

MANUAL DE PÓS-PROCESSAMENTO RELATIVO ESTÁTICO

Manual Técnico

Autores:

Tássia Parada Sampaio, Luciano Martins Tavares, Larissa Aldrighi da Silva, Diuliana Leandro

Pós-processamento Relativo Estático

1. INTRODUÇÃO

O Posicionamento Relativo Estático é um método fundamental na Geodésia e Topografia, empregado para a determinação de coordenadas de alta precisão. Diferentemente do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), este método utiliza a observação simultânea de dois ou mais receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), sendo um deles posicionado em um ponto de coordenadas conhecidas (estação base) e o(s) outro(s) nos pontos de interesse (estação *rover*) [1]. A precisão é alcançada pela eliminação ou minimização de erros correlacionados, como os erros de efemérides, erros sistemáticos, grosseiros e os erros atmosféricos, através da formação de duplas diferenças entre as observações.

Este manual técnico visa detalhar as etapas essenciais do pós-processamento relativo estático, desde a coleta de dados em campo até a obtenção dos dados de referência da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), servindo como guia de consulta para profissionais e estudantes da área.

2. ETAPA 1: CAMPO

A fase de campo é determinante para a qualidade do resultado final do pós-processamento relativo estático. O procedimento envolve a instalação correta dos equipamentos e o rastreamento simultâneo dos sinais GNSS pela estação base e pela estação *rover*.

2.1 Processamento Relativo Estático

No método relativo estático, ambos os receptores (base e rover) permanecem fixos durante todo o período de rastreamento, de modo a garantir a estabilidade das observações. O tempo necessário para a coleta de dados varia conforme o comprimento da linha de base, isto é, a distância entre os receptores, e o nível de precisão almejado. Assim, o período de

observação pode estender-se de alguns minutos a várias horas, dependendo das condições geométricas e da qualidade dos sinais rastreados.

Tabela 1: Recomendações de Tempo de Rastreio para o Método Relativo Estático

Comprimento da Linha-Base	Tempo Mínimo de Rastreio
Curta (até 10 km)	15 a 30 minutos
Média (10 km a 50 km)	30 minutos a 1 hora
Longa (acima de 50 km)	1 a 2 horas ou mais

Fonte: Adaptado de IBGE (2025).

2.2 Base de Referência:

A estação base é o ponto de referência com coordenadas conhecidas ou a serem determinadas com alta precisão. Sugere-se utilização de um ponto de controle local, cuja coordenada deve ser determinada com o método mais preciso disponível, como o Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE.

2.3 Processamento com a Antena

A instalação da antena deve seguir rigorosos procedimentos para garantir a precisão:

1. **Centragem:** A antena deve ser centrada verticalmente sobre o marco do ponto de interesse com o auxílio de um tripé e prumo óptico ou laser.
2. **Nivelamento:** O nivelamento da antena deve ser realizado com precisão para garantir que o eixo de fase da antena esteja paralelo ao plano horizontal.
3. **Medida da Altura Inclínada da Antena (HIA):** A HIA deve ser medida com precisão milimétrica, do marco até um ponto de referência na antena, conforme especificado pelo fabricante. Essa medida é fundamental para a redução da coordenada do centro de fase da antena para o marco no solo.

3 ETAPA 2: COORDENADA DA BASE PPP

A determinação da coordenada da estação base por Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) é um procedimento comum para estabelecer o ponto de referência com alta acurácia no sistema de referência geodésico (SIRGAS2000, no caso brasileiro).

O PPP utiliza um único receptor GNSS e dados de órbitas e relógios de satélites de alta precisão, fornecidos por serviços internacionais (IGS) ou nacionais (como o IBGE-PPP) [3].

Observação: Considera-se, como pressuposto, que a coordenada da estação base já foi determinada por meio do posicionamento por ponto preciso (PPP). Para informações detalhadas sobre o procedimento, recomenda-se a consulta ao manual dos autores Tássia Parada Sampaio, Luciano Martins Tavares e Diuliana Leandro (2025, ISBN: 978-65-01-72420-1), o qual descreve minuciosamente o processo de rastreamento e envio dos dados ao serviço PPP.

4 ETAPA 3: DADOS RBMC

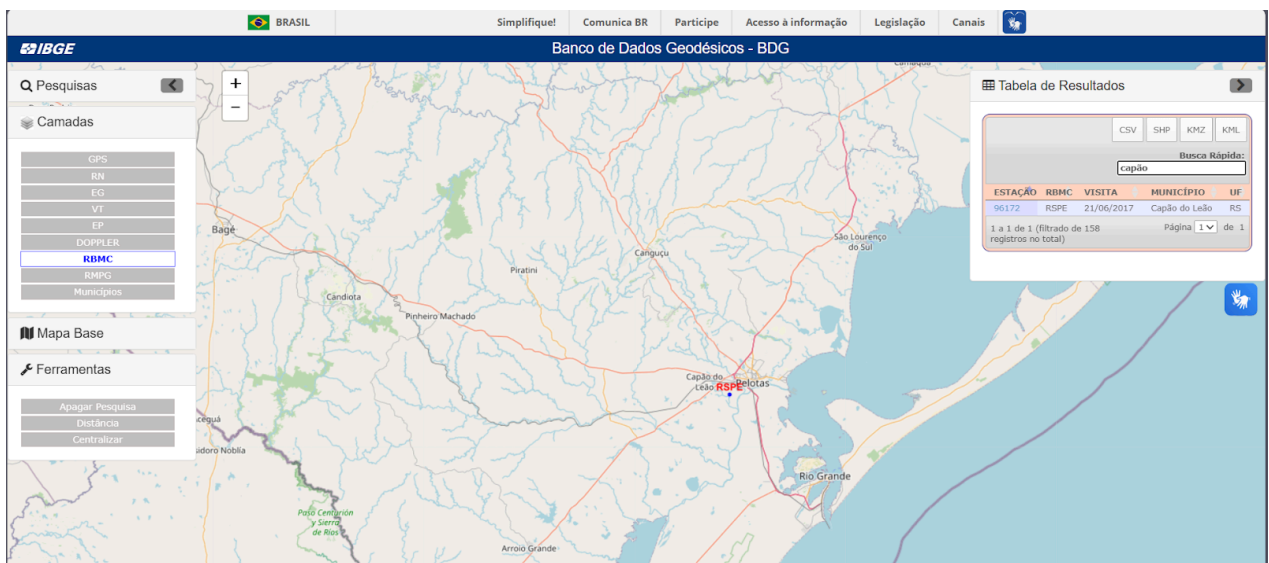
Para o pós-processamento relativo estático, é imprescindível a utilização de dados de uma estação de referência próxima. No Brasil, a **Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC)**, mantida pelo IBGE, fornece dados de alta qualidade para este fim [4].

4.1 Identificação da Estação RBMC

Antes de realizar o *download* dos dados, é necessário identificar a estação RBMC mais próxima do ponto de levantamento. O IBGE disponibiliza ferramentas interativas, como o **Banco de Dados Geodésicos (BDG)**, que permitem a visualização e consulta das estações.

Observação: Link de acesso: <http://www.bdg.ibge.gov.br/appbdg/>

Figura 1: Interface de Consulta do Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE



Fonte: Autores, adaptado de IBGE (2025).

Conforme o print acima, o acesso é feito por camadas — RBMC.

A consulta no BDG permite ao usuário:

4. Visualizar a distribuição geográfica das estações.
5. Obter informações detalhadas sobre a estação (código, coordenadas, *status*).
6. **Saber o nome da estação** (código de 4 letras) antes de prosseguir para o *download* dos arquivos.

4.2 Download

Para realizar o *download* dos dados diários da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS), siga o caminho abaixo no site do IBGE:

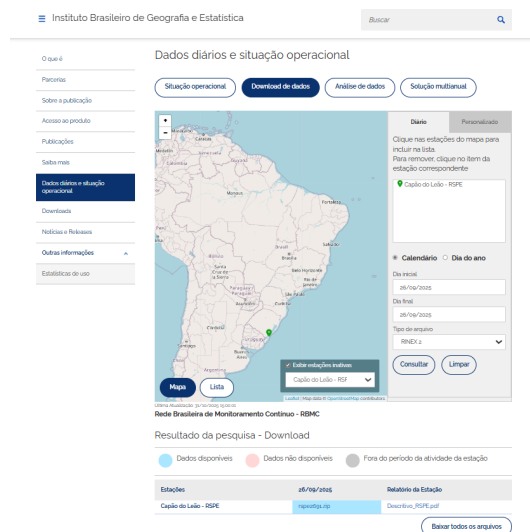
Caminho: IBGE → Geociências → *Downloads* → Informações sobre Posicionamento Geodésico → Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) → Dados Diários e Situação Operacional.



Endereço direto:

Observação: *Link de acesso:*
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional>

Figura 2: Interface de Consulta do Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE.



The screenshot shows the IBGE website interface for the 'Dados diários e situação operacional' (Daily Data and Operational Status) section. It features a map of Brazil with station locations marked. A sidebar on the left contains navigation links. The main content area includes a search bar, a 'Situação operacional' button, and a 'Download de dados' button. Below the map, there is a table of stations with columns for 'Estações', 'Data', and 'Situação da Estação'. The table shows data for the year 2025, with a 'Download' button for each row.

Fonte: Autores (2025).

Dentro da seção “Dados Diários e Situação Operacional”, acesse a pasta referente ao ano desejado (ex.: 2025) e selecione o dia específico para download.

Exemplo de caminho dentro do diretório: **RBMC → Dados → 2025 → (dia desejado)**

Verificação do dia juliano (DOY):

Para identificar o dia juliano (*Day of Year - DOY*) correspondente à data desejada, utilize o seguinte site:

<https://www.gnsscalendar.com/>

4.3 Descompressão Hatanaka

Os dados de observação das estações RBMC são disponibilizados em formato RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*), que é o padrão internacional para o intercâmbio de dados GNSS. Para otimizar o armazenamento e a transferência, esses arquivos são frequentemente compactados em dois níveis:

7. **Compactação Hatanaka (.crx):** É um método de compressão específico para arquivos RINEX que reduz significativamente o tamanho do arquivo, mantendo a integridade dos dados.
8. **Compactação GZIP (.gz):** É uma compactação padrão que envolve o arquivo Hatanaka.

O processo de obtenção e preparo dos dados envolve:

9. **Download:** Baixar o arquivo compactado (.crx.gz) da estação RBMC escolhida.
10. **Descompactação GZIP:** Descompactar o arquivo .gz para obter o arquivo Hatanaka (.crx).
11. **Descompressão Hatanaka:** Utilizar um *software* específico, como o **CRX2RNX**, para converter o arquivo .crx de volta ao formato RINEX (.o) original, que é o formato exigido pela maioria dos *softwares* de pós-processamento [5].

Para abrir - **Passo a passo no CMD:**

1. **Abra o Prompt de Comando:**
 - Pressione **Windows + R**, digite **cmd** e pressione **Enter**.

Digite o seguinte comando de exemplo com “cd” para navegar até o caminho que está o seu programa:

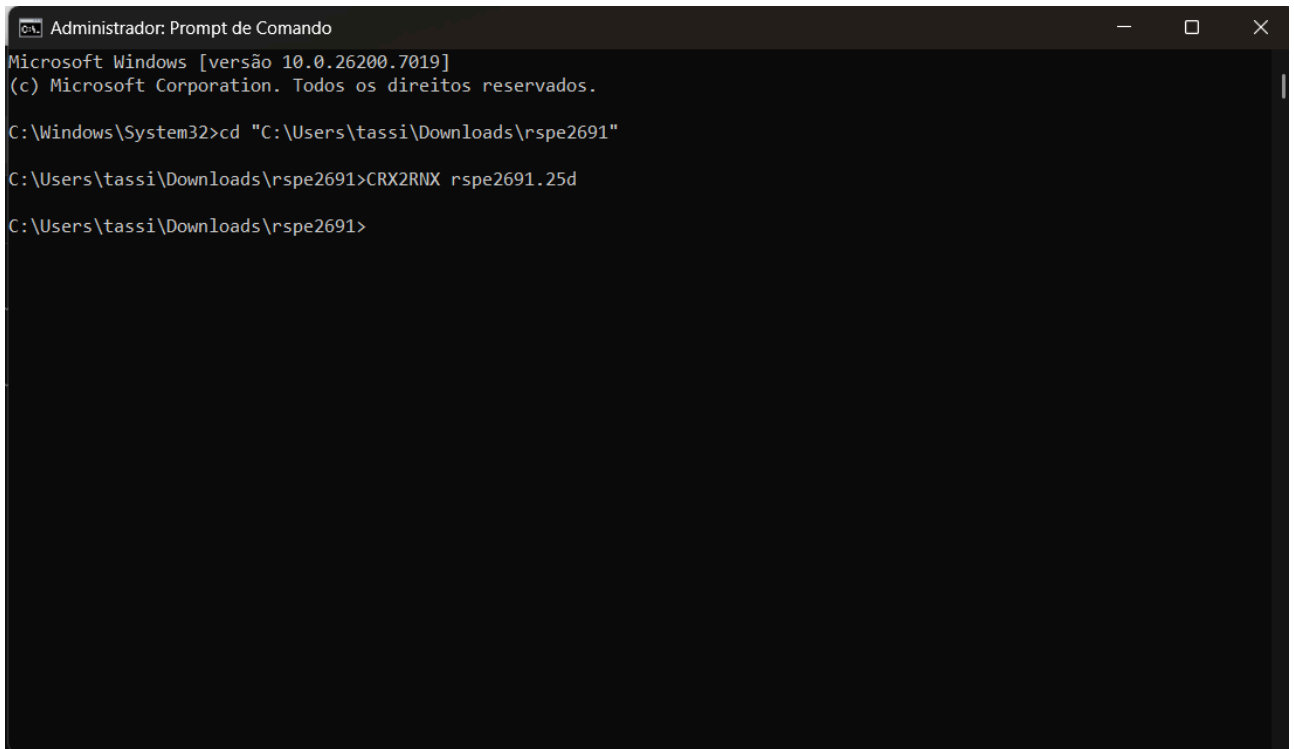
cmd em modo administrador -> `cd C:\Users\tassi\Downloads\rspe2691` (caminho de exemplo)

2. **Pressione **Enter**.**

Se quiser **ver os arquivos** dentro da pasta após chegar nela, digite:

`cmd`
`dir`

Figura 3: Interface de Consulta do Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE.



```
Administrador: Prompt de Comando
Microsoft Windows [versão 10.0.26200.7019]
(c) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Windows\System32>cd "C:\Users\tassi\Downloads\rspe2691"

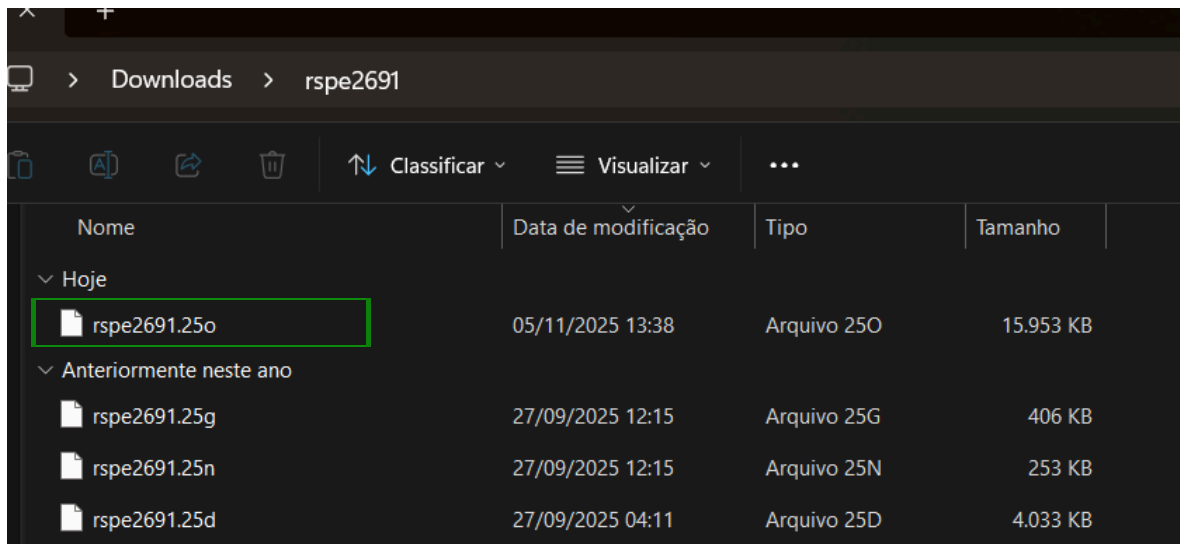
C:\Users\tassi\Downloads\rspe2691>CRX2RNX rspe2691.25d

C:\Users\tassi\Downloads\rspe2691>
```

Fonte: Autores (2025).

O arquivo novo aparecerá na mesma pasta que continha os arquivos usados para descompactação (figura 4).

Figura 4: Interface de local de arquivo - SO Windows 11.



Fonte: Autores (2025).

5. Processamento Relativo Estático no Emlid Studio

Nesta etapa, será realizado o **pós-processamento relativo estático** utilizando o software **Emlid Studio**.

A. Entradas necessárias:

- Coordenadas da Base (X, Y, Z):** devem ser inseridas e são obtidas previamente através do **PPP (Posicionamento por Ponto Preciso)**.
- Arquivos brutos do rover:** utilizar os dados crus do receptor móvel (rover) ou base 2 (depende nomenclatura). **Atenção:** não utilizar o arquivo da base anterior nesta etapa para este procedimento específico.

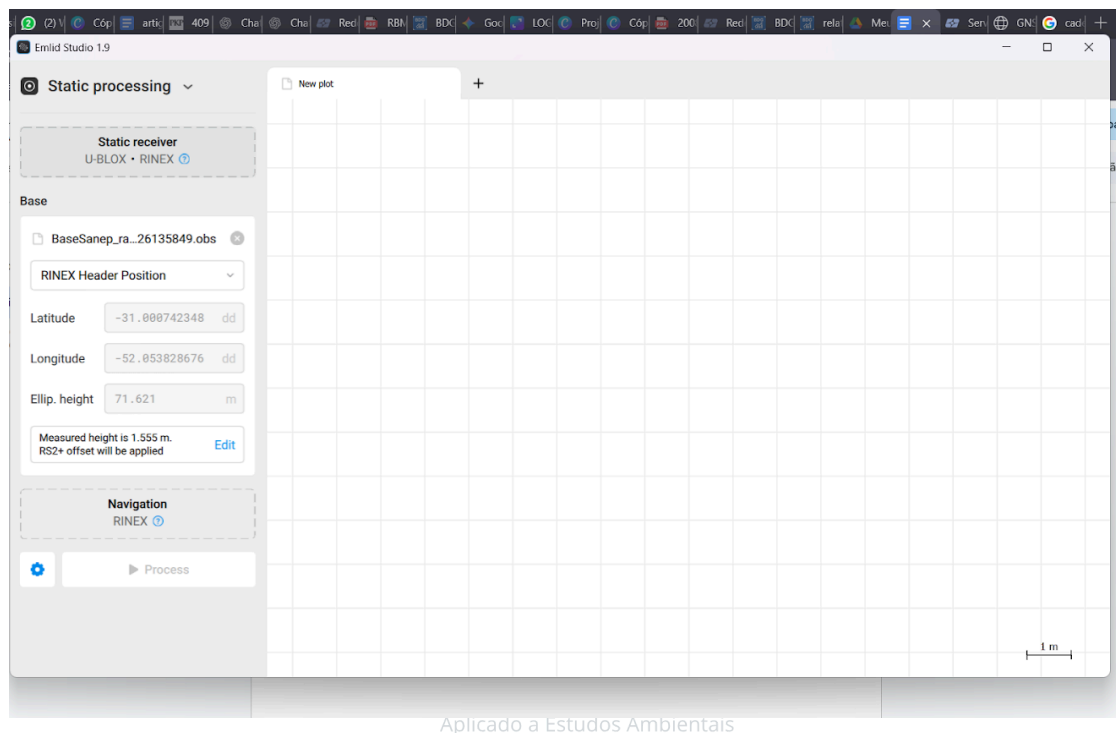
B. Arquivos da Base:

- Base:** corresponde ao **arquivo bruto da base (e/ou rover/base 2)**, ou seja, o registro original dos dados antes do processamento PPP.
- Navegação:** é o **arquivo de navegação** que acompanha o arquivo bruto da base, geralmente de menor tamanho, contendo as efemérides dos satélites.

C. Resumo do fluxo:

- a. No Emlid Studio, selecione o modo **Relative (Static)**, configurações conforme imagem.

Figura 5: Interface do Emlid Studio.

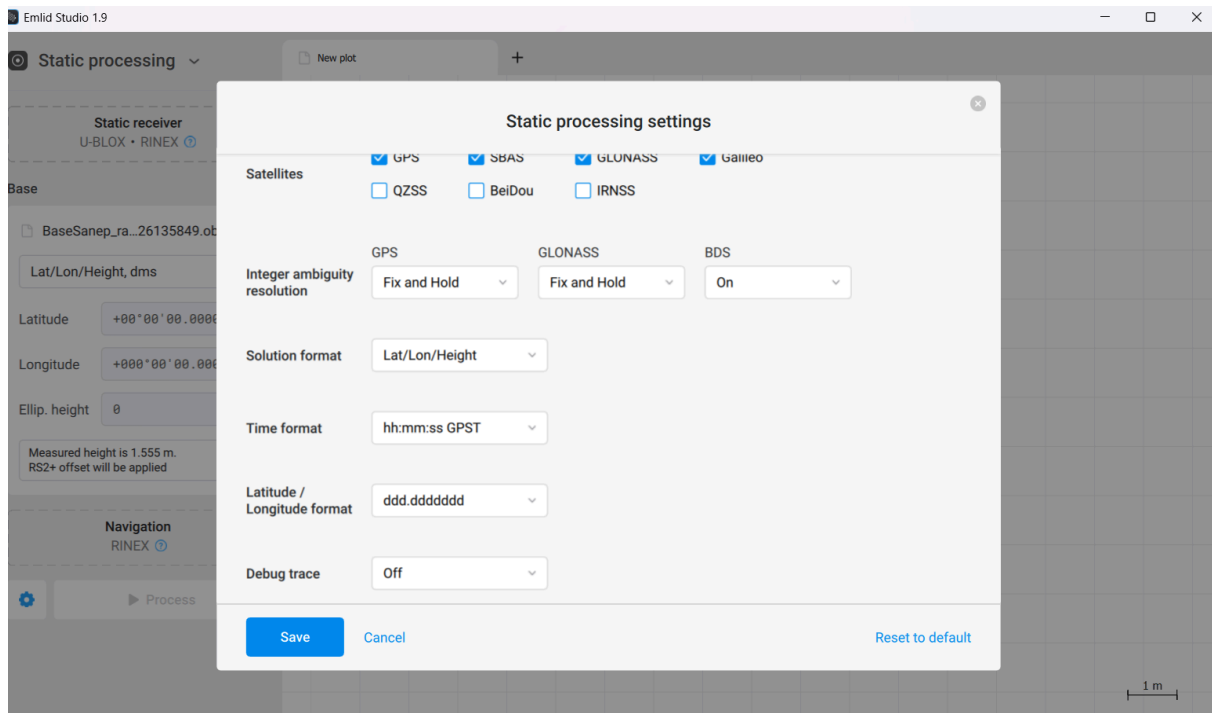


Aplicado a Estudos Ambientais

Fonte: Autores (2025).

- b. Insira os arquivos:
 - Rover: (ou base 2)** dados brutos coletados no campo (receptor móvel).
 - i. **Base:** arquivo bruto do receptor base (base o que foi fixado antes) (antes do PPP).
 - ii. **Navegação:** arquivo menor que acompanha o bruto da base.
- c. Configure as coordenadas da base (X, Y, Z) conforme resultados do PPP.

Figura 6: Interface do Emlid Studio -> Configurações.



Fonte: Autores (2025).

REFERÊNCIAS

- [1] MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 3. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2025.
- [2] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos - GPS**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.
- [3] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Serviço online para pós-processamento de dados GNSS (IBGE-PPP)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <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>. Acesso em: 31 out. 2025.
- [4] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geod>

esica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html.
Acesso em: 31 out. 2025.

[5] HATANAKA, Y. **CRX2RNX: Hatanaka-compressed format to RINEX converter**.
Tsukuba: Geospatial Information Authority of Japan (GSI), 2025. Disponível em:
<https://terras.gsi.go.jp/ja/crx2rnx.html>. Acesso em: 31 out. 2025.

[6] IBGE. **Banco de Dados Geodésicos (BDG)**. [S.l.]: IBGE, 2025. (Figura 1).

