

PROPOSTA DE RECONSTRUÇÃO E AMPLIAÇÃO DA REDE ALTIMÉTRICA DE ALTA PRECISÃO DO SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO NO MUNICÍPIO DE ITAQUI-RS PARA FINS DE GESTÃO TERRITORIAL

Proposal for reconstruction and expanding of the altimetric high-accuracy network of the Brazilian Geodetic System in the municipality of Itaquí-RS for territorial management purposes

Gabrielle Lane da Silva

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n – Itaquí - RS
gaabe.lane@gmail.com

Andressa Carvalho Sókora

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n – Itaquí - RS
andressapirila@hotmail.com

Natália de Lima Ribeiro

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n – Itaquí - RS
nathy.ek2010@hotmail.com

Leonard Niero da Silveira

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n – Itaquí - RS
leonardsilveira@unipampa.edu.br

Resumo:

Qualquer tipo de obra civil ou mapeamento para gestão territorial executado no país tem como principal objetivo o desenvolvimento regional, sendo de suma importância a determinação de parâmetros posicionais com precisão em pontos sobre a superfície terrestre para, por exemplo, a implantação de redes de esgoto, sistemas viários, linhas de transmissão de energia, construção de barragens, planejamento e cadastro urbano e mapeamento territorial. Existe no Brasil a rede de vértices do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), composta por informações de ordem planimétrica (coordenadas horizontais) e altimétrica (altitudes). No entanto, a má distribuição das redes e destruição dos vértices, causam um grave problema de acesso a informações oficiais e dificultam a integração de trabalhos e produtos cartográficos. Com o advento da tecnologia de posicionamento por meio de satélites artificiais, houve o significativo aumento da rede de vértices geodésicos passivos e ativos (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do GNSS) do SGB, no entanto, a rede altimétrica não tem a mesma atenção. A reconstrução, por meio de parcerias entre instituições públicas estaduais, municipais e federais seria uma solução viável, pois o custo financeiro ficaria apenas no que diz respeito à estrutura física dos marcos e manutenção das

equipes de campo, já que equipamentos e consultoria técnica viria das próprias instituições. Tendo como área de estudo o município de Itaquí – RS, o custo unitário de implantação de cada Marco seria de R\$160,00, com a previsão de implantação de 66 marcos à um custo total de R\$25.060,00, o que traria benefícios, principalmente quanto à gestão territorial.

Palavras-chave: Gestão; Território; Geodésia; Referência; Altimetria.

Abstract:

Any type of civil works or mapping for territorial management executed in the country has as main objective the regional development, being of paramount importance the determination of positional parameters with precision in points on the terrestrial surface for, for example, the implantation of sewage networks, road systems, power transmission lines, construction of dams, urban planning and cadastre and territorial mapping. There exists in Brazil the network of geodetic points of the Brazilian Geodetic System (SGB), composed of planimetric (horizontal coordinates) and altimetric (altitudes) information. However, the poor distribution of networks and destruction of geodetic vertices causes a serious problem of access to official information and makes it difficult to integrate cartographic works and products. With the advent of positioning technology through artificial satellites, there has been a significant increase in the network of passive and active geodesic vertices (Brazilian GNSS Continuous Monitoring Network), however, the altimetric network does not pay the same attention. The reconstruction, through partnerships between state, municipal and federal public institutions, would be a viable solution, since the financial cost would be only with respect to the physical structure of the landmarks and maintenance of the field teams, since equipment and technical advice would come from own institutions. Having as study area the municipality of Itaquí - RS, the unit cost of implementation of each Landmark would be R\$ 160.00, with the expected implementation of 66 landmarks at a total cost of R\$ 25,060.00, which would bring benefits, mainly in terms of territorial management.

Keywords: Management; Territory; Geodesy; Reference; Altimetry.

1. INTRODUÇÃO

A implantação e manutenção da rede geodésica fundamental é de grande importância para o desenvolvimento local, regional, municipal, estadual e nacional. Ela oferece uma estrutura de dados e parâmetros posicionais precisos que tem por finalidade apoiar inúmeras atividades que utilizam seus valores, como por exemplo a confecção de mapas, cartas e plantas, obras de engenharia, regularização fundiária, parcelamento de solo, identificação e demarcação de limites, etc.

O sistema geodésico brasileiro (SGB) vem sendo implantado desde meados do século XX, com alcance nacional de grande relevância para a prestação de serviços à sociedade.

O SGB é um conjunto de vértices geodésicos físicos e informações planimétricas, altimétricas e gravimétricas utilizadas para referenciar atividades de posicionamento às demais estações estabelecidas pelo IBGE no intuito de “amarrar” todo o tipo de trabalho topográfico, geodésico e cartográfico ao sistema cartográfico e geodésico nacional (IBGE, 2018).

Uma rede geodésica é composta de pontos devidamente materializados no terreno, cujas coordenadas em relação a um referencial são determinadas a partir de medidas terrestres onde no passado eram utilizados métodos clássicos de poligonação, triangulação e trilateração (como medidas de ângulos e/ou distâncias entre vértices), sendo atualmente amplamente utilizados os métodos de poligonação terrestre eletrônica (utilizando-se estações totais) e por meio da trilateração espacial como os métodos de posicionamento por meio do GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

O município de Itaquí-RS conta, segundo o IBGE, com vértices geodésicos da rede passiva, com 5 marcos geodésicos, integrados ao SGB, que possuem coordenadas horizontais e altitudes geométricas (elipsoidais) utilizadas em atividades de georreferenciamento. A rede planimétrica atende satisfatoriamente o município e a região, embora a maioria dos vértices esteja situada próximo ao perímetro urbano e apenas uma no interior do município.

O SGB também possuía 38 vértices de referência de nível (RN) implantados no território municipal. Também havia 6 estações de poligonal geodésica, parte integrante da rede planimétrica referenciada ao sistema SAD69 após o ajustamento global de 1996 (COSTA, 2000). Porém, os relatórios do IBGE mostram que nas últimas visitas aos vértices, boa parte não foi encontrado ou estavam destruídos.

A destruição dos marcos geodésicos do SGB é um problema que vem gerando escassez de informações para o georreferenciamento de imóveis urbanos e rurais além da confecção de produtos altimétricos para projetos e obras.

A rede altimétrica já não atende de forma adequada o território municipal por estar concentrada nos limites extremos do município, tendo-se que efetuar o transporte das altitudes por grandes distâncias, degradando a precisão. Se for levado em conta os vértices restantes da rede, a disponibilidade de marcos é ainda menor, prejudicando ainda mais qualquer trabalho envolvendo altimetria.

Devido a grande importância destas estações para o uso de referenciais altimétricos em projetos de gestão territorial do município de Itaquí, este artigo tem como objetivo propor o adensamento e reconstrução da rede geodésica no território municipal, de forma a ser financeiramente viável, capaz de prover trabalhos que necessitam de informação posicional de qualidade com dados consistentes.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Segundo o *Federal Geodetic Control Committee* (1984) as redes geodésicas consistem em pontos materializados estáveis, perfeitamente identificáveis contendo um conjunto de observações planimétricas, altimétricas e gravimétricas de extrema acurácia. Quanto as estações pertencentes às redes do SGB, estas são o conjunto de pontos geodésicos inseridos na porção da superfície terrestre demarcada pelas fronteiras do Brasil (IBGE, 1983), sendo que as mesmas são classificadas em planimétrica, altimétrica e gravimétrica.

A rede planimétrica é definida por valores de coordenadas horizontais na qual a determinação da altitude não era o principal objetivo, no entanto, é possível obter informações altimétricas por meio do nivelamento trigonométrico (no caso das redes de triangulação). Mesmo com tal possibilidade, as antigas redes horizontais eram independentes das redes verticais (constituídas por circuitos de nivelamento de precisão) e as altitudes não eram determinadas com grande rigor, pelo menos até o desenvolvimento dos sistemas de posicionamento baseados em satélites artificiais (GEMAEL, 1988). As estações tipo SAT GPS fornecem altitudes elipsoidais e pode ser considerada uma rede planialtimétrica já que os valores de altimetria por ela fornecida pode ser convertida para outros tipos de altitudes de cunho prático.

Segundo IBGE, a rede altimétrica é definida por coordenadas verticais, sendo que antes do ano de 2018 eram fornecidas as altitudes normais-ortométricas. Em 2018 foi concluído o

reajustamento da rede altimétrica com números geopotenciais na qual, a partir de informações da gravidade sobre as referências de nível, foram convertidos os desníveis observados em diferença de geopotencial obtendo-se altitudes com sentido físico, denominadas de altitudes normais e que são os valores atualmente fornecidos (IBGE, 2018). A instalação da rede de nivelamento geométrico de alta precisão do SGB ocorreu em 1945 na cidade de Cocal do Sul, no Estado de Santa Catarina, estendendo-se inicialmente até a estação maregráfica de Torres - RS. Posteriormente, foi alterado o datum vertical de Torres para a estação maregráfica situada no porto de Imbituba em Santa Catarina, devido ao maior tempo de observação das variações do nível do mar no local.

A gravimetria se ocupa do levantamento de informações sobre a aceleração da gravidade para a determinação do geóide e, conseqüentemente, o refinamento do modelo geoidal brasileiro (MapGeo), pois com o advento da tecnologia de posicionamento pelo GNSS, há a necessidade de informação de altura geoidal para a conversão de altitudes elipsoidais em altitudes ortométricas. A rede gravimétrica brasileira é composta por mais de 26.000 estações, sendo que nem todas são materializadas fisicamente (IBGE, 2018).

2.1 Referência de Nível (RN)

As referências de nível são pontos estáveis materializados em locais predeterminados, onde são transportadas as altitudes normais-ortométricas a partir de um referencial altimétrico (datum altimétrico) oficial do país. Segundo o IBGE, a referência de nível pode ser classificada de três formas: como referência de nível de apoio, referência de nível topográfica e referência de nível de precisão.

A referência de nível de apoio serve para dar suporte à levantamentos locais como parcelamento de solo urbano, obras civis e estruturas diversas bem como apoio à voos aerofotogramétricos. Os valores são obtidos por meio do nivelamento geométrico a partir das estações pertencentes ao SGB, considerada de primeira ordem.

A referência de nível topográfica é utilizada para determinar as altitudes em projetos e obras. São obtidas por meio do nivelamento geométrico partindo das RN de apoio imediato ou de segunda ordem.

As referências de nível de precisão fazem parte do SGB, sendo uma rede de primeira ordem e, classificada como de altíssima precisão. Estão situadas em locais diversos, devendo ser utilizada na implantação das redes de referência cadastrais municipais e gestão de dados territoriais altimétricos.

Até o ano de 2018 as referências de nível do sistema geodésico brasileiro forneciam as altitudes normais-ortométricas, sendo que a partir de 2018, com o advento do reajustamento de rede altimétrica com números geopotenciais (com apoio gravimétrico) os relatórios das estações geodésicas do banco de dados geodésicos do IBGE passou a disponibilizar altitudes normais, ou seja, altitudes com um sentido físico mais consistente.

O fato de nunca ter sido fornecida a real altitude ortométrica para as RRNN é o fato da necessidade de se conhecer a gravidade no interior da crosta terrestre entre o ponto e o geóide, fato que ainda não é possível atualmente (GEMAEL, 1988).

A figura 1 mostra a distribuição primitiva dos vértices da rede altimétricas (RNs) de primeira ordem no território do município de Itaquí – RS.



Figura 1 – Vértice da rede altimétrica implantados no município de Itaquí
Fonte: GoogleEarth/IBGE

2.2 Transporte de altitude por meio do nivelamento geométrico

O nivelamento geométrico consiste em efetuar medidas de diferença de nível entre dois ou mais pontos situados na superfície terrestre de modo que o equipamento de mensuração (nível) fique entre estes pontos. Com o nível é efetuada uma visada à ré em ponto com altitude conhecida, anotando o valor lido em uma régua (mira) sendo efetuada posteriormente uma visada à vante em um ponto na qual se deseja determinar a altitude. A altitude determinada (transportada) é determinada pela equação 01, sendo H_B a altitude a ser determinada, H_A a altitude conhecida, L_R a leitura de ré (fio médio do nível) e L_V a leitura de vante.

$$H_B = H_A + L_R - L_V$$

01

Os nivelamentos podem ser simples, quando a partir de uma estação altimétrica é possível efetuar o transporte de altitudes aos demais pontos e composto, quando há a necessidade de se efetuar o transporte de altitude estacionando o nível e a mira em vários pontos.

O nivelamento composto pode se desenvolver em forma de poligonal aberta, enquadrada e fechada.

Na poligonal aberta, não é efetuado o controle dos erros na linha de nivelamento já que a mesma se propaga em um único sentido sem ser finalizada em um vértice de altitude conhecida. As poligonais fechadas e enquadradas há o controle do erro de fechamento altimétrico, sendo que na poligonal fechada o controle é efetuado por uma só referência de nível e na poligonal enquadrada o controle é feito a partir de duas referências de nível distintas.

A figura 2 mostra o processo de transporte de altitude por meio do nivelamento geométrico simples e composto (quando há movimentação do nível).

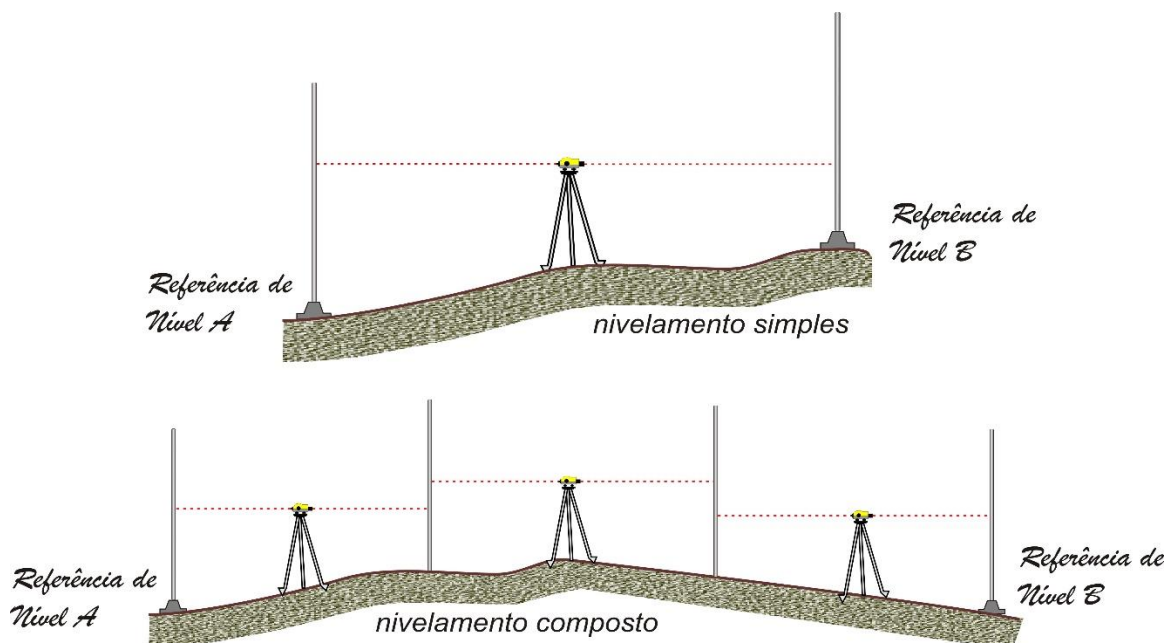


Figura 2 – Nivelamento geométrico simples e composto

Segundo a resolução número 22 de 11 de julho de 1983 (IBGE, 1983) o transporte de altitudes normais-ortométricas para redes de deve ser efetuado por meio do nivelamento geométrico, partindo e chegando à RNs conhecidas e vinculadas ao SGB em sua rede de primeira ordem e desenvolvida em forma de linha ou circuito, acompanhando a malha viária num perímetro máximo de 400 Km para áreas menos desenvolvidas e 200 Km para áreas mais desenvolvidas. As referências de nível devem ser materializadas a cada 3 Km.

O fechamento deve ser inferior a 0,5 mm/Km antes do ajustamento (método dos mínimos quadrados).

A materialização dos vértices geodésicos altimétricos deverá ser realizada a partir de marcos de concreto construídos segundo a norma de padronização de marcos geodésicos (IBGE, 2008).

2.3 Normas para a construção de marcos

Para que seja possível realizar a ampliação de rede geodésica é preciso seguir as normas de padronização de marcos do IBGE (2008), que aborda indicações para a materialização física dos marcos e pilares que compõe o SGB, e foram criadas visando fornecer auxílio para as etapas de construção, manutenção, reconstrução e reparo dos mesmos.

O estabelecimento físico das estações pode ser efetuado por meio de chapa cravada em superfície estável, já existente no local, por meio de marco ou pilar de concreto com chapa cravada no topo ou pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustado no topo e chapa cravada na lateral.

Para qualquer tipo de vértice geodésico, deve-se estampar a identificação correspondente conforme mostra a figuras 3.



Figura 3 - Exemplo de chapa de Referência de Nível.
Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos (IBGE 2008)

Para melhor visualizar o marco construído, é recomendada a pintura na cor laranja em torno da chapa de uma área quadrada de aproximadamente 40 cm de lado. Quando a chapa estiver em edificações públicas ou privadas, este procedimento só deve ser feito com a devida autorização.

Os marcos de RN devem ter o formato de tronco de pirâmide, com base quadrangular de 30 cm de lado, topo quadrangular de 18 cm de lado e altura 40 cm.

Os vértices de referência de nível devem ser implantados sobre uma cava preenchida com concreto, quadrangular, de 50 cm de lado por 20 cm de profundidade, reduzindo-se depois as dimensões durante a escavação para 40 cm de lado e aprofundando-se mais 80 cm, com uma profundidade total de 1 m.

Deve-se também ser construída uma estrutura de proteção adicional. Um exemplo de marco padrão para referências de nível e estrutura de proteção adicional é apresentado na figura 4.



Figura 4 - Marco padrão IBGE
Fonte: Padronização de Marcos Geodésicos (IBGE 2008)

3. ÁREA DE ESTUDO, SITUAÇÃO PRIMITIVA E SITUAÇÃO ATUAL DA REDE

A área de estudo é o território municipal de Itaqui na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, que está compreendido entre as latitudes aproximadas de 28° 50' S e 29° 25' S e entre as

longitudes aproximadas de $56^{\circ} 47' W$ e $55^{\circ} 28' W$ conforme mostra a planta de situação da figura 5.

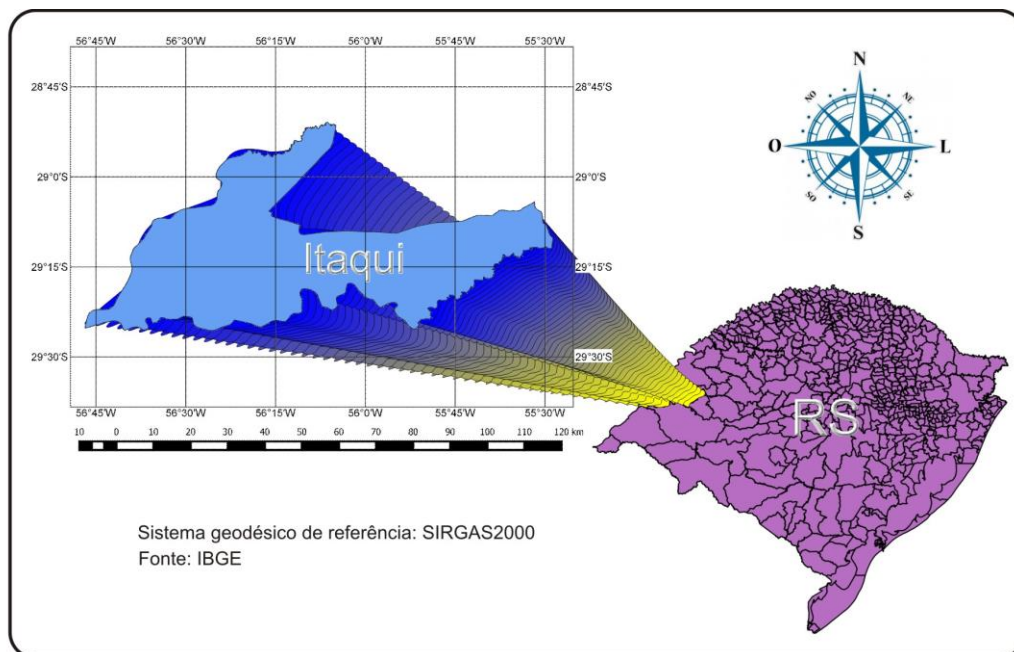


Figura 5 – Mapa de situação da área de estudo

No banco de dados do IBGE constam 38 vértices de referência de nível no território de Itaquí, como mostra a figura 6.

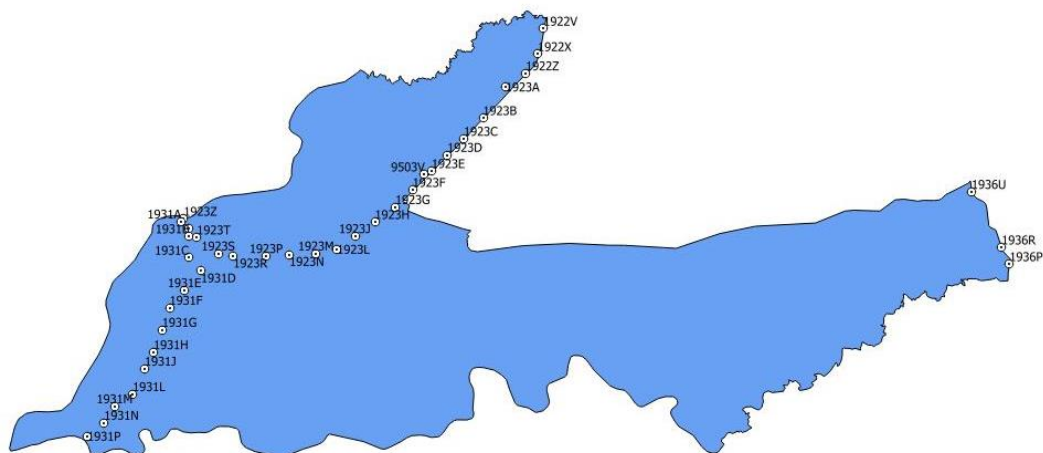


Figura 6 – Distribuição dos vértices pelo município de Itaquí

As mesmas foram visitadas entre os anos de 1982 (ano de implantação) e 2015, porém foi efetuada a verificação da situação destes vértices e verificou-se que muitos encontram-se destruídos, além dos que não foram encontrados. Alguns marcos ainda se encontram em bom estado de conservação e com a chapa de identificação legível.

Para os marcos com visita *in loco* serem considerados bons foram levados em conta alguns critérios como a integridade física do vértice (se não há marcas que denunciam a tentativa de destruição ou supressão da chapa), solidez (se o vértice não apresenta abalo ou se está “solto”) e se sua localização está de acordo com a descrição feita nos relatórios das estações geodésicas.

Após a verificação das 38 estações, 12 estavam em bom estado de conservação, 12 foram destruídas (foram encontrados os vestígios) e 14 não foram encontrados. Então têm-se 31,58% desta rede disponível, ou seja, 68,42% ou 26 marcos devem ser reconstruídos conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1-Relação das RNS do SGB do IBGE.

Estado	Quantidade	Porcentagens
Bons	12	31,58%
Destruidos	12	31,58%
Não encontrados	14	36,84%

É notável que as referências de nível em bom estado não são suficientes para atender todo o território de Itaquí, e mesmo que todas estivessem em bom estado, ainda assim a rede não seria suficiente, pois, as RNs estão concentradas ao longo da rodovia BR472 e no perímetro urbano (extremo oeste do território municipal), além de três RNs no extremo leste do território, estando distribuídas de forma desigual como pode ser observado na figura 6.

A figura 7 mostra a situação atual da rede altimétrica destacando-se apenas os vértices em bom estado de conservação, ou seja, aptos para uso. Percebe-se que a rede é ainda menos abrangente.

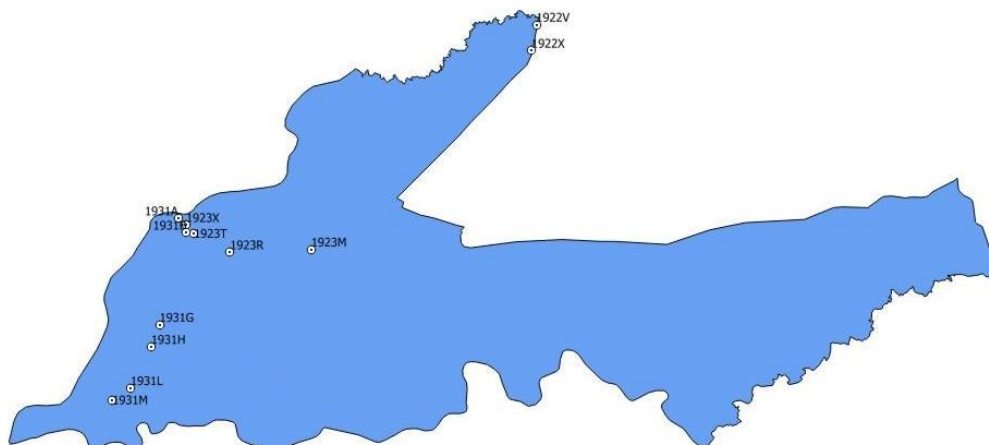


Figura 7 – Distribuição dos vértices em bom estado pelo município de Itaquí

4. PROPOSTA DE RECONSTRUÇÃO E AMPLIAÇÃO DA REDE

Para atender as exigências de qualidade e precisão nos trabalhos executados no território municipal de Itaquí propõe-se que todos os marcos destruídos e não encontrados sejam

reconstruídos nas proximidades de sua localização original, sendo que os trabalhos de nivelamento seriam referenciados às RRNN ainda existentes e o ajustamento executado por meio do método dos mínimos quadrados.

As referências de nível da linha ao longo da BR472 são os de mais fácil restabelecimento e levantamento já que quase a totalidade das RNs remanescentes estão às suas margens, sendo que apenas uma RN estaria no perímetro urbano da cidade de Itaquí.

As RRNN à leste do município (1936P, 1936R e 1936U) seriam restabelecidas a partir de referências de nível da mesma linha de nivelamento localizadas em municípios vizinhos e que estão em bom estado de conservação segundo os relatórios do IBGE, como as estações 1936M, 1936S, 1936T, e 1936X que estão no território municipal de Maçambará - RS.

A partir da reconstrução das referências de nível, em sua localização original (ou aproximada) a rede ficaria com o mesmo aspecto original de sua implantação primitiva como é mostrado na figura 6.

Para o adensamento da rede, seria efetuada uma linha de nivelamento entre as referências de nível 1923N e 1936U ao longo da rodovia RS529. Outra linha seria implementada ao longo da rodovia RS566 até o limite territorial municipal, utilizando como referência as RRNN já implantadas.

A figura 8 mostra as novas linhas a serem niveladas ao longo das rodovias já existentes. Estas rodovias na qual seriam implantadas as novas redes são rodovias estaduais de grande importância para a região e que não estão totalmente implantadas, o que corrobora com a importância de prover o território municipal com os novos vértices.

Segundo as especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos em território brasileiro do IBGE de 1983, as referências de nível devem ser monumentalizadas a cada 3 Km acompanhando a malha viária do país, sendo este o motivo pela qual procurou-se seguir a norma para o restabelecimento e construção de 66 vértices ao longo de duas rodovias estaduais.

Em conjunto com a implantação das novas redes há a necessidade de campanhas educativas e de conscientização pela preservação dos marcos geodésicos para que os mesmos não venham a sofrer danos com atos de vandalismo ou outro tipo de destruição no futuro.

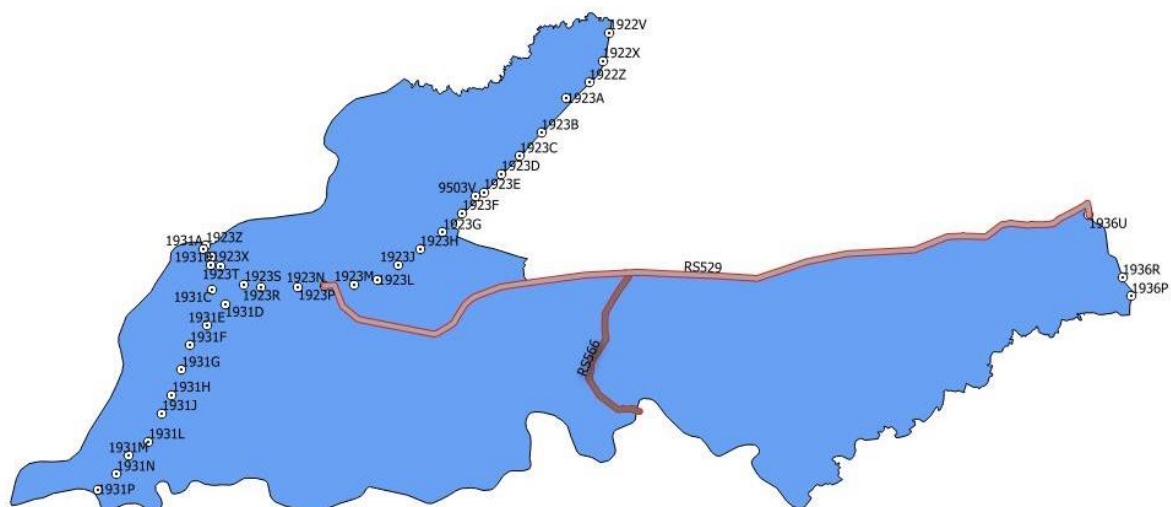


Figura 8 – Linha ao longo de rodovias para a implantação das novas RNs

4.1 Quantidades a serem executadas e custos

As referências de nível a serem reconstruídas são em número de 26 ao longo de linhas de nivelamento de primeira ordem já existentes.

Ao longo da rodovia RS529 seria efetuado um nivelamento com perímetro de aproximadamente 96 Km, totalizando 32 referências de nível, sendo uma a cada 3 Km aproximadamente.

Ao longo da rodovia RS566, o perímetro seria de aproximadamente 24 Km, com implantação de 8 vértices.

O total de marcos a serem construídos seriam em número de 66. A tabela 2 mostra o quantitativo a ser executado em cada linha de nivelamento.

Tabela 2 – Quantidade de marcos a serem construídos

Linha	Comprimento	Quantidade
BR472	95 Km	23
Limite leste	25 Km	3
RS529	96 Km	32
RS566	24 Km	8
Total	240 Km	66

Lembrando que as linhas de nivelamento são duplas (nivelamento e contranivelamento), ou seja, a distância total a ser nivelada seria de 480 Km, porém, para maior produtividade, pode-se utilizar outros métodos ou procedimentos como o levantamento simultâneos de cada linha em sentidos opostos por duas equipes, efetuando o nivelamento e o contra-nivelamento ao mesmo tempo.

O custo com honorários profissionais de área técnica para a construção dos marcos, levantamento de campo, processamento e ajustamento dos dados seriam nulos desde que haja convênio firmado entre entidades de ensino superior e técnico, prefeituras, governo estadual e federal.

Também não haveria ônus financeiro quanto ao material empregado, principalmente equipamentos e acessórios que seriam fornecidos por uma das instituições.

No caso de duas equipes de nivelamento com capacidade de trabalho médio de 5 Km/dia, seriam necessários 48 dias para os levantamentos. Os processamentos e ajustamento de dados podem ser efetuados ao mesmo tempo dos levantamentos, necessitando-se então dos mesmos 48 dias para a finalização dos dados. O custo com alimentação e deslocamento seria de aproximadamente R\$11.000,00, levando em conta o preço do combustível e depreciação do veículo para os deslocamentos e alimentação de duas equipes de campo com três componentes cada.

A construção dos marcos, utilizando duas equipes com capacidade de 4 marcos/dia cada uma, levariam 9 dias, com custo de transporte de materiais e equipes de construção (3 pessoas por equipe) de aproximadamente R\$3.500,00.

Cada marco tem um custo unitário aproximado de R\$160,00, incluindo o concreto (usinado) e chapa de identificação padrão IBGE de alumínio, sendo o custo total de construção

de 66 marcos de R\$10.560,00.

O valor aproximado de reconstrução dos marcos destruídos e adensamento da rede do município de Itaquí é de R\$25.060,00. A tabela 3 mostra os custos básicos envolvidos.

Tabela 3 – Custo do projeto

Atividade	Unidade	Quantidade	Custo total
Construção dos marcos	Unidade	66	R\$10.560,00
Implantação dos marcos	Dias	48	R\$3.500,00
Levantamento de Campo	Dias	9	R\$11.000,00
Total	-	-	R\$25.060,00

Quanto aos valores apresentados na tabela 3, o custo total para a construção dos marcos se refere aos preços praticados, no varejo, do material necessário para a construção de formas e ferragens, sendo também incluído o preço médio praticado pelo concreto usinado fornecido por empresas estabelecidas na região da fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente nas cidades de Uruguaiana, Itaquí e Bagé. A implantação dos marcos e levantamento de campo também levam em conta o preço dos combustíveis e fornecimento de alimentação por empresas da região.

Este seria o custo estimado de implantação e restauração das redes geodésicas para o município de Itaquí, desconsiderando honorários profissionais e demais encargos que ficariam sob responsabilidade dos órgãos envolvidos.

6. CONCLUSÕES

Projetos, obras e mapeamento com fins de gestão territorial no perímetro municipal de Itaquí são extremamente difíceis de serem executados, principalmente no que concerne à componente vertical (altitudes normais) nos parâmetros posicionais. A falta de referências de nível para a integração de levantamentos altimétricos, principalmente no interior do município, é particularmente grave.

A região da fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul é uma grande produtora de Arroz, e neste tipo de cultura (principalmente as variedades irrigadas), o conhecimento altimétrico é de vital importância para o projeto e implantação de sistemas de irrigação.

A prevenção de cheias dos rios que cortam o município também torna importante o conhecimento das altitudes referenciadas à um datum altimétrico oficial, pois se não houver a integração em diversos levantamentos executados ao longo de todo o território (uso de cotas arbitradas), não haverá um produto de qualidade técnica e com dados confiáveis.

A ampliação da rede altimétrica do SGB também permitirá estudos científicos inerentes à áreas de fronteira, neste caso a fronteira entre Brasil e Argentina, na qual será possível efetuar a conexão da rede altimétrica do SGB com a rede altimétrica do sistema geodésico argentino.

O custo para a implantação do projeto de ampliação da rede altimétrica pode ser considerado pequeno para os benefícios que trará, tanto com relação à aplicação técnica e de gestão territorial quanto para aplicações científicas, de manutenção e expansão do sistema geodésico brasileiro.

Referências Bibliográficas

COSTA, S. M. A. **Solução na compatibilização de diferentes materializações de sistemas de referência.** In: I SEMINÁRIO SOBRE REFERENCIAL GEOCÊNTRICO NO BRASIL, 2000, Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

FEDERAL GEODETIC CONTROL COMMITTEE. **Standards and specifications for geodetic control networks.** Rockville: FGCC, 1984.

GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Geométrica 2ª Parte.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná/CPGCG, 1988.

GOOGLE. **Google Earth website.** Disponível em <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos Associados ao Sistema Geodésico Brasileiro.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro.** Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Padronização de Marcos Geodésicos.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Reajustamento da Rede Altimétrica com Números Geopotenciais 2018.** Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_altimetrica/relatorio/relatorio_REALT_2018.pdf>. Acesso em: 19 set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Redes geodésicas.** Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica.html>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

ZAKATOV, P.S. **Curso de Geodesia Superior.** Moscou: Mir, 1981, 635p.