

Implantação de estação planimétrica geodésica nas dependências do campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)

RESUMO

Anderson Pereira de Oliveira
pereiraoliveiraanderson@yahoo.com.br
orcid.org/0000-0002-6609-2492
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

Thiago Statella
thiago.statella@cba.ifmt.edu.br
orcid.org/0000-0002-8656-9147
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

A cidade de Cuiabá-MT contava, no início de 2016, com apenas 9 estações planimétricas vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Além do número reduzido de estações, sua distribuição espacial é inadequada, estando 5 delas agrupadas nas dependências do INPE e uma delas localizada em propriedade particular. Dada a importância das estações para o apoio a levantamentos geodésicos, este trabalho objetivou a implantação de uma nova estação planimétrica no campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). Para tanto, realizou-se um levantamento relativo estático com receptor de dupla frequência, de acordo com normas estabelecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A metodologia empregada culminou com a homologação da estação SAT – 99615, contribuindo desta maneira para o adensamento da rede de pontos do SGB em Cuiabá e para a melhoria da distribuição espacial das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Estação planimétrica; Sistema Geodésico Brasileiro; Posicionamento relativo estático.

INTRODUÇÃO

Os sistemas globais de navegação por satélite (GNSS, sigla em inglês para Global Navigation Satellite System) desempenham papel de destaque na Cartografia moderna. Tal tecnologia surgiu como uma verdadeira revolução nas atividades de navegação e posicionamento, permitindo que os trabalhos geodésicos passassem a ser realizados de forma mais rápida, precisa e econômica (BARBOSA e CARVALHO, 2007). Ainda, a utilização de posicionamento por satélite tem sido amplamente empregada na materialização de sistemas geodésicos de referência, tal como o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, realizado no ano de 2000 (SIRGAS2000), referência oficial para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

O SGB é materializado por um conjunto de marcos e pilares de concreto com sistema de centragem forçada alocados em todo o território nacional, e representa a estrutura à qual os levantamentos geodésicos feitos no país devem estar referenciados. Este sistema é definido, implantado, homologado e mantido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Com a finalidade de auxiliar o posicionamento relativo via GNSS foi desenvolvida a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). A RBMC foi criada em 1996 pelo IBGE e compreende todo território brasileiro. Trata-se de uma rede de infraestrutura geodésica de referência ativa para posicionamento relativo adotando as modernas técnicas de GNSS. O estabelecimento de limites de terras, a definição de bases de apoio ao mapeamento e a demarcação de limites internacionais são alguns exemplos de emprego prático da RBMC (PEREIRA et al., 2003).

De acordo como IBGE, Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso, contava no início de 2016 com 9 (nove) estações planimétricas integradas ao SGB do tipo SAT-GPS isto é, estações cujas coordenadas foram estimadas via GNSS, todas classificadas como tendo estado de conservação “BOM” significando que a chapa de metal com a designação da estação se mantém sem marcas ou amassados, e que a estação não apresenta nenhum abalo visível (BARBOSA e CARVALHO, 2007). Porém, o relatório emitido pelo IBGE aponta que as últimas visitas aos locais ocorreram nos anos de 1991 e 2009. Algumas destas estações, portanto, podem ter sido removidas do local de origem, podem estar seriamente danificadas ou nem existir mais. Dada a importância destas estações para os levantamentos geodésicos, é imprescindível que tais sejam preservadas e, tanto quanto possível, que a rede planimétrica seja densificada.

As redes geodésicas do SGB podem ser classificadas em três tipos: planimétrica, a qual é definida por um conjunto de marcos com coordenadas planimétricas, latitude e longitude, de alta precisão; altimétrica, responsável por fornecer altitude ortométrica de alta precisão para os marcos definidores dessa rede; e gravimétrica, a qual contribui para a criação do modelo geoidal adotado no país (SILVA et al., 2008).

A rede planimétrica de Cuiabá começou a ser implantada na capital do Estado de Mato Grosso em 1991, sendo que a última estação foi homologada em 2009.

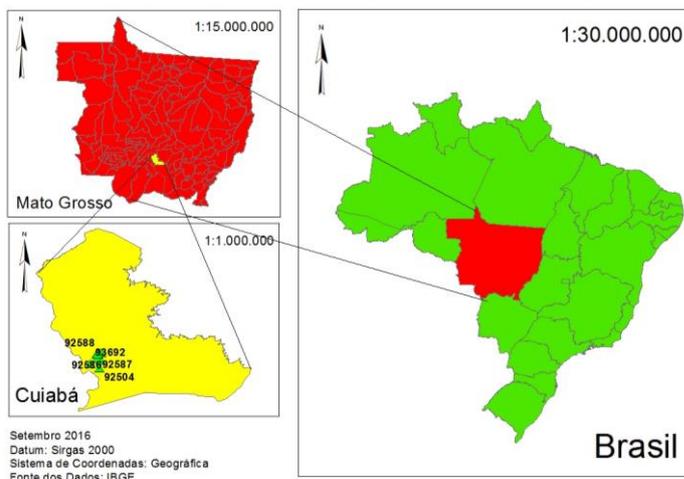
Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a implantação e homologação de uma nova estação planimétrica em Cuiabá, localizada no campus Bela Vista do

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), visando o adensamento do Sistema Geodésico Brasileiro.

LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO

A estação geodésica, materializada por um marco de concreto, foi inserida na cidade de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso (Figura 1). A implantação foi feita no campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), como mostra a Figura 2.

Figura 1 - Local de implantação do marco geodésico no município de Cuiabá-MT



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 2 - Local de implantação do marco geodésico nas dependências do campus Bela Vista do IFMT

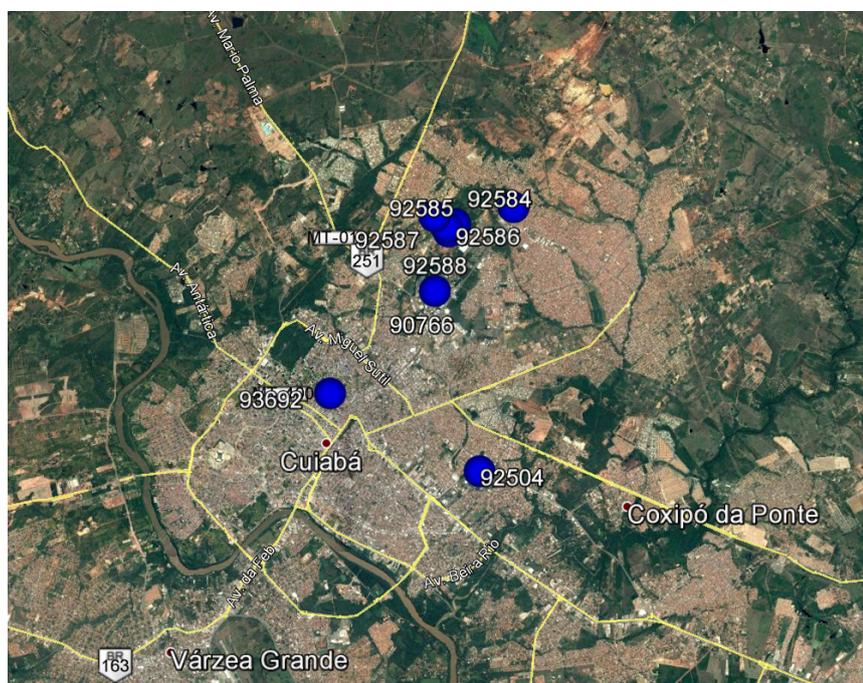


Fonte: Autoria própria (2016).

A figura 3 mostra a distribuição das estações geodésicas (pontos azuis) na cidade de Cuiabá, Capital do Estado de Mato Grosso. Como se percebe, as estações estão todas localizadas na área urbana da cidade, sendo cinco delas (estações 92583, 92585, 92586, 92587 e 92588) agrupadas na unidade de recepção de dados de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e uma delas instalada em propriedade particular, de acesso extremamente limitado,

evidenciando a distribuição precária das estações no município. Para abrigar a nova estação, escolheu-se o campus Bela Vista do IFMT estação designada como CW7-F9N/99615 na figura 3, sendo a inscrição CW7-F9N a nomenclatura inicial adotada para o marco, e 99615 a nomenclatura oficializada pelo IBGE, por estar localizado em local de fácil acesso, em relativa segurança, uma vez que o Instituto conta com serviço de vigilância 24h por dia, e por atender a todos os critérios estabelecidos pelo IBGE para implantação de marcos geodésicos, tais como visibilidade elevada em relação ao horizonte, ausência de possíveis obstruções de sinal causadas por edificações próximas, estabilidade do terreno, além de garantir segurança para a equipe durante todo o processo de instalação e rastreamento de dados.

Figura 3 - Distribuição das Estações GPS-SAT (pontos azuis) na área urbana da cidade de Cuiabá-MT



Fonte: Adaptada do Google Earth.

MATERIAIS E METODOLOGIA

A seguir, são descritos os materiais utilizados na implantação do marco e no levantamento de suas coordenadas, bem como o método empregado para tanto.

Materiais

Para implantação do marco de concreto foram utilizados os seguintes materiais: Chapa de metal para inscrição no topo do marco, areia, brita e emulsão de concreto e cimento para construção do marco. E para o levantamento das coordenadas do marco foi utilizado um receptor geodésico da marca Topcon de dupla frequência, antena Hiper II, número de série 754-10766, e software Topcon Tools versão 8.2.3 para processamento dos dados.

Metodologia

Para implantação de marcos devem ser seguidas as especificações técnicas da Coordenadoria de Geodésia da Diretoria de Geociências do IBGE, denominada “Padronização de Marcos Geodésicos” (IBGE, 2008).

Para a homologação e integração de estações determinadas por outros órgãos e instituições ao SGB, é necessário obedecer a critérios técnicos definidos pela Coordenação de Geodésia da Diretoria de Geociências do IBGE. Alguns dos principais critérios são brevemente comentados a seguir.

Quanto ao método de levantamento e procedimento para escolha de estações de referência, a Instruções para homologação de estações estabelecidas por outras instituições do IBGE, determina:

As novas estações serão integradas ao SGB, preferencialmente através da conexão com a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC. Caso não seja possível utilizar a RBMC, também poderão ser utilizadas como estação base para esta integração as estações pertencentes às Redes Estaduais ou estações GPS que já pertençam ao SGB. Neste caso o usuário deverá efetuar também a ocupação da estação base. Nos dois casos as observações deverão ser coletadas com receptores geodésicos de dupla frequência (L1 e L2). Deverão ser observadas 4 (quatro) sessões para a determinação da estação com duração de 6h (seis horas) no mínimo. O intervalo entre as sessões será no mínimo 1h (uma hora) e no máximo de 48h (quarenta e oito horas) (IBGE,2007. p 1) .

No presente caso, para a estimativa da posição da estação, a fim de confrontá-la com os processamentos do IBGE, foram utilizadas as estações da RBMC CUIB (Cuiabá-MT), MSCO (Corumbá-MS), MTCO (Colíder-MT) e MTJI (Juína-MT). No rastreamento foi utilizado um receptor geodésico na qual foram observadas 4 (quatro) sessões com tempo mínimo de rastreamento de 6:00h e intervalo médio de 18h entre sessões.

Para o levantamento foi empregado o método de posicionamento relativo estático, no qual as linhas de base são rastreadas por um tempo nunca menor do que 20 minutos, podendo se prolongar por várias horas. É o método mais preciso de levantamento, com resultados de aproximadamente 0,1 a 1 ppm (MONICO, 2008). O intervalo de coleta foi fixado em 15 segundos e os dados foram gravados em formato RINEX II, conforme recomendado pelo IBGE.

No que diz respeito ao local de implantação do marco, o IBGE recomenda:

A materialização deverá ser feita em solo firme e estável, seja pela colocação de marco de concreto ou pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustada no topo, e chapa identificadora cravada no topo (quando marco) ou na lateral (quando pilar). (IBGE. 2007, p 1).

Na implantação da nova estação do SGB optou-se pela construção de marco de concreto, no topo do qual foi cravada uma chapa de metal identificadora com o código CW7-F9N. Quanto à situação ao redor do marco geodésico, especificamente no que diz respeito a possíveis obstáculos à recepção dos sinais dos satélites na estação, a norma do IBGE recomenda:

“A área ao redor da estação deverá ser livre de obstruções que possam interferir na captação dos sinais dos satélites.” (IBGE. 2007, p 1).

O marco de concreto foi implantado nas dependências do campus Bela Vista do IFMT, em local aberto, sem quaisquer tipos de edificação, cercas ou outros obstáculos que pudessem obstruir o sinal dos satélites. A escolha do local dentro do campus também foi norteada pela análise do Plano de Desenvolvimento Institucional do IFMT, documento que contém o planejamento estratégico da instituição até o ano de 2019 e, segundo o qual, não existem planos de construção no entorno da área selecionada para implantação do marco geodésico.

Além disso, o processo todo deve ser amplamente documentado por fotografias. Estes dados e outros formulários obrigatórios devem então ser enviados ao IBGE. No presente caso, toda a documentação levantada foi encaminhada para o IBGE no final de junho do ano de 2016 para análise, e o marco implantado foi homologado no mês de agosto do mesmo ano.

RESULTADOS

Implantação do marco

Inicialmente, foi realizada a confecção da chapa, peça metálica que identifica a estação. A Figura 4 mostra a peça original de bronze da qual foi retirada a chapa a ser cravada no marco. Para tal finalidade aplicaram-se procedimentos de usinagem no cilindro de bronze, em torno mecânico horizontal.

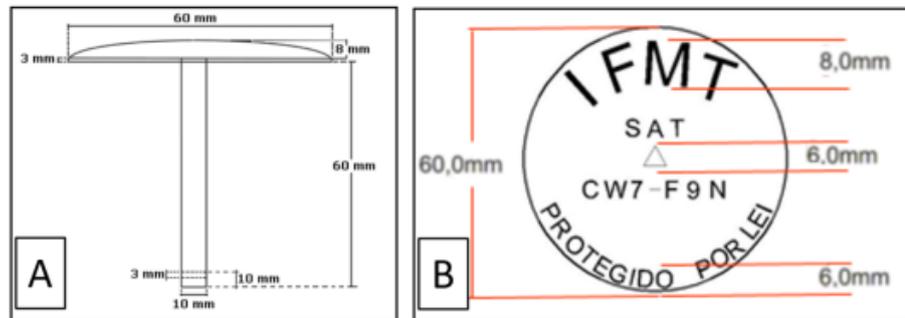
Figura 4 - Peça de bronze e chapa de identificação



Fonte: Autoria própria (2016).

A peça de bronze foi torneada conforme dimensões indicadas na Figura 5A. Na sequência, com o objetivo de identificar a chapa, foi realizado o procedimento de gravação da legenda, como exibido na Figura 5B.

Figura 5 - Especificação geral da chapa (A). Medidas das legendas estampadas (B)



Fonte da Figura A: IBGE (2016); Figura B: Autoria própria (2016).

O IBGE não reserva antecipadamente uma nomenclatura padrão de estações geodésicas para os usuários que pretendem fazer a homologação de marcos. Portanto, a inscrição que vai na chapa cravada no topo do marco fica a critério do usuário, daí a nomenclatura CW7-F9N adotada no presente caso.

A seleção do local para implantação do marco foi feita com base em critérios como segurança, de maneira que a integridade física do marco fosse preservada, facilidade de acesso, com a visibilidade do horizonte desobstruída acima de 15° de elevação, estabilidade do solo, e minimização de efeitos de multicaminhamento dos sinais. O local é mostrado na Figura 6.

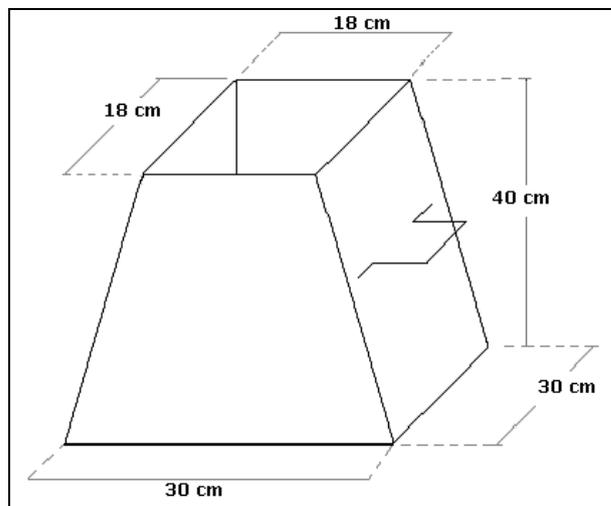
Figura 6 - Local de implantação do marco no IFMT, campus Bela Vista



Fonte: Autoria própria (2016).

Para a confecção do marco, utilizou-se uma forma metálica dotada de alças laterais. A forma deve ter o mesmo formato e dimensões do marco, conforme indicado na Figura 7. A confecção antecipada do marco foi realizada *in loco*, utilizando-se a forma metálica descrita anteriormente.

Figura 7. Forma com os padrões utilizados para o marco piramidal



Fonte: IBGE (2016).

De acordo com a Figura 7, foi construído um marco de concreto com formato de tronco de pirâmide com as dimensões de 18 cm x 18 cm no topo, 30 cm x 30 cm na base e 40 cm de altura, com uma chapa metálica com identificação do marco.

Após definido o local, procedeu-se à limpeza da área com uma enxada, removendo-se a vegetação espontânea e uma camada de solo de 5 cm de profundidade, conforme mostra a Figura 8.

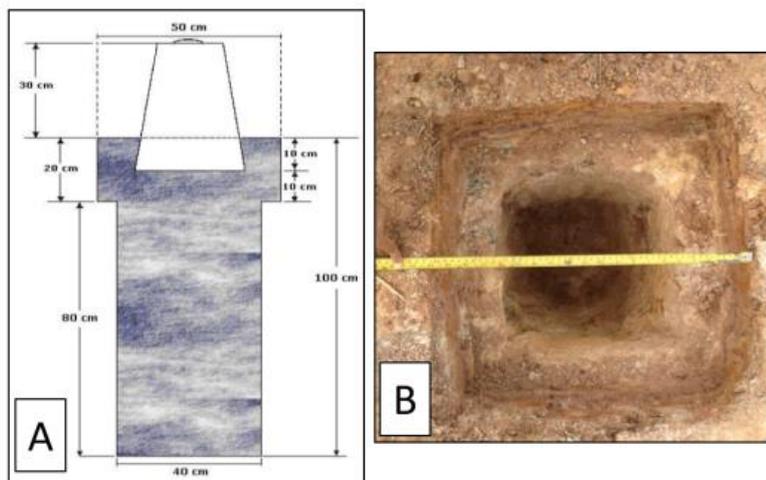
Figura 8 - Situação do local de implantação do marco: (A) antes da limpeza; (B) depois da limpeza



Fonte: Autoria própria (2016).

Dentro desse contexto de preparo da área, foi aberta uma cova com 40 cm de lado até a profundidade inicial de 80 cm e, na sequência, ampliou-se a borda superior da cova em 50 cm de lado até uma profundidade de 20 cm, conforme ilustram as Figuras 9A e 9B.

Figura 9 - Especificações para a escavação do terreno (A) e resultado da escavação no local de implantação do marco (B)



Fonte da Figura A: IBGE (2016).

A construção do marco envolveu uma mistura proporcional de 1x3x3 de cimento, areia e pedra, utilizando pedra britada número 0 (zero). Dessa forma, preparou-se o concreto e em seguida adicionou-se a massa na forma e também na cava até uma altura de 7 cm, da borda da cava, como se mostra nas Figuras 10A e 10B.

Figura 10 - Preenchimento da forma (A) e da cava (parcialmente) até 7 cm da borda (B). O volume restante foi preenchido de concreto quando da fixação do marco



Fonte: Autoria própria (2016).

A chapa padrão IBGE foi fixada no centro do topo do marco, quando a massa ainda estava em processo de secagem, mas com consistência suficiente para uma boa aderência.

Em seguida, aguardou-se a secagem do material por 72 horas. Após a secagem do concreto, retirou-se o marco da forma, o qual foi posto na base de concreto dentro da cava. Como etapa seguinte, assentou-se o marco na base de concreto da fundação e preparou-se nova quantidade de concreto, com a mesma proporção descrita anteriormente, para o preenchimento do restante da base, como exibido nas Figuras 11A e 11B.

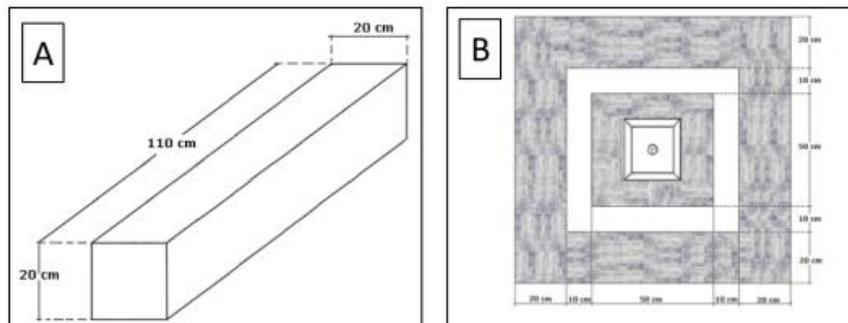
Figura 11 - Marco e situação da cava após 72h de secagem (A); Assentamento do marco e preenchimento do volume final na cava (B)



Fonte: Autoria própria (2016).

Posteriormente, o marco recebeu uma sapata de concreto com dimensões de 50cm x 50 cm e uma plataforma adicional de proteção construída a 10 cm da sapata lateral, utilizando-se a mesma relação para a massa de concreto (1x3x3). A plataforma de proteção tem as dimensões de 20 cm de largura, por 20 cm de altura, por 110 cm de comprimento. Para auxiliar a construção, foram utilizados vergalhões dobrados em ângulo reto. A Figura 12 mostra as especificações da sapata lateral e estrutura adicional de proteção.

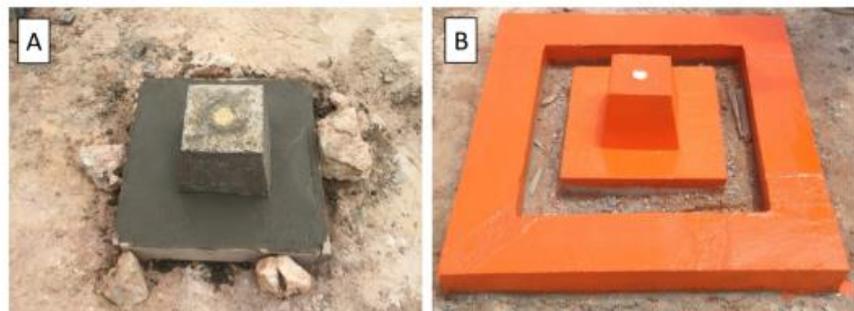
Figura 12 - Especificações para a estrutura de proteção (A) e sapata lateral (B)



Fonte: IBGE (2016).

A Figura 13 mostra o resultado da construção da sapata lateral e da estrutura adicional de proteção, com o conjunto já pintado.

Figura 13 - Sapata de proteção lateral (A) e estrutura de proteção adicional (B), em conjunto já pintado



Fonte: Autoria própria (2016).

Coordenadas do marco implantado

Seguindo as instruções (IBGE, 2007), foram realizadas quatro sessões de rastreamento, com cada uma com duração mínima de 6:00 horas e intervalos médios de aproximadamente 18h (Tabela 1). Adotou-se o método de levantamento relativo estático, com receptor de dupla frequência (Figura 14), tendo como pontos de controle as estações da RBMC CUIB (Cuiabá-MT), MSCO (Corumbá-MS), MTCO (Colíder-MT) e MTJI (Juína-MT). Os rastreios foram realizados nos dias 11, 12, 13 e 14 de Abril de 2016.

Figura 14 - Receptor estacionado sobre o marco de concreto



Fonte: Autoria própria (2016).

Os resultados obtidos, isto é, os arquivos de rastreamento em formato RINEX, informação sobre altura do receptor e gráfico de obstrução, foram encaminhados para o pós-processamento do IBGE. As informações de medidas de altura, e hora de início e fim das sessões são mostradas na Tabela 1. Após homologado, o marco passou a integrar o banco de dados geodésicos do IBGE com a nomenclatura SAT-99615.

Tabela 1 – Processamento para implantação da estação GPS-99615

COLETAS	HORA LOCAL Início (h)	HORA TUC Fim (h)	Início (h)	Fim (h)	Duração	Altura inclinada média (m)	Desvio Padrão (m)
11/04/2016	10:00	16:07	11:02	17:07	06:05	1,225	0,001
12/04/2016	07:21	13:29	08:26	14:30	06:04	1,249	0,001
13/04/2016	07:27	13:31	08:27	14:32	06:05	1,218	0,001
14/04/2016	07:54	14:05	08:55	15:06	06:11	1,189	0,001

Após a homologação pelo IBGE, tornou-se disponível a Estação Geodésica SAT-99615, que já é possível ser observada como estação GPS presente em Cuiabá – MT, com coordenadas 15° 34' 45,5139" S e 56° 03' 35,1000" W, no sistema de referência SIRGAS2000, adotando-se os parâmetros do elipsóide WGS84. A Tabela

2 mostra algumas informações sobre o marco implantado selecionadas a partir de sua monografia (Figura 15).

Tabela 2 –Informações constantes no relatório da Estação SAT-99615 emitido pelo IBGE

Relatório de Estação Geodésica	
Estação SAT-99615	
Data de medição:	14/04/2016
Data de cálculo:	30/06/2016
Datum:	SIRGAS2000
MC:	-57
Latitude:	15° 34' 45,5139" S
Longitude:	56° 03' 35,1000" W
UTM (N):	8.277.375,999 m
UTM (E):	600.810,514 m
Altitude Geométrica (m):	222,440
Sigma Latitude (m):	0,003
Sigma Longitude (m):	0,003
Sigma Altitude Geométrica (m):	0,014

Figura 15 - Espelho de parte do relatório da Estação Geodésica 99615.

IBGE		Relatório de Estação Geodésica	
Estação :	99615	Nome da Estação :	99615
Município :	CUIABÁ	Tipo :	Estação GPS
Última Visita:	14/04/2016	Situação Marco Principal :	Bom
		UF :	MT

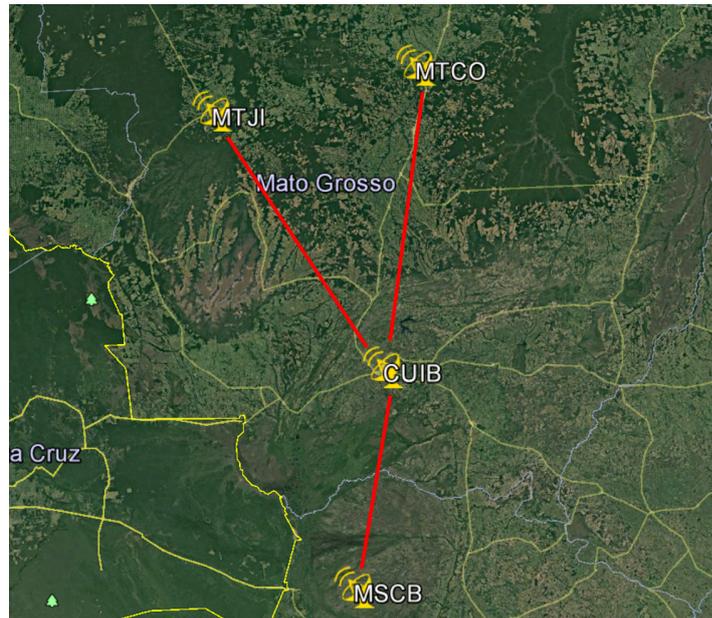
DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	15° 34' 45,5139" S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	56° 03' 35,1000" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	222,440	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	14/04/2016				
Data Cálculo	30/06/2016				
Sigma Latitude(m)	0,003				
Sigma Longitude(m)	0,003				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,014				
UTM(N)	8.277.375,999				
UTM(E)	600.810,514				
MC	-57				

Fonte: IBGE, Relatório de Estação Geodésica (2016).

A fim de comparação, os arquivos de rastreamento das quatro sessões foram utilizados em conjunto com dados de estações da RBMC para calcular a posição do marco geodésico e confrontá-la com a posição obtida pelo IBGE. As estações da RBMC empregadas foram CUIB (Cuiabá-MT), MSCB (Corumbá-MS), MTCO (Colíder-MT) e MTJI (Juína-MT). Também se realizou, para cada dia de observação, o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), em serviço oferecido pelo IBGE.

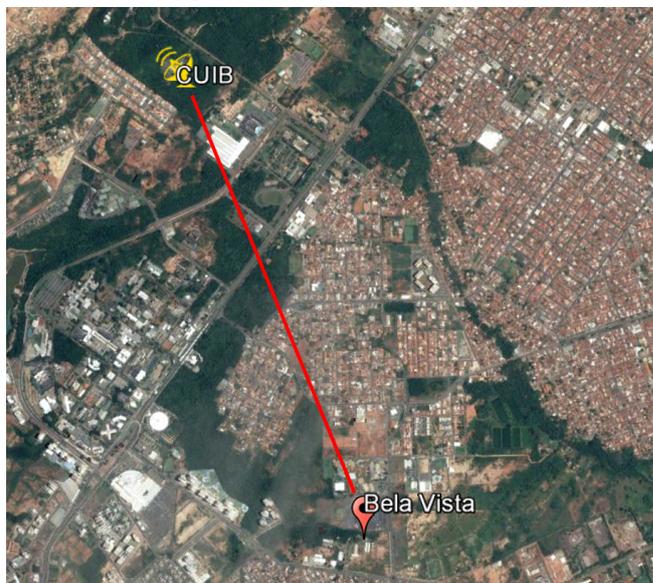
As Figuras 16 e 17 mostram as estações ativas (RBMC) de Juína, Colíder, Cuiabá e de Corumbá, que serviram como bases de apoio.

Figura 16 - Vetores de base ligando a estação 99615 às estações da RBMC de Cuiabá (CUIB), Colíder (MTCO), Juína (MTJI) e Corumbá (MSCB)



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Figura 17 - Detalhe do vetor ligando a base da RBMC de Cuiabá (CUIB) à estação 99615



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Na Tabela 3 são dadas as coordenadas processadas pelo IBGE (SAT-99615), as coordenadas médias dos quatro processamentos PPP e as coordenadas processadas com as estações da RBMC, bem como suas respectivas precisões, no sistema de projeção UTM.

Tabela 3 – Tabela com as coordenadas em projeção UTM da estação: conforme homologada, coordenadas médias obtidas via PPP e coordenadas obtidas via processamento próprio usando a RBMC.

CW7-F9N	N [m]	E [m]	h[m]	σ_N [m]	σ_E [m]	σ_h [m]
PPP	827737 6,025	600810,516	222,395	0,022	0,044	0,061
RBMC	8277376,011	600810,509	222,505	0,005	0,005	0,007
SAT-99615	8277375,999	600810,514	222,440	0,003	0,003	0,014

Para caráter informativo, foi realizado o cálculo de distâncias entre as coordenadas finais homologadas e as obtidas por PPP e por pós-processamento utilizando as estações já citadas. No caso do PPP foi utilizada a média dos processamentos. As distâncias entre coordenadas homologadas e PPP (D_{PPP}) e entre as coordenadas homologadas e as obtidas via pós-processamento a partir das estações RBMC (D_{RBMC}) são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 – Distância entre as coordenadas obtidas em PPP, RBMC e SAT99615

PPP - SAT99615	RBMC - SAT99615	RBMC - PPP
D_{PPP} [m]	D_{RBMC} [m]	D [m]
0,0525	0,0660	0,1111

Fonte: Autoria própria (2017).

Os resultados obtidos foram $D_{PPP} = 0,0525$ m e $D_{RBMC} = 0,0660$ m. A discrepância D entre as coordenadas obtidas via PPP e as obtidas via RBMC foi de 0,1111 m. Embora o IBGE não informe qual o procedimento adotado para estimativa das coordenadas homologadas, sabe-se que elas foram ajustadas à rede geodésica brasileira, incorporando, portanto, características estatísticas referentes à tal rede. No caso do PPP, muito embora o relatório do IBGE informe a posição do marco após compatibilização com a época 2000,4 (ou seja, após atualização das coordenadas que foram medidas em 2016 para a época 2000,4, na qual estabeleceu-se o sistema SIRGAS2000), esta posição dependeu apenas das coordenadas dos satélites rastreados, ou seja, a posição não sofreu influência das demais estações da rede. Já no caso da RBMC, as estações estão plenamente vinculadas ao SGB. Entretanto, as coordenadas obtidas de maneira relativa não foram ajustadas à rede geodésica, daí as discrepâncias obtidas.

O IBGE não emite informações sobre qual metodologia foi adotada pelo órgão no processamento das coordenadas da estação 99615, tais como: bases de apoio utilizadas, tipo de processamento, etc., o que torna inviável uma melhor compreensão dos resíduos das coordenadas comparadas na tabela 3.

O órgão também não disponibiliza, antecipadamente, uma nomenclatura consistente com a adotada para as estações do SGB, motivo pelo qual o usuário deve escolher, sem critério informado pelo IBGE, um código de identificação que será gravado na chapa cravada no topo do marco. Com isso faz-se necessário que se instale uma placa de identificação com a nomenclatura oficial (SAT-99615) no marco, para que os usuários possam localizar de maneira inequívoca a estação. O IBGE poderia facilmente reservar um código SAT aos usuários com intenções de implantar novas estações para que não ocorra confusão na identificação do marco.

Além disso, percebeu-se que a forma utilizada para modelagem do topo piramidal do marco, feita com chapa de aço nº 14, não é firme o bastante para evitar deformações. No presente caso, notou-se uma pequena rotação da base do marco em relação ao seu topo. Portanto, fica a recomendação de utilização de chapa de aço nº 12 para confecção da forma em futuras implantações.

Outro aspecto a ser considerado em futuras implantações é a distribuição das estações. Faz necessária uma distribuição mais uniforme das estações SAT-GPS em Cuiabá, uma vez que a presente distribuição espacial das 10 estações não é recomendada pela RESOLUÇÃO PR nº 22, de 21-07-83, pois encontram-se num raio menor que 4 km.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo instalar, rastrear e homologar uma estação SAT-GPS na cidade de Cuiabá, especificamente, nas dependências do campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). A metodologia empregada para construção do marco e processamento dos dados foi seguida à risca, conforme recomendações do IBGE. As coordenadas geodésicas obtidas e homologadas foram Latitude: 15° 34' 45,5139" S, Longitude: 56° 03' 35,1000"W e altitude geométrica: 222,440. Os dados obtidos após as sessões de rastreamento foram processados e ajustados pelo órgão supracitado e foram inseridos no banco de dados em agosto de 2016. Com isso, qualquer profissional com intenção de executar levantamento geodésico tem fácil acesso a mais um marco geodésico na cidade de Cuiabá-MT.

Installation of a geodesic planimetric station at the campus Bela Vista of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT)

ABSTRACT

The city of Cuiabá-MT, in the beginning of 2016, had only 9 planimetric stations as part of the Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Besides the reduced number of stations, their spatial distribution is inappropriate, with 5 of them grouped in the INPE facility and one of them located in a private property. Given the importance of these stations for geodesic survey support, this research had as objective the installation of a new planimetric station in the Bela Vista campus of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). For fulfilling this purpose, we have executed a differential positioning with a double frequency receptor, according to the standards established by the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). The applied methodology ended up with the homologation of the station SAT-99615, thus contributing to the densification of the stations of the SGB in Cuiabá as well as improving the spatial distribution of them.

KEYWORDS: Planimetric station. Brazilian Geodetic System. Differential positioning.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à direção do campus Bela Vista pela permissão para instalação da estação geodésica nas dependências do campus e à Dr. Albéria Cavalcanti de Albuquerque, por sua inestimável contribuição na fase de construção do marco geodésico.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. H. F.; CARVALHO, V. G. **Envolvimento das Agências de Coleta do IBGE na Manutenção física dos marcos do Sistema Geodésico Brasileiro**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2007. Disponível em: <http://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2008-2005.html>. Acesso em: 25/08/2016.

IBGE. Resolução - PR nº 22, de 21-07-83- Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos, 1983 – <http://www.inde.gov.br/images/inde/bservico1602.pdf>. Acesso em 02/07/2016.

_____. **Padronização de Marcos Geodésicos**, 2008. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/padronizacao_marcos_geodesicos. Acesso em: 24/03/2016.

_____. **Instruções para Homologação de Estações Estabelecidas por outras Instituições**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pdf/homologacao_de_marcos.pdf. Acesso em: 24/03/2016.

_____. **Relatório de Estação Geodésica – 99615**. Disponível em: <http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=,99766,92504,92583,92584,92585,92586,92587,92588,93692,99615>. Acesso em: 28/08/2016.

MONICO, J. F. G.. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

PEREIRA, K. D.; FAZAN, J. A. e FORTES, L. P. S. RBMC: Sete anos fornecendo referência a posicionamentos GPS no Brasil e Exterior. In **XXI Congresso Brasileiro de Cartografia**, 2003. Belo Horizonte, MG. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 19/07/2012.

SILVA, A.L.; LIMA, M.A.A.; COSTA, S.M.A. Redes estaduais GPS: situação atual e perspectiva futura. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, 2., 2008, Recife. **Anais...** Recife, 2008.p. 000-000.

Recebido: 03 nov. 2016

Aprovado: 28 nov. 2017

DOI: 10.3895/rbgeo.v5n4.5515

Como citar: OLIVEIRA, A. P.; STATELLA, T. Implantação de estação planimétrica geodésica nas dependências do campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). **R. bras. Geom.**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 543-560, out/dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Anderson Pereira de Oliveira

Rua Zulmira Canavarros, 95, CEP 78005-200, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

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

