em:
01/02/2012.

MMA – Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Biodiversidade e Florestas. *Processo de atualização das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.* 2006. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3812>. Acessado em: 10/04/2012.

Peluso Jr., V. A. *O relevo do Território Catarinense*. GEOSUL, Florianópolis, no. 2, p. 7-69. Editora da UFSC, 2º semestre de 1986.

Peluso Jr., V. A.. *Aspectos Geográficos de Santa Catarina. (Organizado pela Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Geografia)*. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1991.

Poretti, G. *El Monte Cervino sigue fiel a su altitude*. Reporter. N. 45. Leica Geosystems. Heerbrugg, Suiça, 1999.

Saburi, J.; Angelakis, N.; Jackson, P. *Sistema 500 en el Kilimanjaro, o ¿cuánto mide uma montaña?*. Reporter. N. 44. Leica Geosystems. Heerbrugg, Suiça, 1999.

Santa Catarina. *Mapa político do Estado de Santa Catarina*. Ano 1997.

Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. SIRHSC - *Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Comitê do Rio Canoas*. 2012

Wikipédia. *Morro da Boa Vista*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Morro_da_Boa_Vista. Acessado em: 18/04/2012.

Agradecimentos: A todos os alunos do curso técnico de Agrimensura do IFSC e outros já formados, que participaram dos trabalhos de campo: João Jose Bressan, Guilherme Stoll, Carlos Júnior, Emerson Luiz Volkweis, Nelson Mueller, Clóvis Kuster dos Santos e Luciano Pereira. Aos pilotos Robinson Luis de França e Fernando de Oliveira, que conduziram as equipes durante as atividades de campo. Aos professores Énio M. de Souza, César Rogério Cabral, Markus Hasenack e Leonel de Paula do Departamento Acadêmico da Construção Civil do IFSC, pelo apoio logístico. Ao Dr. Mauricio Lenzi, pelas sugestões e revisão do manuscrito. Ao Departamento Estadual de Infraestrutura de Transportes de SC (DEINFRA), por viabilizar o transporte para as equipes em campo. A empresa Vector Geo4D, pelo apoio material.