

## Levantamentos terrestres aplicados ao parcelamento do solo urbano: um estudo de caso em Bangu, Rio de Janeiro – RJ

### RESUMO

As informações geoespaciais se disseminam rapidamente e cada vez mais possuem aplicações nos projetos de engenharia. Este trabalho estabelece uma metodologia para a utilização dos levantamentos terrestres aplicados a uma das áreas da engenharia cartográfica e de agrimensura: o cadastro multifinalitário voltado ao parcelamento do solo urbano. Sendo assim, tentar-se-á demonstrar, em breves considerações extraídas de um projeto piloto, a importância que o levantamento topográfico de parcelas e cadastro técnico podem exercer sobre a organização do espaço urbano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Levantamentos Terrestres. Topografia. Cadastro Multifinalitário. Parcelamento do Solo Urbano.

**Leonardo Vieira Barbalho**

[leonardo.topografo@gmail.com](mailto:leonardo.topografo@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0003-2938-7934](https://orcid.org/0000-0003-2938-7934)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**Alan José Salomão Graça**

[alanjsg@gmail.com](mailto:alanjsg@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-0580-6746](https://orcid.org/0000-0002-0580-6746)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**Sergio Orlando Antoun Netto**

[sergio.uerj@gmail.com](mailto:sergio.uerj@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-0490-3106](https://orcid.org/0000-0002-0490-3106)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A topografia se apresenta como uma das técnicas mais antigas no estudo dos processos de medição e determinação de posições na superfície terrestre. Desde os tempos mais remotos, o ser humano necessita conhecer o espaço no qual desenvolve as suas atividades. Com a evolução de ciências, como a matemática e a física, além das técnicas de medição do espaço físico, surgiu a topografia como hoje se conhece. No caso específico das engenharias cartográfica e de agrimensura, a topografia se apresenta como um dos pilares, sendo uma das principais formas para a aquisição de dados diretamente no terreno a ser mapeado.

O parcelamento do solo urbano pode se apresentar, de forma geral, sobre dois aspectos: o físico, que é a divisão do terreno propriamente dita, e o jurídico, que determina sobre o direito de propriedade sobre cada unidade de terra dividida. Segundo Athaydes e Athaydes (1984), o parcelamento do solo pode ser definido como a divisão geodésico-jurídica de um lote, uma vez que por meio dele se divide o solo e, concomitantemente, o direito respectivo de propriedade.

Como afirma Espartel, “é impossível calcular a área da superfície de um terreno, muito menos dividi-la, sem o conhecimento exato de seus limites, razão por que deve anteceder o problema da partilha um levantamento topográfico atualizado da propriedade [...]” (1987, p. 321). Por esta razão, a topografia apresenta-se como um campo científico que estuda a representação e a descrição das irregularidades da superfície física terrestre, a partir de métodos e técnicas de levantamentos e mensuração, utilizando para isso instrumentos e equipamentos remotos para efetuar a coleta de dados em campo (SILVA; SEGANTINE, 2015).

Diante do exposto, esse trabalho tem como objeto a aplicação de métodos oriundos dos levantamentos terrestres, empregando instrumentos topográficos e geodésicos de precisão milimétrica, no parcelamento do solo urbano.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é a elaboração da planta de um levantamento topográfico planialtimétrico cadastral que servirá como base para elaboração de uma metodologia voltada à divisão e ao cadastro de parcelas urbanas.

A justificativa para a realização de um projeto deste cunho é demonstrar os problemas encontrados devido às precárias descrições contidas em registros mais antigos, que algumas vezes não coincidem com as medidas encontradas em campo e acabam por causar alguns conflitos, como invasões e problemas de litígio. Faz-se então necessária a identificação dos imóveis em uma planta ou carta cadastral georreferenciada, com memoriais descritivos atualizados (e georreferenciados), podendo tais documentos virem a substituir o atual sistema de descrições utilizado pelo Registro de Imóveis, evitando assim problemas nas posteriores partilhas e divisões do imóvel. E, assim sendo, os lotes gerados em parcelamentos já estarão inseridos em um sistema de cadastro adequado, minimizando tais problemas de confrontação.

## REFERENCIAL TEÓRICO

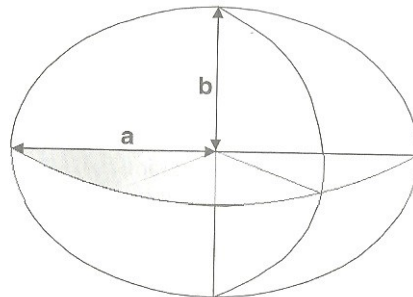
### POSICIONAMENTO GEODÉSICO

A Geodésia possui como objetivo a determinação das dimensões e da forma da Terra através do levantamento de pontos escolhidos sobre a mesma em número e distribuição geográfica compatíveis com a precisão desejada (GEMAEL, 1999). Como a superfície do planeta é irregular, faz-se necessário a utilização de um modelo geométrico, onde são apoiados os levantamentos terrestres. O posicionamento geodésico consiste na determinação das coordenadas de um objeto num determinado modelo geométrico, denominado Sistema Geodésico de Referência.

Os Sistemas Geodésicos de Referência (SGR) consistem na utilização de uma superfície geométrica, onde se possam realizar as medições e cálculos de coordenadas de um objeto. Isso se vale devido à dificuldade de realização destas medições na superfície real, que é bastante irregular. Segundo Menezes e Fernandes (2013, p. 69) “a forma da Terra é definida pela superfície topográfica e pela superfície dos mares”. Sendo assim, ela pode se apresentar como um geóide, que é uma superfície equipotencial do campo da gravidade, aquela que mais se aproxima do nível médio dos mares, com prolongamento sob os continentes.

As principais superfícies geométricas utilizadas como referência são o elipsoide de revolução (Figura 1), a esfera e o plano, sendo a primeira a que mais se aproxima, em todos os aspectos, da superfície do geóide. No decorrer do tempo, os elipsoides de referência foram sofrendo diversas modificações de modo a ficarem cada vez mais adaptados à superfície do geóide, seja de forma local ou global.

Figura 1 – Elipsoide de revolução



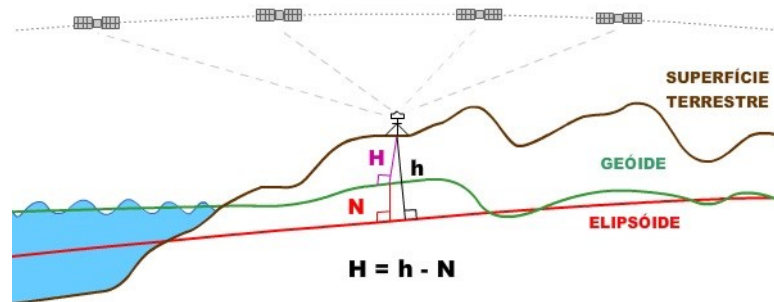
Fonte: Tuler e Saraiva (2016).

As principais diferenças nas medições realizadas no elipsoide e no geóide estão na altimetria e na determinação da vertical do ponto. Segundo Gemael (1999) e Silva e Segantine (2015), a altitude em relação ao elipsoide denomina-se altitude elipsoidal ou geométrica ( $h$ ), enquanto a altitude em relação ao geóide é denominada ortométrica ou geoidal ( $H$ ). A diferença entre as duas altitudes, denominada de ondulação ou desnível geoidal ( $N$ ) é obtida através da seguinte expressão:

$$H=h-N \quad (1)$$

A diferença angular entre a normal ao elipsoide e a vertical do lugar, estabelecida em relação ao geóide, num ponto da superfície terrestre, é denominada desvio da vertical (Figura 2).

Figura 2 – Relação entre as três superfícies utilizadas em Geodésia



Fonte: IBGE (2008).

O Brasil já adotou, oficialmente, três Sistemas Geodésicos de Referência ao longo do tempo. O primeiro sistema geodésico brasileiro (SGB) foi o de Córrego Alegre, sistema topocêntrico baseado no elipsoide de Hayford/1924 e com origem no vértice de Córrego Alegre/MG. O segundo SGB foi o *South American Datum* de 1969 (SAD69), outro sistema topocêntrico, com origem no vértice Chuá/MG e baseado no elipsoide da *Union Géodésique et Géophysique Internationale* de 1967 (UGGI67). A primeira realização do SAD69 foi executada através dos métodos clássicos de levantamentos geodésicos (triangulação predominantemente e trilateração de Hiran-Shiran), enquanto a segunda realização, em 1996, foi executada através do posicionamento geodésico por satélites artificiais (MENEZES; FERNANDES, 2013).

O terceiro, e atual, SGB é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS2000). Diferentemente dos dois sistemas anteriores, é um sistema geocêntrico e foi concebido com o intuito de ser o SGR oficial das Américas. O SIRGAS2000 é baseado no elipsoide GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*) e no ITRS (*International Terrestrial Reference System*), o sistema de referência terrestre internacional. O sistema foi totalmente materializado, no Brasil, através de observações e ajustamentos baseados no posicionamento pelo GNSS. O SIRGAS2000 é compatível com o *World Geodetic System* de 1984 (WGS84), sistema geodésico de âmbito mundial, utilizado pelo *Global Positioning System* (GPS). As diferenças de coordenadas calculadas entre ambos são mínimas, estando na ordem de 1,0cm (SILVA; SEGANTINE, 2015).

Antigamente, a densificação da rede geodésica, assim como o estabelecimento de apoios geodésicos de ordem menor, era feita através dos métodos clássicos de levantamento geodésico, como a poligonação, a triangulação e a trilateração. A partir da década de 1980, com a concepção do primeiro sistema *Global Navigation Satellite System* (GNSS), o americano Navstar-GPS, e a evolução da tecnologia computacional, a determinação das coordenadas geodésicas e seus posteriores ajustamentos acabou por ficar mais rápida, precisa e menos custosa. Posteriormente, novos sistemas foram concebidos, podendo-se destacar o russo *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (GLONASS) (inteiramente operacional), o europeu Galileo (em implantação e parcialmente operacional) e o chinês Beidou/Compass (em implantação e parcialmente operacional). Sendo assim, foi ficando cada vez mais comum se efetuar o posicionamento através de observações aos sistemas GNSS.

O princípio básico do posicionamento pelo GNSS é a trilateração espacial (SILVA; SEGANTINE, 2015), medindo-se as distâncias de um determinado objeto

para pontos conhecidos, afim de determinar a sua posição. No caso em questão os satélites artificiais são os elementos conhecidos, e a partir da interseção das esferas geradas pela propagação dos sinais emitidos, determina-se a posição de um receptor na superfície terrestre (Figura 3). Para isso podem ser utilizadas diferentes técnicas e observáveis. Segundo o IBGE (2008), o posicionamento é feito utilizando-se a fase de batimento da onda portadora, ou simplesmente a fase da onda portadora e a pseudodistância, sendo as duas definidas como as observáveis GNSS.

A pseudodistância é obtida através da multiplicação do tempo de propagação do sinal entre o satélite e o receptor pela velocidade da luz (VAN SICKLE, 2008). A precisão de um posicionamento feito a partir desta observável é métrica. A fase da onda portadora é muito mais precisa, na casa do centímetro e até do milímetro, sendo a base para as atividades geodésicas. De acordo com Monico (2008, p. 186), “a fase da onda portadora é igual a diferença entre a fase do sinal do satélite, recebido no receptor, e a fase do sinal gerado no receptor, ambas no instante da recepção”. Os sinais aqui citados, utilizando como base o caso do sistema GPS, por ser o mais usual, consistem no sinal L1, com frequência de 1575,42 MHz, e o sinal L2, com frequência de 1227,60 MHz. A portadora L1 é modulada pelos códigos C/A e Y, além da mensagem de navegação, enquanto a portadora L2 é modulada pelo código Y e pela mensagem de navegação. Recentemente foi disponibilizada uma terceira portadora, denominada L5, com frequência de 1176,45 MHz (SILVA; SEGANTINE, 2015).

Para uma determinação posicional tridimensional, são necessárias as observações de, no mínimo, três satélites. Porém, são considerados quatro parâmetros desconhecidos: além das coordenadas tridimensionais (X, Y, Z), também deve ser considerado o tempo, sendo então necessária a realização da observação de um quarto satélite (Figura 3).

Figura 3 – Princípio básico do posicionamento por trilateração com satélites artificiais



Fonte: Adaptado de <https://gisgeography.com/trilateration-triangulation-gps/>. - Acesso em: 12 de abril. 2018.

Monico (2008) diz que os métodos de posicionamento se dividem em absoluto, quando as coordenadas se associam diretamente ao geocentro, e relativo, quando as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado por vértices de coordenadas conhecidas.

## LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

A ABNT (1994, p. 3) define o levantamento topográfico como o agrupamento dos métodos e processos que se utilizam das medições de ângulos (horizontais e verticais) e distâncias (horizontais, verticais, inclinadas) com os instrumentos apropriados para a implantação de pontos de apoio no terreno e a determinação de suas coordenadas topográficas. Os pontos de detalhes estão apoiados nestes pontos, objetivando a sua representação planimétrica em uma determinada escala com exatidão, e a sua representação altimétrica por meio de curvas de níveis equidistantes ou pontos cotados. Em resumo, o levantamento topográfico consiste em determinar a localização das feições naturais e artificiais, e a altimetria do terreno utilizados na geração de produtos cartográficos (GHILANI; WOLF, 2015). O objetivo desse levantamento é suprir informações para projetos de engenharia em geral (SILVA; SEGANTINE, 2015).

No Brasil, os levantamentos topográficos estão normatizados pela NBR 13133, de 1994, que fixa as condições exigíveis para a sua execução. Segundo os dados a serem coletados em campo e à sua representação, os levantamentos topográficos se subdividem em planimétrico ou perimétrico, altimétrico ou nivelamento e planialtimétrico. Cabe ressaltar que os levantamentos topográficos destinados a fins do cadastro multifinalitário não devem ser executados sem sua devida amarração ao sistema geodésico brasileiro (SGB), onde também está referenciada a rede de referência cadastral municipal na qual o levantamento será apoiado. Isso possibilita futuras articulações entre as cartas cadastrais municipais e o mapeamento sistemático nacional.

O levantamento planimétrico pode ser definido como o “levantamento dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação de seu perímetro, incluindo, quando houver, o alinhamento da via ou logradouro com o qual faça frente, bem como a sua orientação e a sua amarração a pontos materializados no terreno de uma rede de referência cadastral, ou, no caso de sua inexistência, a pontos notáveis e estáveis nas suas imediações. Quando este levantamento se destinar à identificação dominial do imóvel, são necessários outros elementos complementares como: perícia técnico-judicial, memorial descritivo, etc.” (ABNT, 1994, p. 3). De forma resumida, segundo Tuler e Saraiva (2014), o levantamento planimétrico consiste na coleta de ângulos horizontais e verticais e distâncias horizontais, onde esses são projetados num plano horizontal.

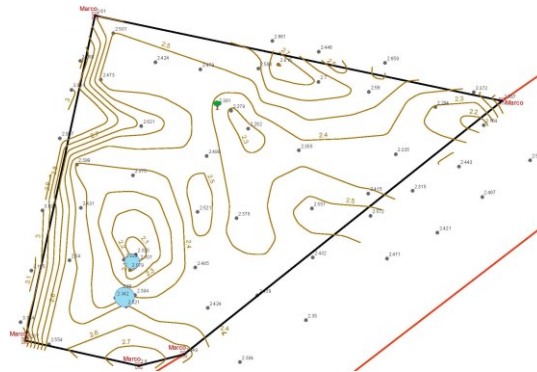
O levantamento altimétrico, também denominado nivelamento, é o “levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando a representação altimétrica da superfície levantada” (ABNT, 1994, p.3). Em outras palavras, Tuler e Saraiva (2014) diz que é o levantamento onde são coletados elementos para se definir as diferenças de nível entre os pontos, projetando-os em um plano vertical.



Os nivelamentos, segundo a NBR 13133/94, se subdividem em geométricos, quando executados com um instrumento que fornecem visadas no plano horizontal para a obtenção das diferenças de nível; trigonométricos, quando a diferença de nível entre os pontos é obtida indiretamente, fundamentando-se na relação trigonométrica entre o ângulo vertical e a distância, considerando-se a altura do instrumento de medição e do sinal visado; e taqueométricos, que são nivelamentos trigonométricos onde as distâncias são obtidas por taqueometria e a altura do sinal visado é obtida pela leitura do fio médio do retículo da luneta do teodolito sobre uma mira colocada sobre o ponto.

Por fim, o levantamento planialtimétrico é aquele onde dados planimétricos e altimétricos são coletados com a finalidade de representação gráfica (TULER; SARAIVA, 2014). Ou seja, é quando o levantamento planimétrico é executado em conjunto com o levantamento altimétrico (Figura 4).

Figura 4 – Desenho representando o resultado de um levantamento planialtimétrico.



Fonte: <[http://zeneti.co/?page\\_id=1017](http://zeneti.co/?page_id=1017)>. – Acesso em: 08 mar. 2016.

Pode ainda se destacar o levantamento topográfico cadastral, que é aquele que tem por objetivo a determinação da posição de certos detalhes de interesse, de acordo com a finalidade do levantamento. Esses detalhes podem ser cercas, edificações, posteamentos, árvores, elementos de drenagem e hidrografia, dentre outras feições naturais ou artificiais.

Os levantamentos cadastrais podem ser planimétricos ou planialtimétricos. Segundo Espartel (1987, p. 205), eles têm grande importância e utilidade, já que definem de forma geométrica, e também, econômica as propriedades urbanas e rurais. Hasenack (2000 apud MÜLLER, 1953) diz que ao comparar um levantamento topográfico qualquer com um levantamento topográfico cadastral de uma região, este último se ocupa principalmente na determinação e representação dos limites legais das parcelas, do cálculo das superfícies das mesmas com base nas medidas diretas realizadas em campo, da divisão das parcelas originadas por heranças, etc. Ambos os levantamentos devem estar relacionados a uma rede de pontos fixos no terreno, proporcionando-lhes a referência necessária para os elementos de controle.

O produto final de um levantamento cadastral pode ser a carta cadastral, quando a escala de representação for entre 1:1000 e 1:2000, em áreas urbanas, ou 1:5000 em áreas rurais, ou a planta cadastral, quando a escala de representação for maior que 1:1000. A partir de Espartel (1987) pode-se dizer que a carta (ou

planta) cadastral contém todas as indicações planialtimétricas (ou planimétricas, se for o caso) dos limites da propriedade e parcelas de que se compõem.

## CADASTRO – CONCEITO E UTILIDADES

O cadastro pode ser definido como um sistema da terra atualizado e baseado em parcelas contendo registros sobre a terra (por exemplo, direitos, restrições e responsabilidades) (HASENACK, 2000, p. 7 apud FIG, 1998). Outra definição plausível, segundo Hasenack (2000, p. 7 apud PHILIPS 1996, p. II-170) é a do Cadastro de Bens Imobiliários, que se apresenta como um registro geométrico e a lista oficial de lotes e parcelas, com fé pública, para garantir tanto a integridade geométrica dos limites, como também os direitos relacionados à propriedade imobiliária.

No decorrer dos anos os cadastros imobiliários tradicionais dos municípios vêm sendo substituídos pelo Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), que consiste num sistema imobiliário executado na forma geométrica e descritiva. A Portaria nº 511, datada de 7 de dezembro de 2009, definiu as diretrizes para que o CTM seja criado e atualizado nos municípios brasileiros. Segundo a Portaria, o CTM, quando adotado, será o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca.

Ainda de acordo com a Portaria Nº 511 (art. 2º), parcela cadastral é a parte contígua da superfície terrestre que possui um regime jurídico único. Ela é a menor unidade do cadastro (Figura 5). “As parcelas são contíguas, de maneira que não se sobreponham umas às outras, nem haja lacuna entre elas” (CUNHA; ERBA, 2010, p. 16). O município é totalmente subdividido em parcelas e só será considerado totalmente cadastrado quando a totalidade da área cadastrada for idêntica à área do município. Os lotes, glebas, logradouros, elementos hidrográficos, etc., devem abranger uma ou mais parcelas cadastrais. “A parcela deve ser entendida como subentidade do imóvel, para separar áreas com diferentes regimes jurídicos. Ela nunca engloba mais do que um imóvel” (CUNHA; ERBA, 2010, p. 18).

Figura 5 – Diferentes parcelas que compõem um imóvel.



Fonte: Philips (2006).

Cunha e Erba (2010) afirma que a contiguidade das parcelas é conseguida através da identificação e o levantamento do limite entre elas e a demarcação do limite por uma sequência de vértices comuns. As coordenadas dos vértices e de outros elementos da parcela devem ser georreferenciados, ou seja, referenciados a um Sistema Geodésico de Referência, no caso do Brasil, o SGB. Sendo assim, é garantido que os pontos levantados possam ser relocados a qualquer momento, minimizando ou até eliminando os conflitos sociais sobre os bens imóveis.



Cabe destacar que o conceito de parcela discutido pela portaria Nº 511 e pelos autores citados acima, não estabelece indicativos de como tratar a informação cadastral tridimensional. Por certo, essas formulações teóricas atendem bem aos propósitos do levantamento cadastral e do parcelamento do solo urbano executados nesse trabalho. Porém, em estudos mais específicos voltados para o cadastro 3D, como discute Souza e Amorim (2015: 335), “é necessário pensar e formular estratégias de coleta e utilização da informação geográfica tridimensional, de maneira que ela possa auxiliar na melhor utilização do espaço em consonância com a legislação vigente”.

## PARCELAMENTO DO SOLO URBANO

O parcelamento do solo é dito urbano quando é realizado em uma área considerada como zona urbana, que é definida como uma área delimitada em lei municipal, que contém pelo menos dois elementos de infraestrutura (melhoramentos) entre os seguintes: meio-fio ou calçamento, com drenagem de águas pluviais; abastecimento de água; sistema de esgoto sanitário; rede de iluminação pública; escola primária ou posto de saúde num raio máximo de três quilômetros. Este entendimento é simplificado por Athaydes e Athaydes (1984, p. 5) que diz que “[...] parcelamento urbano é aquele que se faz dentro do perímetro urbano das cidades, vilas e povoações”.

Tal tipo de parcelamento é tratado, de forma genérica, pela Lei Federal nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Essa lei define os tipos de parcelamento urbano, as condições para que ele seja realizado, seus requisitos urbanísticos, seus critérios para aprovação, dentre outras disposições legais. Essa lei serve como base para as legislações estaduais e municipais, já que a União determinou, através do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01), que a fixação de limites ao parcelamento do solo urbano caberia aos municípios. Sendo assim os municípios acumulam a competência legislativa e executiva da matéria do parcelamento urbano.

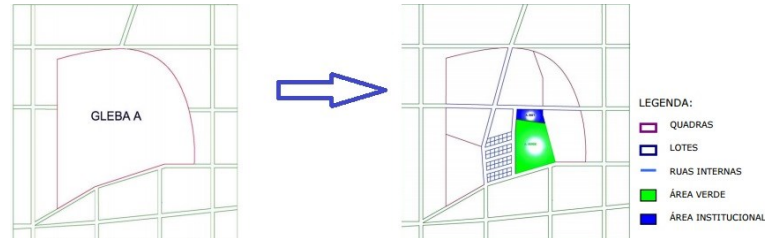
No que tange à cidade do Rio de Janeiro, o Plano Diretor (Lei Complementar Municipal nº 111/2011) define as condições mais generalizadas ao uso e ocupação e ao parcelamento do solo urbano e prevê a criação de uma Lei de Parcelamento do Solo Urbano. Em 2013 foi criado o Projeto de Lei Complementar nº 29, nos moldes estabelecidos pelo Estatuto da Cidade e pelo Plano Diretor. Embora os projetos de parcelamento da cidade venham sendo desenvolvidos nos parâmetros dessa lei, ela ainda não é oficial, sendo aplicável ainda o Regulamento de Parcelamento da Terra, como parte integrante do Decreto “E” nº 3800 de 20 de abril de 1970, expedido pelo então Estado da Guanabara.

O parcelamento do solo urbano pode ser realizado mediante algumas formas. Sendo assim os principais tipos de parcelamento são:

- Loteamento, que é “a subdivisão da gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação de vias existentes” (BRASIL, 1979, art. 2º), como mostra a Figura 6;
- Desmembramento, que é “a subdivisão da gleba em lotes destinados à edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias de circulação, de

logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes” (BRASIL, 1979, art. 2º);

Figura 6 – Esboço de um projeto de Loteamento.



Fonte: Adaptado de São Paulo (2009).

De acordo com a Lei Federal 6766/79, a gleba pode estar sujeita a algumas restrições ou até proibições para se parcelar. O art. 3º da citada lei define que está proibido o parcelamento do solo em “terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação” e “em áreas de preservação ecológica”. Além destas duas proibições absolutas, existem no mesmo artigo algumas proibições relativas, ou seja, que permitirão o parcelamento assim que atendidas recomendações da lei. Sendo assim é proibido o parcelamento “em terrenos alagadiços e sujeitos às inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas”, “em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados”, “em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes” e em áreas “onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até sua correção”.

Ainda segundo a Lei 6766/79, existem as chamadas faixas *non aedificandi*, que consistem em áreas onde não se é permitido construir ou edificar. Essas faixas ocorrem ao longo de águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos, sendo de 15 metros para cada lado, ou até maior, caso a legislação específica do município ou estado assim determinar.

O art. 4 da Lei Federal 6766/79 estabelece que a dimensão mínima de um lote deva ser de 125 metros quadrados, com uma frente adjacente a logradouro de no mínimo 5 metros. Esse artigo prevê que essas exigências podem ser maiores, quando as legislações estaduais e municipais assim determinarem.

No âmbito do município do Rio de Janeiro, o art. 46 do Decreto “E” nº 3800/70 determina a classificação dos lotes segundo sua área e sua testada (frente adjacente ao logradouro) em sete categorias. Essa classificação também é prevista no art. 12 do Projeto de Lei 29/2013. A única diferença entre estes dois artigos, é que o último corrige a dimensão mínima do lote e da testada para o padrão da Lei 6766/79 (125 m<sup>2</sup> de área e 5 metros de testada), já que o Decreto guanabarinense previa o lote com dimensão mínima de 120 metros quadrados e testada mínima de oito metros. O lote menor é denominado lote de 7ª categoria nas duas leis. As outras seis categorias são idênticas nas duas, sendo elas:

- Lote de 1ª categoria, quando a testada mínima for de 100 metros e a área mínima for de 50.000 metros quadrados;
- Lote de 2ª categoria, quando a testada mínima for de 50 metros e área mínima for de 10.000 metros quadrados;

- Lote de 3ª categoria, quando a testada mínima for de 20 metros e área mínima for de 1.000 metros quadrados;
- Lote de 4ª categoria, quando a testada mínima for de 15 metros e área mínima for de 600 metros quadrados;
- Lote de 5ª categoria, quando a testada mínima for de 12 metros e área mínima for de 360 metros quadrados;
- Lote de 6ª categoria, quando a testada mínima for de 9 metros e área mínima for de 225 metros quadrados.

A legislação municipal determina que um lote seja classificado numa determinada categoria, quando sua área e sua testada forem iguais ou superiores as medidas mínimas da categoria e inferiores às medidas da categoria imediatamente superior.

O art. 4 da Lei Federal 6766/79 também determina que no mínimo 35% da gleba sejam cedidas ao Poder Público, destinando-se ao sistema de circulação (vias), aos espaços de uso público e à implantação de equipamentos urbanos e comunitários. Os equipamentos urbanos são os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgoto, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado. Os equipamentos comunitários são os equipamentos públicos de educação, cultura, lazer e similares. A exceção para este valor se dá quando o loteamento for destinado ao uso industrial, cujos lotes sejam maiores que 15.000 metros quadrados.

O art. 21 do Projeto de Lei Complementar 29/2013 prevê que essa doação ao Poder Público só se faz necessária quando a área loteável tiver área igual ou maior a 30.000 metros quadrados. No mesmo artigo diz que, dentro desses 35%, 8% da área loteável seja destinada a construção de equipamentos públicos, enquanto 6% da área loteável seja destinada à construção de praças, jardins e outros espaços livres.

Em nenhum caso, seja na legislação federal ou municipal, as áreas *non aedificandi* poderão ser incluídas nas áreas de doação ao Poder Público.

## **METODOLOGIA**

### **ÁREA DE ESTUDO**

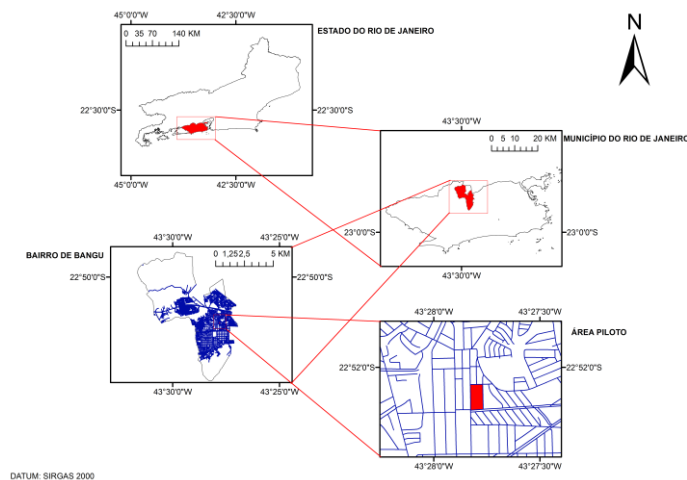
Os loteamentos urbanos geralmente apresentam problemas de geometria, devido à falta de rigor na elaboração e execução dos projetos. Segundo Neto *et al.* (2015), isso acontece por não existirem normas claras e exigências quanto ao uso de procedimentos técnicos que determinem que o projeto de parcelamento do solo urbano deve ser georreferenciado a uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) e, conseqüentemente, ao SGB, sendo entregue em formato digital ao município. No caso do município do Rio de Janeiro, a maioria dos projetos de parcelamento e alinhamento estão disponíveis no site da Secretaria Municipal de Urbanismo ([www.rio.rj.gov.br/web/smu](http://www.rio.rj.gov.br/web/smu)) em formato de imagem (arquivo .JPG), porém estes arquivos não estão referenciados a uma RRCM e nem ao SGB na maioria das vezes. Sendo assim, foi escolhida uma área onde essa problemática

é evidenciada, objetivando um projeto piloto de parcelamento do solo urbano georreferenciado.

A área é um lote urbano que ocupa toda uma quadra, originado por um Projeto Aprovado de Loteamento (PAL) em conjunto com um Projeto Aprovado de Alinhamento (PAA) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, localizado no bairro de Bangu (Figura 7). Ela foi escolhida devido à facilidade de acesso, além de se possibilitar a realização de um projeto de loteamento, devido sua grande dimensão.

A área trata-se do Lote 13 do PAL 29646, realizado em conjunto com o PAA 9019, que está disponível no endereço <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/acervoimagens/GEP/9/01/PAA/00901.jpg>. Está compreendida entre os seguintes logradouros: Rua da Chita, Rua Marechal Marciano, Rua Emilio Ribas e Estrada Porto Nacional. Suas características geométricas, segundo o PAL, são: 209,56 metros de frente, divididos em um segmento de reta de 197 metros e um arco de 12,56 metros subordinado a um raio de 8 metros; 86,56 metros pelo lado direito, divididos em um segmento de 74 metros e um arco de 12,56 metros subordinado a um raio de 8 metros; 203,56 metros de fundos, divididos em um segmento de 191 metros e um arco de 12,56 metros subordinado a um raio de 8 metros; e 86,56 metros pelo lado esquerdo, divididos em um segmento de 74 metros e um arco de 12,56 metros subordinado a um raio de 8 metros. Seu perímetro total é de 586,24 metros e sua área é de 18936,96 m<sup>2</sup>. Percebe-se que a descrição da geometria do terreno se faz apenas por distâncias, não possuindo coordenadas referenciadas a um sistema geodésico e nem medidas angulares ou de direção, como rumos e azimutes.

Figura 7 – Situação e localização da área de estudo.



Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Em virtude da Lei Nº 6.250 DE 28 de Setembro de 2017, que promove alterações e inserções relativos, entre outros, a cobrança de IPTU, projetos como esse que atende ao bairro Bangu, podem vir a assistir uma quantidade significativa de domicílios que se encontram em situação semelhante em outros bairros cariocas. Os novos reajustes no sistema de tributação do solo urbano na capital fluminense, não estão baseados na atualização de plantas ou cartas cadastrais municipais, apesar da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro dispor de insumos cartográficos e fotogramétricos recentes que possibilitam tais atualizações. Esses

produtos cartográficos e cadastrais servem como bases para auxiliar na elaboração das plantas de valores genéricos (PVG). Por sua vez a PVG deve representar os valores dos imóveis com uma fidelidade tal que se garanta a justiça social, cobrando-se impostos rigorosamente em função do valor efetivo do imóvel (LOCH E ERBA, 2007). Diante da assertiva discutida acima, não seria leviandade dizer que a redefinição dos valores de IPTU no município do Rio de Janeiro não atende fielmente a realidade exigida para que se garanta a justiça social aos moradores dos bairros periféricos da cidade. Não está na Lei Nº 6.250 (ou em documentos que a complementam) que novas cartas cadastrais foram produzidas para o município e não há indicativos apresentando que vértices, limites e confrontantes das parcelas, bem como suas dimensões e das áreas de uso no seu interior, foram remediadas para subsidiar os critérios que ajudam a delimitar no terreno, as regiões homogêneas que estão contidas nas plantas de valores genéricos.

### EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados na etapa prática deste trabalho os seguintes equipamentos:

Receptor GNSS da marca Altus, modelo APS-3 (L1, L2 e L2C), com bastão telescópico com nível de bolha circular, tripé para bastão e cartão de memória SD de 2GB (Figura 8a); Estação total exibida na Figura 8b, da marca Nikon, modelo DTM-332, classe 2 (NBR 13133/94), com tripé de alumínio e certificado de calibração (tendo em vista que este tipo de equipamento necessita ser calibrado periodicamente para garantir a mesma precisão nas observações); Dois bastões telescópicos com nível de bolha circular, com prismas circulares refletores; Trena de aço, marca desconhecida, com 10m de comprimento; Pinos de aço e tinta sintética vermelha, para a materialização e sinalização das estações dos apoios básico e topográfico e estações auxiliares; Computador Intel Core I7 com 4GB de RAM, com softwares para o processamento dos dados e para desenho; Cópia da planta de loteamento da área de estudo (PAL 29546/PAA 9019), aprovada pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro; Prancheta, régua, folhas de papel A4 e lapiseira, para o desenho do croqui em campo.

Figura 8 – Receptor GNSS e estação total utilizados no trabalho de campo.



Fonte: Autoria própria (2018).

## IMPLANTAÇÃO DO APOIO BÁSICO

Uma rede de apoio básico é “[...]constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro – SGB) e a um mesmo sistema de representação cartográfica[...]” (ABNT, 1998). Sendo assim, nos dias atuais, as técnicas de posicionamento pelo GNSS são as mais empregadas para se obter as coordenadas dos pontos de apoio. Os métodos mais adequados para este fim, oferecendo melhores precisão e acurácia, são o posicionamento relativo e o posicionamento por ponto preciso (PPP). Para este trabalho foi utilizado o primeiro método.

### Procedimento de Campo

Para a realização do apoio básico houve a materialização de novas estações que pudessem servir de apoio para o levantamento topográfico cadastral a ser executado. Então foram materializados, com pinos de aço e tinta sintética vermelha, os vértices V1 e V2, intervisíveis entre si e bem em frente à área de estudo. Foram tomados os cuidados devidos para que as estações não ficassem sob árvores ou muito próximas a edifícios, o que poderia dificultar a coleta das observações (em virtude do multicaminho) e também prejuízos na precisão do levantamento.

As observáveis a serem fornecidas pela estação total serão as medidas lineares e angulares, que através destas será possível determinar as coordenadas de pontos desejados no terreno. As medidas lineares correspondem as distâncias horizontais, inclinadas e verticais, normalmente utilizadas com a unidade de medida em metro e as medidas angulares são ângulos horizontais e/ou azimutais e ângulos verticais, normalmente utilizados com a unidade de medida o grau sexagesimal (SILVA et al., 2015).

O levantamento foi executado instalando-se o receptor GNSS sobre os vértices e assim coletando-se as observações de satélites dos sistemas GPS e GLONASS, que são os compatíveis com o equipamento utilizado, nas frequências L1 e L2. Cabe ressaltar que mesmo o receptor utilizado apresentando em suas especificações L2C, o mesmo não é uma portadora, e sim um código modulado para o segmento civil que trafega pela portadora L2 (VAN SICKLE, 2008; SILVA; SEGANTINE, 2015). O receptor foi instalado em ambos os vértices sequencialmente, onde o mesmo ficou coletando as observações por cerca de uma hora em cada vértice, garantindo assim, a fixação das ambiguidades e determinação das coordenadas de forma absoluta. As observações foram efetuadas pelo modo estático, para após a etapa de campo ser feito o pós-processamento, com intervalo de gravação de 1 segundo.

### Posicionamento Relativo

No posicionamento relativo são utilizadas as observáveis fase da onda portadora, pseudodistância e as duas simultaneamente. Seu princípio básico é, segundo o IBGE (2008), a minimização das fontes de erro, utilizando-se da diferença entre as observações recebidas concomitantemente por receptores que ocupam duas estações.



Pode-se subdividir o posicionamento relativo em estático, estático-rápido, cinemático e semicinemático. No caso em questão foi adotado o posicionamento relativo estático que consiste em estacionar por um determinado período de tempo concomitantemente o receptor do vértice de interesse e o receptor do vértice de referência (SILVA; SEGANTINE, 2015). Esse período varia de acordo com a linha de base (distância entre os dois receptores), podendo levar 20 minutos (em linhas de base de até 10 km) até 4 horas (em linhas de base maiores que 500 km). Para linhas de base maiores de 10 km, aconselha-se o uso de receptores de dupla frequência (L1 e L2), conhecidos como receptores geodésicos (IBGE, 2008). No posicionamento feito para este trabalho, as linhas de base possuíam aproximadamente 17 km em relação à estação RIO-D da RBMC, localizada no bairro de Parada de Lucas.

No dia seguinte ao levantamento de campo, foi adquirido junto ao website do IBGE os arquivos RINEX (Receiver Independent Exchange Format) com as observações da estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) mais próxima ao local do levantamento, neste caso a estação RIO-D. O RINEX foi desenvolvido pelo Instituto Astronômico em 1989, permitindo que diferentes receptores com configurações distintas e softwares de pós-processamento trabalhem juntos com as observações coletadas (VAN SICKLE, 2008). A estação RIO-D serviu como base para o ajustamento das observações realizadas pelo receptor GNSS nos dois vértices de interesse. Para o pós-processamento dos arquivos gerados pelo método relativo estático, utilizou-se a versão de demonstração do software GNSS Solutions.

## POLIGONAÇÃO DO APOIO TOPOGRÁFICO

Segundo Veiga, Zanetti e Faggion (2012), a poligonação é um dos métodos mais empregados para se determinar as coordenadas dos pontos topográficos, principalmente aqueles de apoio planimétricos. Sendo assim, fica claro que para um apoio topográfico de qualidade esta é a técnica mais adequada para se obter as coordenadas das estações topográficas.

Este método consiste num caminhamento, onde percorre-se toda a série de pontos topográficos, medindo-se ângulos e distâncias, a partir de uma orientação inicial e uma coordenada de partida. Essa orientação inicial é definida através do azimute, que é o ângulo formado entre o Norte (verdadeiro, magnético, de quadricula ou arbitrário) e um dado alinhamento. A partir de então é possível calcular as coordenadas dos demais pontos que constituem a poligonal.

Para este trabalho foi utilizada a poligonal fechada, por ser um método no qual pode-se aplicar o cálculo e as correções dos erros. Diferentemente do método de ajustamento que foi adotado na proposta de Coelho e Chaves (2015), na qual foi utilizado o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), para se calcular esta poligonal fechada, realizou-se o Método da Bússola (ou de Bowditch), que segundo Baroni e Antoun Netto (2017), é o método que é apresentado com mais frequência nas publicações sobre topografia, sendo o recomendado pela NBR 13133/94. Carvalho *et al.* diz que as discrepâncias entre os dois métodos estão na ordem de poucos milímetros. O Método da Bússola consiste nas seguintes etapas:

### 1. Calcular o fechamento angular e de sua distribuição:

O somatório dos ângulos horários de um polígono é dado por:

$$\sum \alpha_e = (n+2) \times 180^\circ, \quad (2)$$

onde  $n$  é o número de estações da poligonal. O erro angular ( $e_a$ ) cometido será conhecido através da seguinte expressão:

$$e_a = \sum \alpha_m - (n \pm 2) \times 180^\circ. \quad (3)$$

Após, faz-se a verificação da tolerância angular ( $\varepsilon_a$ ). Essa tolerância pode ser entendida como o erro angular máximo admissível para uma determinada classe de poligonal. Segundo a ABNT (1994), para as aplicações topográficas em geral, podemos utilizar a seguinte relação:

$$\varepsilon_a = b \times \sqrt{n}, \quad (4)$$

onde  $b$  é a precisão nominal angular de acordo com as diversas classes de poligonal.

Se o erro cometido for igual ou menor à tolerância angular, faz-se a distribuição desse erro entre as medidas angulares, podendo-se utilizar a seguinte expressão para calcular o valor das correções a serem aplicadas em cada ângulo medido:

$$C_a = -\left(\frac{e_a}{n}\right). \quad (5)$$

### 2. Calcular os azimutes de todos os alinhamentos

A expressão geral para o cálculo dos azimutes é dada por:

$$AZ_{n \rightarrow n+1} = (AZ_{n-1 \rightarrow n} + \alpha) \pm 180^\circ \text{ (ou } -540^\circ), \quad (6)$$

sendo:

$\alpha$ , o ângulo horizontal medido

+180°, se a soma entre parênteses for inferior a 180°

-180°, se a soma entre parênteses for superior a 180° e inferior a 540°

-540°, se a soma entre parênteses for maior que 540°

### 3. Calcular as coordenadas relativas (não corrigidas)

De acordo com Tuler e Saraiva (2014), o cálculo das coordenadas relativas faz a relação entre os ângulos corrigidos e a distância dos alinhamentos que foram medidos em campo. Utiliza-se então o artifício da trigonometria clássica, através das relações:

$$x_{1 \rightarrow 2} = d_{1 \rightarrow 2} \times \text{Sen } Az_{1 \rightarrow 2} \quad (7)$$

$$y_{1 \rightarrow 2} = d_{1 \rightarrow 2} \times \text{Cos } Az_{1 \rightarrow 2} \quad (8)$$

Os sinais são considerados, pois indicarão em qual quadrante estará o ponto topográfico.

### 4. Calcular o erro de fechamento linear e de sua distribuição

O erro linear ou planimétrico é aquele decorrente de imprecisões na medida das distâncias, já que os ângulos já sofreram os devidos ajustes. Sendo assim, o cálculo desta etapa é dividido em duas partes, sendo a primeira a determinação do erro  $e$ , a segunda, a análise segundo a tolerância linear.

Para se calcular o erro linear, utilizam-se as seguintes expressões:

$$E_l = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}, \quad (9)$$

$$e_x = |\sum x_+| - |\sum x_-|, \quad (10)$$

$$e_y = |\sum y_+| - |\sum y_-|, \quad (11)$$

onde:

- $E_l$  é o erro de fechamento linear;
- $\sum x_+$  e  $\sum x_-$  são os somatórios dos valores das abscissas (positivas e negativas, respectivamente);
- $\sum y_+$  e  $\sum y_-$  são os somatórios dos valores das ordenadas (positivas e negativas, respectivamente);
- $e_x$  é o erro de fechamento nas abscissas; e
- $e_y$  é o erro de fechamento nas ordenadas.

Após estes cálculos, devemos analisar o erro, verificando se ele é admissível através da tolerância linear ( $T$ ). Essa tolerância pode ser entendida como o erro linear máximo admissível para uma determinada classe de poligonal dada pela expressão:

$$T = d \times \sqrt{L} \text{ (km)}, \quad (12)$$

onde  $d$  é a precisão linear em metros por quilômetro, definido pelas diferentes classes da poligonal.

#### 5. Calcular as coordenadas relativas (corrigidas)

As correções efetuadas para o cálculo das correções são proporcionais às distâncias entre os pontos da poligonal. Assim, quanto maior a distância, maior será a correção aplicada. Será aplicada uma correção para cada abscissa e cada ordenada, da forma como podemos observar nas equações abaixo:

$$C_{x_n} = -e_x \times \frac{d_{n-1 \rightarrow n}}{L}, \quad (13)$$

$$C_{y_n} = -e_y \times \frac{d_{n-1 \rightarrow n}}{L}, \quad (14)$$

onde:

- $C_{x_n}$  é a correção para a coordenada relativa  $x_n$ ;
- $C_{y_n}$  é a correção para a coordenada relativa  $y_n$ ;
- $L$  é o perímetro da poligonal, em metros; e
- $d_{n-1 \rightarrow n}$  é a distância entre o ponto e seu antecessor.

Como pode-se perceber, o sinal da correção é o oposto ao sinal do erro cometido.

Após o cálculo das correções, efetuamos o cálculo das coordenadas relativas corrigidas. Esse cálculo é evidenciado pelas expressões a seguir:

$$x_{n\text{Corrigida}} = x_n + C_{x_n}, \quad (15)$$

$$y_{n\text{Corrigida}} = y_n + C_{y_n}. \quad (16)$$

#### 6. Calcular as coordenadas absolutas

Dando fim ao processo do cálculo da poligonal fechada, devemos calcular as coordenadas finais ou absolutas. Tais coordenadas que servirão de base para a confecção da planta topográfica e para o cálculo dos pontos de detalhes (item 2.3). As expressões que definem essas coordenadas absolutas são vistas a seguir:

$$X_{n+1} = X_n + x_{n+1}, \quad (17)$$

$$Y_{n+1} = Y_n + y_{n+1}, \quad (18)$$

onde  $x_{n+1}$  e  $y_{n+1}$  são as coordenadas relativas já corrigidas.

A partir dos vértices de apoio básico, percorreu-se o entorno da área de estudo, afim de se verificar os melhores locais para a implantação dos pontos da poligonal topográfica, levando em consideração as possíveis irradiações a serem efetuadas a partir delas. Com essa verificação preliminar, foi possível fazer a materialização de seis pontos, utilizando-se de tinta vermelha e pinos de aço: P1, P2, P3, P4, P5 e P6.

O levantamento da poligonal foi executado estacionando a estação total primeiramente em um dos vértices de coordenadas conhecidas do apoio básico e fazendo a orientação a ré no outro ponto de coordenada conhecida. Neste caso, estacionou-se em V2 e fez-se a orientação em V1 e após foi executada uma visada à vante para a estação P1. Estacionou-se então na estação P1, orientando o equipamento para o vértice V2 e fazendo uma visada à vante para a estação P2. Repetiu-se todo o procedimento nas demais estações, até o retorno ao vértice V2, fechando a poligonal. Todos os dados foram registrados no próprio equipamento. Neste registro estão contidos os ângulos horizontais e verticais, a distância inclinada, a altura do equipamento, a altura do prisma, o número das estações e os códigos de descrição.

Os dados foram descarregados na versão demonstração do *software DataGeosis Magellan*, que cria uma caderneta de campo com as medições realizadas (ângulos, distâncias e desníveis). A partir de então foi feito o ajustamento (fechamento) da poligonal.

#### **LEVANTAMENTO DE DETALHES**

A ABNT (1994, p. 3) define o levantamento de detalhes como o “conjunto de operações topográficas clássicas (poligonais, irradiações, interseções, ou por ordenadas sobre uma linha-base), destinado à determinação das posições

planimétrica e/ou altimétrica dos pontos, que vão permitir a representação do terreno a ser levantado topograficamente a partir do apoio topográfico”.

O método utilizado aqui para o levantamento de detalhes foi a irradiação, consiste em, a partir de uma linha de referência conhecida, medir um ângulo e uma distância (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012) para a obtenção de coordenadas dos pontos de interesse.

Neste trabalho o levantamento foi executado em duas etapas: A primeira parte consistiu em coletar dados nas vias contíguas ao lote em estudo e foi realizada concomitante com o levantamento da poligonal. Foram executadas irradiações, a partir do equipamento estacionado em pontos da poligonal, aos detalhes de interesse, como meio-fio, muros, postes e árvores. O perímetro do lote também foi levantado nesta primeira etapa. Na segunda parte foram coletados os detalhes no interior do lote. Para isso, foram materializadas cinco estações auxiliares para que delas pudessem ser feitas as irradiações aos pontos de interesse, sendo elas: A1, A2, A3, A4 e A5. Foram levantados detalhes como edificações, muros, árvores, postes e arquibancadas existentes no interior do terreno, além de uma rede de pontos cotados para configurar a altimetria da área.

Os dados foram descarregados da mesma forma que os dados da poligonal, sendo inseridos na mesma caderneta de campo eletrônica e, após o ajustamento desta, receberam suas coordenadas definitivas.

## CONFECÇÃO DA PLANTA TOPOGRÁFICA

Com as coordenadas dos pontos de apoio, topográficos, auxiliares e de detalhes conhecidas, criou-se no próprio software topográfico utilizado no processamento da poligonal uma nuvem de pontos compatível com softwares de desenho assistido por computador, popularmente conhecidos como CAD. Cada ponto contém o seu número, código e altitude (descrita no software como cota).

Criou-se então, no software de desenho, camadas e símbolos para cada um dos detalhes levantados, de acordo com as convenções topográficas dadas pelo Anexo B da NBR 13133/94. A partir de então, confeccionou-se o desenho utilizando-se das camadas criadas, dos pontos codificados para cada feição de interesse e do croqui desenhado em campo, gerando-se uma planta topográfica na escala de 1:750. Também foi confeccionado um memorial descritivo do lote.

## PROJETO DE LOTEAMENTO

O traçado urbano começa pela definição de avenidas, ruas e caminhos para pedestres, necessários para tornar acessíveis as diferentes partes do espaço a serem utilizadas (MASCARÓ, 2005). O projeto começa por um esboço dos eixos das ruas, sendo que, primeiramente, faz-se o das ruas principais, que atravessarão a gleba em duas direções ortogonais. Depois faz-se o traçado das ruas secundárias, que será executado de acordo com as larguras desejadas para as quadras. Sendo assim, as larguras das vias também deverão ser previamente definidas, pois isso interferirá na largura final das quadras e dos lotes. As ruas secundárias não têm a necessidade de atravessar a área a ser parcelada, por isso são mais facilmente traçadas. Por fim, são definidos os lotes, dentro das quadras, com base em três

características são básicas: a área da parcela, a relação de seus lados, o paralelismo de seus lados opostos (BORGES, 1992). Em projetos de parcelamento como esses, softwares CAD destinados a aplicações topográficas reduzem bastante o trabalho das subdivisões, sendo especialmente valiosos para grandes planos de e projetos com ruas curvas.

Utilizando-se estes parâmetros, planejou-se: 2 quadras residenciais com 64 metros, escolhidos de forma que os lotes tivessem em média 32 metros de comprimento; Quatro ruas com 10 metros de largura, sendo 6 metros de pista de rolagem, seguindo o PAA 9019; Curvas com 12,56 metros em média, subordinados a um raio de 8 metros, seguindo a PAA 9019. 18 lotes por quadra residencial, sendo todos maiores que 125 m<sup>2</sup>, como determina a legislação, e em média 9,5 metros de testada para os lotes residenciais; Uma quadra com 4 lotes comerciais; Áreas a serem doadas para o governo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### POSICIONAMENTO GEODÉSICO

Com a elaboração do mapa de uso e cobertura das terras, foi possível analisar que o município de Britânia possui uma maior área de pastagem, e que assim como esta, outros usos como a área urbana e pivôs de irrigação com cultivo de pastagem, também vem aumentando nas últimas décadas devido ao fator econômico agropecuário.

### RESULTADOS DA POLIGONAÇÃO TOPOGRÁFICA

Os ângulos e distâncias obtidos na etapa de campo estão expostos na Tabela 1, a seguir. Na Tabela 2 pode-se encontrar os resultados do ajustamento da poligonal.

Tabela 1 – Ângulos e distâncias medidos

Ponto	Direção	Ângulo Horizontal	Distância (m)
V2	V2-P1	170° 11' 09"	80,173
P1	P1-P2	86° 34' 46"	98,934
P2	P2-P3	94° 08' 26"	59,485
P3	P3-P4	194° 07' 14"	103,460
P4	P4-P5	164° 01' 58"	53,935
P5	P5-P6	96° 36' 20"	99,222
P6	P6-V1	94° 38' 03"	73,246
V1	V1-V2	179° 40' 59"	77,651

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).



Tabela 2 – Resultados do ajustamento da poligonal

<b>Erro angular</b>	-41" – Tolerância (Classe IIP): $\pm 42''$
<b>Erro linear total</b>	0,092 m – Tolerância (Classe IIP): 0,226 m
<b>Erro em N</b>	0,088 m
<b>Erro em E</b>	0,024m
<b>Erro altimétrico</b>	-0,027 m - Tolerância (Classe IIIN): 3,576 m
<b>Precisão linear relativa</b>	1:6198
<b>Perímetro percorrido</b>	646,105 m

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Na Tabela 3, pode-se verificar os valores encontrados após o ajustamento da poligonal.

Tabela 3 – Valores obtidos com o ajustamento

Ponto	Direção	Azimute	N (m)	E (m)	H (m)
V2	V2-P1	169° 52' 31"	7470114,820	657592,523	36,64
P1	P1-P2	76° 26' 56"	7470035,893	657606,617	37,10
P2	P2-P3	350° 35' 31"	7470059,066	657702,763	37,32
P3	P3-P4	4° 43' 05"	7470117,748	657693,039	37,29
P4	P4-P5	348° 44' 57"	7470220,850	657701,549	36,87
P5	P5-P6	265° 21' 49"	7470273,746	657691,026	36,70
P6	P6-V1	179° 59' 56"	7470265,723	657592,093	36,43
V1	V1-V2	179° 41' 00"	7470192,471	657592,094	36,60

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

## COORDENADAS DOS PONTOS AUXILIARES

Na Tabela 4 encontram-se as coordenadas dos pontos auxiliares, que foram materializados e medidos para que se fizesse as irradiações aos pontos de interesse que não estavam na linha de visada de nenhuma estação da poligonal.

Tabela 4 – Coordenadas finais dos pontos auxiliares

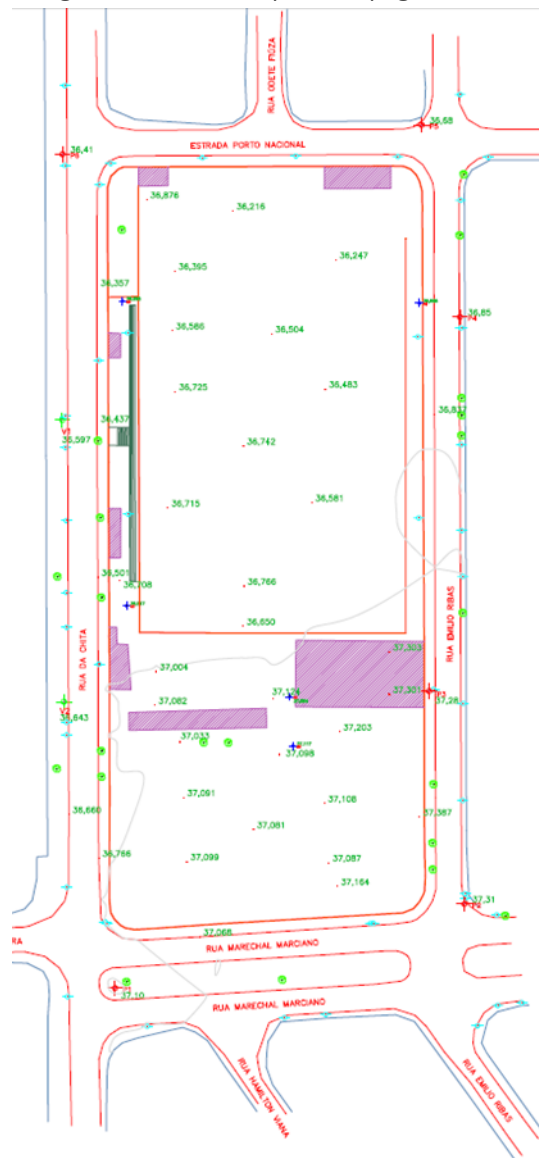
Ponto	Norte (m)	Este (m)	Alt. Ortométrica (m)
A1	7470116,189	657654,698	37,064
A2	7470102,652	657655,702	37,117
A3	7470141,288	657609,878	36,817
A4	7470224,749	657690,512	36,868

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

## ANÁLISE DA PLANTA TOPOGRÁFICA

O levantamento topográfico originou uma planta topográfica cadastral na escala de 1:750. Nesta planta foram desenhados todos os elementos exigidos pela legislação do parcelamento do solo urbano. Na Figura 9 pode-se visualizar o extrato da planta topográfica:

Figura 9 – Extrato da planta topográfica



Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Da planta topográfica extraiu-se as medidas de frente, laterais e fundos do lote, que estão contidas no memorial descritivo, encontrado no Apêndice C. Extraui-se também as medidas de área e perímetro total, afim de se comparar com as medidas descritas pelo projeto de loteamento que originou o lote. As medidas encontradas em campo e as medidas de referência estão na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação entre os valores encontrados e de referência

	Medido	Referência
Área (m <sup>2</sup> )	18028,798	18938,96
Perímetro (m)	578,581	586,24

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Pode-se verificar que os valores medidos em campo são discrepantes dos valores de referência. Assim sendo, se faz necessária a retificação do imóvel, como cita o art. 212 da Lei Federal 6015/73.

Afim de se realizar uma verificação das geometrias das feições obtidas com os levantamentos terrestres realizados, gerou-se uma representação com os elementos vetoriais do desenho sobre uma ortoimagem em escala 1:1000 (Figura 10), e resolução espacial de 10 cm, cedida pelo Instituto Pereira Passos (IPP), em um *software* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), no caso do *ArcGIS* versão 10.1. Os elementos do desenho cartográfico e da imagem se mostraram totalmente compatíveis entre si, demonstrando a confiabilidade dos levantamentos executados e devidamente ajustados.

Figura 10– Análise gráfica dos levantamentos terrestres



Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Os pontos vermelhos foram pontos medidos tanto na imagem, quanto na planta. A variação máxima foi de 24,5 cm, estando dentro do erro gráfico para a escala, que é de 25 cm.

## RESULTADOS DO PROJETO DE LOTEAMENTO

Os resultados do projeto de loteamento estão explicitados nas tabelas 6 a 8. Foi gerada também uma planta do projeto geométrico de loteamento, na escala de 1:750, cujo extrato pode ser visto na Figura 11. Todos os lotes oriundos do parcelamento, assim como os arruamentos, constituem, cada um, uma parcela cadastral. Os arruamentos e áreas de doação se apresentam como parcelas cadastrais de domínio público, enquanto o restante dos lotes corresponde a parcelas cadastrais particulares.

Tabela 6 – Total de áreas públicas

<b>Espaços Livres</b>	1051,62 m <sup>2</sup> - 6%
<b>Equipamentos Comunitários</b>	2326,02 m <sup>2</sup> - 12%
<b>Vias</b>	2939,44 m <sup>2</sup> - 16%
<b>Total de áreas públicas</b>	6317,08 m <sup>2</sup> - 34%
<b>Extensão das Vias</b>	294,47 m – 4 vias
<b>Total de Lotes</b>	40 un. - 11711,72 m <sup>2</sup>

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Tabela 7 – Total de áreas privadas

<b>Lotes de 6ª Categoria</b>	36 unidades – 11000,03 m <sup>2</sup>
<b>Lotes de 7ª Categoria</b>	04 unidades – 711,69 m <sup>2</sup>
<b>Total de Lotes</b>	40 unidades - 11711,72 m <sup>2</sup>

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Tabela 8 – Descrição dos lotes

<b>Nº de lotes</b>	<b>Destinação</b>
36 unidades	Residencial
04 unidades	Comercial
02 unidades	Pública

Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

Figura 11 – Extrato do projeto de loteamento



Fonte: Barbalho *et al.* (2017).

## DISCUSSÕES E CONCLUSÃO

Todas as etapas deste trabalho se apresentaram bastante satisfatórias, tendo resultados dentro do esperado para as metodologias aplicadas. Sendo assim, com base na análise dos resultados obtidos, pode-se observar que a falta de um cadastro técnico bem executado consiste num grande problema para o Rio de Janeiro. Dificilmente os limites geométricos dos imóveis coincidem com os limites jurídicos, descritos nos documentos cartoriais e projetos de loteamento. Sendo assim, afim de se garantir que essas medidas sejam coincidentes, nota-se o quanto que a Geodésia e a Topografia, através de seus levantamentos terrestres, podem ajudar nesta questão. Os levantamentos topográficos cadastrais, quando bem executados, tendem a ser suficientemente precisos, descrevendo a área levantada de forma eficaz para a execução dos registros imobiliários e projetos de engenharia. Os levantamentos geodésicos, que através do posicionamento por

satélites artificiais têm obtido níveis de precisão significativos, também podem auxiliar bastante na questão do georreferenciamento dos bens imóveis, utilizando-se como base as redes de referência cadastral municipal ou até mesmo a rede brasileira de monitoramento contínuo, que foi utilizada para este trabalho.

Sendo assim, a confecção de documentos com coordenadas e direções precisas evitariam a discrepância entre a geometria física e a jurídica das propriedades. A proposta apresentada por este trabalho acaba por aplicar um exemplo, onde a área levantada não teve suas medidas projetadas e físicas coincidentes. O projeto de loteamento original só apresentava as medidas geométricas, sendo que não se sabe as referências utilizadas tanto na concepção do projeto quanto na sua locação. Utilizando-se as referências geodésicas para a implantação dos lotes, se evitaria que referências distintas sejam utilizadas para tal, e conseqüentemente que essas discrepâncias ocorram. Um profissional que não tenha acompanhado o levantamento original, poderia efetuar a implantação do projeto, sem a preocupação de se encontrar um resultado divergente.

No caso específico do município do Rio de Janeiro, poderia-se planejar a implantação de uma RRCM. Como a área do município é muito grande e com um tecido urbano bastante denso, poderia-se também implantar redes menores, a nível de áreas de planejamento ou até mesmo de regiões administrativas, densificando a rede principal.

A nível nacional, o interessante seria uma revisão das normas da ABNT e das leis de uso e ocupação do solo, a fim de estabelecer que todos os levantamentos para fins imobiliários e processos de parcelamento do solo sejam vinculados a uma RRCM e ao SGB, com a devida fiscalização dos municípios onde os projetos estão sendo realizados.



# Terrestrial surveying in urban cadastre: a case study in Bangu, Rio de Janeiro city - RJ

## ABSTRACT

The spatial information quickly spread and increasingly have applications in projects. This work establishes a methodology for the implementation of land surveys applied to one of the areas of cartographic and surveying engineering: the multipurpose cadastre returned to the division of urban land. Thus, it is possible to show the importance of a multipurpose cadastre may have on the organization of urban space.

**KEYWORDS:** Land surveys. Topography. Geodetic Positioning. Urban cadaster. Division of Urban Land.

## AGRADECIMENTO

Ao Laboratório de Engenharia Cartográfica (LECAR) e a empresa CARTOTEC pela disponibilização de espaço físico, equipamentos e *softwares* para realização dos levantamentos e execução da planta cadastral.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.133 – Execução de levantamento topográfico - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14.166 – Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ATHAYDES, O. G. E ATHAYDES, L. A. D. G. **Teoria e Prática do Parcelamento do Solo**. São Paulo: Ed. Saraiva, 1984.

BARBALHO, L. V.; SALOMÃO GRAÇA, A. J. E ANTOUN NETTO, S. O. Levantamentos Terrestres Aplicados ao Parcelamento do Solo Urbano. In: Anais do IV Simpósio Brasileiro de Geomática – SBG2017, Presidente Prudente - SP, **Anais...** 24-26 de julho de 2017. p. 527-534.

BARONI, L.; ANTOUN NETTO, S. O. **Topografia Aplicada a Levantamentos Terrestres**. Rio de Janeiro: UERJ, 2017.

BORGES, A. C. **Topografia Aplicada à Engenharia Civil – Vol. 2**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1992.

BRASIL. **Lei 6.015, de 31 de dezembro de 1973**. Dispõe sobre os registros públicos e dá outras providências.

BRASIL. **Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo e dá outras providências.

BRASIL. **Lei 10.257, de 10 de Julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BRASIL. **Portaria Nº 511, de 7 de Dezembro de 2009**. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros.

CARVALHO, A. S.; RODRIGUES, D. D.; COSTA, M.F.; NETO, J. O. A. Utilização da Regra de Compass ou Método de Bodwitch e do MMQ no Ajuste da Poligonal Topográfica. **Revista Agrogeoambiental**. v. 3, n. 1, p. 41-51, 2011.

COELHO, L. A. N. E CHAVES, J.C. Precisão na determinação de coordenadas dos vértices de imóveis urbanos. **Revista Brasileira de Cartografia**. V. 67, n. 2, p. 287-305, 2015.

CUNHA, E. M. P. E ERBA, D. A. Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1987.

GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba: Editora UFPR, 1999.

GHILANI, C. D. E WOLF, P. R. **Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics**. New York: Pearson Education, 2015.

GUANABARA. **Decreto “E” nº 3800, de 20 de Abril de 1970**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo e dá outras providências. Disponível em: <<http://arquilog.com.br/wp-content/uploads/leis-pdfs/D3800E.PDF>>

HASENACK, M. **Originals de levantamento topográfico cadastral: possibilidade de sua utilização para a garantia dos limites geométricos dos bens imóveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, Florianópolis. 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS**. IBGE, 2008.

LOCH, C. E ERBA, D. A. **Cadastro Técnico Multifinalitário: Rural e Urbano**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos Urbanos**. Porto Alegre: Ed. Masquatro, 2005.

MENEZES, P. M. L. E FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 288p.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Ed. Unesp, 2008.

NETO, L. E. P.; FRANÇA, R.M.; OLIVEIRA, F.H. O Parcelamento do Solo Urbano e o Cadastro Territorial. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 67, n. 2, p. 261-273, 2015.

PHILIPS, J. Conceito de imóvel e parcela no cadastro georreferenciado. **Boletim do IRIB em Revista**, Nº 325, 2006, p. 104.

RIO DE JANEIRO. **Decreto nº 332, de 1976**. Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5126700/4132731/DECRETON332.PDF>

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº 111, de 2011**. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4600307/4117400/lei\\_compl\\_111.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4600307/4117400/lei_compl_111.pdf)

RIO DE JANEIRO. **Projeto de Lei Complementar nº 29, de 2013**. Institui a Lei de Parcelamento do Solo Urbano da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3826037/4103829/ProjetodeLeiComplementar29\\_2013LPS](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3826037/4103829/ProjetodeLeiComplementar29_2013LPS)

SÃO PAULO. **Manual de Orientação de Parcelamento do Solo**. São Paulo: Secretaria Municipal de Habitação, 2009.

SILVA, I. E SEGANTINE, P. C. L. **Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 412p.

SILVA, G. P.; SEIXAS, A; GARNÉS, S. J. A. E ROMÃO, V. M. C. Definição do Sistema de Referência para a Locação de Edificações Prediais – Área Experimental: Bairro da Madalena, Recife – PE. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 67, n. 2, p. 445-463, 2015.

SOUZA, G. H. B. E AMORIM, A. Parcelas Espaciais e Nuvem de Pontos: Viabilidade E Possibilidades de Integração de Dados para o Cadastro 3D. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 67, n. 2, p. 333-344, 2015.

TULER, M. E SARAIVA, S. **Fundamentos de Geodésia e Cartografia**. São Paulo: Bookman, 2016.

TULER, M. E SARAIVA, S. **Fundamentos de Topografia**. São Paulo: Bookman, 2014.

VAN SICKLE, J. **GPS for Land Surveyors**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia.**  
Curitiba: UFPR, 2012.

**Recebido:** 30 mar. 2017

**Aprovado:** 25 set. 2018

**DOI:** 10.3895/rbgeo.v6n3.5760

**Como citar:** BARBALHO, L. V.; GRAÇA, A. J. S.; NETTO, S. O. A.. Levantamentos Terrestres Aplicados ao Parcelamento do Solo Urbano: Um Estudo de Caso em Bangu, Rio de Janeiro – RJ. **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 241-271, jul/set. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Leonardo Vieira Barbalho

Rua São Francisco Xavier, 524, PJLF, 4º Andar, Bloco B, CEP 20550-900, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

