



Apresentação

1. OBJETIVO

O georreferenciamento de um determinado ponto espacial é um passo importante para a realização de trabalhos em diversas áreas de atuação. Entre elas, podemos destacar o georreferenciamento de: imóveis; mineração; apoio a levantamentos aéreos; navegação; meteorologia; agricultura de precisão; estudos de mobilidade urbana; logística para comércio digital e entrega de mercadorias; engenharia; etc.

Entre as tecnologias espaciais de posicionamento, destaca-se o GNSS (Global Navigation Satellite System), amplamente empregado em diversas aplicações na área de geodésia. Nesse sentido, o posicionamento por ponto preciso (PPP) se tornou uma importante ferramenta em trabalhos de geodinâmicas e produção de referenciais espaciais, sobretudo pela precisão na obtenção das coordenadas do ponto requerido.

Esta prática irá abordar o posicionamento absoluto por ponto preciso (PPP) no modo estático, utilizando um receptor geodésico de dupla frequência instalado no ponto de interesse, realizado a partir de um conjunto de observações de sinais de satélites. Além disso, você deverá alcançar conhecimento teórico e prático sobre o método de levantamento GNSS, utilizando a técnica de obtenção de dados de posicionamento absoluto por ponto preciso (PPP) e suas aplicabilidades.

Ao final deste experimento, você deverá ser capaz de:

- realizar o rastreamento orbital de um ponto GNSS em PPP;
- corrigir o posicionamento utilizando o serviço PPP do IBGE;
- obter coordenadas precisas e conhecer diferentes precisões da posição ao longo do tempo de processamento das órbitas.

2. ONDE UTILIZAR ESSES CONCEITOS?

Os conceitos aqui desenvolvidos podem ser aplicados em diversos campos de atuação. De modo geral, em qualquer campo de conhecimento que requer noções técnicas e teóricas de medição geodésica espacial e geodinâmica, aplicam-se as categorias teóricas trabalhadas neste laboratório.

Como o GNSS é um sistema que permite a localização geográfica de um ponto em qualquer parte do mundo, isso o torna presente em diversas áreas. Portanto, aviação, navegação marítima e pesca, agricultura, transporte, segurança, telecomunicações, meio ambiente, construção, petróleo e gás, mineração, gestão de desastres, mapeamento e levantamento, ciência e lazer, são somente algumas das áreas em que os conceitos que envolvem o sistema de posicionamento GNSS e PPP estão presentes.

3. O EXPERIMENTO

O experimento se inicia com o rastreamento orbital, a partir da montagem cuidadosa e do nivelamento do rastreador, no ponto que se deseja o georreferenciamento. Após o posicionamento e funcionamento do equipamento, a duração da coleta dos dados ocorre por aproximadamente 60 minutos. Com os dados gravados no receptor, a etapa seguinte é a extração das informações para iniciar o pós-processamento, que ocorre pela acoplagem do receptor ao computador (por meio de cabo, *wi-fi* ou *bluetooth*, dependendo do modelo do receptor) que irá ser utilizado para copiar o arquivo.

O arquivo a ser transferido provavelmente se encontra na extensão RINEX (universal). Caso esteja em outro formato, é necessário pesquisar, na página do fabricante do equipamento, um software que converterá o arquivo para a extensão necessária para o pós-processamento das informações. A última etapa ocorre com a utilização do serviço on-line para pós-processamento de dados GNSS, do tipo PPP, disponibilizado pelo IBGE, inserindo o arquivo RINEX na plataforma e informando o modo de processamento (estático) e o tipo de antena. Finalizada essa etapa, estará disponível um relatório do processamento dos dados.

4. SEGURANÇA

Muitas vezes, as áreas de coleta de informações geoespaciais e posicionamento dos equipamentos necessários para a realização da prática podem conter obstáculos (edifícios, fundo de vales, vegetação densa) ou declives. Nesse sentido, é necessário tomar precauções em relação ao responsável pela operação da atividade e equipe, se for o caso, e também quanto à coleta dos dados e do equipamento utilizado.

Na escolha do ponto, deve ser considerada uma visualização aberta do céu, buscando o melhor contato possível com os satélites. Além disso, torna-se necessário precaver-se contra acidentes com animais peçonhentos, picadas de insetos, quedas, ou qualquer outro empecilho que possa prejudicar o operador e os equipamentos. A utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) para a segurança do trabalho de campo, como botas, capacete, colete de sinalização, entre outros, também se faz necessária.

5. CENÁRIO

O cenário do experimento tem por base a descrição dos equipamentos e de suas funcionalidades nas etapas de rastreamento orbital, como no pós-processamento. Os equipamentos consistem na base de nivelamento, que será acoplada no tripé de suporte do receptor geodésico de dupla frequência. Além disso, a etapa de pós-processamento conta com a utilização de um computador portátil ou de mesa, que receberá as informações geoespaciais. Como os dados necessitam de correções, o cenário conta ainda com a base de posicionamento por ponto preciso do IBGE, em que serão trabalhadas essas informações.

Bons estudos.



Sumário teórico

Acesse o sumário:

MÉTODO DE LEVANTAMENTO GNSS

A necessidade da espécie humana de localizar-se na superfície terrestre remonta ao início da civilização. Diante desse imperativo, técnicas e instrumentos foram desenvolvidos para suprir essa necessidade, fato que culminou, na atualidade, na elaboração do sistema de posicionamento global por satélite.

A expressão em inglês *global navigation satellite system*, ou GNSS, significa um amplo sistema de navegação por satélite que permite posicionamento geoespacial com cobertura global, fornecendo indicação de coordenadas de um determinado ponto da superfície terrestre (ALMEIDA, 2015). Foi desenvolvido em meados da década de 1960 e, até hoje, permite a localização de qualquer ponto na superfície terrestre.

Existe uma confusão corriqueira entre os termos GNSS e GPS, muitas vezes entendidos como sinônimos. Contudo, o sistema GNSS é definido por constelações de satélites que permitem determinar o posicionamento e a localização de qualquer objeto no globo terrestre. Entre essas constelações, temos o GPS (*global positioning system*, ou sistema de posicionamento global), o sistema russo GLONASS (*globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya*, ou sistema de navegação global por satélite), o GALILEU (sistema de navegação por satélite da União Europeia) e o BeiDou ou BDS (que significa “Ursa Maior”, sistema de navegação por satélite da China).

Para que o sistema global de navegação por satélite atue normalmente, deve dispor de um receptor e de pelo menos quatro satélites, para que sejam determinadas as variáveis x , y , z e o tempo. Torna-se possível calcular as coordenadas do receptor a partir do rastreamento orbital do sistema de referência dos satélites, uma vez que estes já estão identificados. A precisão da coordenada calculada é definida de acordo com a técnica de posicionamento utilizada durante a coleta de dados.

Isso ocorre porque o GNSS funciona por trilateração, que é o meio de determinação de posicionamento de algo. Diferentemente da triangulação, que faz medições por meio de ângulos, a trilateração utiliza a distância por meio de pontos para identificar o posicionamento. Ou seja, o receptor GNSS recebe sinais simultâneos de satélites em órbita a mais de 20 mil quilômetros da superfície terrestre. Esses satélites emitem sinais de constantes em radiofrequências e têm quatro relógios atômicos que possibilitam definir a hora certa e corrigida por meio de vibração de átomos. Nesse sentido, é possível conhecer a hora exata do sinal de saída do satélite e o horário de chegada ao receptor. Esses sinais são transmitidos na velocidade da luz (300.000 km/s).

Portanto, esse sistema funciona de forma tridimensional, e é de grande importância que os raios de atuação de cada satélite sejam esféricos. São três os segmentos dentro do sistema: espacial, controle e usuário. O espacial é formado pelos satélites e suas constelações em órbita; o controle é representado pelo centro de controle de monitoramento em terra; e o usuário são os utilizadores por meio dos receptores GNSS.

A atividade de posicionamento consiste na determinação da posição de um objeto em relação a um referencial. São diversas as formas de classificação de posicionamento, variando de acordo com o método aplicado. O posicionamento absoluto pode ser classificado a partir da identificação das coordenadas em relação ao geocentro. A determinação de coordenadas a partir de outro vértice de posição é denominada de posicionamento relativo (MONICO, 2008; SEEBER, 2003).

Outra característica do posicionamento absoluto é que a obtenção das coordenadas é realizada com um único receptor. Na literatura de língua inglesa, esse método é denominado *point positioning*. Dessa terminologia, deriva o nome *precise point positioning*, que significa posicionamento absoluto por ponto preciso, ou simplesmente posicionamento por ponto preciso (PPP). Nesse caso, o referencial geodésico das coordenadas determinadas é definido a partir das efemérides dos satélites. No caso das efemérides transmitidas, o referencial é o WGS 84, enquanto o das efemérides produzidas pelo IGS (International GNSS Service, ou Serviço Internacional de GNSS) é o ITRF (IERS Terrestrial Reference Frame – realização do

referencial terrestre do IERS), um sistema de referência espacial que rotaciona com a Terra em seu movimento no espaço.

Essa técnica de posicionamento requer a utilização da pseudodistância e da fase das ondas portadoras L1 e L2. Isso possibilita a redução dos efeitos de primeira ordem da ionosfera. A ionosfera da Terra tem grande influência no orçamento de erro de posicionamento do GNSS e, embora a maioria de seus efeitos na propagação de sinais possa ser modelada para uma primeira ordem, seu estado pode ser muito errático, dependendo do local, estação, hora local, atividade solar e geomagnética (VEETIL *et al.*, 2020).

Os principais erros podem estar atrelados ao satélite, à propagação do sinal, ao receptor/antena e à estação. O erro das órbitas ocorre devido à diferença entre a órbita prevista e a efetivamente realizada pelo satélite. Outro erro comum acontece quando os relógios acoplados nos satélites e nos receptores estão descompassados. Qualquer atraso ou descompasso dos relógios ocasiona erro. A atmosfera, que é composta pelas camadas da troposfera, ionosfera e estratosfera, também ocasiona erros. Essas camadas têm íons livres que afetam diretamente as ondas de rádio emitidas pelos satélites, causando cintilação. E um erro muito frequente é o de multicaminhos. Entendemos que o sinal de satélite realiza uma direção retilínea entre o satélite e o receptor. Entretanto, existem obstáculos que interferem no caminho do sinal, fazendo-o variar. Os obstáculos mais comuns são: prédios, antenas, torres e morros.

O erro associado à refração ionosférica depende do conteúdo total de elétrons (TEC) na camada ionosférica, que, por sua vez, é influenciado por diversas variáveis, como: época do ano, atividade geomagnética, ciclo solar, localização geográfica e hora do dia. É um erro com grande dificuldade de correção e está atrelado à fonte de propagação de sinal. Portanto, depende também da propagação de sinal. Na primeira ordem, existe a possibilidade de anulação dos efeitos advindos da ionosfera com um receptor de dupla frequência. Os erros de órbita e relógio dos satélites, bem como os parâmetros de rotação da Terra, normalmente são adquiridos de fonte externa, como, por exemplo, o IGS (MARQUES *et al.*, 2009).

O conceito de PPP foi introduzido pela primeira vez em 1976. Contudo, sua aplicação foi realizada em receptores GNSS a partir da década de 1990. Ao longo das duas últimas décadas, ocorreu um aumento significativo de pesquisas de receptores de dupla frequência no PPP, além do surgimento de diversos serviços *on-line* de PPP (GRINTER; ROBERTS, 2011). Experimentos conduzidos com dados da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) mostraram que esse tipo de posicionamento pode proporcionar precisão superior a 2cm (MONICO, 2008).

Portanto, fazendo uso do arquivo de observação, coletado com a técnica de posicionamento PPP, é possível utilizar diversos serviços na rede mundial de computadores que permitem ao usuário calcular coordenadas com precisão na forma *on-line*. Entre estes, podemos citar: o Center Point RTK (desenvolvido pela Trimble), o NRCan (Natural Resources Canada), o JPL (Jet Propulsion Laboratory), o magicGNSS (desenvolvido pela GMV) e o IBGE-PPP (serviço gratuito PPP, que faz uso do aplicativo de processamento desenvolvido pelo NRCan).

Outro ponto a ser destacado com relação à aplicabilidade do PPP diz respeito à importância de uma prática criteriosa e cuidadosa. Isso se deve não somente ao fator de segurança do agente de operação ou sinal, pontos que requerem muita atenção com o local de instalação, pois é preciso estar atento também à aplicabilidade da técnica, visto que representa custos significativos que, não realizados adequadamente, geram prejuízos de tempo e, conseqüentemente, financeiros.

O IBGE-PPP é um serviço *on-line* de pós-processamento de informações que permite processar dados GNSS que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências no modo estático ou cinemático. Permite, ainda, que os usuários obtenham coordenadas de boa precisão no Sistema Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000).

O objetivo é realizar a correção das coordenadas oriundas dos dados de levantamento de campo. Existem algumas restrições quanto ao tipo de envio dos dados, pois estes devem estar nos formatos RINEX ou HARANAKA, além de compactados. O arquivo RINEX é sempre composto pelas extensões GNO relacionadas pelas informações do receptor.

A maioria dos receptores tem *softwares* de seus fabricantes que permitem a transformação dos arquivos coletados para RINEX. Nesse processo, é possível inserir o tipo e a altura da antena no momento de rastreo. Isso facilita a etapa do pós-processamento no serviço IBGE-PPP.

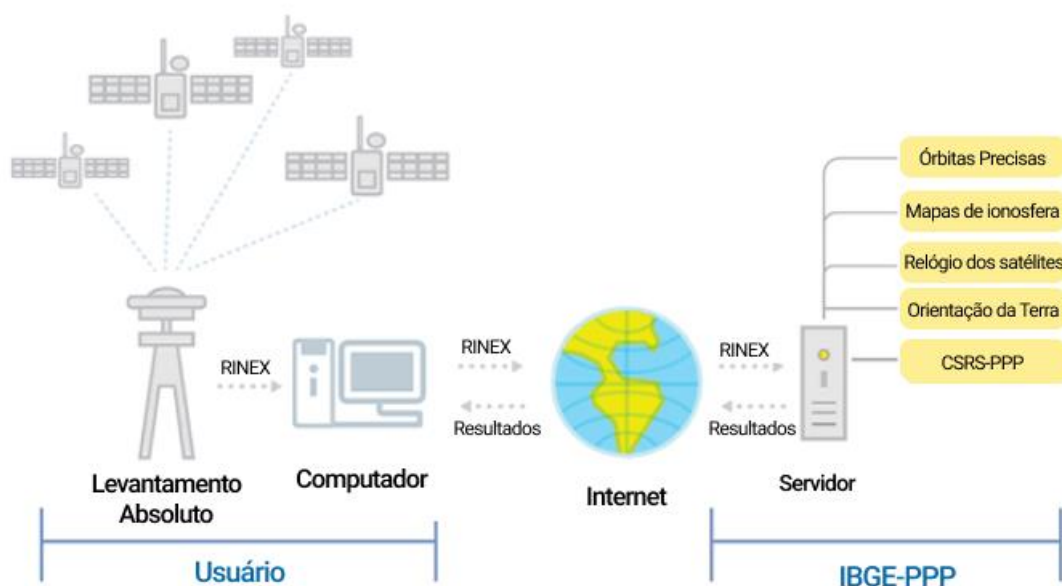


Figura 1 – Esquema de funcionamento do sistema IBGE-PPP. Fonte: IBGE.

O IBGE-PPP utiliza parâmetros de transformação entre os referenciais ITRF. Essa alteração se fez necessária no sentido de diminuir os impactos causados pelas mudanças dos referenciais ao longo do tempo, uma vez que a determinação dos parâmetros de transformação entre cada um desses referenciais e o SIRGAS2000 se tornou mais homogênea. Nesse sentido, essas alterações dos parâmetros podem apresentar diferenças de poucos milímetros a até 2cm, na componente planimétrica, e de alguns milímetros a até 3cm, na componente altimétrica, se comparadas com as coordenadas determinadas pelos outros conjuntos de parâmetros (IBGE, 2020).

Para realizar o pós-processamento, é necessário acessar a página do IBGE-PPP. Nela, o usuário insere: o modo de processamento; o arquivo RINEX; o tipo de antena e

a altura, além de um *e-mail* válido para receber os dados com as devidas correções executadas.

O processo de pós-processamento é realizado no seguinte *link*:
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados>.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. S. **Análise comparativa da qualidade posicional dos métodos de posicionamento por ponto preciso e do posicionamento relativo estático com GNSS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 127 f., 2015.

GRINTER, T.; ROBERTS, C. Precise point positioning: where are we now? International Global Navigation Satellite Systems Society – IGNSS. **Symposium 2011.** University of New South Wales, Sydney, NSW, Australia. 15-17 November, 2011.

IBGE. **Manual do usuário Aplicativo IBGE-PPP:** serviço *on-line* para pós-processamento de dados GNSS. Versão: maio de 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101677.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.

MARQUES, Haroldo Antonio *et al.* Efeitos de segunda e terceira ordem da ionosfera no posicionamento GNSS no Brasil. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 357-374, set. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X2009000300005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 fev. 2021.

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

SEEBER, G. **Satellite geodesy**: foundations, methods and applications. 2. ed. Berlin; New York: Walter de Gruyter, 2003.

VEETIL, S. V.; AQUINO, M.; MARQUES, H. A.; MORAES, A. O. Mitigation of ionospheric scintillation effects on GNSS precise point positioning (PPP) at low latitudes. **Journal of Geodesy**, v. 94, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00190-020-01345-z>. Acesso em: 3 mar. 2021.



Roteiro

Acesse o roteiro:

INSTRUÇÕES GERAIS

1. Neste experimento, você irá compreender o Método de Levantamento GNSS através da utilização da técnica de posicionamento absoluto por ponto preciso (PPP).
2. Utilize a seção **“Recomendações de Acesso”** para melhor aproveitamento da experiência virtual e para respostas às perguntas frequentes a respeito do VirtuaLab.
3. Caso não saiba como manipular o Laboratório Virtual, utilize o **“Tutorial VirtuaLab”** presente neste Roteiro.
4. Caso já possua familiaridade com o Laboratório Virtual, você encontrará as instruções para realização desta prática na subseção **“Procedimentos”**.
5. Ao finalizar o experimento, responda aos questionamentos da seção **“Avaliação de Resultados”**.

RECOMENDAÇÕES DE ACESSO

PARA ACESSAR O VIRTUALAB

ATENÇÃO:

O LABORATÓRIO VIRTUAL **DEVE SER ACESSADO POR COMPUTADOR**. ELE NÃO DEVE SER ACESSADO POR CELULAR OU TABLET.

O REQUISITO MÍNIMO PARA O SEU COMPUTADOR É UMA **MEMÓRIA RAM DE 4 GB**.

SEU PRIMEIRO ACESSO SERÁ UM POUCO MAIS LENTO, POIS ALGUNS PLUGINS SÃO BUSCADOS NO SEU NAVEGADOR. A PARTIR DO SEGUNDO ACESSO, A VELOCIDADE DE ABERTURA DOS EXPERIMENTOS SERÁ MAIS RÁPIDA.

1. Caso utilize o Windows 10, dê preferência ao navegador Google Chrome;
2. Caso utilize o Windows 7, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox;
3. Feche outros programas que podem sobrecarregar o seu computador;
4. Verifique se o seu navegador está atualizado;
5. Realize teste de velocidade da internet.

Na página a seguir, apresentamos as duas principais dúvidas na utilização dos Laboratórios Virtuais. Caso elas não se apliquem ao seu problema, consulte a nossa seção de “**Perguntas Frequentes**”, disponível em: <https://algetec.movidesk.com/kb/pt-br/>

Neste mesmo link, você poderá **usar o chat** ou **abrir um chamado** para o contato com nossa central de suporte. Se preferir, utilize os QR CODEs para um contato direto por Whatsapp (8h às 18h) ou para direcionamento para a central de suporte. Conte conosco!



PERGUNTAS FREQUENTES

1) O laboratório virtual está lento, o que devo fazer?

- a) No Google Chrome, clique em “Configurações” -> “Avançado” -> “Sistema” -> “Utilizar aceleração de hardware sempre que estiver disponível”. Habilite a opção e reinicie o navegador.
- b) Verifique as configurações do driver de vídeo ou equivalente. Na área de trabalho, clique com o botão direito do mouse. Escolha “Configurações gráficas” e procure pela configuração de performance. Escolha a opção de máximo desempenho.

Obs.: Os atalhos e procedimentos podem variar de acordo com o driver de vídeo instalado na máquina.
- c) Feche outros aplicativos e abas que podem sobrecarregar o seu computador.
- d) Verifique o uso do disco no Gerenciador de Tarefas (Ctrl + Shift + Esc) -> “Detalhes”. Se estiver em 100%, feche outros aplicativos ou reinicie o computador.

2) O laboratório apresentou tela preta, como proceder?

- a) No Google Chrome, clique em “Configurações” -> “Avançado” -> “Sistema” -> “Utilizar aceleração de hardware sempre que estiver disponível”. Habilite a opção e reinicie o navegador. Caso persista, desative a opção e tente novamente.
- b) Verifique as configurações do driver de vídeo ou equivalente. Na área de trabalho, clique com o botão direito do mouse. Escolha “Configurações gráficas” e procure pela configuração de performance. Escolha a opção de máximo desempenho.

Obs.: Os atalhos e procedimentos podem variar de acordo com o driver de vídeo instalado na máquina.

- c) Verifique se o navegador está atualizado.

DESCRIÇÃO DO LABORATÓRIO

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Trena;
- Receptor GNSS;
- Cabo USB;
- Computador.

PROCEDIMENTOS

1. MEDINDO A ALTURA DO EQUIPAMENTO

Pegue a trena na mesa e meça a altura do tripé que está conectado ao receptor GNSS.

Em seguida, retorne a trena à mesa.

2. COLETANDO OS DADOS

Ligue o receptor e, em seguida, selecione a quantidade de horas de duração da coleta de dados. Posteriormente, desligue o receptor.

3. ANALISANDO OS DADOS

Inicie a análise de dados conectando o receptor ao computador no escritório de tratamento de dados. Selecione o arquivo *.tps* e converta-o para Rinex. Em seguida, selecione os três arquivos *eco_248o* e converta-os para o formato *.zip*. Logo depois, selecione o arquivo *.zip* e anexe para análise.

4. PROCESSANDO OS DADOS

Processe o arquivo *eco_248o.zip* no modo estático e com a altura de 1.71 m. Obtenha o relatório de dados processados pelo IBGE.

5. AVALIANDO OS RESULTADOS

Siga para a seção “Avaliação dos Resultados”, localizada na página 07 deste roteiro, e responda de acordo com o que foi observado no experimento associando, também, com os conhecimentos aprendidos sobre o tema.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Qual objetivo de realizar o pós-processamento de dados por PPP? Indique se o objetivo foi alcançado no experimento.
2. Foram observadas diferenças entre as coordenadas na data de referência do sistema (em 2000.4) e na data do levantamento?

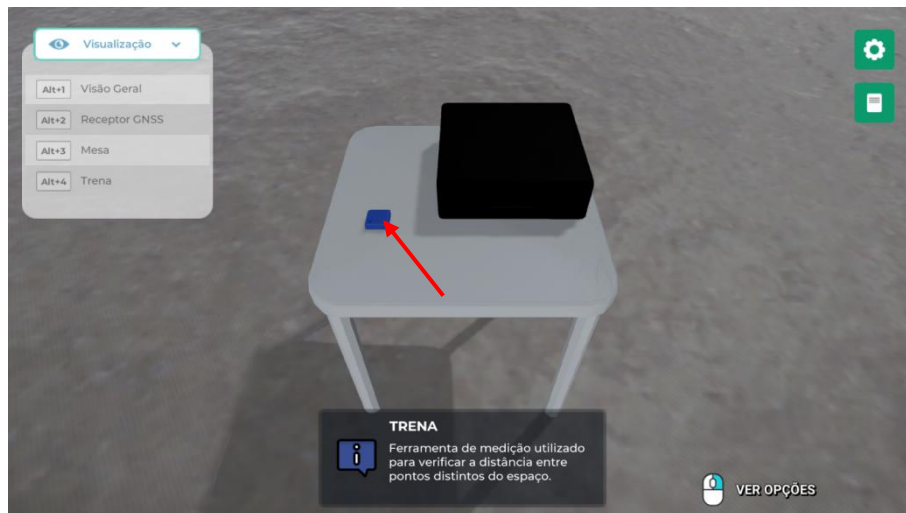
TUTORIAL VIRTUALAB

1. MEDINDO A ALTURA DO EQUIPAMENTO

Visualize a mesa com os equipamentos clicando com o botão esquerdo do mouse na câmera “Mesa” ou utilizando o atalho “Alt+3”.



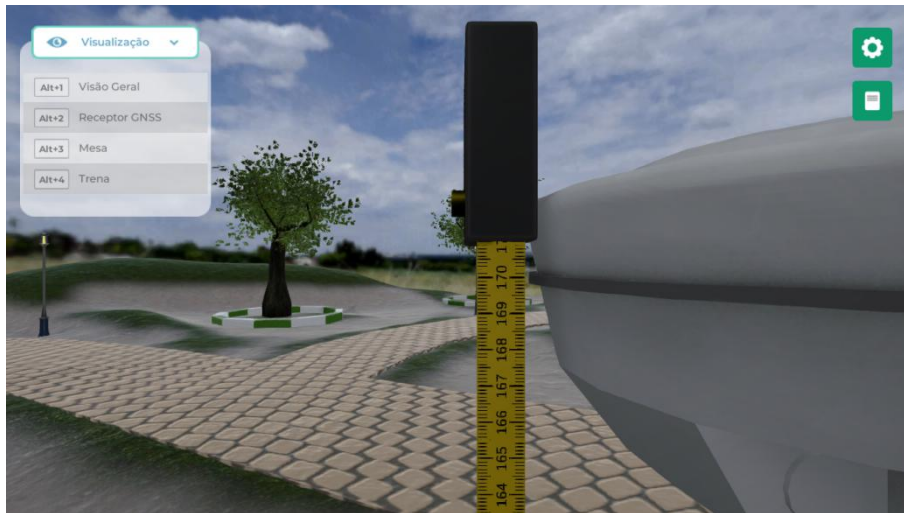
Visualize as opções da trena clicando com o botão direito do mouse nela.



Meça a altura do equipamento GNSS clicando com o botão esquerdo do mouse na opção “Medir altura do equipamento”.



Observe a altura medida.



Retorne a trena para a mesa clicando com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Retornar para a mesa” com o botão esquerdo do mouse.

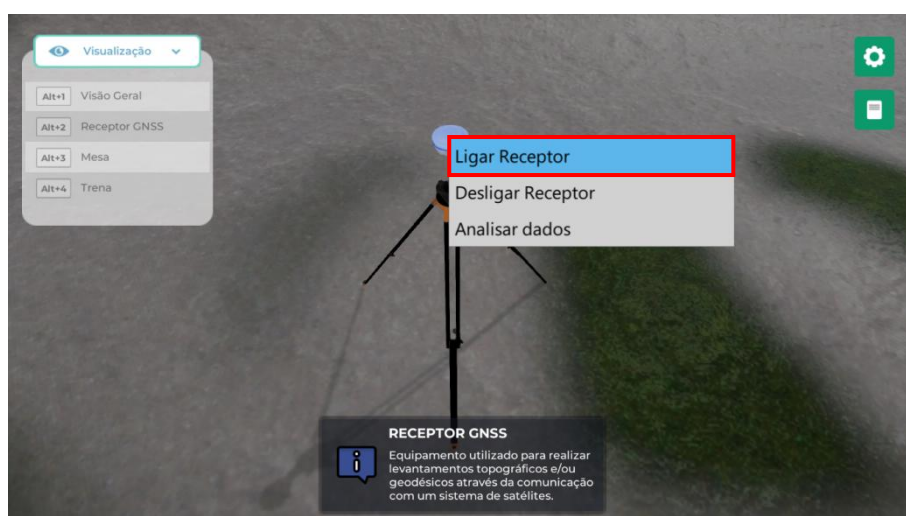


2. COLETANDO OS DADOS

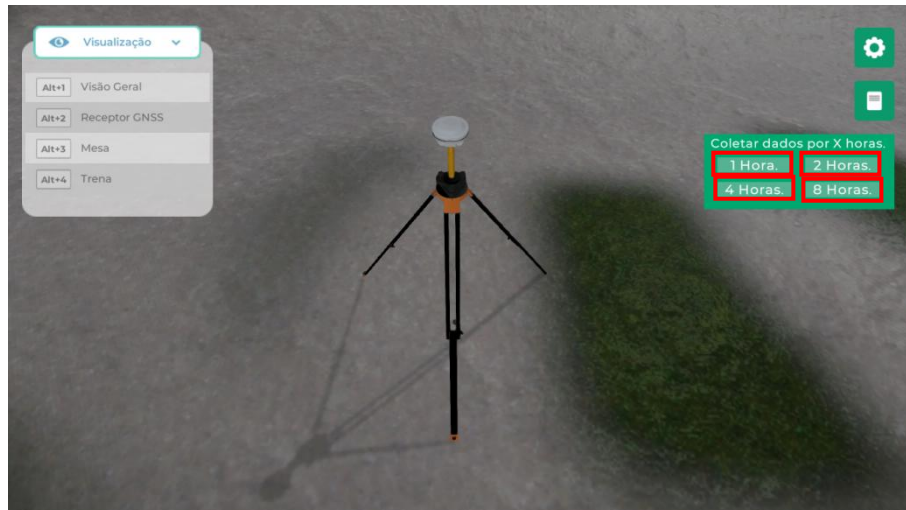
Visualize as opções do receptor clicando com o botão direito do mouse nele.



Ligue o receptor clicando com o botão esquerdo do mouse na opção “Ligar receptor”.

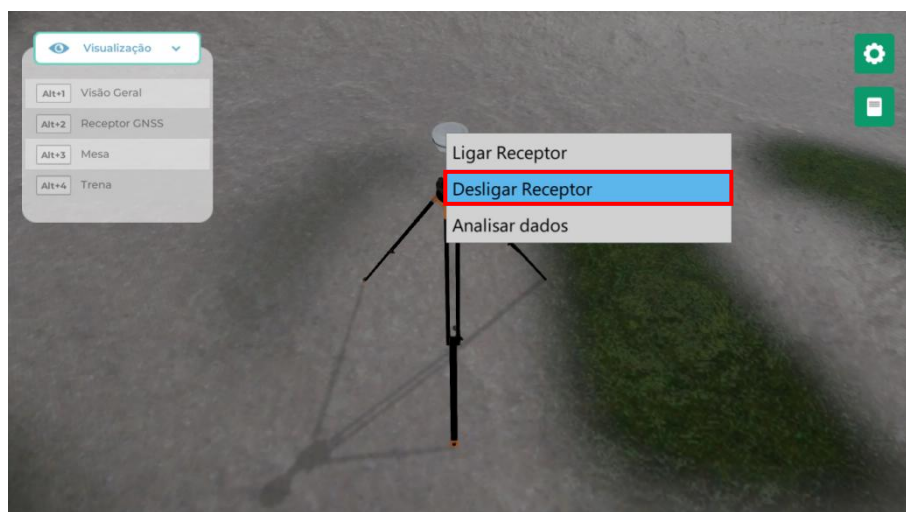


Selecione o número de horas de duração da coleta clicando com o botão esquerdo do mouse em “1 Hora”, “2 Horas”, “4 Horas” ou “8 Horas”.

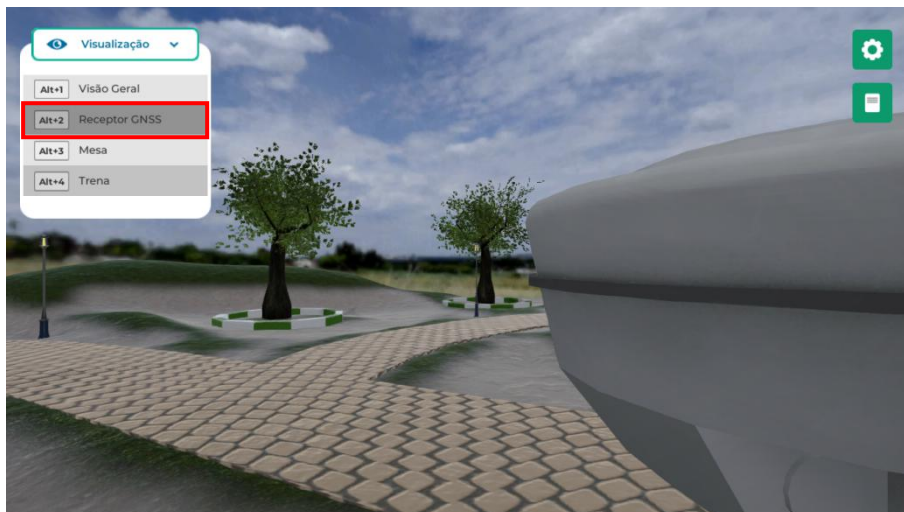


Aguarde o período de coleta de dados.

Desligue o receptor clicando com o botão direito do mouse nele e selecionando a opção “Desligar receptor” com o botão esquerdo do mouse.

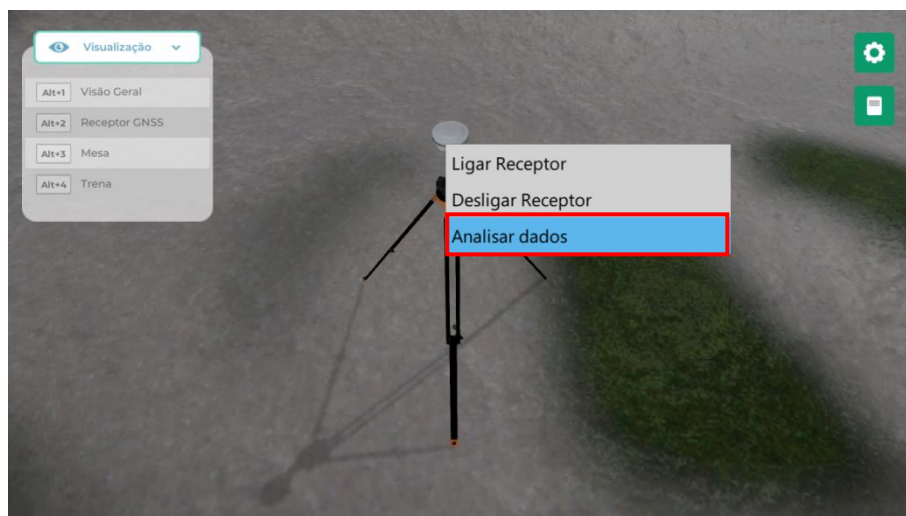


Visualize o receptor GNSS clicando com o botão esquerdo do mouse câmera “Receptor GNSS” ou utilizando o atalho “Alt+2”.



3. ANALISANDO OS DADOS

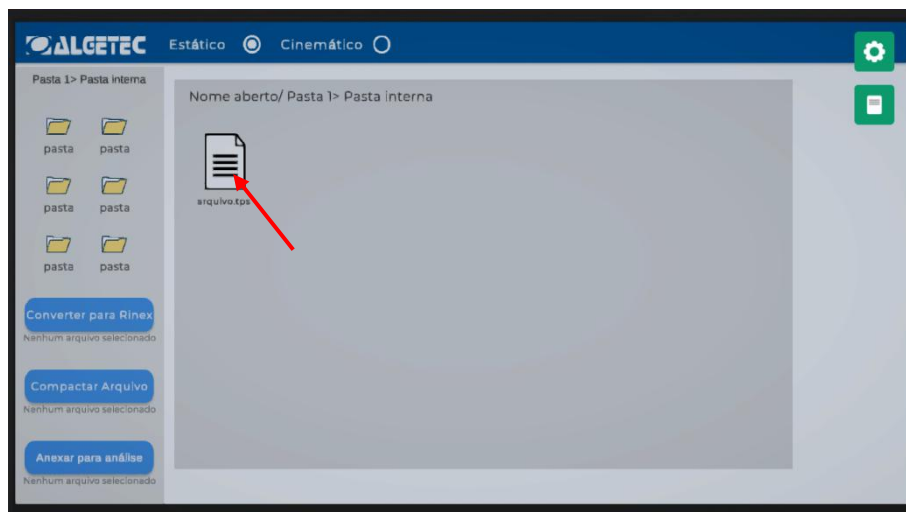
Leve o receptor para a análise de dados clicando nele com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Analisar dados” com o botão esquerdo do mouse.



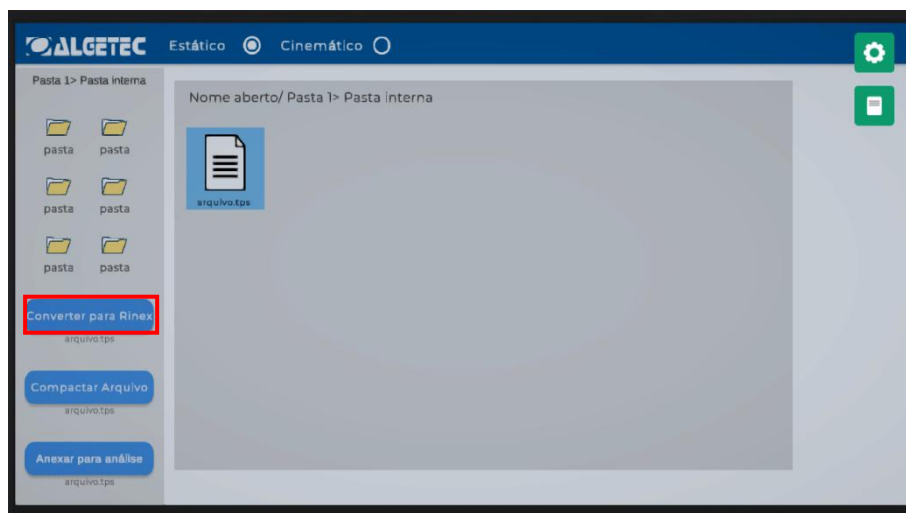
Conecte o receptor ao computador clicando nele com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Conectar no Computador” com o botão esquerdo do mouse.



Selecione o arquivo *.tps* na tela do computador clicando com o botão esquerdo do mouse nele.

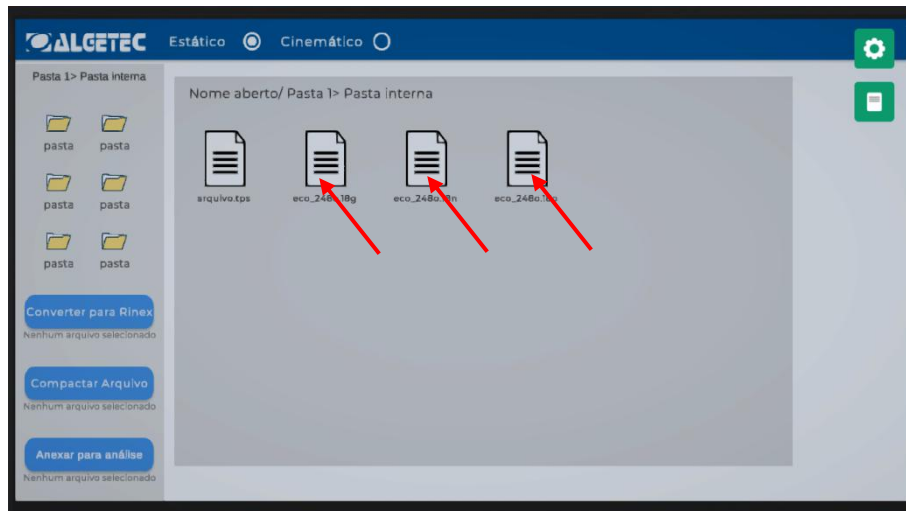


Converta o arquivo para Rinex clicando com o botão esquerdo do mouse no botão “Converter para Rinex”.

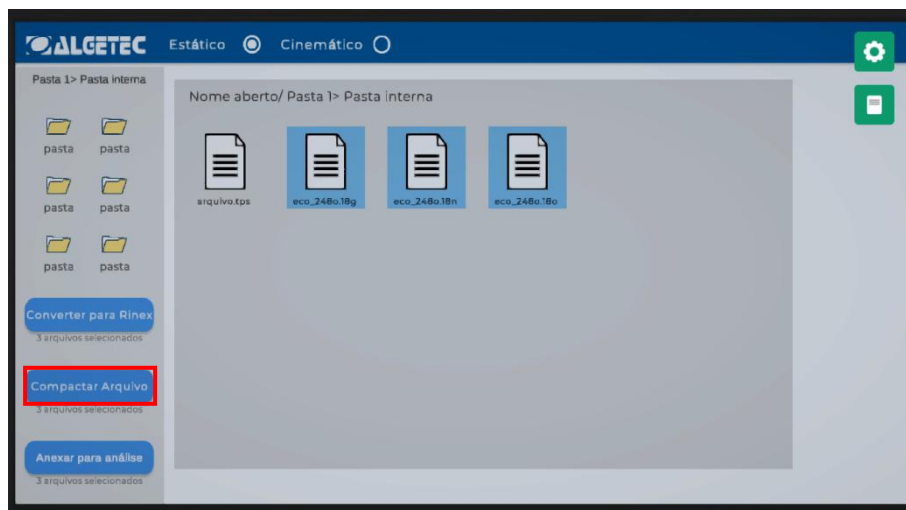


Retire a seleção de um arquivo clicando com o botão esquerdo do mouse sobre ele.

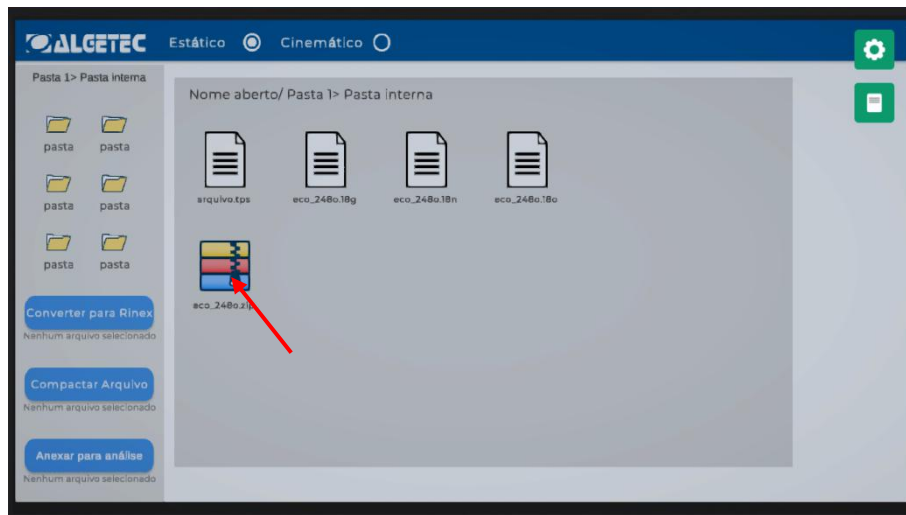
Selecione os três arquivos *eco_248o* clicando com o botão esquerdo do mouse sobre cada um deles.



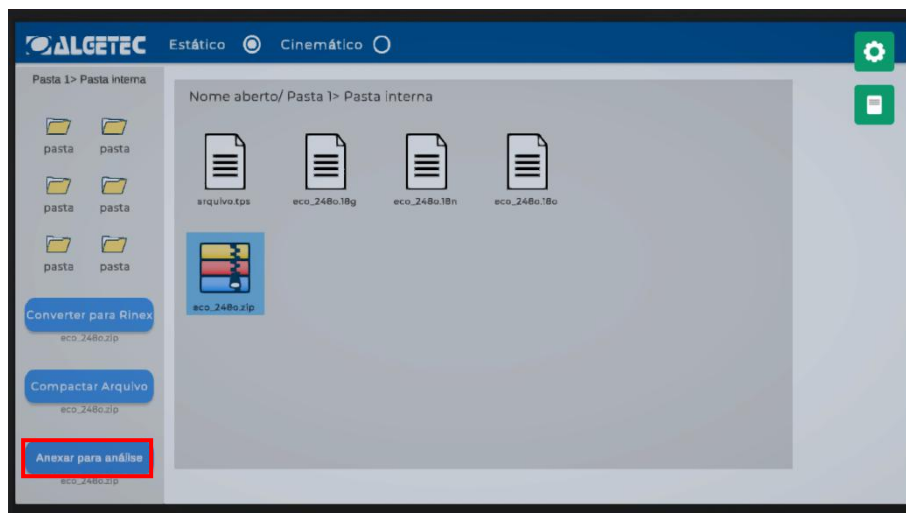
Compacte os arquivos clicando com o botão esquerdo do mouse sobre o botão “Compactar arquivo”.



Selecione o *arquivo.zip* clicando com o botão esquerdo do mouse sobre ele.



Anexe o arquivo para a análise clicando com o botão esquerdo do mouse no botão “Anexar para análise”.



4. PROCESSANDO OS DADOS

Confira a altura do equipamento na tela de processamento. Ela deve ser 1,71 metros.

Processe o arquivo *eco_248o.zip* clicando com o botão esquerdo do mouse no botão “Processar”.

Analise os dados obtidos pelo relatório de dados processados pelo IBGE.

Navegue entre as páginas do relatório clicando com o botão esquerdo do mouse em nas setas indicadas abaixo.



Sumário do Processamento do Marco: ALX1

Início:	AAAA/MM/DD HHMMSS.SS	2018/08/05 13:00:00,00
Fim:	AAAA/MM/DD HHMMSS.SS	2018/08/05 14:00:00,0
Modo de Operação do Usuário:		ESTÁTICO
Observação processada:		CÓDIGO & FASE
Modelo Antena:		NÃO DISPONÍVEL
Órbitas dos satélites: ¹		FINAL
Frequência processada:		L3
Intervalo do processamento(s):		5,00
Sigma ² da pseudodistância(m):		5,000
Sigma da portadora(m):		0,010
Altura da antena ² (m):		1,71
Ângulo de Elevação(graus):		10,000
Resíduos da pseudodistância(m):		2,02 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):		0,82 GPS

< 1 >

5. AVALIANDO OS RESULTADOS

Siga para a seção “Avaliação dos Resultados”, localizada na página 07 deste roteiro, e responda de acordo com o que foi observado no experimento associando, também, com os conhecimentos aprendidos sobre o tema.



Pré Teste

- 1) O GNSS funciona a partir do posicionamento e disposição de um conjunto de satélites e receptor. Esse conjunto de elementos torna possível o rastreamento orbital e, consequentemente, o cálculo das coordenadas a partir da identificação do receptor.

Sobre a operacionalidade do sistema GNSS, assinale a opção correta.

- A) O georreferenciamento da área é a última etapa do processo de engenharia, sendo necessário, inicialmente, ocorrer o planejamento e a estruturação da planta, para que, assim, se desenvolva o processo de georreferenciamento.
- B) O tempo de registro no receptor, mais o tempo registrado no satélite, no instante da transmissão do sinal, é denominado pseudodistância.
- C) O RINEX (receiver independent exchange format) é um formato criado para facilitar o intercâmbio de dados. Consiste em três arquivos ASCII: arquivo de observações, de dados meteorológicos e de mensagens de navegação.

- 2) A atividade de posicionamento consiste na determinação da posição de um objeto em relação a um referencial. São diversas as formas de classificação de posicionamento, variando de acordo com o método aplicado. O posicionamento absoluto pode ser classificado a partir da identificação das coordenadas em relação ao geocentro.

A respeito da técnica de posicionamento por ponto preciso, é correto afirmar que:

- A) requer somente a utilização de pseudodistância, bem como de um receptor de dupla sinalização.
- B) A técnica de posicionamento por GNSS PPP é considerada, a partir de pesquisas comparativas, uma das mais precisas. Mesmo assim, requer uma etapa de pós-processamento, para minimizar os erros envolvidos nas observáveis.
- C) O conceito de PPP foi introduzido pela primeira vez em 1976. Contudo, sua aplicação foi realizada em receptores GNSS a partir dos anos 2000.

- 3) Ao se utilizarem receptores GNSS de dupla frequência, é possível eliminar os efeitos de primeira ordem advindos da ionosfera.

PORQUE

A refração ionosférica é independente da frequência do sinal.

A partir dessas duas sentenças, analise as alternativas a seguir e marque a correta.

- A) A primeira sentença é verdadeira e a segunda é falsa.
- B) A primeira sentença é falsa e a segunda é verdadeira.

C) As duas sentenças são verdadeiras e a segunda não justifica a primeira.

O PPP é um método de localização geodésico que necessita de pós-processamento. A realização da correção dos dados rastreados ocorre com a utilização de softwares específicos. O IBGE-PPP é uma plataforma utilizada para essa etapa da aplicação técnica do PPP.

Sobre a prática de métodos de levantamento GNSS: posicionamento por ponto preciso estático (PPP) para implementação de ponto de apoio topográfico, analise as sentenças a seguir e marque a correta.

- A) O rastreio orbital deve ser mantido por, no mínimo, 120 minutos. Depois de decorrido o tempo de rastreio, apertar o botão para gravar os dados e, em seguida, desligar o equipamento, desmontar o tripé e seguir para os trabalhos de escritório.
- B) O pós-processamento deve ser realizado com dados no formato HAKANATA e FIRNEX (extensão universal de dados orbitais). A inserção dos dados no software permitirá realizar correções que auxiliarão no geoprocessamento do ponto.
- C) Uma percepção recorrente, a partir dos relatórios gerados pelo IBGE-PPP, é que as efemérides dos satélites são melhor corrigidas. Assim, a precisão esperada melhora com o decorrer do tempo, até se estabilizar. As precisões planimétricas (x, y) serão melhores do que as altimétricas.

O sistema GNSS permite o posicionamento na superfície da Terra e a indicação de coordenadas aos mais variados usuários, para diversas finalidades.

Marque a alternativa com o significado da sigla e uma de suas funções.

- A) Global new system satellite. Sua função exata é rastrear coordenadas corretas, com precisão menor que 1 milímetro.
- B) Global navigation satellite system. Uma de suas funções é obter as coordenadas geodésicas de um ponto determinado pela utilização de um conjunto de satélites e receptor, possibilitando o rastreio orbital.
- C) Global navigation system saty. Sua função é identificar objetos em movimentos.



Experimento

Acesse o laboratório:

Conteúdo interativo disponível na plataforma de ensino!



Pós Teste

- 1) Como se sabe, a necessidade da espécie humana de localizar-se na superfície terrestre remonta ao início da civilização. Com o avanço da geolocalização de pontos determinados, as técnicas e práticas empregadas para realização da atividade também evoluíram e surgiram diversos equipamentos que contribuem com a localização geodésica e topográfica.

Em relação ao levantamento de dados de posicionamento por meio de rastreo orbital por levantamento GNSS e PPP, é correto afirmar que:

- A) sofre limitações quando utilizado em áreas com florestas e prédios altos;
- B) possibilita obter informações topográficas em áreas onde os satélites possam ser observados, levando dias para sua aquisição;
- C) os dados são pouco precisos e têm grande margem de erro.

- 2) No *global navigation satellite system* (GNSS), para facilitar o intercâmbio de dados entre os receptores, foi desenvolvido o formato RINEX (Receiver INdependent EXchange Format). Esse formato é composto por três arquivos em ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

Sobre as características do arquivo RINEX e sua relação com o IBGE-PPP, marque a alternativa correta.

- A) O IBGE-PPP pode ser entendido como um software que permite alterações de informações de satélites nos formatos RINEX, HARANAKA e CNB, auxiliando nos ajustes de tempo dos dados;
- B) No IBGE-PPP, é aconselhável inserir os dados de tipo e altura da antena, desde que sejam de conhecimento do operador. É possível encontrar essas informações a qualquer momento no arquivo RINEX;
- C) O IBGE-PPP permite a inserção de dados do tipo e altura da antena. Esses dados não são obrigatórios para garantir o prosseguimento da correção das informações. Entretanto, sua inserção possibilita uma maior precisão das coordenadas.

3)

O levantamento de posicionamento realizado pelo GNSS está sujeito a degradações provocadas por algumas fontes de erros. Esses erros podem ser classificados segundo as seguintes fontes: satélites, propagação do sinal, receptor/antena e estação.

Sobre os tipos de erros mais comuns, assinale a afirmativa correta.

- A) O erro do relógio diz respeito ao descompasso entre o relógio do satélite e o relógio da estação;
 - B) O erro de multicaminhos ocorre devido à existência de obstáculos que interferem no caminho do sinal, fazendo-o variar;
 - C) O erro estratosférico está relacionado à condição climática da atmosfera que interfere no sinal de radiofrequência do satélite.
- 4) O conceito de PPP foi introduzido pela primeira vez em 1976. Contudo, sua aplicação foi realizada em receptores GNSS a partir da década de 1990. Ao longo das duas últimas décadas, ocorreu um aumento significativo de pesquisas de receptores de dupla frequência no PPP, além do surgimento de diversos serviços *on-line* de pós-processamentos de dados (GRINTER; ROBERTS, 2011).

Sobre as características dessa técnica, analise as assertivas a seguir e assinale a opção correta.

- A) Experimentos conduzidos com dados da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBM) mostraram que o PPP pode proporcionar precisão superior a 2 cm;
 - B) O IBGE-PPP processa dados somente do GPS que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências, no modo estático ou cinemático;
 - C) A partir da técnica de posicionamento PPP, é possível utilizar somente um serviço para calcular as coordenadas com precisão.
- 5) O sistema de navegação global por satélite (GNSS) tem sido utilizado cada vez mais por diferentes usuários e para distintas finalidades. A ampliação desse sistema envolve novas constelações, equipamentos e metodologias.

São constelações de satélites GNSS disponíveis:

- A) GPS (EUA), WAAS (Alemanha) e GLONASS (Rússia);

B) GPS (EUA), GALILEU (Europa), GLONASS (Rússia), BEIDOU (China NAVSTAR (Reino Unido);

C) GPS (EUA), GALILEU (Europa), GLONASS (Rússia BEIDOU (China).