

ADENSAMENTO DA REDE ALTIMÉTRICA DA CIDADE DE ITAQUI – RS PARA FINS DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO DE OBRAS CIVIS

*Densification of the altimetric network of the city of Itaquí – RS for purposes
of multifinalitary technical cadaster and management of civil works*

Samuel Tarso da Silva

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura - NECA
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Promorar – Itaquí – RS - CEP:97650-000
s.tarso.alunos@unipampa.edu.br

Leonard Niero da Silveira

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura - NECA
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Promorar – Itaquí – RS - CEP:97650-000
leonardsilveira@unipampa.edu.br

Aroyto Pereira de Sousa Cardoso Bacuri

Universidade Federal do Pampa

Núcleo de Estudos em Cartografia e Agrimensura - NECA
Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Promorar – Itaquí – RS - CEP:97650-000
aroytopscardoso@alunos.unipampa.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta a implementação de altitudes normal-ortométricas precisas nos trabalhos de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, por meio de nivelamento geométrico e rastreios a partir de receptores do *Global Navigation Satellite System* - GNSS. Para o planejamento e gestão urbana é imprescindível a concepção de uma base cartográfica composta por elementos planimétricos e altimétricos. Na maioria das cidades brasileiras não existe tal produto, conseqüentemente, a gestão do território urbano fica prejudicado, principalmente quanto ao cadastro de redes de água e esgoto, bem como obras que necessitem de altitudes precisas. O nivelamento geométrico é o método mais adequado para o transporte de altitudes normal-ortométricas enquanto pelo método de poligonização o transporte é efetuado pelo nivelamento trigonométrico, método menos preciso pois está mais sujeito ao erro sistemático. Para o experimento de adensamento da rede altimétrica foram efetuados os nivelamentos entre as RNs oficiais do IBGE e os vértices implantados nas esquinas da área de estudo, materializados por chapas metálicas contendo suas identificações. O nivelamento geométrico foi efetuado por meio de um nível digital a partir de quatro RNs existentes na área, sempre em forma de poligonal enquadrada e nivelamento duplo para o controle dos erros de fechamento. O menor erro alcançado foi de 1mm entre as estações RN1931B e RN1923T e o maior foi de 11mm entre a RN1923B e RN1923X, ou seja, valores abaixo do normatizado pela NBR13.133 (ABNT, 1994) para a classe IN.

Palavras-chave: Nivelamento; Cadastro; Geodésia; Gestão; Território.

Abstract

This article presents an implementation of normal-orthometric and precise altitudes in the works of Multifinal Technical Cadastre and Territorial Management, by means of the means of data collection and receiver traces of the *Global Navigation Satellite System* - GNSS. For the planning and management of the economy is a matter of

cartographic base composed by planimetric and altimetric elements. In most Brazilian cities there is a product, consequently, since Brazilian companies are at a loss, at the same time as the water and sewage networks are registered, as well as the needs of precise altitudes. Geometric leveling is the most appropriate method for transporting normal-orthometric altitudes while the method of polygonal transport is performed by the trigonometric system systematic error. To the altimetric network densification experiment for performing the level methods in the IBGE and the vertices implanted in corners of the area of study, materialized by metal plates their identifications. The classical leveling was done by means of a digital level from four RNs in the area, always in the form of framed polygonality and double leveling to control closure errors. The lowest error was 1mm between measurements RN1931B and RN1923T and the highest error was 11mm between RN1923B and RN1923X, that is, values below that normalized by NBR13.133 (ABNT, 1994) for an IN class.

Keywords: Leveling; Register; Geodesy; Management; Territory.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada do território gera preocupações para a maioria das cidades brasileiras, pois a maioria das prefeituras apresentam um sistema restrito quanto a bases de dados espaciais para cálculos tributários, que acontece de forma não metódica, desigual e sem planejamento (AMORIM; SOUZA; YAMASHITA, 2009). Os resultados destas ações refletem diretamente nos cofres públicos, sendo na diminuição da arrecadação de tributos ou na causa de empecilhos legais e sociais, devido à falta de controle da ocupação do espaço territorial (CHAVES, 2013). O Cadastro, com o passar do tempo, evoluiu para o Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM, mais abrangente e com finalidade de auxiliar na tomada de decisões em questões de ordenamento urbano e rural. De acordo com SILVA & VIEIRA (1996) apud (SOUZA, 2001) o CTM é composto de vários subsistemas integrados que compartilham dados espaciais sobre a mesma base cartográfica. Assim, os dados espaciais devem estar integrados ao mesmo sistema, no caso deste trabalho, vinculado ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) (CHAVES, 2013).

Uma das soluções possíveis seria a criação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), de baixo custo que serviria de apoio aos levantamentos topográficos e geodésicos, contribuindo com a demarcação do espaço urbano e facilitando a gestão territorial municipal (KLEIN et al., 2017).

No Brasil, a maioria das cidades ainda não possuem um cadastro unificado e padronizado multifuncional, somente algumas iniciativas isoladas de algumas prefeituras municipais (SOUZA, 2001).

LOCH (2007) aponta algumas falhas quanto à falta de leis cadastrais e diretriz governamental que possa orientar na implementação e regularização da RRCM.

Embora mais comum, o CTM não se baseia apenas em informações planimétricas (coordenadas horizontais), também necessita de informações altimétricas de boa qualidade e alta precisão para fins de tomada de decisão, planejamento e ordenamento do território municipal através dos seus documentos suplementares, como por exemplo, o plano diretor e as leis orgânicas que instituem as condições para uso e ocupação do solo.

As altitudes, obrigatoriamente normal-ortométricas, são usadas para o gerenciamento e cadastro de redes de distribuição de água, coleta de esgoto e fator de depreciação de unidades imobiliárias urbanas suscetíveis a alagamento ou de grande inclinação.

A cidade de Itaquí, na fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul possui regiões

onde o problema de inundações é frequente devido ao seu perímetro urbano estar situado à margem esquerda do Rio Uruguai, isto faz com que o conhecimento acurado dos elementos altimétricos seja de suma importância.

Em vista da necessidade de estabelecer vértices de apoio para adensamento da rede altimétrica da cidade de Itaquí para auxílio ao cadastro técnico multifinalitário e gerenciamento de obras, foi efetuada a implantação de 103 chapas metálicas, identificadas por numeração sequencial, na região nordeste da cidade, sendo que neste artigo deu-se ênfase para o transporte de altitudes a partir das RNs da rede altimétrica do SGB. Estas linhas de nivelamento compõem levantamentos de segunda ordem, sendo que para os demais vértices da rede de adensamento serão efetuadas linhas de nivelamento de terceira ordem, a partir dos pontos com altitudes providas do levantamento e posterior ajustamento das redes de segunda ordem.

Para que os valores de altitude sejam bem aproveitados no cadastro técnico os dados devem ser consistentes. A principal análise qualitativa são os erros de fechamento das linhas de nivelamento, em sentido duplo, baseando-se na classe IN da norma NBR13.133 (ABNT, 1994).

As coordenadas horizontais (planimétricas) podem ser transportadas para os vértices da RRCM por meio de métodos clássicos de poligonação com estação total ou por trilateração espacial utilizando-se métodos de posicionamento baseados em satélites artificiais.

No caso de uso do GNSS, a altitude transportada não tem sentido físico, ou seja, não tem relação direta com os valores de aceleração da gravidade. Neste caso, o sentido é apenas geométrico, pois tem como referência o elipsoide, sem aplicação prática.

Portanto, deve-se ter disponível na RRCM, as altitudes normal-ortométricas, que são as únicas utilizáveis na prática para gestão territorial e de obras, desde que determinadas com qualidade por meio de métodos adequados como o nivelamento geométrico, já que o nivelamento trigonométrico também provê o transporte altimétrico ortométrico, porém suscetível à erros sistemáticos devido à mobilidade do ângulo vertical e necessidade de coleta externa da altura do equipamento por meio de trena.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A ausência da implementação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) vinculada ao SGB é considerado um dos grandes problemas nos municípios brasileiros. Sem a orientação correta de referência técnica normativa geoespacializada, a confecção dos produtos finais não atende aos padrões exigidos pela NBR 14.166, ou seja, não representam graficamente as parcelas definidoras do território, pois foram gerados a partir de sistemas arbitrários.

Com a RRCM vinculada ao SGB, garante-se que todos os levantamentos topográficos e geodésicos alcançam precisões suficientes para a representação fiel das parcelas do território, permitindo a criação de uma base cartográfica de onde partirão todos os projetos. Com isso, a fiscalização e a gestão atenderiam aos padrões normativos no âmbito municipal e federal para todos os documentos cartográficos apresentados, de forma unívoca, podendo ser arquivados em formato analógico ou digital em um banco de dados para um futuro Sistema de Informações Geográficas - SIG.

Quando a RRCM implementada não é de boa qualidade a base cartográfica municipal gerada por meio dela também não será, e o resultado da aplicação dos dados desta base é a sobreposição e o deslocamento das áreas do município, sem contar a imprecisão para fins de

determinação do valor das áreas, contribuindo para a injustiça fiscal quando da aplicação e cobrança de impostos, principalmente os referentes a habitação.

É de extrema importância que a RRCM seja acurada, pois todas as ações administrativas, bem como qualquer planejamento, partirão de um elemento substancial ao planejamento e ordenamento territorial que é o CTM, e este só poderá alcançar o objetivo de ser multifinalitário se todos os pré-requisitos necessários à sua concretização obedecerem aos respectivos padrões de exatidão cartográfica. A figura 1 representa a problemática supracitada no que diz respeito ao deslocamento e sobreposições de áreas em virtude da imprecisão da base cartográfica, considerando que em todos os levantamentos os erros sistemáticos e grosseiros tenham sido eliminados.

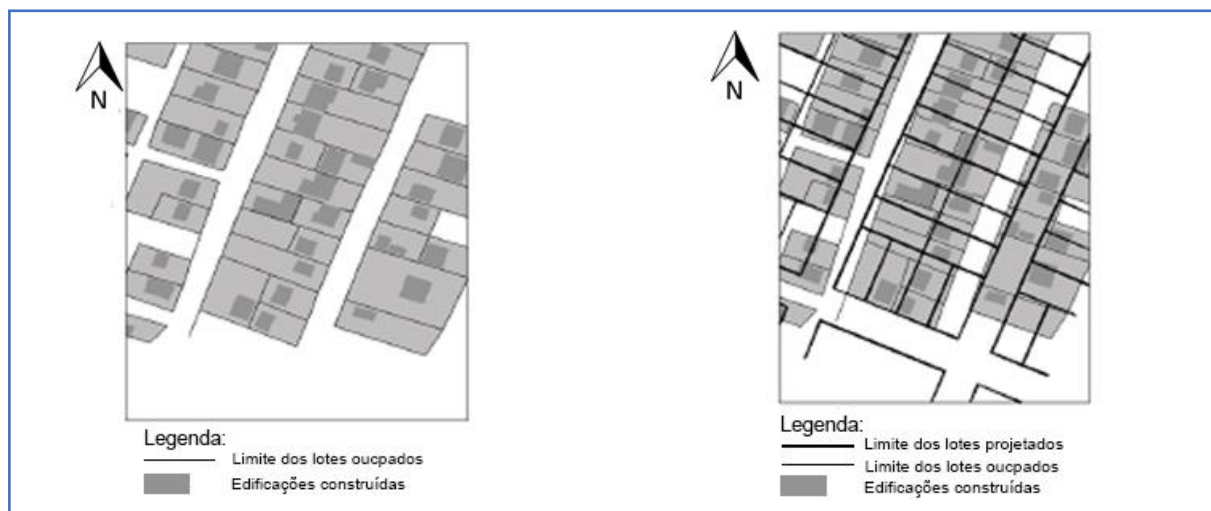


Figura 1 – Sobreposição de projeto da implantação de loteamento em Palhoça -SC.
Fonte: Neto, et al (2014).

Para fins de implementação de obras civis como projetos hídricos, subterrâneos, viários ou qualquer outro que demande o conhecimento sobre a declividade local, existe a necessidade do conhecimento preciso acerca da altitude ortométrica, e esta altitude deverá ser conhecida e referenciada ao SGB no caso do Brasil, podendo ser determinada pelo método absoluto em virtude do rastreamento dos sinais GNSS ou pelo método relativo por meio de nivelamento geométrico.

O nivelamento geométrico contribui para a descrição do comportamento da altitude ortométrica, que leva em consideração a aceleração da gravidade, desta forma é possível saber o sentido do fluxo caracterizado pelo deslocamento das águas em um determinado trecho de acordo com a declividade do terreno que é determinada em virtude da diferença de nível entre dois pontos.

O que justifica a ampliação da RRCM são os projetos que necessitam da descrição altimétrica do terreno, para que a execução destas obras seja eficaz, principalmente no que concerne ao tema da drenagem urbana, alertas em casos de inundações, refluxo de galerias pluviais, distribuição de água, coleta de esgoto, etc.

2.1 Plano diretor

Para OLIVEIRA (1991 apud BOURSCHEID 1993) o plano diretor é uma ferramenta de gestão do desenvolvimento físico e sócio econômico das zonas urbanas dos municípios para a organização do espaço territorial visando temas como habitação, áreas industriais, comércio, serviços, transporte, educação, saúde e espaços de recreação.

A criação do plano diretor poderá provir de levantamentos topográficos ou geodésicos executados com equipamentos ópticos eletrônicos como estações totais, métodos denominados de “clássicos”, e devem ser referenciados ao SGB de acordo com o Art. 10 da Portaria 511/2009 (BRASIL, 2001a) do regimento para as áreas urbanas. Em áreas rurais, a normatização é gerida conforme a Lei 10.267/2001. A norma NBR 12.267 – Normas para Elaboração de Plano Diretor (ABNT, 1992), versa sobre as diretrizes que convergem com a regulamentação federal que são responsáveis pelas normatizações da criação do plano diretor.

2.2 Cadastro

De acordo com Pereira (2005) houve um consenso com vários estudiosos da área cadastral acerca das definições do termo cadastro, e estabelecido como um inventário público dotado por uma metodologia organizacional que compreende as parcelas territoriais estabelecidas em um município ou país. A figura geométrica que representa a parcela servirá de base para descrever as feições topológicas que contribuirão para as avaliações dos atributos fiscais, ajustes jurídicos e no apoio do uso e ocupação do solo de maneira sustentável de acordo com as leis ambientais municipais.

Podemos considerar que um cadastro é eficiente quando os vértices da unidade imobiliária e todas as parcelas confrontantes estiverem amarrados à rede de referência geodésica, como por exemplo, lotes urbanos e edificações presentes em qualquer município, Estado e País.

Neste contexto, a implementação da RRCM proporcionará a legitimidade dos títulos do imóvel, a área dos seus confrontantes, localização, destinação do imóvel e valor venal. Para tanto, a figura do profissional das áreas de agrimensura, cartografia e afins é de suma importância, pois os dados levantados servirão de insumo para a construção da rede cadastral municipal.

2.3 Rede de referência cadastral e base cartográfica

É definida como a rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinam a projetos, cadastros ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) conforme especifica a ABNT (1998).

Uma base cartográfica é definida pela NBR14.166 (ABNT, 1998) como sendo um conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na RRCM, apresentam no seu conteúdo básico as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário

fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades projetuais que devam ter o terreno como referência.

2.4 Transporte de altitudes normal-ortométricas

O transporte de altitudes normal-ortométricas poderá ser realizado por meio do nivelamento geométrico, sempre partindo de uma RN conhecida, pois está vinculada ao SGB, e transportada ao ponto de interesse. A ida deste caminho é conhecida como nivelamento e a volta ao ponto inicial é denominada de contranivelamento, desta forma consegue-se determinar o erro altimétrico do circuito de nivelamento. Em projetos de Engenharia que envolvam o dimensionamento de redes de drenagem, rodovias, ferrovias e obras subterrâneas, por exemplo, a exigência na acurácia dos valores altimétricos são importantes para que as obras civis possam cumprir suas funções de forma plena pois qualquer erro de implantação pode ocasionar a subutilização da estrutura, como uma rampa mal projetada ou executada de uma ferrovia, que pode limitar a carga das composições.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a implementação deste experimento foi utilizado um nível eletrônico marca LEICA, modelo SPRINTER100 M com precisão de $\pm 2\text{mm}$ por km de duplo nivelamento, uma sapata topográfica, uma mira graduada em código de barras, cinco receptores GNSS marca Ashtech modelo ProMark500 dupla frequência (L1/L2) com precisão de $\pm (3\text{mm} + 1\text{ppm})$. Os equipamentos e acessórios utilizados são mostrados na figura 2.



Figura 2 – Equipamentos e acessórios utilizados.

Para os cálculos dos nivelamentos geométricos foi utilizado o software Posição e para o processamento dos dados GNSS foi utilizado o TopconTools.

3.1 Área de estudo

A visita técnica *in loco* das RNs foi necessária para a verificação preliminar das condições físicas das mesmas.

A área de estudo está situada no perímetro urbano do município de Itaquí, Estado do Rio Grande do Sul, entre as latitudes $29^{\circ}07'18''$ S e $29^{\circ}08'32''$ S e longitudes $56^{\circ}33'23''$ W e $56^{\circ}32'11''$ W, de acordo com a figura 3.

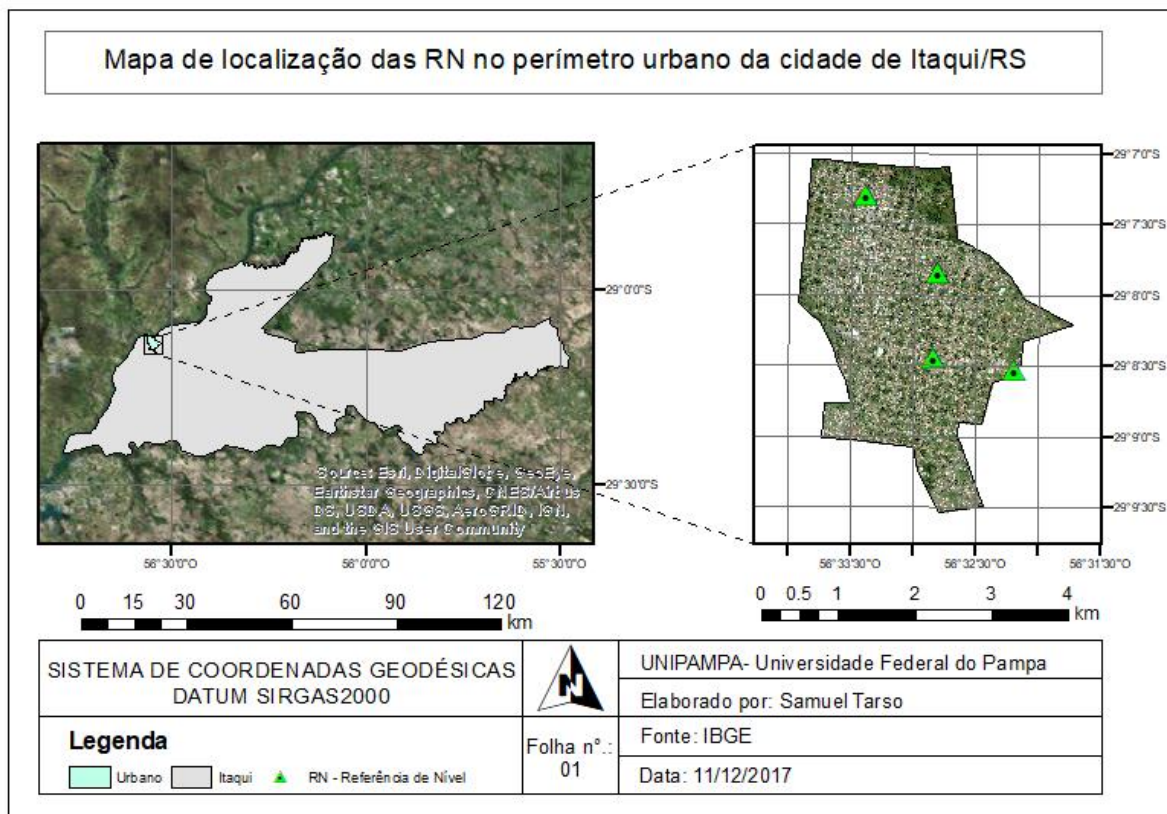


Figura 3 – Mapa de localização das RNs da cidade de Itaqui – RS.

3.2 Métodos

As visitas técnicas realizadas a priori serviram para verificar as condições físicas das referências de nível RN1923T, RN1923X, RN1931B, RN1931A e, conseqüentemente, para verificar quais RNs sofreram algum dano físico ou estrutural e não estavam aptas a serem utilizadas como pontos de controle.

Foi efetuado o nivelamento de 2ª ordem de comprovação da consistência dos valores altimétricos das RNs, para se ter certeza que as mesmas não sofreram alterações físicas em seu posicionamento e estão em condições de serem utilizadas na implementação do nivelamento geométrico e posteriormente servirão de base na constituição física da RRCM. Foram executadas cinco linhas de duplo nivelamento geométrico (nivelamento e contranivelamento) entre as RNs presentes no perímetro urbano de Itaqui, sendo que entre as estações RN1923X e RN1931B foram percorridos dois caminhos distintos, identificados como circuito 2 e circuito 4. Todos os nivelamentos geométricos ficaram com a precisão de fechamento melhor que o especificado para a classe IN, conforme consta na NBR 13.133 – Execução de Levantamento Topográfico (ABNT, 1994).

Para que não ocorressem erros grosseiros, fez-se o uso da sapata topográfica e também da materialização de chapas metálicas fixadas em cada esquina, geralmente em estruturas de

concretos como meios-fios, acostamento de vias públicas, ou em outras superfícies estáveis, presentes ao longo dos circuitos de nivelamentos, como mostra a figura 4.

Os vértices de adensamento da Rede Altimétrica para a cidade de Itaquí foram estabelecidos nas esquinas para que fosse possível manter a equidistância entre as chapas, formando uma malha regular de pontos. Desta forma, espera-se que o erro aleatório seja distribuído de maneira mais regular.



Figura 4 – Chapa de alumínio cravada e numerada e processo de nivelamento.

A escolha pelas chapas planas de alumínio foi devido a baixo custo, pois chapas metálicas mais adequadas e com superfícies arredondadas onerariam financeiramente o experimento. Embora menos apropriadas, as chapas de alumínio satisfazem as necessidades do trabalho.

E as chapas foram numeradas e fixadas com o auxílio de massa plástica automotiva, associada ao uso de um catalisador para acelerar o processo de colagem das mesmas. Em alguns pontos, a implantação das chapas foi possível com o uso da cola tipo veda calha. Os pontos foram marcados com gabarito de metal alfanumérico na realização do nivelamento geométrico, pois em alguns circuitos de nivelamento o trabalho em campo fora efetuado em dois períodos, manhã e/ou tarde ou em dias alternados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A identificação dos circuitos de nivelamentos, comprimento entre as RNs e o erro de fechamento entre as linhas de circuitos, são descritos na tabela 1.

Tabela 1- Circuitos de nivelamentos, RNs, comprimentos do circuito e erro.

Circuitos de nivelamentos	Referências de Nível	Comprimento (m)	Erro (mm)
Circuito 1	RN1931B - RN1923T	2.316,370	1,00
Circuito 2	RN1923X - RN1931B	2.589,750	4,00
Circuito 3	RN1923X - RN1931A	4.089,750	5,00
Circuito 4	RN1923X - RN1931B	4.503,980	- 11,00
Circuito 5	RN1931X - RN1923T	4.721,780	- 8,00

A tabela acima descreve os circuitos de nivelamento geométrico de 2ª ordem, compreendidas entre as RNs de 1ª ordem estabelecidas pelo IBGE. A partir destas linhas, a rede de adensamento começou a ser implantada, pois os pontos iniciais dos nivelamentos de 2ª

ordem deram origem as linhas dos nivelamentos geométricos de 3ª ordem. Desta maneira, foi possível a ampliação da RRCM estabelecida pelos nivelamentos de 2ª e 3ª ordem, conforme mostra a figura 5.



Figura 5 – Circuitos de nivelamentos, RN, rede de adensamento altimétrico.

Fonte: Imagem do GoogleEarth

Os nivelamentos geométricos de 3ª ordem ocorreram em sua maior parte no sentido leste-oeste, totalizando 14 linhas de nivelamentos paralelas entre si, à exceção do nivelamento efetuado na linha E021-E073, que foi realizado no sentido norte-sul, para o complemento da RN1923X e RN1931B, totalizando desta forma 15 linhas de duplos nivelamentos de 3ª ordem e 5 nivelamentos geométricos de 2ª ordem.

Para que os resultados obtidos nos nivelamentos geométricos de 2ª e 3ª ordem apresentassem padrões de precisão adequados, dentro do exigido pela NBR 13.1333 (ABNT, 1994), foram seguidas as recomendações da mesma. A visadas de ré e vante não ultrapassaram os 100 m de comprimento, sempre procurando efetuar visadas equidistantes, sendo que a maioria das leituras não excederam à 60 m. Como o município de Itaquí, em época de verão, alcança altas temperaturas, as leituras não ocorreram nos extremos da mira graduada, assim minimizando os efeitos de reverberação. As miras graduadas eram colocadas sobre as chapas

metálicas e no caminhamento sobre a sapata topográfica. O uso de nível digital com precisão de ± 2 mm por km de nivelamento duplo (nivelamento e contranivelamento) foram fatores para que não ocorressem erros sistemáticos ou grosseiros, contribuindo na precisão dos nivelamentos geométricos, descrito na tabela 2.

Tabela 2– Precisões de nivelamento geométrico.

Classe	IN Geométrico	IIN Geométrico
Equipamento Nível	Alta precisão $\leq \pm 3$ mm/km	Média precisão ≤ 3 mm/km
Tolerância fechamento	$12 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$20 \text{ mm} \times \sqrt{k}$
Aplicação	RN de apoio altimétrico	Altitudes em obras de engenharia

Fonte: NBR 13.133 (ABNT, 1994).

A aplicabilidade destes nivelamentos geométricos poderá servir para o adensamento da RRCM, como também empregada em obras de engenharia e comitantemente vinculadas ao SGB, e foram classificados como topográfico local, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Precisões de nivelamento geométrico.

Classificação	Alta Precisão	Precisão	Topográfico
Aplicação	Rede Fundamental	Área Desenvolvida	Local
Erro Padrão Máximo	$2 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$3 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$6 \text{ mm} \times \sqrt{k}$
Dif. Máxima/seção	$3 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$6 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$12 \text{ mm} \times \sqrt{k}$
Dif. Máxima/linha	$4 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$6 \text{ mm} \times \sqrt{k}$	$12 \text{ mm} \times \sqrt{k}$

Fonte: IBGE (Resolução PR. nº 22/83)

Na tabela 3, descrita acima, a maioria dos circuitos de nivelamento e contranivelamento geométrico estão classificados como topográfico local, pois a linha de duplo nivelamento com fechamento menor foi de -2,00mm e a maior com 10mm, valores permitidos dentro da faixa estipulada pela NBR 13.133 (ABNT, 1994).

A tabela 4 apresenta os valores de cada linha de nivelamento de 3ª e 2ª ordem. Percebe-se que, apesar de algumas linhas de duplo nivelamentos geométricos apresentarem distâncias similares, o erro de fechamento variou significativamente, tal fato pode ter ocorrido devido a topografia acidentada do circuito nivelado e outros fatores aleatórios (como as condições atmosféricas, por exemplo), como pode ser percebido nas linhas de nivelamento entre os pontos E013 e E091 além do E014 e E092.

Tabela 4 – Linhas dos circuitos dos nivelamentos, comprimentos e erro de fechamento.

Linhas de 3º ordem	Comprimento (m)	Erro de fechamento (mm)
E009-E073	1.211,240	-4,00
E010-E058	2.210,560	-2,00
E010-E079	1.211,950	3,00
E011-E057	2.217,260	-8,00
E011-E080	1.258,200	-9,00

Linhas de 3º ordem	Comprimento (m)	Erro de fechamento (mm)
E012-E087	1.295,630	-5,00
E012-E043	2.147,100	8,00
E013-E053	2.483,340	-8,00
E013-E091	1.267,570	-10,00
E014-E092	1.287,480	-3,00
E014-E029	2.230,650	-6,00
E015-E028	2.098,220	5,00
E015-E099	1324,850	-3,00
E017-E072	925,250	-2,00
E021-E073	619,530	2,00
RN1931B-RN1923T	2.316,370	1,00
RN1923X-RN1931B	4.503,980	- 11,00
RN1931X-RN1923T	4.721,780	- 8,00
RN1923X-RN1931B	2.589,750	4,00
RN1923X-RN1931A	4.089,750	5,00

6. CONCLUSÕES

A falta de planejamento em gestão territorial urbano no Brasil é recorrente na maioria das prefeituras, além de não existir nenhuma base cartográfica de apoio aos levantamentos topográficos e geodésicos. Os projetos para obras entregues aos órgãos responsáveis não seguem um padrão e na maioria das vezes os produtos gerados para a unidade imobiliária são em forma analógica (cartas, mapas e plantas impressas), dificultando o registro, armazenamento e consulta dos mesmos.

Neste contexto, o nivelamento geométrico reveste-se de grande importância pois as altitudes obtidas são referenciadas ao geóide, ou seja, com sentido físico. Os levantamentos geodésicos realizados por meio de rastreios com receptores *GNSS* provê altitudes geométricas referenciadas ao elipsoide de revolução, sem aplicação na prática, no entanto utilizando métodos adequados é possível efetuar o transporte de altitudes norma-ortométricas. Portanto, os vértices geodésicos de uma referência cadastral necessitam de altitudes referenciadas ao nível médio dos mares e que só podem ser obtidas por meio do nivelamento, sendo que o nivelamento geométrico é um método que retorna os valores mais consistentes.

Na busca de uma solução, os nivelamentos geométricos executados na área de estudo alcançaram resultados melhores que os padrões exigidos pela NBR 13.133 (ABNT, 1994) em sua classe IN, como foi o caso do trecho da RN1931B e RN1923T que teve o erro de fechamento altimétrico de 1mm, sendo considerado como nivelamento geodésico de alta precisão, conforme a Resolução PR. nº 22/83.

A partir destes números ficou evidente que é possível implementar uma base cartográfica que atenda e supra as necessidades da Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) vinculada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

A vinculação da RRCM ao SGB contribui para o adensamento da rede de referência municipal e facilita a ordenação e gestão do território urbano, desta forma obras de engenharia que necessitam das altitudes normal-ortométricas precisas para implantação de obras pluviais estarão de acordo com o padrão exigido pela normatização, minimizando os gastos de obras públicas e atendendo aos anseios da população local.

Referências Bibliográficas

AMORIM, Amilton; DE SOUZA, Guilherme Henrique Barros; YAMASHITA, Marcelo Corrêa. **Cadastro técnico multifinalitário via internet: um importante instrumento de apoio ao planejamento municipal**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 60, n. 2, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12267: Normas para elaboração de Plano Diretor**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **Lei nº 10.267, de 28 de Agosto de 2001**. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. 2001a.

BOURSCHEID, Jose Antonio. **O cadastro técnico multifinalitário aplicado ao planejamento urbano-estudo da expansão urbana na cidade de Joinville-SC**: Jose Antonio Bourscheid, orientador, Carlos Loch. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Cadastro Técnico Multifinalitário, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993. 131p.

CHAVES, Eliana Edérle Dias. **Cadastro dinâmico: modelo de implantação**: Eliana Edérle Dias, orientador: Paulo Cesar Lima Segantine. Tese (Doutorado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. 201p.

SOUZA, G. C. **Análise de metodologias no levantamento de dados espaciais para cadastro urbano**: Genival Correia de Souza, orientador: Ricardo Ernesto Schaal. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. 122p.

KLEIN, Ivandro et al. **Rede de referência municipal para estações livres: Uma proposta de baixo custo e grande abrangência**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 3, 2017.

LOCH, C. A. **Realidade do cadastro técnico urbano no Brasil**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, p. 5357-5364, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Portaria nº 511, de 07 de dezembro de 2009.** Institui Diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos Municípios Brasileiros. Publicada no DOU de 08 de dezembro de 2009.

NETO, Leonel Euzébio De Paula; DE FRANÇA, Rovane Marcos; DE OLIVEIRA, Francisco Henrique. **O parcelamento do solo urbano e o cadastro territorial.** Revista Brasileira de Cartografia, v. 67, n. 2, 2015.

PEREIRA, Marcelo de Assunção. **Considerações sobre a implantação de um cadastro técnico nos municípios brasileiros:** Marcelo de Assunção Pereira, orientador, Jürgen Philips. Dissertação Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGECC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. 102p.