

Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

3



Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

3



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
 Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
 Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
 Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
 Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
 Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
 Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina  
 Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
 Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
 Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco  
 Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
 Prof. Dr. Jodeyson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
 Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
 Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre  
 Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
 Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campina  
 sProf<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
 Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
 Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 aProf<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
 Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia / Universidade de Coimbra  
 Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Luis Ricardo Fernandes da Costa

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
G342	<p>Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 3 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-0942-7  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.427231801">https://doi.org/10.22533/at.ed.427231801</a></p> <p>1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 550</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.





É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: Desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 3”, que apresenta uma série de quatro artigos com diferentes propostas de análise espacial, com ênfase em estudos aplicados ou de cunho metodológico.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes perspectivas, desde análises voltadas para a perspectiva do ensino, análise geoespacial e dinâmica climatológica em áreas urbanas.

Convidamos os leitores a percorrer o sumário e conferir mais esse volume, com possibilidades e caminhos para a aplicação e disseminação das pesquisas em diferentes contextos e escalas de análise.

Luis Ricardo Fernandes da Costa



<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
GEOTECNOLOGIA: UMA FERRAMENTA PARA USO EM CONTEÚDOS DE GEOGRAFIA E OUTRAS ELETIVAS NO ENSINO MÉDIO	
Katielle Ferreira Trindade	
Gilberto Aparecido Rodrigues	
Vanessa Amaro Vieira	
Jakeline Campos do Amorim	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318011">https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318011</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>8</b>
COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE DADOS ESPACIAIS POR GNSS PÓS PROCESSADOS E RTK	
Gerson Jonas Schirmer	
Rafael de Oliveira Cardoso	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318012">https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318012</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>22</b>
ANÁLISE DE INDICADORES DINÂMICOS E TERMODINÂMICOS EM EVENTOS DE CHUVAS MUITO FORTES OCORRIDOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO ENTRE FEVEREIRO E ABRIL DE 2019	
Juliana Hermsdorff Vellozo de Freitas	
Fabrício Polifke da Silva	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318013">https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318013</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>40</b>
GÊMEOS DIGITAIS O METAVERSO PARA AS URBANIZAÇÕES INTELIGENTES	
Ísis Terezinha Santos de Santana	
Elcivan Bezerra Miranda	
Jhonata Jankowitsch Amorim	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318014">https://doi.org/10.22533/at.ed.4272318014</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>	<b>52</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>53</b>

# COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE DADOS ESPACIAIS POR GNSS PÓS PROCESSADOS E RTK

*Data de aceite: 02/01/2023*

**Gerson Jonas Schirmer**

GPS Pós-processado.

**Rafael de Oliveira Cardoso**

### COMPARISON BETWEEN SPATIAL DATA COLLECTION TECHNIQUES BY PROCESSED GNSS AND RTK

**RESUMO:** O objetivo desta pesquisa consiste em apresentar as comparações entre as técnicas de obtenção de dados espaciais por GNSS Pós Processados e RTK. Na metodologia levou-se em consideração reflexões teóricas sobre as relações que envolvem os receptores GPS RTK e GPS pós-processado. Além disso, levou-se em consideração os trabalhos práticos realizados em campo para realização do comparativo entre as duas formas de georeferenciamento. Os trabalho de campo foram realizados no município de Santa Cruz do Sul, região central do estado do Rio grande do Sul. Conclui-se que a técnica RTK poderá ser empregada para determinação de pontos em áreas Urbanas, em diversas áreas do conhecimento como geografia, engenharias e arquitetura e Urbanismo, proporcionando maior rapidez na obtenção dos dados espaciais para posterior geração de mapas e apresentação de resultados de georeferenciamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comparação, RTK,

**ABSTRACT:** The objective of this research is to present the comparisons between the techniques of obtaining spatial data by Post Processed GNSS and RTK. In the methodology, theoretical reflections on the relationships involving GPS RTK and post-processed GPS receivers were taken into account. In addition, the practical work carried out in the field was taken into account for the comparison between the two forms of georeferencing. The field work was carried out in the municipality of Santa Cruz do Sul, central region of the state of Rio Grande do Sul. It is concluded that the RTK technique can be used to determine points in urban areas in several areas of knowledge such as geography, Engineering and architecture, and Urbanism, providing greater speed in obtaining spatial data for later generation of maps and presentation of georeferencing results.

**KEYWORDS:** Comparison, RTK, GPS Post-processed.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Topografia e a Geodésia, que de acordo com Espartel 1969, fazem parte da geografia matemática, desde os primórdios da ocupação do planeta pelo homem. São utilizadas na construção de estradas, sistematização de terrenos, delimitação de propriedades e cálculos astronômicos para melhor se localizar no espaço. Diante dos aprofundamentos científico ocorridos nessa área, atualmente utilização dos Sistemas Geodésicos de Referência (SGR) torna-se imprescindível para elaboração de trabalhos que envolvem a área de geoprocessamento e georreferenciamento, tanto na ciência geográfica quanto nas engenharias e arquitetura.

Os estudos que envolvem Topografia e Geodésia vem crescendo muito nos últimos anos, passando a ter uma grande abrangência em todo território brasileiro devido à necessidade de regularização fundiária regulamentada por leis, normas e decretos, tendo como ferramentas de trabalho equipamentos eletrônicos, tais como, estações totais e receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) de diferentes modelos e precisões. O presente trabalho foi realizado executando mensurações com GNSS Pós Processado e RTK (*Real Time Konstant*) para verificação de sua acurácia em levantamentos para fins de comprovação entre os dois métodos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi demonstrar a qualidade dos dados obtidos com Receptores GNSS RTK, comparados aos dados de Receptores GNSS Pós Processados

Os equipamentos possíveis de serem utilizados para os trabalhos de georreferenciamento certificados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) são estação total, GNSS Pós Processado e RTK, onde que os mesmos devem apresentar as precisões descritas na mesma (INCRA, 2010).

Os levantamentos com equipamentos pós-processados, consistem em utilizar uma base rastreadora de sinal de satélites que irá monitorar a movimentação dos mesmos durante o período de levantamento que é realizado nos vértices da área em estudo com observação das coordenadas, realizadas a cada cinco segundo.

Após os trabalhos concluídos, os dados obtidos dos receptores de base e móvel devem ser baixados e processados com software específico para a obtenção das coordenadas corrigidas e possibilitando assim a verificação da precisão horizontal e vertical das mesmas, sendo que para esse sistema o tempo de monitoramento varia entre 5 a 30 minutos para obtenção de um ponto estático rápido com precisão menor que 10 centímetros (INCRA, 2010).

Os equipamentos equipados com sistema de Real Time Kinematic (RTK) consistem em um par de receptores GNSS (Sistema Global de Levantamento por Satélite) que realizam levantamentos processados em tempo real, isentando o mesmo dos trabalhos de pósprocessamento, diminuindo o tempo de monitoramento em alguns segundos para obtenção de ponto fixo contendo precisão melhor que 10 centímetros, além de realizar

trabalhos de locação de pontos, linhas, altimetrias entre outros que não necessitem precisão melhor que um centímetro (INCRA, 2010).

Segundo López-Cuervo (1996), a topografia é uma ciência que utiliza de métodos e equipamentos topográficos para representar graficamente determinada área em estudo, com o máximo de detalhes naturais e artificiais, podendo ser utilizada também para locação exata de determinadas obras que necessitam de alta precisão com sondagem de solo, edifícios, barragens entre outros.

Segundo Teixeira (2010), o GNSS é uma tecnologia bastante avançada composta por dois sistemas principais: o GPS (Global Positioning System), desenvolvido pelos Estados Unidos; e o GLONASS, similar ao GPS, desenvolvido pela antiga URSS, hoje de total responsabilidade da Rússia. Os receptores têm por objetivo determinar as coordenadas geográficas de pontos sobre a superfície terrestre. Figueiredo (2005) afirma que o princípio utilizado pelo GPS e GLONASS é o conhecido como trilateração eletrônica, que consiste em determinar as distâncias de um ponto de posição não conhecido a outros três pontos de posição conhecida.

De acordo com Volpato et al. (2008), os receptores podem ser classificados de acordo com a precisão oferecida pelo equipamento como: receptores geodésicos sendo estes os mais acurados, com precisão de milímetros, capazes de captar duas frequências emitidas pelos satélites (L1 e L2); receptores topográficos, que têm características de trabalho semelhantes ao anterior, porém somente captam a frequência L1 e possuem precisão em centímetros

Os receptores GNSS são equipamentos rastreadores de sinal de satélite, onde este é emitido pelos mesmos direcionados sobre a superfície terrestre, os receptores calculam o tempo em que o sinal viaja do satélite até receptor calculando a distância entre eles, sendo assim com o monitoramento de no mínimo quatro satélites o receptor consegue calcular a sua posição com até três metros de erro, realiza-se então o pós-processamento para corrigir os vetores de ambiguidade e demonstra a coordenada correta de determinado ponto (LOCH & CORDINI, 2000).

Os receptores GNSS equipados com RTK possuem a capacidade de realizar o processamento das coordenadas em tempo real durante o levantamento, sendo assim demonstra no momento em que é realizada a demarcação, o erro horizontal e vertical referente à precisão do ponto marcado, porém, a correção da coordenada ocorre apenas na observação rastreada de segundo em segundo não havendo o armazenamento de diversas observações como ocorre no pós-processado (LOCH & CORDINI, 2000).

A importância desse trabalho se dá pelo fato que levantamentos topográficos podem apresentar erros que podem ocorrer durante o levantamento e também a precisão de cada método utilizado. Verificando a acurácia entre levantamento topográfico com GNSS pós-processado e RTK em áreas Urbanas.

Os erros dependentes de estação referem-se ao efeito do multicaminho e da

variação do centro de fase da antena. A escolha de um local livre de obstruções é a melhor forma de evitar o efeito multicaminho. O emprego de antenas calibradas ou de parâmetros de calibração, como por exemplo os fornecidos pelo NGS (National Geodetic Survey), propiciam a redução do erro provocado pela variação do centro de fase da antena. A antena do satélite GPS também sofre esses mesmos efeitos, que no posicionamento relativo podem ser desconsiderados. Para maiores detalhes sobre esses erros, consultar: Mader (1999) e Freiberger Jr. (2007)

A técnica de posicionamento diferencial RTK vem sendo aplicada em levantamentos preciso desde 1985 (MONICO, 2000), sendo que na última década foram realizados muitos testes para viabilizar o seu uso em atividades de levantamentos cadastrais, tanto no Brasil como em outros países.

O RTK é uma técnica de posicionamento rápida e precisa, o seu princípio de funcionamento é fundamentado na transmissão de correções diferenciais da estação de referência, para estação que se deseja conhecer as coordenadas denominadas de estação móvel (as estações devem ser equipadas com receptores GPS, e um meio de comunicação para transmissão dos dados). A transmissão dos dados é feita por meio de um enlace, que pode ser rádio de comunicação, linha telefônica, sub-portadora FM (RDS) ou satélites de comunicação (TALBOT, 1996 in FREIBERGER JUNIOR, 2002).

O que é exatamente o GPS RTK? Na prática com o GPS (ou GNSS) você pode fazer dois tipos de levantamento, o mais comum é o pós-processado, onde, com pelo menos um par de receptores, um na base (ponto previamente conhecido) e outro de levantamento, o profissional percorre os pontos a levantar gravando informações transmitidas pelos satélites GNSS (na base também) por um intervalo de tempo, pelo processo de posicionamento conhecido como “stop and go”. Após o término dos trabalhos de campo, você descarrega as leituras gravadas nos dois receptores em um computador e processa os dados em um programa específico, só aí irá saber se obteve êxito nos resultados calculados, (ou terá que repetir parte do serviço de campo).

Já o RTK (Levantamento em tempo real), além dos dois receptores L1/L2, estes devem também possuir um sistema de comunicação de rádio e processamento que permite que o aparelho que está na Base transmita as correções das leituras para o aparelho Móvel em tempo real. Isto permite que o resultado seja conhecido na hora, dando ao profissional a opção de só registrar os resultados quando estes estiverem dentro da precisão desejada, que geralmente acontece com muita rapidez, além do mais não é necessário calcular mais nada no escritório. Some-se a isso, o fato de ser possível fazer locações com o RTK, o que é impossível com receptores exclusivamente só pós-processado. Detalhe, os *Global Position System* (GPS) RTK também trabalham como pós-processado.

## 2 | METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado com uma abordagem quantitativa. Sendo que para realização deste artigo levou-se em consideração reflexões teóricas sobre as relações que envolvem os receptores GPS RTK e GPS pós-processado. Além disso, levou-se em consideração os trabalhos práticos realizados em campo para realização do comparativo entre as duas formas de georreferenciamento. Os trabalhos de campo foram realizados no município de Santa Cruz do Sul, região central do estado do Rio Grande do Sul.

Afixou-se cinco (05) chapas metálicas em uma área de estudo de comprovação dos métodos Estático Pós Processado e RTK, dentro do centro da cidade de Santa Cruz do Sul, conforme mostra a figura 1. Procurou-se pontos onde possivelmente pudesse ter alguma influência como construções próximas, influência por edificações de grande porte, arbustos entre outros, para que assim pudesse contemplar toda e qualquer adversidade que foi encontrado no serviço de campo das Redes de Água da CORSAN.



Figura 1 - Espaçamentos dos pontos coletados

O processamento da Base e consequentemente dos pontos foi realizado com Base Navegada, com Base Triangulada, figura 2, com as antenas de Santa Maria, Porto Alegre e Pelotas, utilizando-se os métodos de triangulação com efemérides transmitidas e precisas, determinou-se também o posicionamento preciso. Todas essas formas de calcular a posição dos pontos foi aplicada ao Pós-Processamento e ao RTK. A Base foi determinada com tempo superior a 4 horas para determinar os demais pontos. Os pontos de enquadramento (Pt) foram obtidos através do modo estático. Para fins de Pós-Processamento coletaram-

se os pontos (Pt) com o tempo de rasteio de 20 minutos no Levantamento. Com o RTK procedeu-se a coleta de dados de forma estática, porém de duas maneiras, com tempo de 20 a 30 segundos

A fixação da Base foi realizada com Tripé, e a antena transmissora do RTK, foi anexada junto a Base, enquanto a Base coletava os dados foi feito o levantamento com o RTK e o Pós-Processado dos pontos e vértices, utilizando um bastão de 2,00 metros de altura, e o mesmo era posicionado sobre o ponto com um tripé especial para bastão, este tripé permitia aprumar os aparelhos, evitando erros grosseiros. Poderia ter sido utilizado um bastão de maior altura para melhorar o sinal, no entanto como o interesse do trabalho é precisão, uma maior altura do bastão, tipo 8 metros, melhoraria o sinal GPS e RTK, porém teríamos imprecisão na colocação do bastão pela altura, a taxa de gravação dos sinais recebidos pelos satélites pelo receptor GNSS foi de 1 segundo e a máscara de elevação 15 Graus.

Os pontos foram coletados em sistema estático Pós Processado e RTK, pois o equipamento possui as duas opções, de forma que não se precisou movimentar o bastão, permitindo que os pontos coletados fossem exatamente os mesmo e em dia e horário próximos, fazendo que com isto as constelações de satélites fossem as mesmas em cada ponto levantado.



Figura 2 - Receptor instalado próximo a grandes edificações

Para obtenção das coordenadas das chapas metálicas implantadas utilizou-se receptor GNSS Pós Processado e RTK, para esta finalidade de comparar a precisão da utilização de aparelho Receptor GNSS RTK no serviço de trabalho de campo da CORSAN. Neste caso, adota-se o uso da fase de batimento da portadora (receptores L1 e/ou L1/L2), pelo método relativo pós-processado, utilizando-se os métodos de posicionamento Estático, Rápido-Estático, Stop and Go e Cinemático.

O método Estático é caracterizado por tempos de posicionamento superiores a 20 minutos, enquanto no método rápido-estático os tempos de posicionamento são inferiores a 20 minutos. Nos dois métodos são gerados 1 arquivo de dados brutos para cada ponto levantado, os quais deverão ser processados a partir dos dados brutos coletados no ponto Base, onde nesta deve-se ter um receptor GNSS coletando as observáveis GNSS durante todo o tempo em que o receptor móvel estiver sendo utilizado. Estes dois métodos são mais indicados em áreas em que haja ocorrência significativa de obstruções necessitando, portanto, de um tempo maior de posicionamento para garantir a fixação das ambiguidades (solução fixa).

O método Stop and Go é indicado para o levantamento de áreas livres de obstruções, tornando-se vantajoso devido a possibilidade de redução no tempo de posicionamento. Normalmente adota-se um procedimento de inicialização, que consiste em posicionar sobre um ponto qualquer e deixá-lo rastreando as observáveis por pelo menos 5 minutos (podendo-se permanecer por um tempo maior caso julgue necessário). Em seguida, os demais pontos do levantamento serão observados com um tempo mais curto. Normalmente recomenda-se pelo menos 30 épocas para cada ponto. Nesse contexto, configurando-se os receptores Base e Rover com uma taxa de gravação de 1 segundo, bastariam 30 segundos de posicionamento nos demais pontos do levantamento. Vale salientar que caso haja perda de sinal durante o trajeto entre os pontos, haverá a necessidade de uma nova inicialização de pelo menos 5 minutos. Neste método será gerado apenas um arquivo de dados brutos, o qual deverá ser processado a partir dos dados brutos coletados no ponto Base.

Ainda se considerando a aplicação em Levantamentos Topográficos, pode-se utilizar das técnicas de posicionamento em tempo real (RTK). Estas se tornam mais produtivas e confiáveis uma vez que durante a etapa de levantamento tem-se as correções em tempo real, permitindo assim acompanhar a solução do vetor (fixo ou flutuante) e a precisão obtida no mesmo instante do levantamento. Nestas condições o tempo de posicionamento será rápido, uma vez que apenas uma época será necessária para registro de cada ponto de interesse.

## **2.1 Materiais utilizados**

Utilizou-se de uma Furadeira e parafusadeira marca BOSCH GSB-14,4 V-Li Professional, para confecção de furos para implantação de chapas metálicas com o auxílio de buchas plásticas e parafusos. Fez se o uso de uma broca de videa de 8mm



para confecção de furos. Afixou-se as buchas plásticas com parafusos de Aço inox, com o auxílio de BITS de Aço inox.

Fez se o uso de receptores GNSS Pós Processado e de Receptores GNSS RTK, para obtenção das coordenadas dos pontos. No aparelho GNSS foram utilizados no rastreamento sinais da constelação de satélites GPS e GLONAS.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O aparelho GNSS é o par medidor L1/L2 Pós-Processado e RTK composto de dois receptores e uma coletora de dados. A capacidade de rastreamento é de até 60 satélites simultaneamente, rastreia todos os sinais da constelação GPS (Código e Fase L1, L2, L2C e preparado para L5) e Glonass (código e Fase L1 e L2) e está preparado para o sistema Galileo e Compass, através de atualizações via software sem alteração de hardware. Permite levantamentos RTK e Pós-Processados nos modos Estático, Estático Rápido e Cinemático. A precisão possível é de 3 mm + 0,5ppm (horizontal), 6mm + 0,5ppm (vertical) para ocupações no modo Estático, 5mm + 0,5ppm (horizontal), 10mm + 0,5ppm (vertical) no modo Estático rápido, 10mm + 1ppm (horizontal), 20mm + 1ppm (vertical) no modo Cinemático e precisão típica de 25 cm para posicionamento em código diferencial DGNS.

O rastreamento da base foi realizado em uma seção e a quantidade de satélites foi de no mínimo sete satélites, usou-se a constelação GPS e GLONASS. A ocupação da Base, ocorreu no dia vinte e quatro de dezembro de 2016 com quatro horas da tarde vinte e dois minutos e vinte segundos.

O pós-processamento da base foi realizado utilizando-se o método de triangulação com as bases da RBMC de Santa Maria, Porto Alegre e Pelotas, com efemérides precisas final e transmitidas, tendo desta forma um resultado de triangulação e um segundo dado foi obtido pelo método PPP. Os resultados estão demonstrados a seguir.

Em análise aos relatórios emitidos pelos sistemas em que apresenta a solução de posicionamento do método estático Pós Processado e pelo método RTK, pode-se constatar que, os pontos apresentaram os parâmetros de acurácia similares conforme podemos observar nas Tabelas 2 – Dados obtidos pelo método Estático Pós Processados e Tabela 3 - Dados obtidos pelo método RTK.

Os dados dos arquivos obtidos pelo método Estático Pós Processado,

RELATÓRIO DOS PONTOS

Nome	Malha Este (m)	Malha Norte (m)	Alt Elip (m)	Código	Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)	Z (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão u (m)	Desv Padrão Hz (m)
BASE1	361290,677	6710280,03	99,964	BASE	29°43'47,7 1170"S	52°26'03,2 5457"W	3379563,109	-4393881,008	-3144460,689	0,016	0,017	0,048	0,023
POAL	488457,545	6673004,053	76,745	RBMC	30°04'26,5 5281"S	51°07'11,1 5319"W	3467519,403	-4300378,533	-3177517,731	0,002	0,001	0,002	0,002
RSPE	365804,969	6480585,96	37,13	RBMC	31°48'08,8 1801"S	52°25'03,4 6279"W	3309121	-4299717,183	-3341854,186	0,001	0,002	0,008	0,002
SMAR	237205,247	6709269,527	113,112	RBMC	29°43'08,1 2599"S	53°42'59,7 3531"W	3280748,411	-4468909,743	-3143408,685	0,001	0,001	0,001	0,001

OCUPAÇÕES GNSS

Nome Ponto	Tipo Antena	Altura Antena (m)	Hora Início	Hora Fim	Duração	Método	Interval (msec)	GPS week,-day	ÉpocaN
BASE1	GRX1	2,2	24/12/2016 08:20	24/12/2016 12:42	04:22:20	Estático	5000	1928,359	3148
POAL	TRM59 800.00 NONE	0,007	23/12/2016 21:00	24/12/2016 21:00	24:00:00	Estático	15000	1928,359	5760
RSPE	TRM59 800.00 NONE	0,008	23/12/2016 21:00	24/12/2016 21:00	24:00:00	Estático	15000	1928,359	5760
SMAR	TRM59 800.00 NONE	0,008	23/12/2016 21:00	24/12/2016 21:00	24:00:00	Estático	15000	1928,359	5760

OBSERVAÇÕES GNSS

Nome	Tipo Solução	Satélites GPS	Satélites GLO-NASS	PDOP	Distancia (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)	RMS	Status
BASE 1- POAL	Fixo,Pista Larga	15	13	1,711	132558,672	87956,281	93502,564	-33056,989	0,055	Auto-Rejected
BASE 1- RSPE	Flutuante,Pista Larga	15	13	1,711	229767,517	-70442,266	94164,058	-197393,337	0,073	Auto-Rejected
BASE 1- SMAR	Fixo,Pista Larga	15	13	1,706	124075,632	-98814,698	-75028,735	1052,004	0,053	Ajustado

Tabela 1 - Processamento da Base

RELATÓRIO DOS PONTOS

Nome	Malha Este (m)	Malha Norte (m)	Alt Elip (m)	Código	Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)	Z (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão u (m)	Desv Padrão Hz (m)
BASE1	3612 90,651	671028 0,032	99,98	BASE	29°43' '47,7 1162'S	52°26' 03 ,25552"W	33795 63,098	-439 3881, 036	-314 4460 ,695	0,015	0,004	0,017	0,016
P2051	36160 3,297	6711546 ,477	57,782	MAR- CO- CHAPA	29°43' 06,7036 9'S	52°25' 5'51 ,03706"W	33801 82,758	-439 4148 ,027	-3143 343, 222	0,015	0,005	0,02	0,016
P2052	361 588,462	671115 22,421	57,546	MAR- CO- CHAPA	29°43' '07,47 905'S	52°25' 5'1, 60015"W	33801 63,421	-439 4147 ,711	-3143 363,8 39	0,015	0,005	0,018	0,016
P2053	36219 6,559	671118 44,336	67,762	MAR- CO- CHAPA	29°42' 57,26 735'S	52°25' 5'28 ,82528"W	33807 49,044	-4393 905,0 29	-314 3095 ,825	0,015	0,005	0,018	0,016
P2054	362108 ,185	6711855 ,879	65,694	MAR- CO- CHAPA	29°42' 56,85 702'S	52°25' 5'32, 10828"W	33806 81,833	-439 3962 ,378	-31 43083 ,827	0,015	0,005	0,02	0,016
P2055	3620 56,579	6711 852,814	62,202	MAR- CO- CHAPA	29°42' 56,85 93592'S	52°25' 5'34, 02987"W	33806 38,314	-439 3990 ,515	-3143 084,2 05	0,016	0,006	0,023	0,017

OCUPAÇÕES GNSS

Nome Ponto	Tipo Antena	Altura Antena (m)	Hora Início	Hora Fim	Duração	Método	Interval (msec)	GPS week-day	Época N
BASE1	GRX1	2,2	24/12/2016 08:20	24/12/2016 12:42	04:22:20	Estático	5000	1928, 359	3148
P2051	GRX1	2	24/12/2016 09:01	24/12/2016 09:17	00:15:30	Estático	5000	1928, 359	186
P2052	GRX1	2	24/12/2016 09:33	24/12/2016 09:50	00:16:55	Estático	5000	1928, 359	203
P2053	GRX1	2	24/12/2016 10:19	24/12/2016 10:40	00:21:05	Estático	5000	1928, 359	253
P2054	GRX1	2	24/12/2016 11:11	24/12/2016 11:27	00:16:30	Estático	5000	1928, 359	198
P2055	GRX1	2	24/12/2016 11:38	24/12/2016 11:54	00:15:50	Estático	5000	1928, 359	190

OBSERVAÇÕES GNSS

Nome	Tipo Solução	Satélites GPS	Satélites GLO-NASS	PDOP	Distância (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)	RMS	Status
BASE1-P2051	Fixo	7	6	2,339	1305,377	619,66	-266, 991	1117, 473	0,012	Ajustado

BASE1-P2052	Fixo	6	7	1,76	1278,513	600,323	-266,675	1096,856	0,007	Ajustado			
BASE1-P2053	Fixo	9	5	2,233	1808,29	1185,946	-23,993	1364,87	0,008	Ajustado			
BASE1-P2054	Fixo	8	5	2,093	1775,936	1118,734	-81,342	1376,868	0,011	Ajustado			
BASE1-P2055	Fixo	8	4	2,264	1750,085	1075,216	-109,479	1376,489	0,017	Ajustado			

Tabela 2 – Dados obtidos pelo método Estático Pós Processados

RELATÓRIO DOS PONTOS

Nome	Malha Este (m)	Malha Norte (m)	Alt Elip (m)	Código	Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)	Z (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão u (m)	Desv Padrão Hz (m)
BASE1	361290,651	6710280,032	99,98	BASE	29°43'47,71162"S	52°26'03,25552"W	3379563,098	-4393881,036	-3144460,695	0,015	0,004	0,017	0,016
P2051_RTK	361603,288	6711546,477	57,799	CHAPA	29°43'06,70368"S	52°25'51,03739"W	3380182,76	-4394148,044	-3143343,23	0,015	0,005	0,018	0,016
P2052_RTK	361588,468	6711522,427	57,517	CHAPA	29°43'07,47888"S	52°25'51,59992"W	3380163,413	-4394147,69	-3143363,82	0,015	0,005	0,018	0,016
P2053_RTK	362196,561	6711844,336	67,754	CHAPA	29°42'57,26736"S	52°25'28,82520"W	3380749,041	-4393905,021	-3143095,82	0,015	0,005	0,017	0,016
P2054_RTK	362108,184	6711855,877	65,642	CHAPA	29°42'56,85710"S	52°25'32,10833"W	3380681,803	-4393962,342	-3143083,803	0,015	0,005	0,018	0,016
P2055_RTK	362056,571	6711852,804	62,184	CHAPA	29°42'56,93623"S	52°25'34,03017"W	3380638,295	-4393990,503	-3143084,205	0,015	0,005	0,018	0,016

OCUPAÇÕES GNSS

Nome Ponto	Tipo Antena	Altura Antena (m)	Hora Início	Hora Fim	Duração	Método	Interval (msec)	GPS week, -day	ÉpocaN
BASE1	GRX1	2,2	24/12/2016 08:20	24/12/2016 12:42	04:22:20	Estático	5000	1928,359	3148
BASE1	GRX1	2,2	24/12/2016 08:18	24/12/2016 12:24	04:06:31	Base		1928,359	
P2051_RTK	GRX1	2	24/12/2016 09:00	24/12/2016 09:01	00:00:30	Topo	1000	1928,359	30
P2052_RTK	GRX1	2	24/12/2016 09:32	24/12/2016 09:32	00:00:30	Topo	1000	1928,359	30

P2053_ RTK	GRX1	2	24/12/ 2016 10:18	24/12/ 2016 10:19	00:00 :30	Topo	1000	1928, 359	30				
P2054_ RTK	GRX1	2	24/12/ 2016 11:10	24/12/ 2016 11:10	00:00 :30	Topo	1000	1928 ,359	30				
P2055_ RTK	GRX1	2	24/12/ 2016 11:54	24/12/ 2016 11:55	00:00 :30	Topo	1000	192 8,359	30				

OBSERVAÇÕES GNSS

Nome	Tipo Solução	Satélites GPS	Satélites GLO-NASS	PDOP	Distância (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)	RMS	Status
BASE1- P2051_ RTK	Fixo,Dif de Fase	7	4	2,145	1305,3 81	619,556	-266, 871	1117, 564	0,007	Ajusta- do
BASE1- P2052_ RTK	Fixo,Dif de Fase	5	6	2,518	1278,5 28	600,209	-266,5 16	1096, 974	0,006	Ajusta- do
BASE1- P2053_ RTK	Fixo,Dif de Fase	8	3	1,922	1808,2 96	1185, 838	-23,848	1364, 974	0,004	Ajusta- do
BASE1- P2054_ RTK	Fixo,Dif de Fase	8	5	2,689	1775, 939	1118,6	-81,169	1376,9 91	0,007	Ajusta- do
BASE1- P2055_ RTK	Fixo,Dif de Fase	6	4	2,565	1750,0 78	1075, 091	-109,33	1376, 589	0,006	Ajusta- do

Tabela 3 - Dados obtidos pelo método RTK

Com as novas observáveis nos satélites e a etapa da modernização do GPS contempla a introdução de mais um código civil na portadora L1, um código civil na portadora L2 e uma terceira frequência civil denominada L5. As principais vantagens que estas novas observações trarão aos usuários civis estão relacionadas com a qualidade dos novos códigos, redução dos efeitos da ionosfera e melhoria na solução das ambiguidades.

Dentre as novas observações civis previstas na modernização do GPS, a primeira a ser implementada é o código civil na portadora L2, denominado de L2C. Comparado com o código C/A, o L2C é menos suscetível a interferências e a multicaminho.

A estrutura do outro código civil na portadora L1, a L1C, foi definida para ser similar ou idêntica ao código aberto do Galileo, sistema de navegação europeu em desenvolvimento. Isto facilitará a integração entre estes sistemas (HUDNUK e TITUS, 2004).

As principais vantagens da inclusão da terceira frequência L5 estão relacionadas com a redução dos efeitos da ionosfera e a solução da ambiguidade (SANTOS, 2000; JPO, 2002).

PONTOS OBTIDOS PELO MÉTODO RTK						
Ponto	BASE1	P2051_RTK	P2052_RTK	P2053_RTK	P2054_RTK	P2055_RTK
Coord. E	361290,651	361603,288	361588,468	362196,561	362108,184	362056,571
Coord. N	6710280,032	6711546,477	6711522,427	6711844,336	6711855,877	6711852,804
PONTOS OBTIDOS PELO MÉTODO PÓS PROCESSADO						
Ponto	BASE1	P2051	P2052	P2053	P2054	P2055
Coord. E	361290,651	361603,297	361588,462	362196,559	362108,185	362056,579
Coord. N	6710280,032	6711546,477	6711522,421	6711844,336	6711855,879	6711852,814
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS						
Diferença E	0,000	-0,009	0,006	0,002	-0,001	-0,008
Diferença N	0,000	0,000	0,006	0,000	-0,002	-0,010

Tabela 4 - Comparação de resultados entre os métodos

As diferenças apresentadas nos pontos do Levantamento conforme observados na Tabela 4 - Comparação de resultados entre os métodos, seguem um padrão igual ou inferior a um centímetro (01 cm), em termos de variação por métodos de pós-processamento utilizados. Quando comparados os dados obtidos com RTK, entre os dois métodos utilizados, temos uma variação muito baixa, dando uma maior segurança nos dados obtidos, a variação entre o RTK e posicionamento do GNSS pós-processado com efemérides (efemérides precisas final) aumenta, porém, sem comprometer a boa qualidade do posicionamento, confirmando que o RTK e o GNSS, apresentam as mesmas soluções de qualidade.

## 4 | CONCLUSÃO

Ao realizar o trabalho prático e analisar os resultados obtidos percebeu-se que o uso da técnica RTK e pós- processamento de dados espaciais levantados com receptores GNSS, possuem grande relação complementar com a área de geoprocessamento. Além disso são técnicas que permitem maior precisão no cadastramento e georreferenciamento de dados espaciais.

Os resultados obtidos foram valores quantificados de modo consistente e seguros em termos de precisão e acurácia, aprovam o uso da Técnica *RTK*, pois são resultados das comparações com coordenadas dos pontos levantados.

O uso desta técnica proporciona vantagens em relação aos métodos tradicionais de levantamento, destacando-se a alta produtividade (menor tempo de trabalho em campo), facilidade de execução devido a facilidade de acesso a base e correção em tempo real.

Conclui-se que a técnica *RTK* poderá ser empregada para determinação de pontos em áreas Urbanas, proporcionando maior rapidez na obtenção dos dados espaciais para

posterior geração de mapas e apresentação de resultados de georeferenciamento para diversas áreas do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ESPARTEL, L. Curso de Topografia. Porto Alegre. Editora Globo. 1969.

FREIBERGER, J. Jr. **Análise da degradação do posicionamento em tempo real com o emprego do GNRT**. Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Ciências Geodésicas, Curitiba, Paraná, 2002, 136p.

FREIBERGER JR.,J. Investigações sobre a calibração de antenas GPS. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas), CPGCG, Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2007

JPO. Navstar GPS Space Segment / User Segment L5 Interfaces. ICD-GPS-705, 2ª ed., dezembro, 2002. p. 67. Disponível em: <http://www.navcen.uscg.gov/gps/modernization/Number.pdf> Acesso em: 02 JAN 2017.

LOCH, C; CORDINI, J. Topografia contemporânea: planimetria. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

LÓPEZ-CUERVO, S. Y. E. Topografia. 2.ed. Espanha: Editora Mundi-Prensa, 1996.

MADER,G.L. GPS Antenna Calibration at the National Geodetic Survey, GPS Solutions, Volume 3, Number 1, July 1999, p. 50-58.

Norma Técnica Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. INCRA. 2. ed. 2010.

SANTOS, M. C. Impacto do 3º Sinal no GPS, InfoGeo, nº15 , p.22, 2000.

TEIXEIRA, N. N. Posicionamento e Navegação por Satélites. Apostila do Curso de PósGraduação em Geotecnologias – Soluções de Inteligência Geográfica. EEEMBA, Salvador, BA, 2010.

VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; SOUZA, V. C. O. GPS de navegação: dicas ao usuário. Circular Técnica. EPAMIG. Belo Horizonte, 2008. 4p.

**A**

Ambiente natural 2, 23

Aparelho móvel 11

Arborização 5

**B**

Base 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 47, 48

**C**

Características atmosféricas 24

Chuvas 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37

Cidades inteligentes 40, 41, 42, 43, 45, 50, 51

Cobertura vegetal natural 1

Comparação 1, 8, 20, 30

**D**

Desterritorialização 2

**E**

Ecosistema urbano 2

Elementos urbanos 1, 5

Espaço geográfico rural 1

Eventos extremos 23

**G**

Galileo 19

Gêmeos digitais 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51

Geodésia 9

Google Earth Pro 1, 2, 3, 6

GPS pós-processado 8, 12

**I**

Indicadores atmosféricos 23

Ionosfera 19

**M**

*Machine learning* 41, 47

Mapas 5, 8, 21



Metaverso 40, 41, 42, 43, 44, 49, 50, 51

Método de triangulação 15

Métodos estático 12

Mudanças urbanas 1

## **N**

Navegação 6, 19, 21

## **P**

Ponto de orvalho 25, 26

Precipitação 22, 23, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 48

## **R**

Receptores 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 20

Redes de água 12

Revoluções 41

Rio de Janeiro 7, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 33, 36, 37, 38, 50

Rio Grande do Sul 8

Rio Guamirim 2

RTK 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20

## **S**

São Paulo 1, 4, 7, 48, 50

Sistema Alerta Rio 23, 24, 26, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37

Software 1, 2, 3, 6, 9, 15

## **T**

Topografia 9, 10, 21

Trabalhos práticos 8, 12

Tripé 13

## **V**

Variáveis dinâmicas 22, 25, 29, 31, 32, 36, 37

Vila Negri 1, 2, 3, 6

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

# 3



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

# 3

