Estudo do Uso do Sistema de Posicionamento GNSS – NTRIP na Locação de Obra



Heliton Balduino Pires[1]; Leandro Patczyk[1]; Mateus Telles[1]; Sibele Mazur[1]
[1] *Faculdade Educacional Araucária*

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo apresentar o uso da tecnologia GNSS NTRIP na locação de obras de engenharia. Atualmente, a locação de obras é realizada por métodos clássicos, como o método do gabarito e métodos por cavaletes e também por técnicas de topografia, utilizando principalmente o equipamento topográfico conhecido por estação total. Com o surgimento de novas tecnologias na área de posicionamento, analisou-se a possibilidade da aplicação de uma destas técnicas na locação de obras. Nesta pesquisa foram realizados dois levantamentos em uma mesma obra, localizada na região de Curitiba/PR, com o objetivo de comparar os resultados obtidos pela topografia convencional e pela tecnologia GNSS NTRIP. Foram coletados em campo 85 pontos de interesse e após o processamento dos dados, foram determinadas as coordenadas planialtimétricas destes pontos. A análise dos dados foi realizada a partir da comparação entre os valores das coordenadas obtidas nos dois métodos empregados. Verificou-se também o tempo de levantamento e os custos de cada método. Os resultados desta pesquisa indicaram que a tecnologia GNSS NTRIP pode ser utilizada para a locação de obras, contribuindo especialmente para a redução do tempo do trabalho de campo.

Palavras chave: locação, topografia, estação total, tecnologia GNSS NTRIP

ABSTRACT

The purpose of this article is to present the use of GNSS NTRIP technology in the marking of engineering works. Nowadays, the marking of works is carried out by classic methods, such as the method of the jig and methods by trestle and also by techniques of topography, using mainly the topographic equipment known by total station. With the emergence of new technologies in the area of positioning, we analyzed the possibility of applying one of these techniques in the marking of works. In this research two surveys were carried out in the same work, marking in the Curitiba / PR region, in order to compare the results obtained by conventional topography and GNTR NTRIP technology. A total of 85 points of interest were collected in the field and after the data were processed, the coordinates of these points were determined. Data analysis was performed by comparing the values of the coordinates obtained in the two methods used. The survey time and costs of each method were also checked. The results of this research indicated that the GNSS NTRIP technology can be used for the marking of works, contributing especially to the reduction of the time of the field work.
Key Words: set out, topography, total station, GNSS NTRIP technology

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil apresenta notável importância para um país. Isso é visível no Brasil e nos demais países, uma vez que nos últimos anos, esse setor é tratado como prioridade na alocação de recursos escassos da economia e no fortalecimento dos demais setores, destacando-se o setor social, devido a uma forte geração de empregos (OLIVEIRA, 2012).

O avanço tecnológico no setor da construção civil é relevante e para os demais anos ainda se tem um longo trajeto a percorrer. Neste contexto, a busca por novas tecnologias nos diversos processos da construção contribui para o desenvolvimento com qualidade de obras de engenharia.

A locação de obras, como estradas, edificações, entre outas, é um procedimento essencial para o andamento de um projeto. A locação baseia-se na utilização de pontos de referência e instrumentos de medição para posicionar de forma precisa os elementos do projeto de uma obra.

O emprego de equipamentos topográficos, como o teodolito e a estação total, na locação de obras de grande porte já é uma realidade no país. Segundo Silva (2015), o uso destes equipamentos pelas construtoras se deve principalmente à precisão e à confiabilidade no processo de locação.

Porém, para Tuler e Saraiva (2014), o método topográfico convencional usado na locação de obras de engenharia é mais demorado, além de aumentar a probabilidade de eventuais erros durante a execução do levantamento. A maioria dos erros nos trabalhos de medição decorrem devido à inabilidade e falibilidade humana, imperfeição do equipamento e influência das condições ambientais.

Partindo ao encontro da procura incessante pelo aperfeiçoamento é que se adotou o tema desta pesquisa. As tecnologias de posicionamento a partir do rastreio e navegação por satélite possibilitam determinar a posição tridimensional de pontos da superfície terrestre (PINTO, 2000). Por este motivo, notou-se a necessidade de analisar a probabilidade do uso desta tecnologia para aplicação na locação de obras de engenharia.

Pretende-se então, realizar uma simulação de locação de uma obra de engenharia, visando determinar a posição de pontos de interesse desta área. Para isso, foram realizados levantamentos em campo pelo método topográfico convencional e pelo método de posicionamento conhecido por GNSS NTRIP, tendo em vista comparar os dados obtidos pelos dois métodos e verificar a viabilidade do emprego desta tecnologia de posicionamento.

2. LOCAÇÃO DE OBRAS

De acordo com a Norma Regulamentadora n° 18, do Ministério do Trabalho e Emprego, a locação de obra é definida como a área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

A locação de obras baseia-se na transferência dos principais elementos do projeto para o terreno, mantendo todas as posições e dimensões solicitadas na planta baixa de um projeto.

A planta de locação é considerada um elemento primordial para a realização da locação de uma obra de engenharia. Tal planta faz parte do conjunto de informações que compõe o projeto arquitetônico, além do estrutural, elétrico e do hidráulico (PADUA, 2012).

No campo da construção civil existem vários métodos ou técnicas utilizadas para locação, sendo que algumas destas técnicas são simples e não necessitam o uso de equipamentos. Dentre os métodos clássicos de locação, destacam-se a locação de gabarito ou tábuas corridas e o método dos cavaletes.

O método de locação de gabarito, visualizado na Figura 1, é definido através de uma marcação de eixos do projeto em tábuas de madeira que são posicionadas ao redor do canteiro e em toda a locação da fundação, onde realiza-se a primeira estrutura (SILVA, 2015).

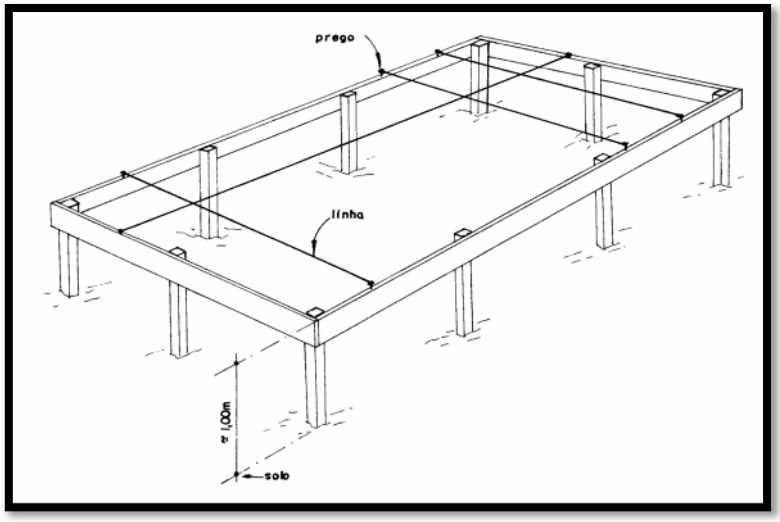


FIGURA 1: LOCAÇÃO DE GABARITO.
FONTE: SILVA, 2015.

De acordo com Silva (2015), o método de locação por cavaletes consiste em uma montagem de uma estrutura que define o alinhamento dos elementos que deverão ser

locados. Para isso, as linhas são fixadas por pregos cravados nos cavaletes, que são constituídos por duas estacas cravadas no solo, como mostra a Figura 2.

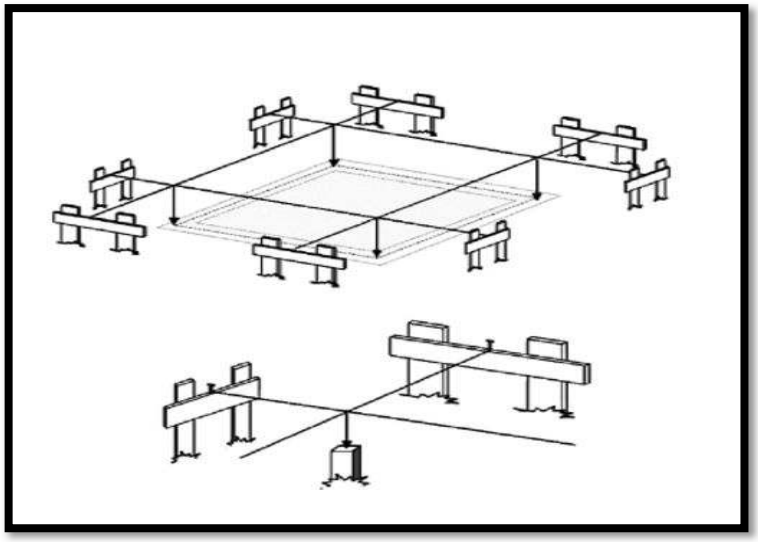


FIGURA 2: LOCAÇÃO POR CAVALETES.
FONTE: CONCURSO DO TRE – AMAPÁ (2011).

A locação por cavaletes deve ser usada apenas em pequenas obras residenciais ou galpões ou, segundo Silva (2015), quando não existe a possibilidade de montar uma estrutura de tábuas corridas no canteiro de obras ou quando os trechos entre os elementos de locação estiverem muito espaçados.

2.1 LOCAÇÃO DE OBRAS POR MEIO DA TOPOGRAFIA

De acordo com Loch e Cordini (2000), os estudos aprimorados das primeiras ferramentas utilizadas para fins topográficos apareceram no século XIX, ocasionando um avanço nas técnicas disponíveis até aquele momento.

Com o avanço das tecnologias nas últimas décadas, os equipamentos topográficos apresentaram várias inovações, permitindo um avanço significativo no desenvolvimento das técnicas de obtenção e processamento dos dados coletados em campo.

No setor da construção civil, a estação total é considerada como principal equipamento topográfico usado na locação de obras. Uma estação total combina três componentes básicos: um teodolito eletrônico, um medidor eletrônico de distância e um microprocessador, formando um único equipamento (WOLF e BRINKER, 1994).

Os dados medidos com a estação total são as distâncias horizontais, inclinadas e verticais e os ângulos horizontais e verticais. Através destas medidas lineares e angulares é possível determinar as coordenadas dos pontos de interesse.

Segundo a norma técnica NBR 13.133, que fixa as condições exigíveis para a execução dos levantamentos topográficos, as estações totais podem ser classificadas, de acordo com a precisão angular e linear, como visto na Tabela 1. A aplicação de determinado equipamento é definida em função do tipo de levantamento a ser realizado.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES TOTAIS

ITEM	CLASSE	DESVIO-PADRÃO (precisão angular)	DESVIO-PADRÃO (precisão linear)
1	Precisão Baixa	≤ ±30"	± (5mm + 10ppm x D)
2	Precisão Média	≤ ±07"	± (5mm + 5ppm x D)
3	Precisão Alta	≤ ±02"	± (3mm + 3ppm x D)

FONTE: ABNT (1994)

A técnica de locação de obras com a estação total é muito utilizada pelas empresas da construção civil, devido principalmente ao aumento da sua precisão e confiabilidade no processo. Em campo, o instrumento determina, a partir da posição do prisma, a magnitude e a direção, atingindo a posição almejada do ponto, como mostra a Figura 3.

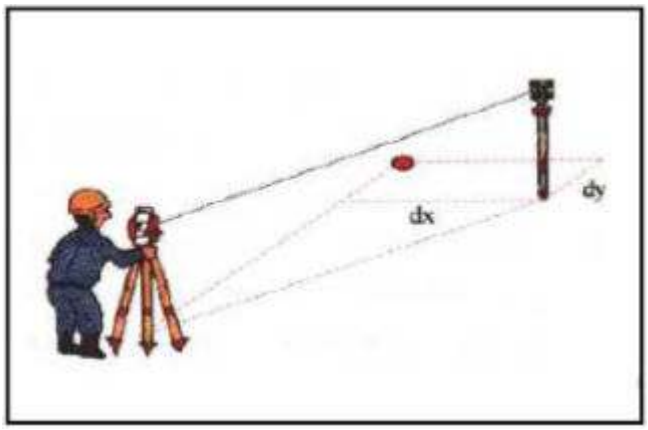


FIGURA 3: PROCESSO ILUSTRATIVO DE LOCAÇÃO COM A ESTAÇÃO TOTAL.
FONTE: VIEGA (2000) APUD SOUZA (2001).

Apesar da estação total apresentar alta qualidade e confiabilidade nas medições em campo, é necessário um nível elevado de conhecimento por parte do meio técnico e operacional, para que algumas precauções sejam realizadas durante o trabalho de campo.

Desta forma, os erros de medição podem ser minimizados ou até mesmo eliminados do levantamento.

Uma desvantagem da utilização da estação total na locação de obras, refere-se ao aumento do custo da obra, tendo em vista que esta tecnologia é mais cara quando comparada aos métodos convencionais de locação.

2.2 TECNOLOGIA GNSS - NTRIP

O Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) vem ganhando grande destaque nos últimos anos, devido principalmente à viabilidade de posicionamento em tempo real. As principais características deste sistema são a integridade, a disponibilidade e o fornecimento de um serviço contínuo aos usuários.

Segundo Seeber (2003), o sistema GNSS é representado por duas gerações, conhecidas como GNSS-1 e GNSS-21. O GNSS-1 baseia-se no sistema de posicionamento americano NAVSTAR/GPS e no sistema russo GLONASS, sendo aumentado por componentes civis. O GNSS-2 é composto pelo bloco IIF de satélites do NAVSTAR/GPS e pelo sistema europeu GALILEO.

O sistema de posicionamento por satélites mais utilizado no Brasil é o NAVSTAR/GPS, conhecido mundialmente apenas como Sistema de Posicionamento Global – GPS. O princípio deste sistema consiste em obter a posição tridimensional de um ponto da superfície terrestre a partir de rastreios com o auxílio de receptores GPS, de no mínimo quatro satélites (PINTO, 2000).

O posicionamento em tempo real possibilita a locação de pontos no terreno através do conhecimento das coordenadas destes pontos, sendo esta uma tarefa da mais alta importância na implantação de obras de qualquer ramo da engenharia (GEMAEL; ANDRADE, 2004).

Segundo Costa et al (2008), a crescente disponibilidade dos serviços de internet através da telefonia celular do tipo GSM, GPRS e modem 3G, motivou o desenvolvimento da tecnologia de distribuição de dados conhecida por NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol).

O sistema NTRIP está estruturado para distribuir dados GNSS continuamente a um receptor estático ou móvel via internet, inclusive a wireless, sendo composto por três componentes: NTRIP Server, NTRIP Caster e NTRIP Cliente, como mostra a Figura 4.

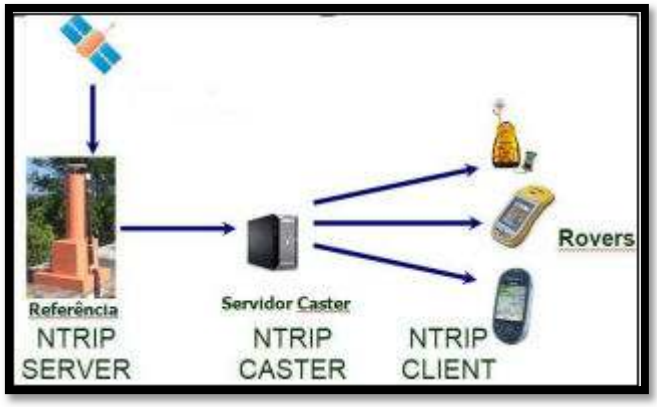


FIGURA 4: COMPONENTES DO SISTEMA NTRIP.
FONTE: COSTA ET AL. (2008).

No Brasil, os dados utilizados pelo sistema NTRIP são integrados através da Rede de Monitoramento Contínuo (RBMC), mantida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta rede é composta por 101 estações de referência que fornecem ao usuário correções instantâneas com precisão planimétrica na ordem de um centímetro. Dentre estas estações, duas encontram-se localizadas no Paraná, nas cidades de Curitiba e Guarapuava. A estação de referência em Curitiba situa-se no campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (Figura 5), sendo seus dados utilizados na metodologia proposta neste trabalho.



FIGURA 5: ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA LOCALIZADA NA CIDADE DE CURITIBA.
FONTE: ADAPTADO DE WERLICH (2012).

De acordo com IBGE (2017), a grande vantagem da RBMC e consequentemente, do sistema NTRIP, é a integração das estações de referência com o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), cujas coordenadas finais apresentam precisão de ordem de cinco milímetros, caracterizando esta rede como uma das mais precisas do mundo.

No entanto, devido à transmissão de dados ser realizada com o auxílio de dispositivos móveis, o uso da tecnologia NTRIP pode ser empregada somente em áreas

com boa cobertura de rede de telefonia celular e também em locais onde as operadoras forneçam o protocolo para a transmissão de dados. Além disso, o provedor de internet deve operar de maneira constante, ou seja, sem interrupções ou perda de sinal.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia desenvolvida neste artigo refere-se ao processo de locação de pontos de um terreno utilizando o método de locação pela topografia convencional, com o auxílio da estação total e pela tecnologia mais atual de posicionamento GNSS – NTRIP.

Os levantamentos de campo foram realizados em um canteiro de obras destinado à uma pista de testes de veículos blindados oficiais de uso exclusivamente militar, conforme mostra a Figura 6. Esta área pertence ao quartel do 5° Batalhão Logístico do Exército Brasileiro e totaliza 2.470 metros quadrados destinados para a obra em questão.



FIGURA 6: ÁREA DE ESTUDO.
FONTE: OS AUTORES (2017).

Foram realizadas medições em 85 pontos localizados nesta área, juntamente com a medição de dois pontos de referência definidos por Marco 1 e Marco 2, visualizados na Figura 7. Segundo Silva (2015), durante o processo de locação pela topografia convencional, deve-se utilizar no mínimo, um ponto de referência para locar os elementos ou pontos de interesse.



FIGURA 7: PONTOS DE REFERÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO.
FONTE: OS AUTORES (2017).

Para realizar a medição dos pontos desejados com o auxílio da tecnologia GNSS NTRIP, utilizou-se o receptor GNSS TOPCON GR3, com RTK, NTRIP, GPRS, GSM e 3G/4G. Este modelo de receptor possui 72 canais universais e pode rastrear os sinais nas frequências L1, L2 e L2C dos satélites da constelação GPS e também alguns satélites das constelações GLONASS e GALILEO.

A locação dos mesmos pontos também foi realizada com a estação total TOPCON GPT T505. Este modelo apresenta precisão angular de cinco segundos, enquadrando-se de acordo com a classificação definida pela ABNT (1994) em equipamento topográfico de média precisão.

Após os levantamentos de campo, os dados foram descarregados e processados em softwares específicos, determinando em seguida, as coordenadas planialtimétricas dos pontos de interesse.

A análise dos dados foi feita a partir de uma comparação entre os valores das coordenadas determinadas pelos dois métodos de levantamento. Além disso, o tempo de trabalho de campo e os custos médios envolvendo equipamentos e mão de obra foram avaliados, visando definir nestes quesitos, qual levantamento é mais vantajoso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro levantamento foi efetuado por meio da tecnologia GNSS NTRIP. Em seguida, foram determinadas as coordenadas planialtimétricas dos pontos de interesse, sendo que as coordenadas finais foram georreferenciadas em função do sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator). A Tabela 2 apresenta os valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo.

TABELA 2 – COORDENADAS FINAIS OBTIDAS PELO MÉTODO GNSS - NTRIP

PONTO	COORDENADA E (metros)	COORDENADA N (metros)	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (metros)
1	670200,442	7175136,174	922,803
2	670193,168	7175142,786	923,106
3	670193,379	7175142,791	922,786
4	670221,209	7175157,658	924,048
5	670221,144	7175157,765	924,008
6	670214,121	7175164,435	923,980
7	670213,998	7175164,569	924,009
8	670229,598	7175166,380	924,202
9	670222,345	7175173,225	924,177
10	670237,897	7175175,042	924,387
11	670230,663	7175181,884	924,313
12	670246,183	7175183,708	924,583
13	670238,914	7175190,589	924,490
14	670253,258	71751190,120	924,740
15	670245,951	7175197,959	924,603

FONTE: OS AUTORES (2017)

O tempo estimado deste levantamento foi de uma hora e quinze minutos e durante a sua execução observou-se que a solução de todos os pontos rastreados se caracterizou como solução fixa, ou seja, ocorreu a comunicação com a base de referência. O número mínimo de satélites durante o rastreio foi de dez satélites, preservando desta forma, a qualidade dos dados.

O próximo trabalho de campo foi realizado com o auxílio da estação total. Após o processamento dos dados, foram novamente determinadas as coordenadas planialtimétricas georreferenciadas dos pontos desejados. Na Tabela 3 podem ser vistas os valores das coordenadas obtidos pela topografia convencional dos mesmos pontos determinados na etapa anterior através do sistema de posicionamento GNSS NTRIP.

TABELA 3 – COORDENADAS FINAIS OBTIDAS PELA TOPOGRAFIA CONVENCIONAL

PONTO	COORDENADA E (metros)	COORDENADA N (metros)	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (metros)
1	670200,423	7175136,115	922,789
2	670193,157	7175142,707	923,054
3	670193,370	7175142,727	922,753
4	670221,264	7175157,632	924,030
5	670221,142	7175157,679	924,021
6	670214,068	7175164,377	923,995
7	670214,034	7175164,548	923,999
8	670229,603	7175166,301	924,197
9	670222,331	7175173,153	924,168
10	670237,890	7175174,970	924,373
11	670230,650	7175181,817	924,317
12	670246,186	7175183,644	924,586
13	670238,907	7175190,522	924,485
14	670253,255	7175191,059	924,731
15	670245,943	7175197,882	924,590

FONTE: OS AUTORES (2017)

O tempo estimado deste levantamento foi de quatro horas. O levantamento de pontos com a estação total além de ser mais demorado que o levantamento com receptores GNSS, é um processo mais propenso a erros grosseiros e aleatórios (SILVA, SEGANTINE, 2015). Por este motivo, é necessário intensificar os cuidados durante a execução dos trabalhos de campo.

Na Figura 8 estão representadas as posições de quatro pontos escolhidos aleatoriamente pelos autores desta pesquisa. Verifica-se nesta figura que as posições dos pontos determinadas nos dois métodos encontram-se praticamente sobrepostas, visto que a diferença entre as coordenadas é relativamente pequena.

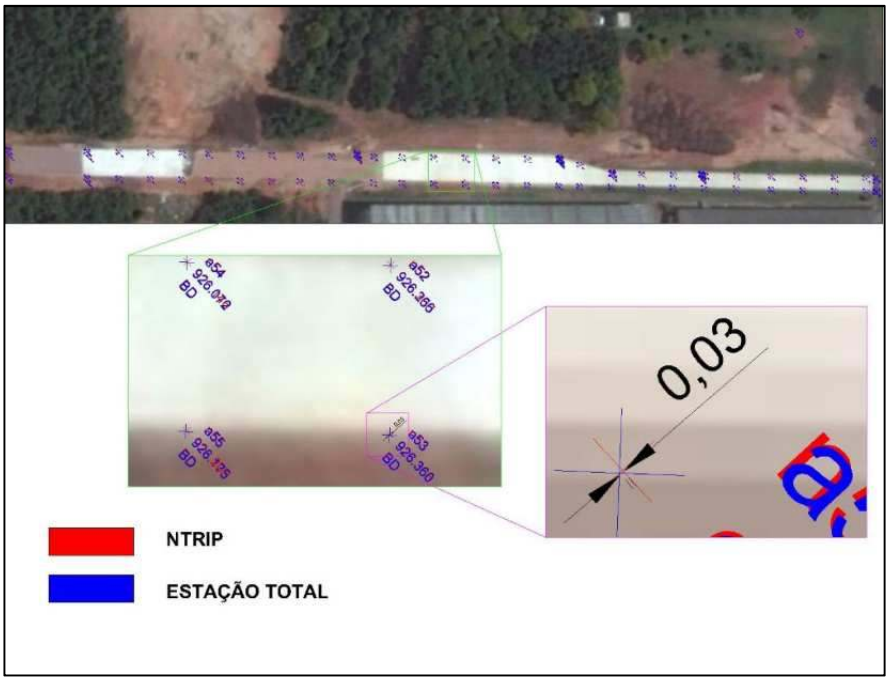


FIGURA 8: POSIÇÃO DOS PONTOS NOS DOIS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO.
FONTE: OS AUTORES (2017).

A partir dos dados apresentados na Tabela 2 e Na Tabela 3, foram comparados os valores das três coordenadas, determinadas nos dois métodos de levantamento. Assim, verificou-se uma média na discrepância para as coordenadas planimétricas E e N, de 1,10 centímetros e 3,40 centímetros, respectivamente. Para a coordenada altimétrica, esta média foi de aproximadamente 1,53 centímetros.

A próxima etapa compreendeu a análise dos custos de cada levantamento. Foram verificados os custos para locação e venda dos equipamentos utilizados neste trabalho, conforme mostra a Tabela 4.

TABELA 4 – CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTO	LOCAÇÃO/VENDA	VALORES (R$)
Estação total	Locação (mensal)	1.000,00
Receptor GNSS NTRIP	Locação (mensal)	4.500,00
Estação total	Venda	36.930,00
Receptor GNSS NTRIP	Venda	83.070,00

FONTE: ADAPTADO DE PARANAGEO (2017)

Comparando-se os dados da Tabela 4, observou-se que o melhor custo benefício é com a aquisição da estação total, pois tanto para locação como para a compra deste equipamento, o custo é reduzido. Nota-se que tanto na locação como na venda dos

equipamentos, os valores apresentados para o receptor GNSS são mais que o dobro dos valores aplicados para a estação total.

Segundo Silva (2015), o uso dos receptores GNSS com as tecnologias RTK/NTRIP para a locação de obras ainda apresenta um custo elevado, devido a estas tecnologias serem relativamente novas no Brasil. No entanto, o mesmo autor afirma que a rapidez do processo é um fator decisivo para a escolha desta tecnologia.

Além dos custos com os equipamentos, é necessário também levantar os custos da mão de obra contratada para os levantamentos, contemplando topógrafo, auxiliares de campo, gastos com mobilização, alimentação entre outros. Alguns destes valores referentes estão descritos na Tabela 5, sendo estes extraídos da Tabela de Composição de Preços para Orçamento.

TABELA 5 – CUSTOS COM A MÃO DE OBRA

EQUIPE DE TOPOGRAFIA PARA SERVIÇOS DE LOCAÇÃO E MEDIÇAO DE OBRAS		UNID	COEF.	PREÇO UNITARIO	M.O
M.O	AJUDANTE	Hora	8	R$ 11,14	R$ 89,12
M.O	TOPÓGRAFO	Hora	8	R$ 21,17	R$ 169,36
M.O	AUXILIAR DE TOPOGRAFO	Hora	16	R$ 11,85	R$ 189,60
SET	MOBILIZAÇÃO	Dia	1	R$ 500,00	R$ 500,00
	TOTAL				R$ 948,08

FONTE: TCPO/PINI (2017)

De acordo com Polezel (2011), a locação de obra realizada com a tecnologia GNSS pode ser até cinco vezes mais barata se comparada com a locação pela topografia convencional. Isto se deve basicamente à agilidade do processo e ao menor número de profissionais envolvidos. Normalmente, o levantamento utilizando um receptor GNSS necessita apenas de duas pessoas, enquanto que na medição dos pontos com a estação total são necessários quatro profissionais.

5. CONCLUSÃO

Não foi encontrado no mercado nacional da construção civil, o uso da tecnologia NTRIP em locação de obras e, por este motivo, surgiu o interesse em analisar a viabilidade e a eficiência desta tecnologia para esta finalidade.

Do ponto de vista dos autores deste trabalho, a metodologia desenvolvida gerou resultados satisfatórios em relação às coordenadas finais dos pontos determinadas pela topografia convencional e pela tecnologia NTRIP, visto que os valores das coordenadas apresentaram precisão na ordem do centímetro.

No quesito tempo de duração ou execução do trabalho de campo, o sistema NTRIP atendeu às expectativas dos autores desta pesquisa, sendo viável o seu uso na locação de obras. Para Silva (2015), a ideia de ter mais tempo disponível para outras etapas construtivas de uma obra pode fazer com que uma tecnologia aparentemente cara possa compensar.

Por se tratar de uma tecnologia recente e pouco conhecida no país, outros estudos devem ser realizados para avaliar a sua viabilidade na área da construção civil, em especial para a locação de obras de engenharia.

Como recomendação para trabalhos futuros propõe-se a análise estatística dos dados obtidos, através do modelo de regressão, visando verificar a qualidade e confiabilidade dos resultados obtidos nesta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico. Citação em documentos. Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, S. M. A.; LIMA, M. A. A.; MOURA JÚNIOR, N. J.; ABREU, M. A.; SILVA, A. L.; FORTES, L. P. S. **RBMC em tempo real, via NTRIP, e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS.** 2° Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2008.

GEMAEL, C.; ANDRADE, J. B. **Geodésia celeste.** Curitiba: Editora UFPR, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.** 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/ geodesia/rbmc/rbmc.shtm?c=7>. Acesso em: 28/05/2017.

LOCH. C.; CORDINI, J. **Topografia Contemporânea: Planimetria.** Florianópolis: Ed. UFSC, 2000.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Citação em documentos. Brasília, dez 2015.

OLIVEIRA, V. F. **O papel da Indústria da Construção Civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional.** Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria. Taubaté, São Paulo, 2012.

PADUA, M. **Locação de Obra.** Elaboração da planta de locação e a montagem do gabarito. Virtual Book, 2012. Disponível em: <http://profmarcopadua.net/locacaodeobra2.pdf >. Acesso em: 04/12/2017.

PINTO, J. R. M. **Potencialidades do uso do GPS em obras de engenharia.** Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas). Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2000.

POLEZEL, W. **Quando e porque vale a pena investir na tecnologia GPS RTK?** Seminário Geomática nas Obras de Engenharia e Infraestrutura. São Paulo, 2011.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: foundations, methods and applications.** New York: Walter de Gruyter, 2003.

SILVA, E. V. M. **Estudo dos avanços tecnológicos na locação de obras de edificações.** TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, I.; SEGANTINE, P. **Topografia para engenharia: teoria e prática de Geomática.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2015.

SOUZA, G. C. **Análise de metodologias no levantamento de dados espaciais para cadastro urbano**. São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2001.

TCPO/PINI 14. **Tabela de custos analítica.** Mês de referência: setembro, 2017.

TRIBUNAL REGIONAL ELEITORAL DO AMAPÁ. Concurso do Tribunal Regional Eleitoral do. **Representação do método dos cavaletes para locação de obras de edificação.** 2017. Disponível em: <https://www.tecconcursos.com.br/conteudo/questoes/98139>. Acesso em: 02/06/2017.

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

WERLICH, R. M. C. **Análise da influência dos parâmetros de calibração de antenas de receptores GPS no posicionamento de alta precisão.** Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

WOLF, P. R., BRINKER, R. C, **Elementary surveying**. Harper Collins College Publishers. New York, USA, 1994.