

TECNOLOGIAS GNSS APLICADAS EM CAMPO, NOS MODOS RTK RÁDIO INTERNO E RTK VIA NTRIP**GNSS TECHNOLOGIES APPLIED IN THE FIELD, IN INTERNAL RADIO RTK AND RTK VIA NTRIP**Elder Campos de Sousa¹Romeu dos Santos Monteiro²Alexander Batista de Assunção³Rejane Izabel Lima Corrêa⁴Eduardo Barreto Ribas⁵*Recebido em: 28.06.2022**Aprovado em: 14.07.2022*

Resumo: O georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil já é uma realidade, teve início em 2001, com o objetivo de eliminar a grilagem e situar os imóveis por meio de coordenadas dos vértices definidores dos limites ao Sistema Geodésico Brasileiro. Neste contexto, destaca-se o uso da tecnologia RTK e NTRIP, que utiliza a rede de telefonia móvel para receber correções em tempo real, através da internet. A topografia estuda os instrumentos, métodos de levantamentos no terreno, cálculos e desenhos necessários para a representação gráfica o mais detalhado possível. Tem por finalidade o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em consideração a curvatura da terra causada pela sua

1 Discente do curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

2 Discente do curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

3 Discente do curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

⁴ Revisora. Graduação em Matemática Bacharelado (2006) e mestrado em Matemática (2010) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Revisora da Revista Científica "Paramétrica". Tem experiência na área de Matemática e Engenharias.

⁵ Revisor. graduação em Engenharia de Agrimensura pela Faculdade de Engenharia de Agrimensura Minas Gerais (1980), especializações em Topografia e em Cartografia pelo CEFET-MG e mestrado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (1999). professor de Topografia no curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura - EAD da FEAMIG Conselheiro da Câmara Especializada de Agrimensura do CREA-MG, mandato de 2023 a 2024.

esfericidade. A utilização da tecnologia RTK vem se mostrando benéfica em relação aos levantamentos topográficos tradicionais, pois nos possibilita adquirir as informações dos levantamentos de campo em tempo real. O presente trabalho tem como objetivo coletar pontos na zona rural e urbana, com a finalidade de mostrar a viabilidade dos aparelhos em determinadas situações e locais.

Palavras-chave: Georreferenciamento. RTK. NTRIP.

Abstract: The georeferencing of rural properties in Brazil has already been a reality, since 2001, with the purpose of eliminating land grabbing and also to locate lands and properties through the Border Coordinate Pairs System. In summary, the use of RTK system and NTRIP system technology uses the mobile phone network to receive corrections in real time, through the internet. The Topography studies the instruments, methods of field surveys, calculations and even maps necessary for the most detailed graphics representations possibilities. The purpose is to define important details, such as dimension and coordination data of the earth's surface, without considering the curvature of the earth caused by its sphericity. The use of RTK technology has proved to be beneficial in main topographic surveys, and it allows us to acquire data from field surveys in real time. This article aims to collect data from rural and urban areas, in order to show the viability of the electronic devices in certain situations and places.

Keywords: Georeferencing. RTK. NTRIP.

1 INTRODUÇÃO

Em virtude dos avanços tecnológicos, os serviços topográficos têm sofrido uma grande mudança, desde o início do uso das primeiras estações totais, passando pelo GPS's até os atuais equipamentos de GNSS.

O georreferenciamento de áreas rurais no Brasil já é uma realidade, e novas tecnologias apoiadas na rede de telefonia móvel vem sendo desenvolvidas para aprimorar o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS). Neste contexto, destaca-se o uso da tecnologia RTK/NTRIP, que utiliza a rede de telefonia móvel para receber correções em tempo real, através da internet.

O uso da tecnologia RTK/NTRIP em levantamentos possibilita uma redução de ordem de 50% do custo de aquisição dos equipamentos de topografia em relação a outros equipamentos, pois o GNSS que fornece as correções e é integrante da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.)

O conceito de posicionamento pelo RTK (*Real Time Kinematic*) baseia-se na transmissão instantânea de dados de correções dos sinais de satélites, do(s) receptor(es) instalado(s) no(s) vértice(s) de referência ao(s) receptor(es) que percorre(m) os vértices de interesse. Desta forma, proporciona o conhecimento em tempo real de coordenadas precisas dos vértices levantados.

O posicionamento pelo RTK pode ser feito pelo método convencional ou em rede. NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) é uma tecnologia para transporte de dados GNSS que utiliza protocolo TCP-IP para enviar, aos receptores GNSS, dados para operar em modo RTK (*Real Time Kinematic*), tempo real.

O presente trabalho tem por objetivo analisar e demonstrar a viabilidade na utilização da técnica RTK Rádio interno e externo e NTRIP com levantamento em campo na área rural e urbana, onde dados serão comparados possibilitando um maior entendimento de sua factibilidade, custo benefício nas determinadas regiões.

1.1 Pergunta de Pesquisa

Cada receptor apresenta uma praticabilidade tanto na área urbana quanto na área rural. Como será feita a demonstração da eficácia de cada equipamento nas regiões.

1.2 Contexto de Pesquisa

Pra responder o contexto de pesquisa levantado neste trabalho, levaremos em consideração algumas questões como: Conexão de internet, interferência de sinal, prédios, telhados, montanhas que possam interferir no modo e no local que é feito a coleta dos pontos.

Este trabalho se desenvolverá através de levantamentos em RTK Rádio Interno e externo e NTRIP em área urbana/residencial localizada na Rua Javari, 255, no bairro Concórdia BH/MG, onde sua topografia é bastante irregular, com casas antigas e poucos prédios. Já na área rural, temos o sítio do Sr. José Campos de Sousa, situada na Cidade de Jaboticatubas, sua topografia é bastante oblíqua, vegetação rasteira e poucas árvores, sua infraestrutura conta com acesso a água, rede elétrica e alguns pontos de acesso a internet.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Coletar pontos na zona rural e urbana, com a finalidade de demonstrar e analisar a viabilidade de cada receptor em determinado local e situação.

1.3.2 Objetivos específicos

- Demonstrar a aplicabilidade de cada equipamento em locais, situações, topografias e acesso ao sinal de internet e telefonia.
- Apresentar eficiência de cada equipamento nos determinados locais.
- Comparar o resultado final de cada levantamento topográfico realizado, demonstrando e facilitando o entendimento de cada receptor.
- Equiparar os diferentes métodos de levantamentos utilizados.

- Compreender os diferentes métodos de posicionamento com as tecnologias RTK e NTRIP.

1.4 Justificativa

Esta pesquisa é relevante para a engenharia de Agrimensura, pois é através da mesma que demonstraremos a eficácia de cada receptor em determinado local e situação,

proporcionando melhor entendimento e uma maior eficácia quanto à utilização dos equipamentos para o Engenheiro Agrimensor. Os estudos e informações desenvolvidos neste trabalho visam beneficiar os Engenheiros Agrimensores e outros profissionais e também as comunidades acadêmicas que poderão agregar conhecimentos e novas correlações em suas carreiras profissionais dentro do tema aqui proposto.

Assim sendo, este trabalho de pesquisa busca demonstrar o quanto é rico, amplo e elaborado é o mercado de trabalho, tanto para profissionais liberais e empresas quanto para acadêmicos. Nosso objetivo aqui é disponibilizar um bom conteúdo para todos os públicos relacionados, de modo a contribuir no resultado final do trabalho de cada um, e assim, gerar resultados positivos para a sociedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O início da década de 1960, tornou-se conhecido como o primórdio da Guerra Fria, dando início à disputa acirrada entre os Estados Unidos (EUA) e a antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) que lançara ao espaço o seu primeiro satélite artificial, o Sputnik. Os Estados Unidos da América (EUA), a princípio entenderam como uma ameaça e viram nela a necessidade de uma resposta à altura, onde ao mesmo tempo em que precisariam ter uma resposta em caso de uma possível tentativa de posse dessa até então, desconhecida ou pouco explorada tecnologia, pudesse servir ou tornar-se fator colaborador para um possível domínio global pelos Soviéticos. (CASACA; MATOS; DIAS, 2010)

Na tentativa de uma resposta a essa possível eminente superioridade tecnológica por parte dos soviéticos, os Estados Unidos lançaram o sistema TRANSIT ou NSS, do inglês *Navy Navigation Satellite System*, que se tornou o

primeiro sistema de navegação por satélite usado operacionalmente através do sinal emitido por satélites artificiais em todo mundo.

Devido à baixa precisão e à deficiência da cobertura espacial proporcionada por esse sistema (TRANSIT), os Estados Unidos desenvolveram a tecnologia do sistema de navegação por posicionamento global (GPS-do inglês *Global Positioning System*), também conhecido por NAVSTAR (*Navegation System With Time and Ranging*), como alternativa essa crescente tecnologia que vinha sendo implementada pelos Estados Unidos, a União Soviética desenvolveu o GLONASS (*Global Navegation Satellite System*), porém este não possuía uma cobertura global.

Um detalhe comum aos dois sistemas no está no fato que ambos foram criados com a proposta de uso exclusivo militar, vindo posteriormente a embarcar novas tecnologias aliados ao lançamento de novos satélites, sendo que cada um desses sistemas possui mais de 20 (vinte) satélites em órbita e com alcance mundial métodos mais eficientes, sendo disponibilizados para uso e aplicação na área civil. Por outro lado, a comunidade europeia transmitiu os primeiros sinais do sistema GALILEO, no ano de 2006, com objetivo de não apenas superar, mas também acabar com o uso do GPS.

Assim, mais precisamente em 2007, mais um país entrou nessa disputa pela tecnologia de posicionamento orientado por satélite, a China lança o BEIDOU (Também conhecido por COMPASS), acirrando ainda mais essa disputa e trazendo consigo uma maior precisão devido a um maior número de satélites em órbita, o que para efeitos de cruzamento de sinais em busca da melhor acurácia, oferecendo mais qualidade e maior precisão.

O crescimento exponencial da internet e a crescente demanda por serviços nas áreas da tecnologia de posicionamento por ponto preciso e de uma maior acurácia, a Geodésia vem se beneficiando dessa evolução cada vez mais crescente e promissora, é o caso da tecnologia RTK (*Real Time Kinematic*) e NTRIP (*Network Transport of RTCM via internet Protocol*). Trata-se de uma tecnologia que utiliza protocolo TCP-IP para transportar dados aos receptores GNSS, no modo RTK. De acordo com Lenz (2004), essa tecnologia foi desenvolvida pela Agência Federal de Cartografia e Geodesia da Alemanha

(BKG), em parceria com a Universidade de Dortmund, Trimble, dentre outros, onde a principal intenção foi utilizar a internet como uma alternativa às tecnologias existentes de correção via rádio (UHF) e telefonia celular (GSM, GPRS, EDGE), é composto de receptores que enviam continuamente sinais de dados via RTCM a um Cáster (Servidor) e a um “cliente” (Aplicativo instalado no receptor para o qual serão enviadas as correções). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), também disponibiliza gratuitamente, após um breve cadastro em seu site, onde o interessado em receber as correções localiza a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC-IP) mais próxima. Conforme a Wase (2006), a banda de Internet necessária para comunicação entre o servidor “Caster” o cliente, variam ente 0,5 a 5,0 kbit/s.

Mesmo com a tecnologia GNSS sendo bastante utilizada nos aparelhos GPS da maioria dos veículos em circulação através de mapas de localização, ajudando a encurtar distâncias e reduzir tempos necessários para o deslocamento dos motoristas, motocicletas e pedestres em geral, podendo ser empregada também nas mais diversas áreas e possuir diferentes tipos de receptores.

A utilização de modernos receptores nos dias de hoje, aliados à tecnologia de posicionamento em tempo real RTK, tem garantido ou proporcionado aos seus usuários uma maior precisão geográfica e o conhecimento instantâneo das coordenadas levantadas.

Na Topografia também são utilizados os drones nos levantamentos planialtimétricos, já que o GNSS é utilizado para determinar as coordenadas de pontos de controle que serão identificados posteriormente nas imagens por ele (drone) produzidas para o georreferenciamento das mesmas. Um número cada vez maior de Vant's com a tecnologia GNSS, responsável pela execução do planejamento do voo é encontrado no mercado a disposição dos mais variados profissionais presentes em um mercado cada vez mais promissor. (SILVA NETO, 2014).

Através da Tecnologia embarcada, os drones ou VANT (Veículos aéreos não tripulados), também podem ser utilizados em variadas funções, desde atividades de recreação, pesquisa, comércio, monitoramento de áreas onde livres de grandes extensões ou até mesmo de difícil acesso, remotas ou proibidas para o

ser humano, prova disso foi a utilização dos VANT'S no acidente nuclear de Fukushima, no Japão em 2011, onde os drones foram enviados com câmeras especiais acopladas para fins de captura de imagens no interior dos reatores nucleares, danificados e que se encontravam em um local acessível devido às altas taxas de radiação e também para o georreferenciamento de imóveis urbanos e rurais. (GARRET, 2018).

Futuramente, com a implantação dos novos sistemas, os receptores terão mais benefícios, com maior disponibilidade de satélites e melhor resultado e exatidão para as observações. (McCORMAC; SARASUA; DAVIS, 2016). O Brasil por sua vez, por iniciativa da Universidade Presbiteriana Mackenzie, já tendo providenciadas diversas patentes, e usando a denominação “Geolocal” (Sistema de georreferenciamento à partir do espaço, independente de qualquer sistema global por satélite GNSS, GPS, ...), utilizando suas bases em terra, normalmente em número de 4 e uma repetidora no ar, que poderá estar embarcado em uma aeronave, um drone, um balão estratosférico, um nano-satélite e até mesmo uma repetidora natural, como excesso de ionização produzido durante as chuvas de meteoros (COPYRIGHT - 2021 - Instituto Presbiteriano Mackenzie).

2.1 GNSS

O GNSS (Sistema de Navegação por Satélite), tem por objetivo fornecer posicionamento geo-espacial com cobertura global (CPE 2018).

O sistema de posicionamento GNSS é utilizado em várias aplicações, como:

- Implantação de Redes Geodésicas;
- Levantamentos Topográficos;
- Locação de Pontos;
- Georreferenciamento de imóveis;
- Mineração;
- Monitoramento de Estruturas;
- Apoio à levantamentos Aéreos;

- Mapeamento de Infraestrutura

O funcionamento desse sistema é analisado conforme:

- Precisão: Diferença entre a posição real e a medição recebida.
- Integridade: Capacidade do Sistema de soltar um alerta ao detectar uma medição anormal.
- Continuidade: Capacidade do sistema de trabalhar sem intermissão.
- Disponibilidade: Percentual do tempo que o sistema completa os requisitos superiores.

Para que o Sistema Global de Navegação por Satélite atue normalmente, deve-se dispor de um receptor e pelo menos 4 satélites para se determinar as variáveis x , y , z e o tempo, assim conhecendo as coordenadas, é possível calculá-las da antena do receptor no mesmo sistema de referência dos satélites. A precisão da coordenada calculada é definida de acordo com a técnica de posicionamento utilizada durante a coleta de dados.

O posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos, com intuito de explorar a capacidade que o GPS tem de prover coordenadas precisas sobre a superfície terrestre, ou próximo dela. Este tem sido grande intuito dos pesquisadores desde de o surgimento do GPS. (SEEBER, 2003). Neste caso, são:

- Posicionamento Absoluto: Utiliza-se um único receptor de forma estática ou em movimento. As coordenadas são calculadas em tempo real.
- Posicionamento Por Ponto Preciso (PPP): Utiliza-se um único receptor de forma estática ou em movimento. No Brasil, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) oferece o serviço de PPP online, onde o usuário envia seus dados através do site do IBGE. Um receptor é instalado em um ponto cujas coordenadas são conhecidas, que constitui a base do levantamento, e um receptor móvel percorre os pontos e a serem posicionados, para coleta de dados.

- Posicionamento Relativo: O usuário deve-se dispor de no mínimo dois receptores ou utilizar apenas um, possuir também de dados obtidos de uma ou mais estações de referência dos sistemas de controle ativos (SCA), como por exemplo, a RBMC. Neste método a posição de um ponto é determinada em relação a outro(s), cuja as coordenadas são conhecidas. As coordenadas do(s) ponto(s) conhecido(s) devem estar referenciadas ao WGS-84, ou a um sistema compatível, como o ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). Este posicionamento pode ser feito por meio dos métodos: estáticos, estático-rápido, cinemático e semi-cinemático.

O GNSS possui várias vantagens em relação a topografia convencional, como:

- Permite realizar determinações em longas distâncias com maior precisão e em menor tempo;
- Podem ser realizados a qualquer hora do dia sob condições climáticas variadas;
- Equipe menor e maior produção;
- Isenta a necessidade de Inter visibilidade entre as estações.

Existem vários fatores que influenciam na precisão do GNSS relacionados com os satélites, tais como: Dilution of Precision (DOP), Erros do relógio, erros de órbita, disponibilidade seletiva (SA), Fatores relacionados com a propagação do sinal, retardo atmosférico, multi-caminhamento e perda de ciclos, fatores relacionados com receptor e antena (CPE, 2018).

O sistema NAVSTAR-GPS, inicialmente para fins militares e posteriormente aberto para uso civil, foi desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos, até hoje é o sistema mais utilizado no mundo, trabalhando com uma constelação de 31 satélites de forma a garantir que sempre tenham ao menos 24 satélites operando e distribuídos em seis órbitas (IBGE, 2021).

O GPS é diferente do GNSS, assim o GNSS é definido por constelações de satélites que permitem determinara localização e o posicionamento de qualquer

objeto. Já o GPS é um entre vários sistemas de posicionamento que tem como finalidade fornecer a um aparelho receptor móvel a sua posição, fornecendo dois tipos de serviços: *Standard Positioning Service* (SPS) - Oferecido para todos os usuários, sem cobrança de taxa. Este serviço foi planejado para oferecer exatidão horizontal e vertical. Já o *Precise Positioning Service* (PPS), proporciona melhores resultados que o SPS, entretanto é restrito ao uso militar e usuários autorizados, este serviço proporciona melhores níveis de exatidão, mas não é do interesse do DoD (*Department of Defense*, ou Departamento de Defesa Americano) disponibilizá-lo a todos os usuários do GPS, pois acabaria colocando em risco alguns aspectos de segurança (CPE, 2018).

O Sistema GPS é dividido em três segmentos principais: O segmento espacial (Constituído por satélites que transmitem os sinais usados no posicionamento GPS); Segmento de controle (Responsável pela manutenção do sistema) e Segmento de usuário (Contendo todas as aplicações e tipos de receptores). (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER E WASLE, 2008).

O Diferencial GPS (DGPS), é uma técnica que não só melhora a precisão, mas também a integridade do GPS, este método foi desenvolvido visando reduzir os efeitos do AS impostas ao GPS no modo absoluto.

Além do GPS, outros países vêm trabalhando seus sistemas de posicionamento regional ou global, buscando com isso tornarem-se independentes e autônomos na aquisição de dados georreferenciados, sendo os principais:

- GLONASS (Navigational Satellite Sy[stem]), é um sistema de navegação por satélite Russo, foi desenvolvido no início dos anos 70, sendo atualmente mantido pelo governo Russo através da Russian Federation Space force, tendo como objetivo principal, proporcionar posicionamento 3D, velocidade e tempo sob qualquer condição climáticas em todo globo. O sistema apresenta dois tipos de sinais de navegação: O sinal de precisão padrão (SP-Standard Precision), e o sinal de alta precisão (HP-High Precision). Da mesma forma que o sistema GPS, o sistema GLONASS também é composto por três segmentos: Espacial, controle e de usuários. O segmento espacial foi planejado para uma constelação de

24 satélites ativos e um de reserva, cada plano orbital contém 8 satélites igualmente espaçados. (MONICO, 2000).

O segmento de controle e monitoramento encontra-se totalmente em território Russo, ele é composto pelo sistema de controle central, na região de Moscou e pelas estações de comando e rastreamento (CTS) localizadas em St. Petersburgo, Ternopol Eniseisk e em Komsomolsk-na-Amue (GLONASS, 2002). Os CTS rastreiam os satélites GLONASS obtendo informações de distância e telemetria de cada um. Estes dados são enviados e processados no sistema de controle central para determinação do estado do relógio do satélite e de suas órbitas.

O segmento do usuário é composto pelas antenas e receptores, que têm como função determinar posições, velocidades e obter tempo com grande precisão.

Uma primeira geração de receptores GLONASS foi constituída por instrumentos grandes e pesados com 1, 2 e 4 canais a segunda e mais atual é baseada numa larga escala de circuitos integrados e processamento digital de sinal o que tornou mais leve e compacta, com 5, 6 e 12 canais.

A maioria dos fabricantes de equipamentos produzem receptores capazes de rastrear simultaneamente satélites GPS e GLONASS, o que torna possível a integração dos dois sistemas.

- Galileo: Será um sistema de navegação global por satélite próprio da Europa, que fornecerá um serviço altamente exato, garantido sob o controle civil, compatível com GPS e GLONASS, oferecendo duplas frequências como padrão e garantirá a disponibilidade do serviço, sobretudo nas circunstâncias mais extremas, e informará aos usuários dentro de segundos uma falha no satélite. Isto será importante para as aplicações onde a segurança é essencial. (MONICO, 2000).

O grande número de satélites junto com a otimização da constelação, e a disponibilidade dos três satélites de reposição ativos, assegurarão que a perda de um satélite não tenha nenhum efeito para o usuário. Além da questão de soberania, outras questões foram importantes para a criação de Galileo, sendo: A integração GLONASS e GPS inclui o Galileo no sistema de navegação global (GNSS), que com maior número de satélites, permitirá a determinação de

posições exatas para a maioria dos lugares na terra, inclusive onde hoje existe a obstrução do sinal. Colocar seus satélites em órbitas mais inclinadas em relação ao plano equatorial do que o GPS, o Galileo conseguirá melhor cobertura em latitudes mais elevadas, a Europa entra no mercado de exploração de navegação por satélite, o que é de grande importância para os usuários, assim a concorrência fará com que o custo dos receptores e a qualidade dos sistemas melhore cada vez mais. A estrutura do sinal do Galileo será baseada em até 4 portadoras da banda L, e dependendo de acordos internacionais 3 frequências poderão ser idênticas às do GLONASS e outras iguais às do GPS.

Quanto ao segmento de serviços e desempenho, 3 opções poderão ser disponibilizadas, são elas:

OAS (Open Access Service-Serviço de Acesso Aberto), será um serviço básico oferecido ao público, sem custos diretos, pelo menos até que o SPS do GPS, também seja.

CAS1 (Control de Access Service 1- Serviço 1 de Acesso Controlado), para usuários que exigem serviço garantido com contrato de responsabilidade, será cobrado um dos usuários.

CAS2 (Control de Access Service 2-- Serviço 2 de Acesso Controlados), para uso militar e aplicações críticas em segurança.

Quanto ao desempenho, O Galileo deverá proporcionar pelo menos o mesmo desempenho a ser alcançado com a modernização do GPS. O atual GNSS é o resultado da junção dos sistemas GPS, GLONASS e GALILEO, com a finalidade de garantir melhoria na geometria, disponibilidade para as regiões, integridade e confiança aos usuários.

- BeiDou (Navigation Satellite System (BDS)), popularmente conhecido como BeiDou, é o sistema de navegação desenvolvido pela China, oficialmente foi implantado no ano de 1994, com seus dois primeiros satélites sendo lançados no ano de 2000. (KAPLAN e HEGARTY, 2006; ZHAO te AI, 2015). Assim como Galileo, o BeiDou também é projetado para ser inoperável com os outros sistemas de geolocalização citados anteriormente.

O IBGE opera uma rede de estações permanentes - Rede Brasileira de Monitoramento dos Sistemas GNSS (RBMC), composta por 146 estações, as mesmas constituem uma ferramenta de suporte para utilização desta tecnologia no Brasil é o principal elo de ligação com os sistemas de referência internacionais.

2.1.1 Aplicações do GNSS nas Ciências Agrárias

Mapeamentos topográficos:

- Plantas topográficas, perimétricas ou cadastrais;
- Redes de pontos de apoio para levantamentos topográficos (vértices das diversas ordens, densificação);
- Pontos de apoio para restituição fotogramétrica;
- Altimetria / Perfis Topográficos.

Locações

- Obras de Engenharia: Construções, barragens, estradas, açudes,
- terraços;
- Talhões, piquetes, APP's, pastos, reservas legais;
- Georreferenciamento de objetos para entrada em SIGS;
- Inventários: Árvores ou parcelas, florestas plantadas, naturais (manejo sustentado);
- Estruturação de cadastros.

Agricultura de Precisão

- GPS com operador a pé ou em quadriciclos, para georreferenciamento de amostras, medições, grade amostral, contagens;
- Aplicação localizada de insumos;

- Controle de semeadura;
- Levantamento de plantas atacadas por pragas, doenças, toxidez, etc.

Silvicultura de Precisão:

- Similar à AP;
- Delimitação de áreas hidrologicamente sensíveis;
- Colheita e outras operações florestais;
- Georreferenciamento de parcelas e plantas em áreas de florestas naturais manejadas sob regime sustentado.
- Monitoramento da utilização da pastagem e outros recursos (água, minerais, sais, etc.), pelo gado.

Logística

- Gerenciamento de frotas;
- Rotas mais adequadas.

2.2 NTRIP

O Protocolo NTRIP foi desenvolvido pela Agência Federal Alemã de Cartografia e Geodésia (BKG) em cooperação com a Universidade de Dortmund. Trata-se de um protocolo genérico global baseado em HTTP 1.1 (Hypertext Transfer Protocol) para transmissão de dados diferenciais pela Internet, comparativamente fácil de implementar e que pode ser acessada através de serviços móveis de transmissão do protocolo IP, tais como GSM, GPRS, EDGE ou UMTS (WEBER et al., 2003).

Segundo Kurose e Ross (2006), um protocolo define o formato e a ordem de mensagens trocadas entre duas ou mais entidades de comunicação, bem como as ações tomadas sobre a transmissão e/ou recepção de uma mensagem ou outro evento. Nesse contexto, o uso de protocolos comuns entre usuários, pressupõe compatibilidade e interoperabilidade. Protocolos definem formatos,

ordens de mensagens enviadas e recebidas entre entidades de rede, e ações tomadas.

Em setembro de 2004 a RTCM SC-104 adotou um novo protocolo padrão para transmissão das mensagens GNSS padronizadas através da Internet, denominado NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). Esse padrão foi denominado RTCM 10410.0. Em junho de 2011 foi publicada uma nova versão (2.0) com implementações, denominada RTCM 104110.1 (RTCM, 2015).

De acordo com Segundo Chen e Weber (2004), as principais características do protocolo NTRIP são:

- Aplicação não é limitada a um plano particular ou a um conteúdo codificado de transmissão, possui capacidade de distribuir qualquer tipo de dados GNSS.
- Potencial para suportar uso em massa, disseminando centenas de transmissões simultaneamente, para até mil usuários possíveis, quando se usa software de transmissão via Internet.
- Considerando as necessidades de segurança; provedores de transmissão e os usuários não necessariamente entram em contato; transmissão via HTTP, muitas vezes não está bloqueado por firewalls ou servidores proxy que protegem a rede local.

Nos levantamentos onde o celular funciona como roteador, o acesso aos dados se dá através de um aparelho para recepção do tipo GNSS conectado a uma rede móvel onde esses dados serão baixados, sendo também imprescindíveis para o método de posicionamento RTK. Geralmente, esses receptores acessam a rede por meio de uma conexão de celular ou modem GPRS. Em casos como esses, não são necessários dois receptores, apenas um Rover (receptor móvel). A base será operada por um receptor fixo de Rede Brasileira e Monitoramento Contínuo.

É possível citarmos também a vantagem observada no fato de que os dados só serão transmitidos ao usuário sob encomenda, ou seja, apenas se solicitados,

reduzindo também o custo de comunicação. Ao utilizarmos o rádio, este fica em modo de transmissão ininterrupta, porém sem custo de comunicação.

Algumas considerações se fazem importantes ao se utilizar essa tecnologia e, obviamente ela só pode ser empregada em áreas com boa conexão de telefonia celular em que as operadoras viabilizem o acesso ao protocolo de transmissão de dados. Indispensável também que o provedor de internet opere de forma contínua.

Raramente conseguiremos trabalhar com precisão compatível em casos onde as distâncias sejam acima de 50 quilômetros de uma base de referência, o que limita bastante a área apropriada de trabalho. Uma sugestão é que se utilize uma solução híbrida (Rádio e conexão com celular), onde o usuário poderá atuar usando o RTK em qualquer situação.

Lenz (2004) diz que não há desvantagens explícitas na utilização do protocolo NTRIP como uma alternativa aos métodos mais tradicionalmente aceitos de obtenção de correções em tempo real. O NTRIP permite fluxos de dados de estações de referência ou bases de dados para aplicações de SIG, que podem ser acessados por uma variedade de clientes e usuários através de uma técnica de comunicação definida. Os usuários móveis, tais como RTK e de mapeamento /GIS, podem usar o seu receptor e com um telefone celular GPRS, para acessar a Internet no campo e, ao mesmo tempo aplicações estacionárias na periferia estação de referência podem estar acessando os mesmos dados.

Dammalage et al. (2006), concluem que usar o transporte de dados RTCM via NTRIP com qualquer software compatível comercial ou cliente, proporciona benefícios significativos para os usuários GNSS - RTK / DGPS. Um dos aspectos mais positivos do NTRIP é o fator de custo e da maior distância da estação base. Além disso, o protocolo NTRIP supera o problema de usuário único, pois há a possibilidade de transmitir correções RTK / DGPS para vários usuários simultaneamente.

2.3 RTK

Segundo Eduardo Freitas Oliveira (2010), o método de posicionamento cinemático em tempo real (RTK), une a tecnologia de navegação por satélite a

um modem, ou telefone GSM para obtenção de correções instantâneas, sendo que algumas aplicações na engenharia exigem que o processo de fornecimento das coordenadas seja obtido instantaneamente, sem a necessidade de pós-processamento dos dados.

A técnica de posicionamento RTK se baseia na solução de repetidora dos sinais transmitidos pelos sistemas globais de navegação por satélite, onde uma estação de referência disponibiliza correções móveis, o que faz com que a precisão obtida chegue à casa dos centímetros. A estação base viabiliza e retransmite a fase da portadora que ela mediu, e as unidades móveis comparam suas próprias medidas da fase com a recebida da estação de referência. Permite que as estações móveis recalculam ou refaçam suas posições relativas absolutas são comparadas com as coordenadas da estação base.

Esse tipo de técnica exige a disponibilidade de pelo menos uma estação de referência, definidas coordenadas e utilizando um receptor GNSS, e um modem transmissor. A estação irá gerar e transmitir as correções diferenciais para as estações móveis, que usam os dados para determinar com altíssimo grau de acurácia às suas posições. O formato das correções diferenciais é definido pela *Radio Technical Committee for Maritime Service* (RTCM). As faixas de frequência são operadas via VHF/UHF, e a observação fundamental usado no RTK é a mesma medida da fase da portadora. O emprego das correções diferenciais faz com que a influência dos erros devidos à distância entre a estação base e a móvel seja praticamente eliminada.

A Lei 10.267 de 2001 (A Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA), orienta o uso de equipamentos GPS RTK para levantamentos precisos de imóveis rurais e urbanos, já no item 4.3.4.3 desta norma (levantamento com GPS4), são citadas soluções baseadas na fase da portadora com solução das ambiguidades e com correção diferencial pós-processada e link de comunicação para solução em tempo real, que deve ser de alta velocidade entre a unidade de referência e a unidade móvel. Segundo a norma, influenciam na precisão a proximidade da estação de referência, condições atmosféricas da configuração de satélites, multi-caminhamento causado pelos diversos fatores, podem ocorrer na estação móvel, comprometendo a qualidade dos serviços,

reduzindo a agilidade do algoritmo na busca de possíveis soluções em tempo real e velocidade de transmissão do link de comunicação. É indicado na utilização de link para transmissão de correções instantâneas através de rádios UHF, haja visibilidade entre a unidade de referência e a móvel. Na impossibilidade de visibilidade, deverão ser utilizadas unidades repetidoras.

A principal vantagem do RTK está no fato do posicionamento acontecer durante o manuseio do equipamento. Ao contrário da estação total, onde cada coleta de pontos necessita do trabalho coordenado pelo topógrafo e assistente para sua captação.

2.4 Geoprocessamento

Mapas têm uma longa história de ferramenta poderosa em geografia e em inúmeros outros ramos de conhecimento, remontando às aventuras da navegação e aos mapas secretos. Com o avanço das populações sobre o globo terrestre e a crescente busca por fontes minerais, terras cultiváveis e também conhecimento de lugares específicos sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Na perspectiva moderna de gestão territorial, ações de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. Com o advento dos avanços tecnológicos, foi possível criar para além de simples cartas e mapas de papel e foi a partir da segunda metade do século passado ser possível representar e armazenar tais informações em um ambiente computacional, permitindo o aparecimento do geoprocessamento.

Os termos geoprocessamento, geomática, sistema de informação geográfica e geotecnologia, embora cada um apresente um conceito diferente, abordam mais ou menos a mesma temática e referem-se a utilizar-se de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica, que influenciam diretamente em diversas áreas ligadas à engenharia civil e ambiental, como: Cartografia, análise de recursos naturais, agricultura de precisão, comunicação, transportes, planejamentos urbanos e energia.

2.4.1 Introdução ao geoprocessamento

Segundo Paulo Eduardo Teodoro (2012), o termo Geoprocessamento é usado quase que exclusivamente no Brasil, provavelmente fruto de rivalidades de intelectuais entre as correntes europeias e americanas. No Brasil, o termo Geoprocessamento e Geomática se referem à mesma coisa, ou seja, Geoprocessamento é utilizado como sinônimo de Geomática. A geotecnologia é um conjunto de ferramentas para coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais, voltado para um objetivo específico.

As ferramentas computacionais para o geoprocessamento compõem o SIG (Sistema de Informação Geográfica), que permite realizar análises complexas, pois integram dados de diversas fontes e criam banco de dados georreferenciados. Há necessidade de dados, para que o SIG cumpra suas finalidades. A aquisição de dados em geoprocessamento deve partir de uma definição clara dos parâmetros variáveis e indicadores, que serão necessários no projeto a ser implementado e sua existência deve ser verificada em lugar adequado.

Com o surgimento do Google Maps, do Google Earth, e outras ferramentas de processamento foi a verdadeira revolução acontecendo. Pessoas que até então, não tinham qualquer contato com ferramentas SIG, agora podem ter acesso a qualquer parte do planeta por meio de aplicações que misturam imagens de satélite, modelos 3D e GPS, sendo que o usuário necessita apenas ter conexão à internet. A digitalização é um dos processos mais utilizados para obtenção de dados já existentes. Como os custos para a geração são altos, aproveita-se ao máximo os dados analógicos, convertendo-os para a forma digital através da digitalização automática ou manual.

A fotogrametria ASP (1966), é a arte, ciência, tecnologia e técnica que permite realizar medições rigorosas e de confiança sobre objetos e do meio ambiente usando processos de registros a partir das fotografias. Através das fotografias aéreas, são obtidas medidas de posições de pontos que vão dar origem ao desenho de cartas topográficas, elas são adquiridas com alguma sobreposição, o que origina, devido a diferentes perspectivas de um mesmo local, umas

percepções das três dimensões do terreno, permitindo assim medi-las de forma rigorosa. Com a fotogrametria interpretativa objetiva, procura-se reconhecer e identificar objetos e o julgamento do seu significado a partir de uma análise sistemática e cuidadosa de fotografias.

O sensoriamento remoto é o conjunto de técnicas que permitem observar e obter informações sobre a superfície terrestre, ou de qualquer outro astro, através de sensores instalados em satélites artificiais. A origem do sensoriamento remoto está vinculada ao surgimento da fotografia aérea.

Sistema Global de Navegação por Satélite, dentre os sistemas destacam-se: O Sistema de Posicionamento Global (GPS), que é um sistema de navegação baseado em satélite, criado pelo sistema de defesa dos EUA, e foi originalmente planejado para aplicações militares, mas nos anos 80, o governo fez o sistema disponível para uso civil. O GPS trabalha em qualquer condição de tempo e em qualquer lugar do mundo, 24 horas por dia e não é cobrada nenhuma taxa para se usar o GPS.

2.4.2 Aplicações do Geoprocessamento

O Geoprocessamento pode ser usado praticamente em todas as áreas da administração municipal e pode também ser utilizado como um importante aliado nas etapas de levantamento de dados, diagnósticos de problema, tomada de decisão, projeto, planejamento, execução de ações e medição de resultados. O simples fato de conhecermos onde os problemas acontecem e poder visualizá-los espacialmente facilita, sobretudo no seu entendimento e nas possíveis soluções mitiguem ou que eliminem de vez o tal problema.

O panorama mundial da informação e da comunicação vem passando por grandes transformações nos últimos anos, e o estágio atual das geotecnologias permite fazer análise espacial que combine o mapeamento dos problemas urbanos com informações físicas, demográficas, geográficas, topográficas ou infraestrutura. Esta análise levará, sem dúvida, a adotar uma solução mais racional que a sugerida pela análise, e em menor tempo. Facilmente percebe-se que inovações tecnológicas estão cada vez mais presentes em nossas vidas, seja através do acesso às informações via rede mundial de computadores ou até

mesmo através da efetivação de uma simples operação bancária, feita sem o auxílio do funcionário, através de caixas eletrônicos.

As primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados com informações espaciais se deu na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos de 1950, objetivando principalmente a redução e manutenção de mapas. No ano de 1960, no Canadá, surgiram os primeiros Sistemas de Informação Geográfica como parte de um programa governamental para criar inventário de recursos naturais.

Os resultados práticos da aplicação do geoprocessamento com dados de certo Município, associados a uma base digital pré-existente, mesmo que imprecisa ou desatualizada, são fortes argumentos para convencer o bom administrador a priorizar a implantação do geoprocessamento em sua gestão, pois este, em conjunto com a internet, permite disponibilizar para o cidadão comum informações atuais e facilmente interpretadas pelo fato de serem geograficamente localizadas.

Problemas típicos da administração municipal e cuja soluções podem estar vinculadas à utilização do geoprocessamento:

- Qual o melhor lugar para construir uma nova escola, dentre os terrenos da Prefeitura, considerando a densidade demográfica, a renda média e as áreas de abrangência das escolas existentes?
- Quais são as áreas da cidade não atendidas eficientemente pelo sistema de transporte coletivo considerando, por exemplo, a densidade demográfica e a distância máxima até o ponto ou terminal mais próximo?
- Qual a porcentagem de crianças em estado de vulnerabilidade, entre cinco e dez anos, que não estão matriculados regularmente nas escolas dos municípios?
- Onde estão localizadas as áreas de risco ambiental da cidade e quais tipos de ocupações irregulares existem nestas áreas? Elas aumentaram ou diminuíram e onde se concentram?

Para as áreas do planejamento urbano e do meio ambiente podem ser melhoradas as seguintes atividades: Licenciamento e fiscalização de obras, controle do uso e ocupação atual do solo, cadastro dos equipamentos públicos, do mobiliário urbano, dos logradouros, cadastro de bens imóveis e com a utilização de dados censitários realizarem estudos demográficos em nível de bairro ou setoriais.

Na área financeira e fundiária as informações podem ser aproveitadas como: Atualização e manutenção do cadastro imobiliário, manutenção do cadastro de logradouros, geração e atualização da planta genérica de valores. Na área da saúde o saneamento básico e algumas atividades também podem incorporar o uso do geoprocessamento para um melhor desenvolvimento:

Vigilância sanitária, controle de epidemias, manutenção do cadastro de óbitos e nascimentos.

O geoprocessamento pode ser utilizado em várias áreas como: Infraestrutura de obras, esporte, lazer, habitação, serviços urbanos, assistência social, entre outras. Hoje, o uso do GNSS é muito requisitado nos serviços de Mapeamento e Geoprocessamento, ou seja, na coleta de dados (coordenadas) de localização dos diversos objetos mapeados (analógicos ou digitais), como postes de redes elétricas, edificações, ruas, avenidas, limites de imóveis rurais, etc. Suas aplicações são intensas quando se fala em serviços de cadastro e manutenção que visam elaborar e monitorar cartas temáticas, assim como na coleta de dados para fins de monitoramento ambiental, prevenção de acidentes e ajuste de bases cartográficas, especialmente utilizadas em GIS.

Com relação à agricultura de precisão, é uma nova tecnologia desenvolvida para atender ao setor do agronegócio, onde o “Global” se subdivide em pequenas frações homogêneas. Para alcançar nível de excelência e o máximo de rendimento com a menor área de acordo com as peculiaridades de cada tipo de solo, poluindo e degradando o mínimo possível, com o necessário acompanhamento e gerenciamento de um volume muito grande de informações que variam no espaço e no tempo.

Para Batchelor et al. (1997), a agricultura de precisão pode: melhorar os rendimentos de colheita e lucros, fornecer informações para tomar decisões de manejo mais embasadas, prover registros de fazenda mais detalhados e úteis, reduzir custos de fertilizante, reduzir custos de praguicida e a reduzir poluição.

Ainda, Campo (2000b), atribui à agricultura de precisão, os seguintes benefícios: redução de quantidades de insumos, redução dos custos de produção, redução da contaminação ambiental e aumento no rendimento das culturas.

Três tecnologias destacam-se dentre as demais para esse sistema: O geoprocessamento, sensoriamento remoto e o sistema de posicionamento global (GPS).

No agronegócio diversas são as aplicações das tecnologias de informação geográfica. Com o uso de imagens espaciais obtidas através de satélites e softwares específicos que permitem monitorar e prever safras, da mesma forma, o domínio do componente geográfico permite o melhor planejamento no uso da terra, na gestão de bacias hidrográficas e na detecção de pragas.

Conforme citado por Gentil & Ferreira (1999), a agricultura de precisão promete grandes benefícios para usuários deste sistema como: Redução dos custos na produção, maior produtividade na lavoura, redução dos custos de produção, mais tempo livre para o administrador e melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivo.

Na área ambiental, o geoprocessamento é uma das ferramentas mais utilizadas para monitoramento do desmatamento, das queimadas, do uso e a ocupação do solo, seja ele rural ou urbana, regeneração de áreas degradadas, níveis de erosão do solo. Da mesma forma, essa tecnologia pode ser usada em análise de qualidade de habitat e fragmentação.

Em um país continental como o Brasil, com uma enorme carência de informações as quais julgamos serem mais adequadas para que sejam tomadas decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta e dispõe de uma enorme envergadura, principalmente quando se diz respeito às tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido no local. O mercado dificilmente encontra-se incerto para o

profissional envolvido nas geociências, uma vez que corriqueiramente surgem às oportunidades, destacando as empresas responsáveis executoras de projetos na área de infraestrutura, saúde, mineração e ambiental. As pessoas percebem que se faz necessário ter um novo ângulo visual, ou seja, uma visão que seja geral, que englobe e que se relacione com o mundo como um todo, ou seja globalmente. Atualmente no Brasil, qualquer organização pública ou privada pode utilizar geoprocessamento, sem a necessidade de grandes investimentos financeiros, sendo assim, cabe ao engenheiro seja ele agrimensor, ambiental, agrônomo ou civil, incentivar o uso da ciência do geoprocessamento para fins benéficos a todos em nossa sociedade.

3 METODOLOGIA

Metodologia científica é o estudo dos métodos ou dos instrumentos necessários para a elaboração de um trabalho científico. É o conjunto de técnicas e processos empregados para a pesquisa e a formulação de uma produção científica.

A pesquisa é uma das atividades primordiais para a elaboração dos trabalhos realizados com base na metodologia científica, é a fase da investigação e da coleta de dados sobre o tema a ser estudado.

Segundo KOCHE (2007, p. 122), “ o planejamento de uma pesquisa depende tanto do problema a ser estudado, da sua natureza e situação espaço temporal em que se encontra, quanto da natureza e nível de conhecimento do pesquisador”. Assim, seguindo o raciocínio de KOCHE, existem diversos métodos de pesquisa que possibilitam ao autor desenvolver seu trabalho em várias vertentes e produzir diferentes conteúdos e informações, dentre elas podemos citar: quanto à natureza, aos objetivos, à abordagem, aos objetivos e aos procedimentos.

3.1 Tipos de pesquisa

Conforme Zanella (2013) a pesquisa explicativa é aquela centrada na preocupação de identificar fatores determinantes ou de contribuição no desencadeamento dos fenômenos. Explicar a razão pela qual se dá uma ocorrência social ou natural. No campo social a complexidade aumenta a partir da temporalidade do fenômeno. Também é importante situar o ambiente social

de ocorrência. Portanto, a realidade tempo-espaço é fundamental na identificação de causa e efeito do evento social. Os procedimentos básicos são: registrar, classificar, identificar e aprofundar a análise.

De acordo com Zanella (2013), pesquisa exploratória tem a finalidade de ampliar o conhecimento a respeito de um determinado fenômeno. Esse tipo de pesquisa, aparentemente é simples e explora realidade e maior conhecimento, para depois planejar uma pesquisa descritiva.

Já Triviños (1987), citado por Zanella (2013), a pesquisa descritiva, procura conhecer a realidade estudada, suas características e seus problemas. Pretende “descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade” (TRIVIÑOS, 1987).

A estratégia utilizada neste trabalho será a exploratória, pois irá fornecer informações que amplificarão a familiaridade do profissional. Entretanto com o conhecimento teórico obtido possibilitará a aplicação em campo.

3.2 Pesquisa quanto aos meios

No modelo de pesquisa quanto aos meios, existem várias classificações como bibliográfica, experimental, de laboratório, documental, e estudo de caso.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Apesar de quase todos os estudos exigem algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas, assim como certo número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análise de conteúdo.

Segundo Gil (2008), a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.

Gil (2008) define a pesquisa experimental como o experimento que representa o melhor exemplo de pesquisa científica. É a determinação de um objetivo de estudo, onde seleciona variáveis que podem ou não influenciar, definir modelos de controle e observar os efeitos que as variáveis produzem.

Yin (2005) retrata o estudo de caso como um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência.

De acordo com Fonseca (2002) a pesquisa-ação pressupõe uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. O processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa.

Conforme Gonçalves (2005), a pesquisa de laboratório é realizada de forma rígida e controlada, sem, porém, ser sinônimo de pesquisa experimental. Em Ciências Sociais, podem ser executadas em campo.

Gil (1999) afirma que a pesquisa intervencionista não se satisfaz apenas na explicação do que se está sendo estudado, mas pretende interferir de alguma forma na realidade, no dia-a-dia do seu objeto de pesquisa.

De acordo com Fonseca (2002) a pesquisa de campo é caracterizada pelas investigações que são realizadas através de coleta de dados junto às pessoas utilizando-se dos recursos de diferentes tipos de pesquisas, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental. Conforme Gil (2008) a pesquisa de campo é caracterizada pela interrogação direta das pessoas cujo objetivo é de obter informação sobre o problema estudado.

O presente trabalho adotará a pesquisa de campo, já que o mesmo tem a finalidade de observar fatos e fenômenos de maneira como ocorrem na realidade por meio da coleta de dados onde serão realizados levantamentos topográficos em área urbana e rural para avaliar a aplicabilidade de cada receptor em

determinadas regiões. Neste caso o que mais se adapta ao trabalho seria a pesquisa experimental.

3.3 Organização em estudo

Este Trabalho de Conclusão de Curso demonstra a aplicabilidade de cada equipamento (NTRIP e RTK) em locais, topografias e situações diferentes.

Após isto, ao apresentar o resultado final de cada levantamento realizado, demonstrando e facilitando o entendimento de cada receptor, pode-se equiparar os diferentes métodos de posicionamento.

3.4 Formas de Coleta e Análise de Dados

De acordo com Gil (2008), universo é um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características. Vergara (2007), entende-se por Universo “o conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo), que possuem as características que serão objeto de estudo.”

Segundo Gil (2008) amostra é o subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população. “Amostra é uma parte do universo (população) escolhida segundo algum critério de representatividade.” (VERGARA, 2007, p.50).

Diz-se que a pesquisa possui uma estratégia documental, sendo que a coleta de dados se dá de acordo com documentos encontrados na literatura relacionados ao tema e através de levantamentos em campo. O Estudo documental caracteriza-se como uma fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser feitas no momento do acontecimento do fato ou fenômeno, ou posteriormente.

3.5 Formas de coletas de dados

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), coleta de dados é o item onde o pesquisador busca informações para responder ou solucionar os problemas, levando em consideração três perguntas a ser respondidas: o que coletar? Como coletar? Como quem coletar?

Existem diversas formas de coletas de dados sendo estas: observação, entrevista, questionário, formulário, análise documental e medição in loco.

Conforme Marconi e Lakatos (2003) a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. Também, Segundo Marconi e Lakatos (2003) na observação não-participante, o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas sem integrar-se a ela: permanece de fora. Ainda de acordo com Marconi e Lakatos (2003) a observação participativa consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste.

Ainda de acordo com Marconi e Lakatos (2003) a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.

Marconi e Lakatos (2003) define que o formulário é um dos instrumentos essenciais para a investigação social, cujo sistema de coleta de dados consiste em obter informações diretamente do entrevistado.

Ainda de acordo com Marconi e Lakatos (2003), questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem presença de entrevistador, em geral, o pesquisador envia o questionário ao informante, pelo correio ou por um portador, depois de preenchido, o pesquisador devolve-o do mesmo modo.

Segundo Zanella (2013) a análise documental, também chamada de pesquisa documental, envolve a investigação em documentos internos (da organização) ou externos (governamentais, de organizações não-governamentais ou instituições de pesquisa, dentre outras). É uma técnica utilizada tanto em pesquisa quantitativa como qualitativa.

No progredir do trabalho, será adotado os seguintes métodos de coleta de dados:

Observação Participativa: Será feito o levantamento de dados através dos receptores NTRIP E RTK, assim acontece uma incorporação ao grupo ficando próximo ao que está estudando e há participação nas atividades.

3.6 Limitações

Para Vergara (1998), é importante especificar as limitações antes que o leitor possa fazer críticas ao trabalho, definindo que toda pesquisa tem possibilidade e limitações.

Ao realizar a pesquisa observou-se dificuldades. Por ser uma tecnologia relativamente nova, a falta de material para estudo foi fator de relevante impacto no desenvolvimento do trabalho, outra limitação foi à pandemia do COVID-19, que se alastrou no ano do desenvolvimento, sendo a mesma um dificultador na busca por informações (acesso físico à biblioteca). Mesmo existindo muitos profissionais na área percebe-se que há uma escassez de fontes.

Com poucos recursos, foi possível realizar uma pesquisa satisfatória e chegar ao resultado desejado.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho visa demonstrar a riqueza, amplitude e sofisticação do mercado de trabalho, seja para profissionais, empresas ou acadêmicos. Nosso objetivo é levar um bom conteúdo para todos os públicos relevantes, a fim de contribuir para o resultado final do trabalho de todos, resultando em soluções positivas para a sociedade.

O primeiro levantamento foi efetuado na área urbana/residencial, localizada na Rua Javari, 255, no bairro Concórdia-BH/MG por meio da tecnologia RTK Rádio interno e RTK via NTRIP. Após a coleta de pontos do equipamento Rádio interno rover, que gira em torno dessa base, foi necessário realizar uma correção, ou seja, uma geolocalização que foi feita pelo site do IBGE que é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GNSS.

O segundo levantamento de campo que foi realizado através de levantamentos em RTK Rádio Interno em uma área rural situada na Cidade de Jaboticatubas/MG. Também após a coleta de pontos do equipamento rover, que gira em torno dessa base, foi necessário realizar uma correção, ou seja, uma geolocalização feita no site do IBGE.

Através dessas coletas de dados alcançamos os seguintes objetivos:

- Demonstramos a adequação de cada dispositivo para localização, situação, terreno e acesso à Internet e sinais telefônicos.
- Demonstramos a eficiência de cada dispositivo em local rural e urbano.
- Comparamos os resultados finais de cada levantamento topográfico realizado demonstrando e promovendo a compreensão de cada destinatário.
- Equipamos os diferentes métodos de levantamento utilizados.
- Compreendemos os diferentes métodos de posicionamento com as tecnologias RTK e NTRIP.

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área urbana em 1HZ e 5HZ rádio interno para melhor compreensão do levantamento.

Tabela 1 - Valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área rural 1HZ com rádio interno.

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIÇÃO
1	7845178,457	634116,774	814,300	TN1
2	7845177,262	634120,456	814,032	TN2
3	7845175,994	634124,132	813,726	TN3
4	7845175,052	634127,876	813,387	TN4
5	7845174,526	634131,839	813,028	TN5
6	7845174,183	634135,422	812,607	TN6
7	7845173,822	634138,860	812,325	TN7
8	7845172,723	634142,575	811,997	TN8
9	7845175,309	634143,901	811,821	TN9
10	7845178,134	634145,071	811,749	TN10
11	7845180,648	634145,922	811,310	TN11
12	7845183,429	634147,352	811,216	TN12

13	7845186,906	634144,609	811,305	TN13
14	7845190,132	634141,283	811,366	TN14
15	7845193,424	634137,805	811,559	TN15
16	7845196,947	634135,326	811,487	TN16
17	7845203,118	634137,504	810,949	TN17
18	7845204,555	634131,977	811,548	TN18
19	7845193,522	634125,620	813,106	TN19
20	7845189,049	634123,600	813,489	TN20
21	7845182,018	634119,447	814,081	TN21
22	7845199,347	634129,583	812,140	TN22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Tabela 2 - Valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área rural 5HZ com rádio interno

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIÇÃO
1	7845178,462	634116,770	814,308	TN1
2	7845177,260	634120,453	814,030	TN2
3	7845175,997	634124,134	813,735	TN3
4	7845174,539	634131,832	813,029	TN4
5	7845174,187	634135,419	812,624	TN5
6	7845173,827	634138,854	812,336	TN6
7	7845172,723	634142,585	812,021	TN7
8	7845175,304	634143,897	811,834	TN8
9	7845178,129	634145,067	811,747	TN9
10	7845180,633	634145,920	811,325	TN10
11	7845183,453	634147,335	811,211	TN11
12	7845186,895	634144,611	811,312	TN12
13	7845190,134	634141,287	811,367	TN13
14	7845193,439	634137,809	811,543	TN14
15	7845196,944	634135,292	811,496	TN15
16	7845203,131	634137,482	810,952	TN16
17	7845204,656	634131,982	811,543	TN17
18	7845199,339	634129,595	812,140	TN18
19	7845193,520	634125,623	813,104	TN19
20	7845189,049	634123,600	813,480	TN20
21	7845185,658	634120,786	813,919	TN21
22	7845182,023	634119,469	814,078	TN22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Já na tabela 3 podemos observar a comparação do levantamento no modo RTK rádio interno de 5HZ e 1 HZ em área urbana.

Tabela 3 - Comparação do levantamento RTK Rádio interno de 5HZ e 1 HZ em área urbana.

NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
0,01	-0,108	-0,176
-0,071	0,213	0,342
-0,097	-0,015	0,117
-0,095000001	-0,083	-0,132
-0,097	0,048	-0,042
0,024	-0,009	-0,028
-0,145	0,325	0,291
-0,054	0,204	0,064
0,039	-0,001	-0,032
0,042	-0,107	-0,195
-0,223	-0,182	0,073
-0,025	-0,015	0,003
0,181000001	0,198	-0,069
-0,015	-0,095	0,088
-0,523999999	6,452	-0,247
0,417	-1,822	-0,039
-0,505	-4,092	-1,418
-0,588	0,251	-0,651
-0,040999999	0,038	0,112
0,058999999	-0,072	-0,159
-0,176	-0,675	-0,014
0,077000001	0,178	0,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

As tabelas 4 e 5 apresentam os valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área urbana no modo NTRIP para melhor compreensão do levantamento.

Tabela 4 - Valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área urbana no modo NTRIP em 1HZ.

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA(m)	DESCRIÇÃO
1	7.799.516,841	610.584,081	882,894	MD1
2	7.799.516,743	610.584,795	882,851	BM2
3	7.799.516,711	610.584,820	882,048	P3
4	7.799.523,727	610.585,309	882,296	MG4
5	7.799.523,247	610.586,096	882,961	BM5
6	7.799.523,329	610.586,142	882,228	P6
7	7.799.526,636	610.586,192	882,535	MG7
8	7.799.537,642	610.588,013	882,792	MC8
9	7.799.541,128	610.588,579	882,760	MG9
10	7.799.543,987	610.589,049	882,806	MG10
11	7.799.544,175	610.589,121	882,833	ME11
12	7.799.544,174	610.589,218	882,789	ME12
13	7.799.544,404	610.589,331	882,794	ME13
14	7.799.550,031	610.580,719	881,569	MD14
15	7.799.538,832	610.582,451	883,065	PO15
16	7.799.538,916	610.580,508	882,853	PO16
17	7.799.539,628	610.576,226	884,607	MC17
18	7.799.534,670	610.574,115	883,709	M18
19	7.799.535,583	610.570,002	883,433	M19
20	7.799.528,389	610.564,673	883,296	MQ20
21	7.799.526,912	610.559,521	883,137	MD21
22	7.799.521,453	610.559,226	881,374	MD22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Tabela 5 - Valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo na área urbana no modo NTRIP em 5HZ

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA(m)	DESCRIÇÃO
1	7.799.516,814	610.584,047	882,830	MD1
2	7.799.516,895	610.584,331	882,465	BM2
3	7.799.516,648	610.584,776	881,929	P3
4	7.799.523,723	610.585,294	882,244	MG4
5	7.799.523,272	610.586,071	882,888	BM5
6	7.799.523,331	610.586,096	882,172	P6
7	7.799.526,706	610.585,908	882,206	MG7
8	7.799.537,615	610.588,010	882,738	MC8
9	7.799.541,085	610.588,607	882,756	MG9
10	7.799.543,955	610.589,018	882,603	MG10
11	7.799.544,138	610.589,118	882,675	ME11

12	7.799.544,178	610.589,279	882,766	ME12
13	7.799.544,368	610.589,353	882,766	ME13
14	7.799.550,028	610.580,734	881,568	MD14
15	7.799.538,889	610.582,487	883,368	PO15
16	7.799.539,672	610.580,998	885,096	PO16
17	7.799.539,376	610.576,210	883,302	MC17
18	7.799.534,754	610.574,179	884,081	M18
19	7.799.535,597	610.569,987	883,352	M19
20	7.799.528,355	610.564,681	883,225	MQ20
21	7.799.526,882	610.559,544	883,109	MD21
22	7.799.521,627	610.559,447	882,556	MD22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na tabela 6 podemos observar a comparação do levantamento NTRIP de 5HZ E 1 HZ em área urbana.

Tabela 6 - Comparação do levantamento NTRIP De 5HZ 1 IHZ em área urbana

NORTE (m)	ESTE(m)	COTA(m)
-0,152	0,464	0,386
0,063	0,044	0,119
0,004	0,015	0,052
-0,024999999	0,025	0,073
-0,002	0,046	0,056
-0,07	0,284	0,329
0,027	0,003	0,054
0,043	-0,028	0,004
0,032	0,031	0,203
0,037	0,003	0,158
-0,004000001	-0,061	0,023
0,036	-0,022	0,028
0,003	-0,015	0,001
-0,057	-0,036	-0,303
-0,756	-0,49	-2,243
0,251999999	0,016	1,305
-0,084	-0,064	-0,372
-0,014	0,015	0,081
0,034	-0,008	0,071
0,029999999	-0,023	0,028
-0,174000001	-0,221	-1,182

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na imagem 1, observamos que não foi possível encontrar base para fazer o levantamento RTK via NTRIP, não foi encontrado base para se fazer o levantamento, a mais próxima se encontrava aproximadamente 54km, ou seja,

não foi possível fixar o ponto. O recomendado é o RTK rádio interno e externo, pois no rádio interno consegue-se trabalhar até uma proximidade de 2km.

Imagem 1 - Distância das bases particulares da CPE net.

Base ▲	Distância(m) ▲
STLG	54374.436
ITAB	55823.401
BARAO	57530.839
CMDE	58848.984
CPE2	59328.597

Fonte: CPE net.

A tabela 7 apresenta os valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo pelo método RTK rádio interno e externo em 1H.

Tabela 7 - Pontos coletados em campo pelo método RTK rádio interno e externo em 1HZ

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIÇÃO
1	7799516,781	610584,291	887,851	MD
2	7799516,674	610584,779	887,516	BM
3	7799516,722	610584,841	886,597	P
4	7799523,678	610585,921	887,676	MG
5	7799523,362	610586,087	887,689	BM2

Tabela 7 - Pontos coletados em campo pelo método RTK rádio interno e externo em 1HZ

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIÇÃO
6	7799523,333	610586,158	886,896	P2
7	7799526,715	610585,955	886,950	MG2
8	7799537,619	610588,090	887,619	MC
9	7799541,120	610588,616	887,500	MG3
10	7799543,943	610589,111	887,652	MG4
11	7799544,383	610589,347	887,457	ME
12	7799544,195	610589,274	887,488	ME2
13	7799544,168	610589,156	887,536	ME3
14	7799550,015	610580,804	886,072	MD2
15	7799539,515	610576,023	888,316	MC2
16	7799538,868	610582,382	888,246	PO
17	7799539,912	610580,297	889,438	PO1
18	7799535,236	610574,017	888,964	M
19	7799535,606	610570,003	888,031	M1
20	7799528,389	610564,706	887,949	MQ
21	7799527,106	610560,296	887,847	MD5
22	7799521,606	610559,496	887,775	MD6

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A tabela 8 apresenta os valores das coordenadas de alguns pontos coletados em campo pelo método RTK rádio interno e externo em 5HZ.

Tabela 8 - Pontos coletados em campo pelo método RTK rádio interno e externo em 5HZ

Nº	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIÇÃO
1	7799516,791	610584,183	887,675	MD1
2	7799516,603	610584,992	887,858	BM2
3	7799516,625	610584,826	886,714	P3
4	7799523,583	610585,838	887,544	MG4
5	7799523,265	610586,135	887,647	BM5
6	7799523,357	610586,149	886,868	P6
7	7799526,570	610586,280	887,241	MG7
8	7799537,565	610588,294	887,683	MC8
9	7799541,159	610588,615	887,468	MG9
10	7799543,985	610589,004	887,457	MG10
11	7799544,160	610589,165	887,530	ME11
12	7799544,170	610589,259	887,491	ME12
13	7799544,349	610589,354	887,467	ME13
14	7799550,000	610580,709	886,160	MD14
15	7799538,991	610582,475	888,069	PO15
16	7799539,285	610580,560	888,207	PO16
17	7799539,407	610576,205	888,020	MC17

18	7799534,648	610574,268	888,313	M18
19	7799535,565	610570,041	888,143	M19
20	7799528,448	610564,634	887,790	MQ20
21	7799526,930	610559,621	887,833	MD21
22	7799521,683	610559,674	888,205	MD22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Tabela 9 - Comparação do levantamento de rádio interno de 5HZ e 1 HZ em área urbana

NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
-0,071	0,213	0,342
-0,097	-0,015	0,117
-0,095000001	-0,083	-0,132
-0,097	0,048	-0,042
0,024	-0,009	-0,028
-0,145	0,325	0,291
-0,054	0,204	0,064
0,039	-0,001	-0,032
0,042	-0,107	-0,195
-0,223	-0,182	0,073
-0,025	-0,015	0,003
0,181000001	0,198	-0,069
-0,015	-0,095	0,088
-0,523999999	6,452	-0,247
0,417	-1,822	-0,039
-0,505	-4,092	-1,418
-0,588	0,251	-0,651
-0,040999999	0,038	0,112
0,058999999	-0,072	-0,159
-0,176	-0,675	-0,014
0,077000001	0,178	0,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Nas tabelas 3,6 e 9, observa-se comparações feitas nas frequências de 1HZ e 5HZ. Quando se trabalha na frequência de 5HZ, busca-se 5 pontos por segundo, destes 5 pontos tira-se uma média dos mesmo que ele coleta, tendo uma melhor precisão. Já na frequência de 1 Hz a média é feita de 1 ponto por segundo que diminui sua acurácia gerando diferença no trabalho em centímetros e conforme sua localização ele fica menos preciso.

Conforme a tabela 10, observamos o tempo estimado do levantamento urbano e rural via RTK rádio interno e externo e RTK via NTRIP. Durante a sua execução

observou-se que a solução de todos os pontos rastreados se caracterizou como solução fixa, ou seja, ocorreu a comunicação com a base de referência.

TABELA 10 - Comparação do tempo estimado urbano e rural RTK rádio interno e externo e RTK via NTRIP.

Rover tempo 1 hora	Início	Fim	Minuto	Modo	Data
Rover RTK Rádio I	15H30	15h44	12 min.	Rádio	20/03/22
Rover RTK NTRIP			NF	NTRIP	20/03/22
Rover Urbano RTK rádio I	17H07	17H41	34	Rádio	19/03/22
Rover Urbano NTRIP	17H58	18H15	15	NTRIP	19/03/22
Rover tempo 5hrs					
Rover Urbano RTK rádio I	15H48	16H04		RÁDIO	20/03/22
Rover RTK NTRIP			NF	NTRIP	20/03/22
Rover Urbano RTK rádio I	17h44	17h55	11	Rádio	19/03/22
Rover Urbano NTRIP	18h17	18h25	8	NTRIP	19/03/22
Base tempo	Início	Fim	Tempo	Modo	Data
Base Rádio I	13h21	17h48	4h27	Rádio	20/03/22
Base urbano rádio I	13h23	17h55	4h32	Rádio	19/03/22

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

4.1 Demonstração da eficácia de cada receptor na área urbana e na área rural

Na área urbana o modo RTK rádio interno de 1HZ e 5HZ, apresentou um bom detalhamento de dados, porém o multicaminhamento da região fez com que o serviço temporizasse, pois o ponto oscilou ficando flutuante não obtendo naquele momento os pontos desejados. A base também é um fator, pois ela tem que ficar no mínimo por 4hrs no ponto para ser corrigida, não pode ser removida e nem em terreno solto, deve-se fazer um marco no ponto, aterrado ou concretado ficando ali por anos sem movimento na terra. Contudo o trabalho fica mais lento e mais caro, pois se trabalha com dois aparelhos receptores GNSS, sendo um base e outro Rover.

Já o RTK NTRIP em área urbana foi bem eficaz, processado todo no mesmo dia, a base que fez a correção é fixa. Este método é bem eficiente, dispôs apenas de um receptor GNSS, ou seja, equipe reduzida com grande produtividade. Este método é bem preciso, ele fica menos eficaz quando se trabalha em uma distância maior, ele pode trabalhar até uma distância de 50 km, tendo como erro total 6 cm quando trabalhado a 50km, o que pode ser uma desvantagem, mas ele é calculado a cada 10 km 1 cm de erro, então por isso ele chega a 6 cm com 50 km, é calculado 1 partido por milhão mais 1 cm de erro de cálculo.

Na área Rural o rádio interno foi bastante eficaz, pois em área urbana há muito multicaminhamento e na área rural ele diminuiu, fazendo com que o método rádio RTK interno funcionasse muito bem, mesmo tendo um tempo maior de serviço, obteve-se um resultado bem preciso.

Não foi possível obter resultados com o método RTK NTRIP na área rural, não foi encontrado base para se fazer o levantamento, a mais próxima se encontrava aproximadamente 54km, ou seja, não foi possível fixar o ponto. O recomendado é o RTK rádio interno e externo, pois a diferença é a frequência, no caso do rádio externo pode-se trabalhar até 14km de sua base, já no rádio interno consegue-se trabalhar até uma proximidade de 6km, o que afronta com a afirmação de Lenz (2004) diz que não há desvantagens explícitas na utilização do protocolo NTRIP como uma alternativa aos métodos mais tradicionalmente aceitos de obtenção de correções em tempo real,

4.2 Compreender os diferentes métodos de posicionamento com as tecnologias RTK e NTRIP

O conceito de posicionamento RTK (*Real Time Kinematics*), é baseado na transmissão instantânea de dados de correção de sinal de satélite de um receptor montado em um vértice de referência para um receptor através de vértice de interesse. Desta forma, pode-se conhecer as coordenadas do vértice médio em tempo real, além disso o posicionamento RTK pode ser feito usando métodos tradicionais ou em rede.

A operação RTK consiste basicamente em um dos receptores GNSS com rádios internos e externos que formam um link e “conversam” em campo. O receptor base, que fica estático (parado) em uma coordenada conhecida, envia correção do posicionamento via rádio para o receptor Móvel (ou Rover) que normalmente, é instalado em um bastão e obtém a fixação da ambiguidade após uma série de algoritmos e cálculos, baseados no princípio da triangulação/trilateração.

O fator limitante no uso de sistemas RTK é semelhante ao alcance de transmissão das ondas de rádio, e o terreno da área que está sendo medida.

Na rede central, em vez de apenas uma estação de referência, várias estações de monitoramento RT são conectadas a um servidor central qual os dados de

correção são distribuídos aos receptores móveis via internet. Além disso o IBGE disponibiliza gratuitamente um serviço de rede RTK, que fornece dados de correção sobre internet. A limitação de rede RTK é a disponibilidade de serviços de celular na área de trabalho, situação comum na zona rural do Brasil.

Já O NTRIP é uma tecnologia de transmissão de dados GNSS que usa o protocolo TCP-IP para dados receptores GNSS para operar no modo RTK (Real Time Kinematic) em tempo real. Neste caso, o telefone funciona como uma espécie de roteador, os dados são acessados através de um receptor GNSS conectado a uma rede móvel, no qual ao ser baixado, esses dados são imprescindíveis para o para o posicionamento em RTK. Normalmente esses receptores GNSS acessam a rede por meio de uma conexão de celular ou modem GPRS. Nesse caso não são necessários dois receptores GNSS, apenas um receptor que será o Rover. A base será o receptor fixo da RBMC.

Existem variadas vantagens ao se utilizar essa tecnologia, como: Custo reduzido, pois ao utilizar o NTRIP, há a necessidade de aquisição de apenas um receptor GNSS para execução dos trabalhos, ou seja, equipe reduzida com grande produtividade. Os dados só são transmitidos ao usuário sob demanda, apenas quando solicitados diminuindo o custo de comunicação com pacote de dados de internet.

4.3 Equipamento utilizado

Para o levantamento das coordenadas dos pontos, tanto no método RTK rádio interno e externo quanto no método RTK / NTRIP foi utilizado o mesmo receptor GNSS i50 que integra tecnologias de posicionamento e comunicação em uma unidade robusta projetada para fornecer flexibilidade de trabalho. O receptor traz velocidade e precisão em uma solução GNSS fácil de usar para completar seus projetos de levantamento e construção de forma eficiente. Combinado com o software de campo CHCNAV LandStar e controlador Android o i50 é a solução de levantamento perfeita para tarefas de posicionamento topográfico e de construção.

- 624 canais

- Sinais rastreados: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, SBAS, QZSS
- Rádio interno de 2w
- Modem 4G integrado

Imagem 2 – Receptor GNSS i50 usado para o levantamento das coordenadas dos pontos



Fonte: CPE Tecnologia

Para a coleta dos dados RTK rádio interno e externo e RTK NTRIP foi utilizado a coletora i50, sendo necessário seguir uma sequência de configuração para acessar a rede RTK rádio interno:

Inicialmente deve-se conectar no receptor de Base, a seguir clicou-se na aba Configurar>Conectar para conectar no receptor de Base. Para conectar o

Receptor > *Fabricante: CHC* > *Tipo conexão: Bluetooth* > *Bluetooth*: clique em no Select Bluetooth (Imagem 3).

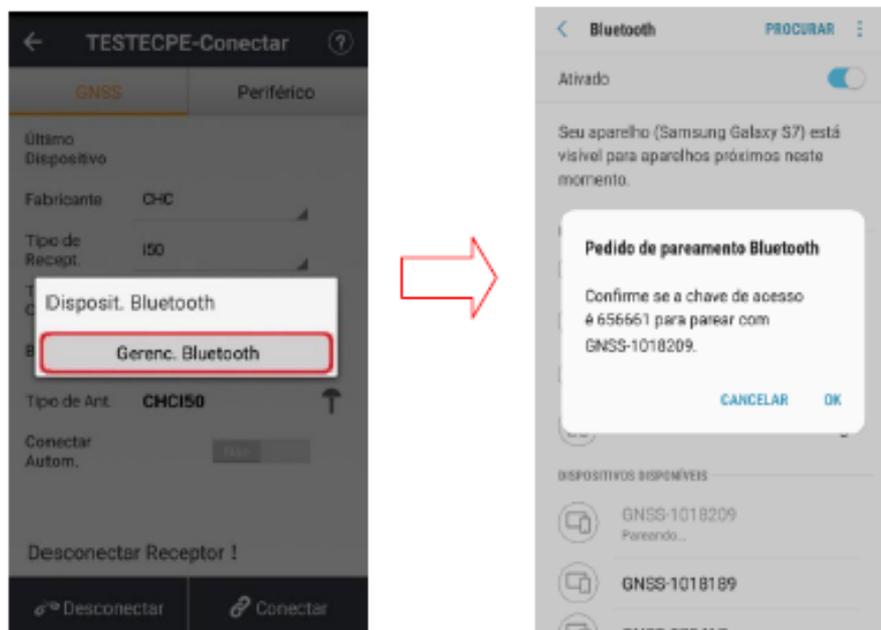
Imagem 3 - Como conectar o receptor de Base RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Clique em Gerenc Bluetooth e depois selecione o receptor desejado, clique em OK para poder parear com o receptor (Imagem 4).

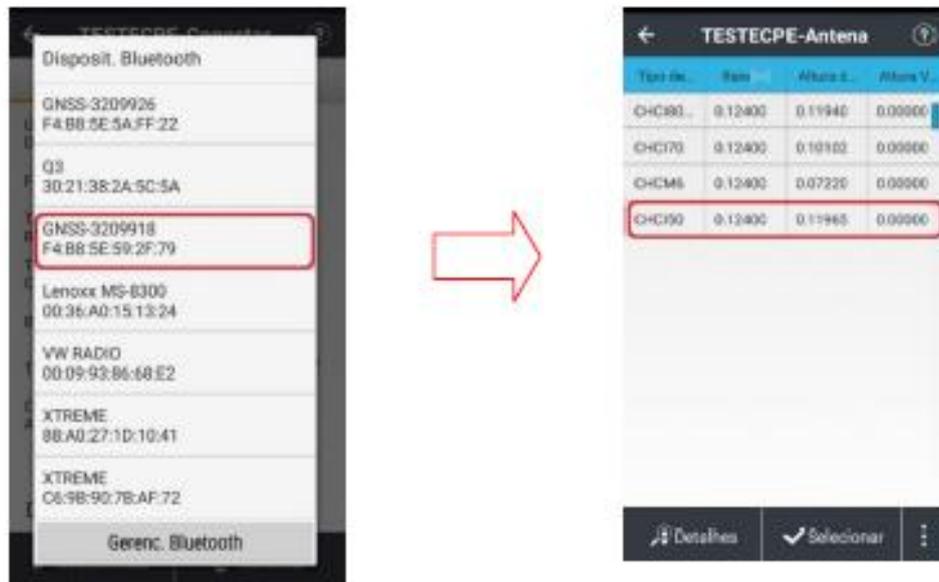
Imagem 4 - Configuração para parear o aparelho com o receptor RTK rádio Interno



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Após parear com o receptor LandStar, selecione o receptor, depois selecione o modelo CHC I50 NONE, em seguida clique em Select (Imagem 5).

Imagem 5 - Como parear o receptor LandStar do RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Ao retornar para tela, clique em Conectar para conectar com o receptor, depois clique em Modo Trab. para configurar o receptor. (Imagem 6).

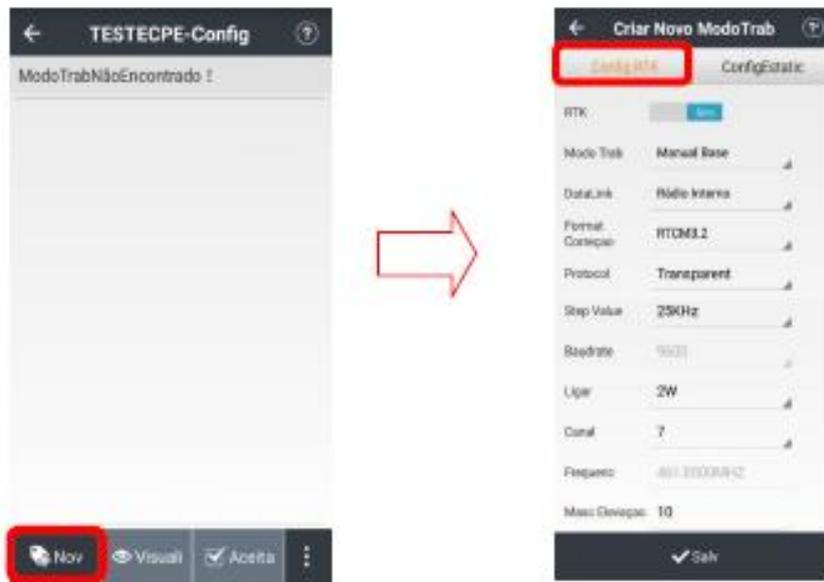
Imagem 6 - Como conectar e configurar o receptor RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

O próximo passo é clicar em *Nov.* e - Na aba *Config RTK*, insira as informações e depois de configurado, clique na aba *Config. Estático* (Imagem 7).

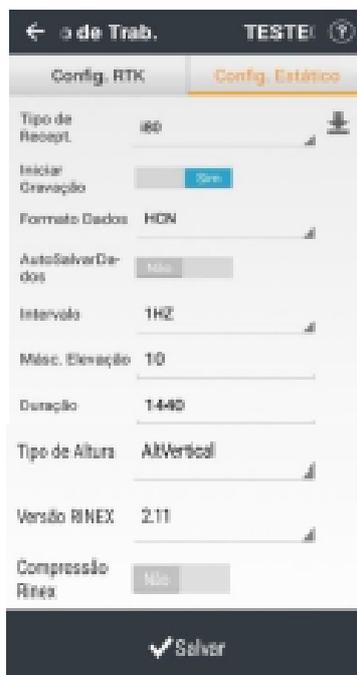
Imagem 7 - Como configurar RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Agora, configure conforme o indicado, em seguida clique em salvar (Imagem 8).

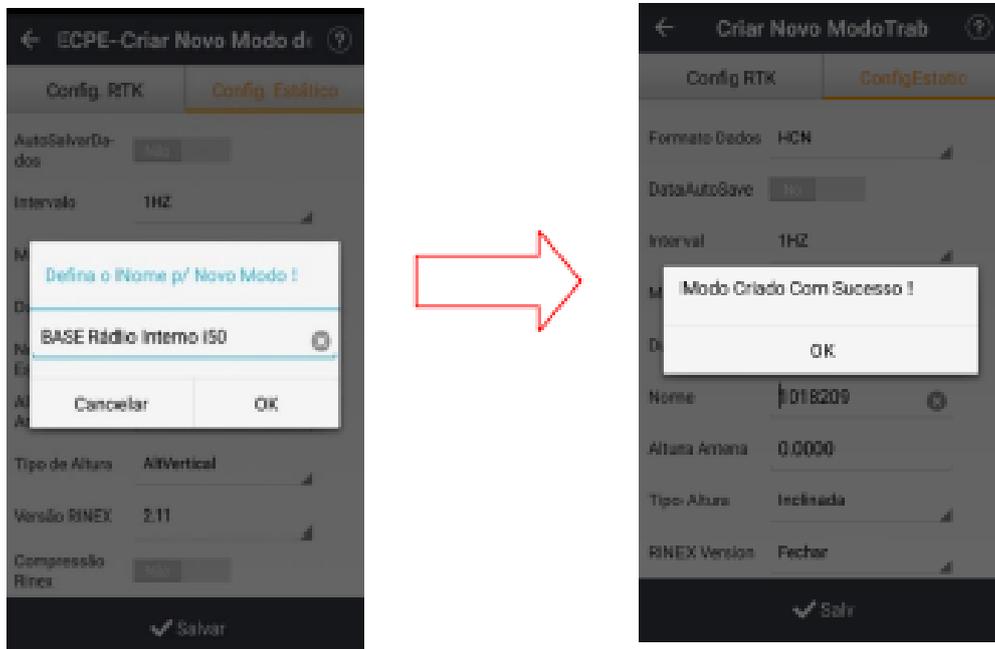
Imagem 8 - Como configurar RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada do equipamento HCE320-CHC.

A seguir dê um nome para o modo de trabalho: Base Rádio Interno i50 e em seguida clique em ok, depois clique em OK novamente. (Imagem 9).

Imagem 9- Criando novo modo de trabalho RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada do equipamento HCE320-CHC.

Para configurar o rover, primeiramente vamos conectar com o receptor. Depois vá na tela configurar e clique em Conectar para comunicar com o rover (Imagem 10).

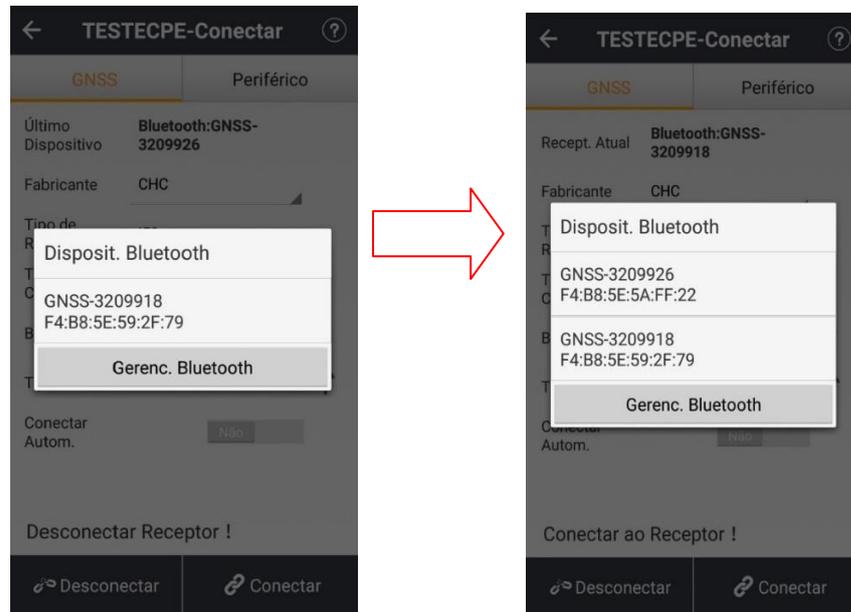
Imagem 10 - Configuração do rover RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada do equipamento HCE320-CHC.

Como ainda não parou com o rover, o número de série dele não estará disponível na lista. Para parar com o receptor, clique em Gerenc Bluetooth, depois de ter parado com o receptor, volte para o programa LandStar e selecione o receptor (Imagem 11).

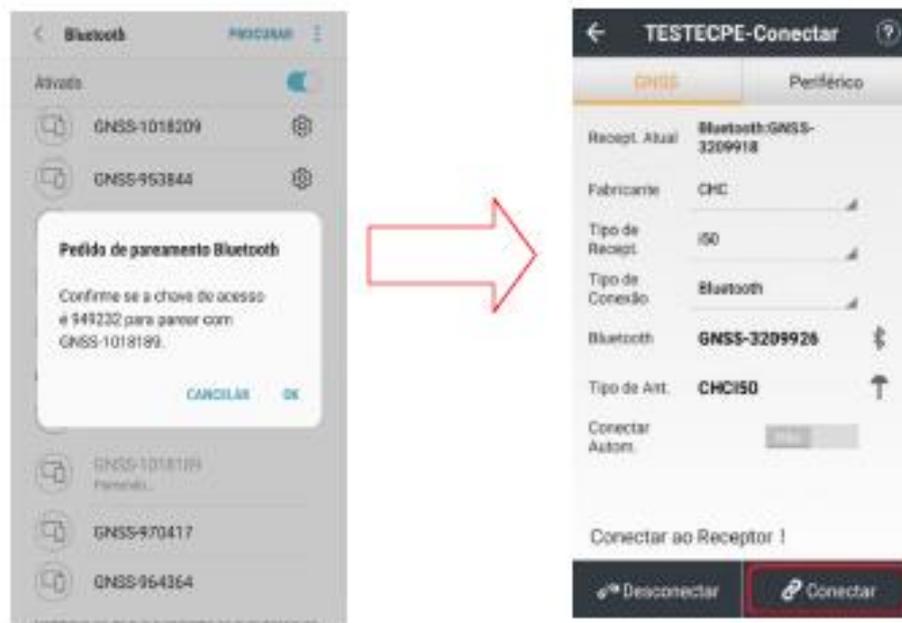
Imagem 11 - Como parer com o rover RTK rádio Interno



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC..

Agora, selecione o receptor desejado e clique em *OK* para poder parer com o receptor, ao retornar para tela, clique em *Conect* para conectar com o receptor. (Imagem 12).

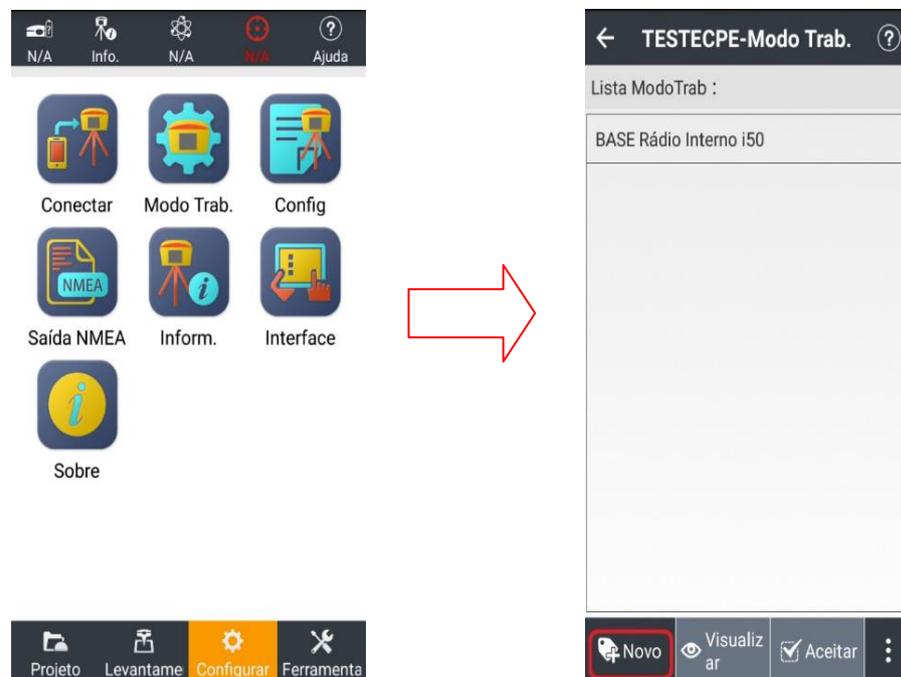
Imagem 12 - Como parrear com o rover RTK rádio Interno



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Agora é só clicar em *Modo Trab*, para configurar o receptor e depois click em *Nov.* (Imagem 13).

Imagem 13 - Configuração do receptor RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Na aba Config RTK, insira as informações e depois de configurado, clique em Salv. (Imagem14).

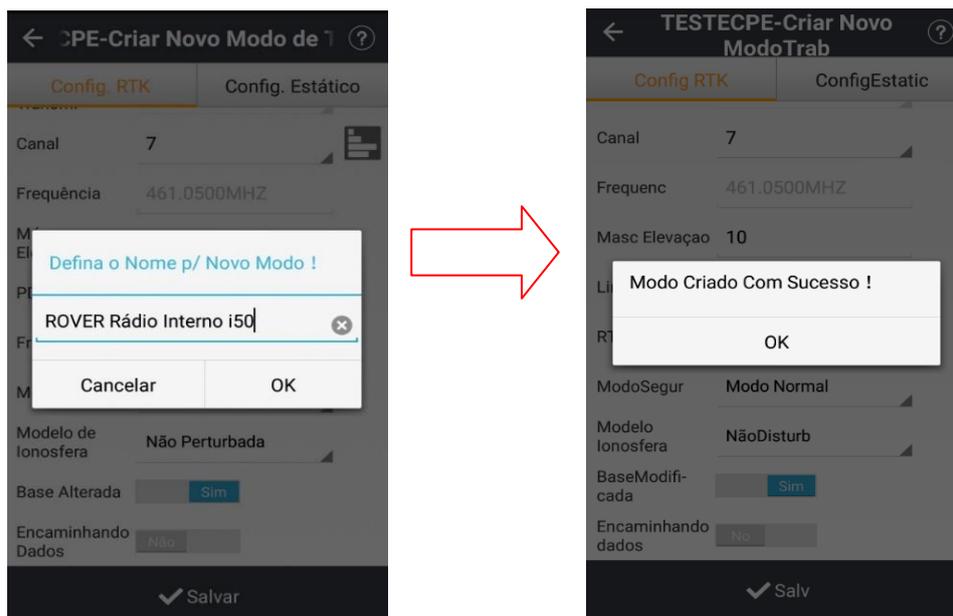
Imagem 14 - Configuração do receptor RTK rádio Interno



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Para finalizar, dê um nome para o modo de trabalho: *ROVER Rádio Interno i50* e em seguida clique em *OK*, e depois clique em *OK* novamente. Configuração de Rádio Interno pronta (Imagem 15).

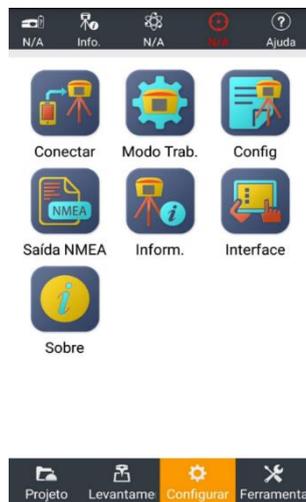
Imagem 15 - Finalização da configuração do rover RTK rádio Interno.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Agora vamos aprender a configurar o Rádio externo: Primeiramente, iremos conectar no receptor de Base, depois clique na aba “Configurar” e selecione a opção “Conectar”, para conectarmos no receptor de Base (Imagem 16).

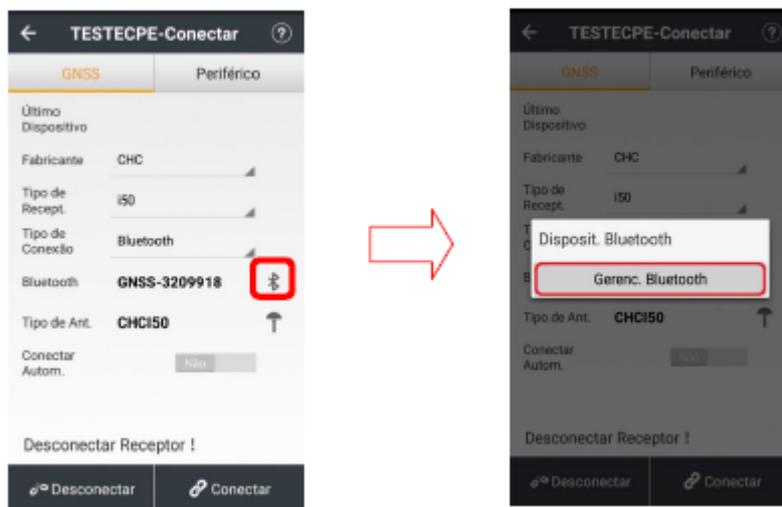
Imagem 16 - Como conectar o receptor de Base RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Para conectar no receptor > Fabricante: CHC > TipoDisposit: I50 > Tipo conexão: Bluetooth > Bluetooth: clique em  no Select, depois clique em Gerenc Bluetooth (Imagem 17).

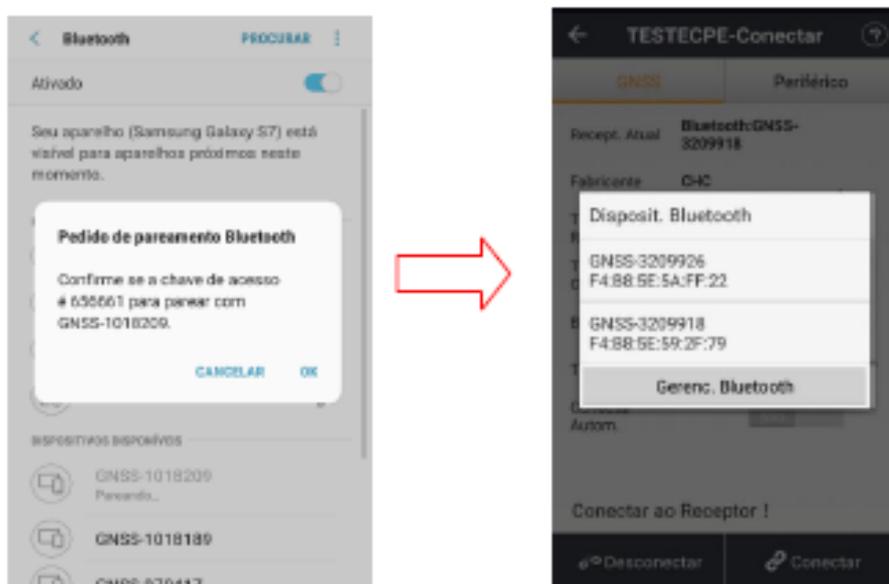
Imagem 17 - Como conectar RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Agora, selecione o receptor desejado e depois clique em OK para poder parear com o receptor, depois de ter pareado com o receptor, volte para o programa LandStar e selecione o receptor (Imagem 18).

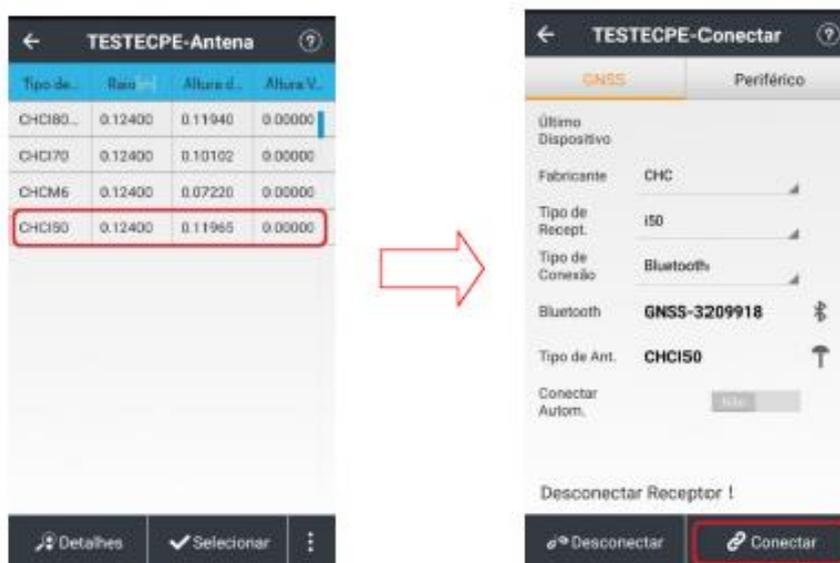
Imagem 18 - Como parear RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

O próximo passo é selecionar o modelo do receptor CHC I50 NONE e em seguida clique em Select e ao retornar para tela, clique em Conect para conectar com o receptor (Imagem 19).

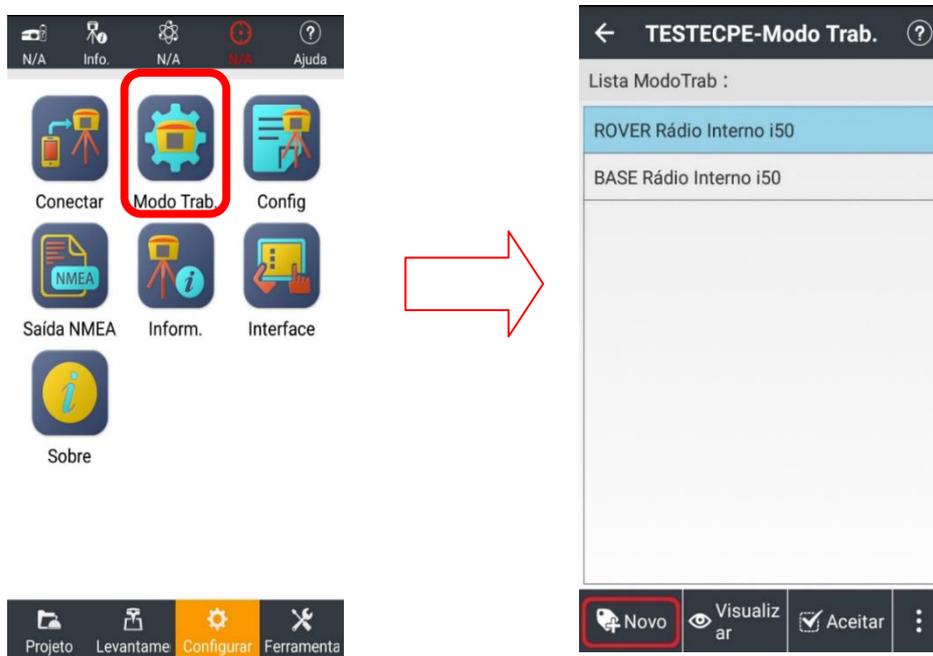
Imagem 19 - Como conectar RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Clique em Modo Trab. para configurar o receptor e depois clique em Nov. (Imagem 20).

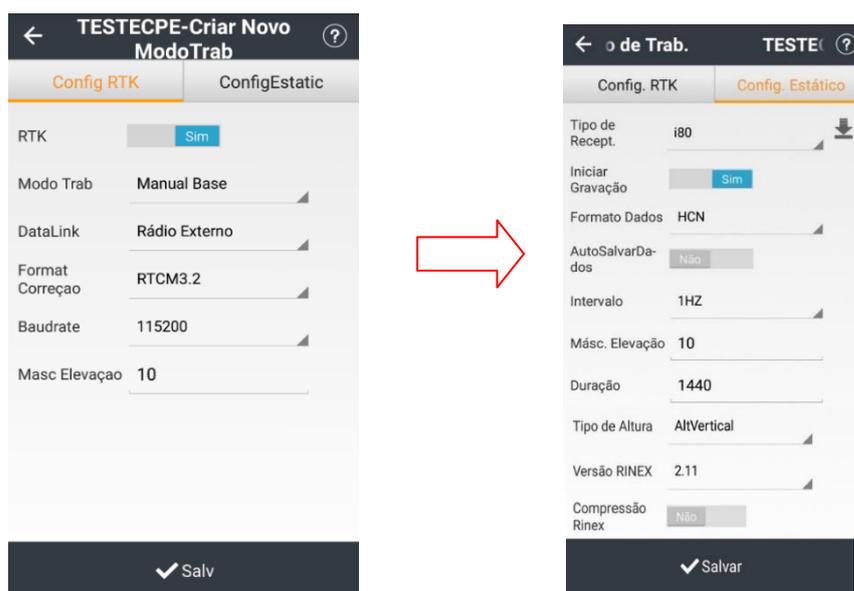
Imagem 20 - Como conectar RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Na aba Config RTK, insira as informações, depois de configurado, clique na aba Config. Estático. e configure conforme indicado, em seguida clique em Salvar (Imagem 21).

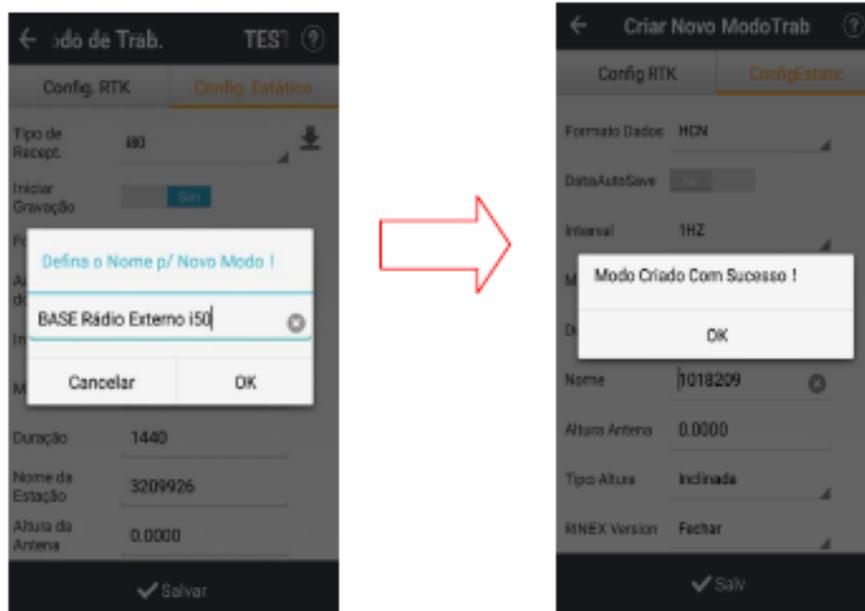
Imagem 21 - Como configurar RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Agora, dê um nome para o modo de trabalho: BASE Rádio Externo, depois clique em OK e i50, em seguida clique em OK novamente (Imagem 22).

Imagem 22 - Nomeando modo de trabalho RTK rádio externo



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Para configurar o rover, vamos conectar com o receptor, depois vá em Configurar e clique em Conectar para comunicar com o rover. Como ainda não pareamos com o rover, o número de série dele não estará disponível na lista. Para parear com o receptor, clique em Gerenc. Bluetooth (Imagem 23).

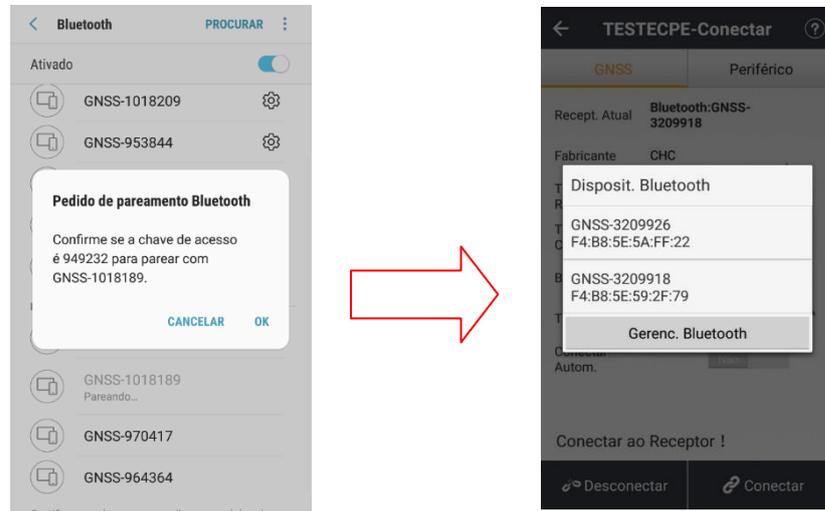
Imagem 23 - Como configurar o rover e parear o receptor RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Selecione o receptor desejado e clique em OK para poder parear com o receptor, depois de ter pareado com o receptor, volte para o programa LandStar e selecione o receptor (Imagem 24).

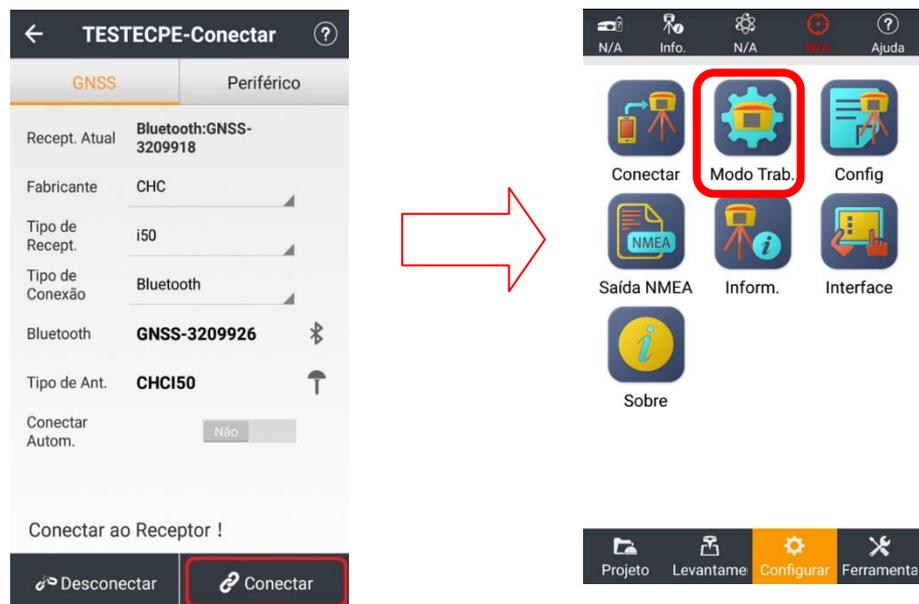
Imagem 24 - Como parear o receptor RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Ao retornar para tela, clique em Conect para conectar com o receptor, depois clique em Modo Trab. para configurar o receptor (Imagem 25).

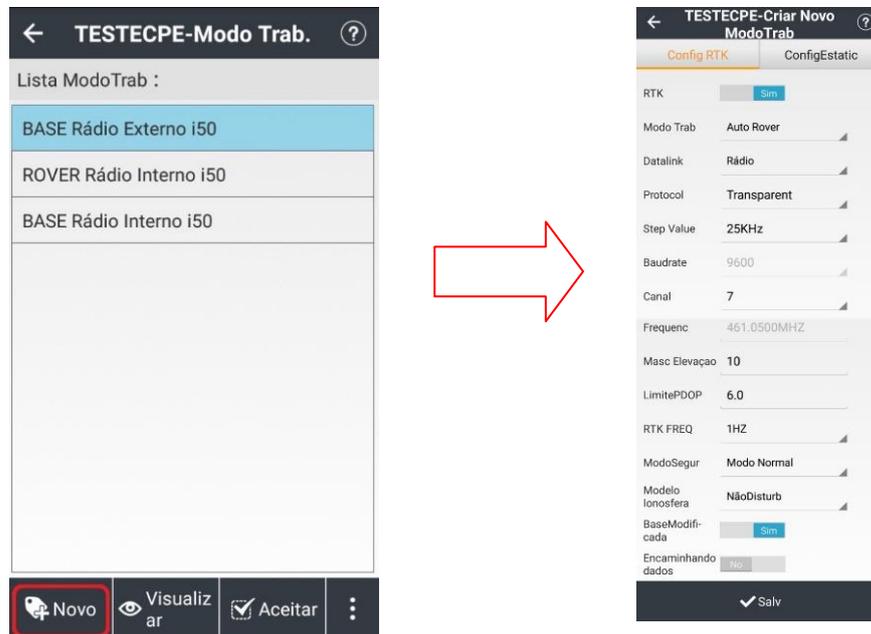
Imagem 25 - Como conectar e configurar com receptor RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Clique em Novo, em seguida na aba Config RTK, insira as informações conforme e depois de configurado, clique em Salv. (Imagem 26).

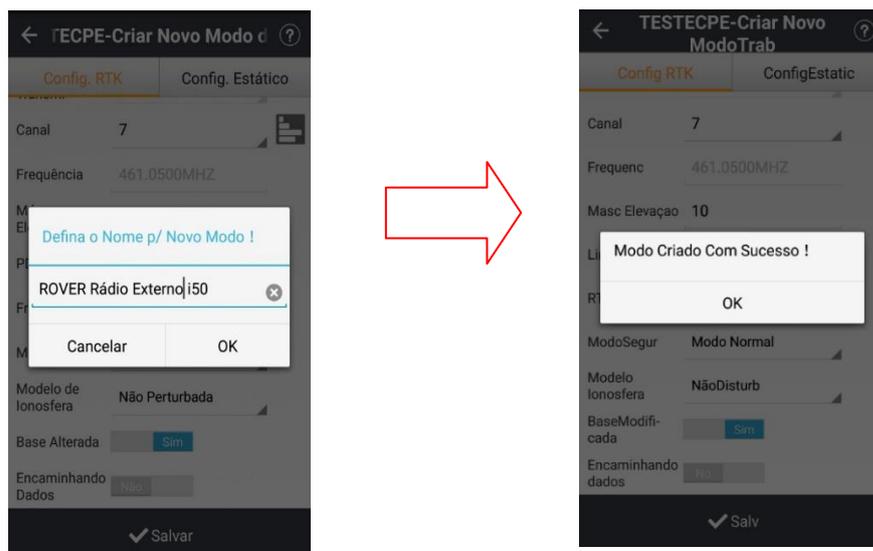
Imagem 26 - Como configurar RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Dê um nome para o modo de trabalho: *ROVER Rádio Externo i50*, em seguida clique em *OK* e clique em *OK* novamente. Configuração de Rádio externo finalizado (Imagem 27).

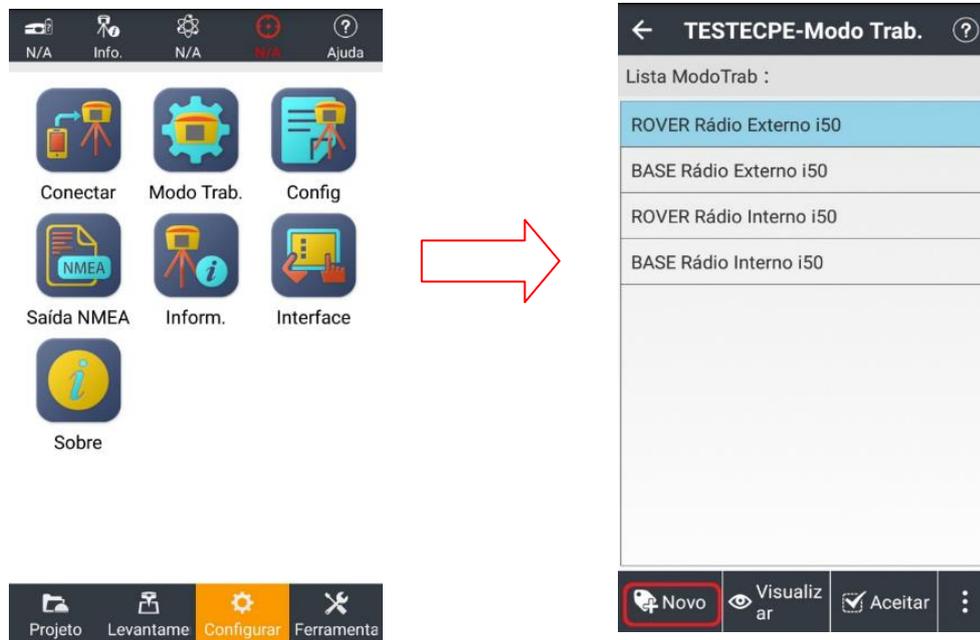
Imagem 27 - Configuração final de RTK rádio externo



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Por fim, vamos aprender a configurar o RTK NTRIP, no primeiro momento clique na aba “Configurar” e selecione a opção Modo Trab. para iniciarmos a configuração, depois clique em Novo (Imagem 28).

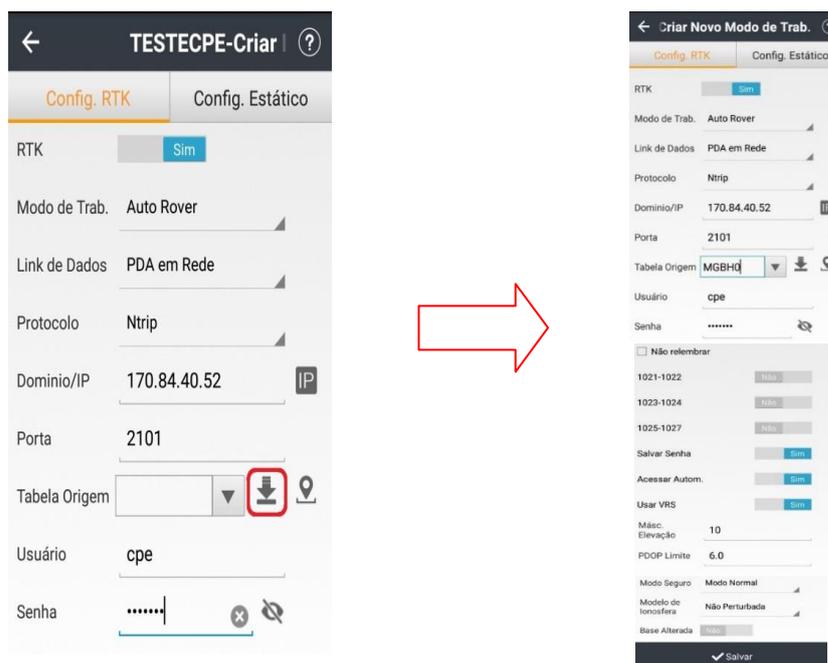
Imagem 28 - Configuração final de RTK rádio externo.



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Na aba Config RTK é a hora de configurar a internet e a rede NTRIP. >RTK: Sim> Modo Trab: Auto Rover> Datalink: PDA em Rede> Protocol: Ntrip>Dominio/IP: 170.84.40.52> Port: 2101> Usuário: Usuário do Cadastro no site do IBGE> Senha: Senha do Cadastro no site do IBGE. Em seguida, clique em  para atualizar as bases, depois clique no ícone e selecione a base desejada, clique em Salvar (Imagem 29).

Imagem 29 - Como conectar RTK NTRIP



Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

Dê um nome para o modo de trabalho: NTRIP e em seguida clique em OK. Pronto, Ntrip configurado (Imagem 30).

Imagem 30 - Configuração final do RTK NTRIP.

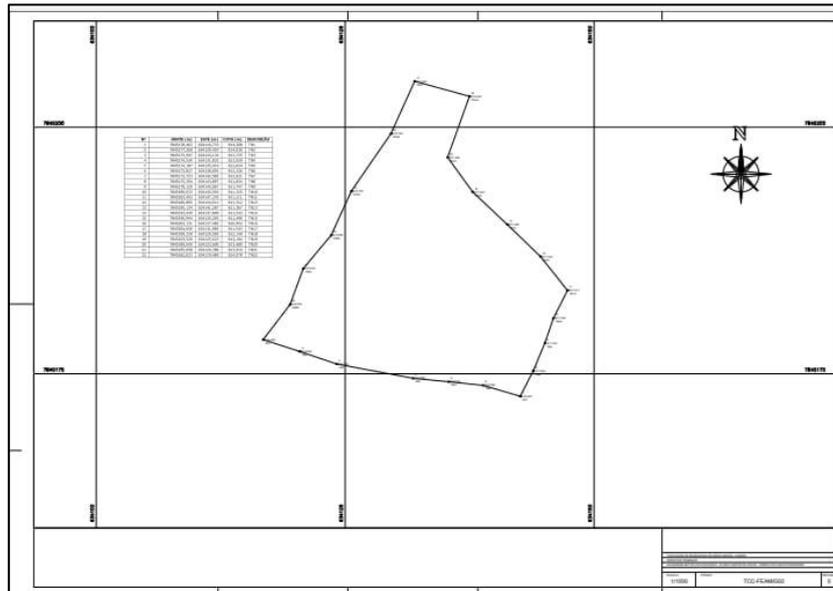


Fonte: Tela da coletora utilizada HCE320-CHC.

4.4 Comparativo de cada levantamento topográfico realizado

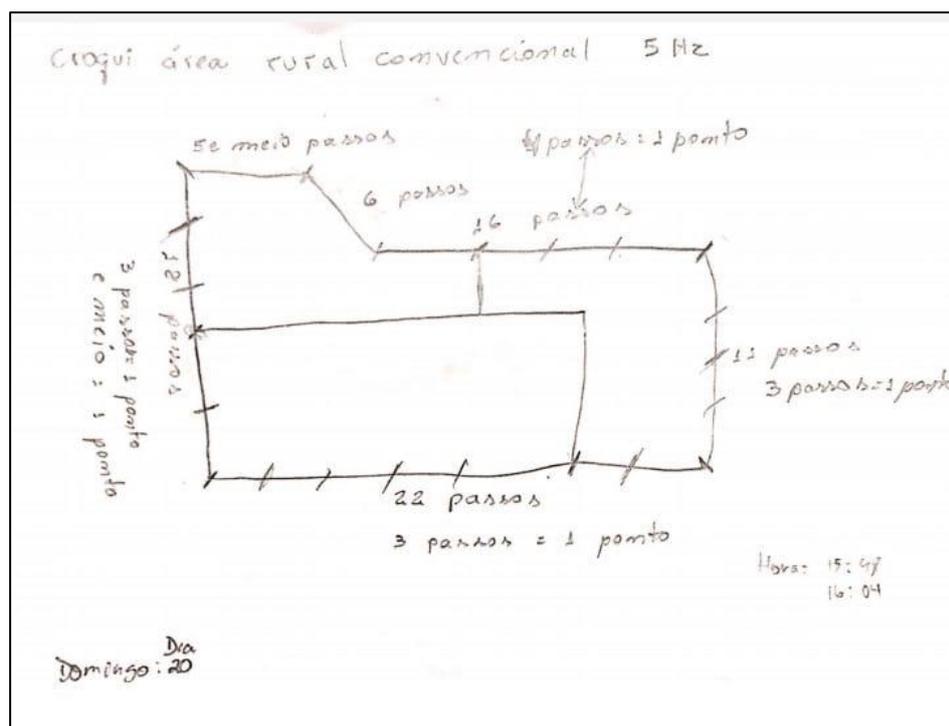
Nas imagens 31 a 44, contém levantamento em plantas dos projetos em modo RTK rádio interno e externo e RTK NTRIP na área urbana e rural, realizados para comparação dos dados colhidos em campos e processados para mostrar a precisão dos serviços.

Imagem 33 - Levantamento da área Rural RTK interno em 5HZ para verificar as seguintes comparações: tempo, valor e eficácia das precisões.



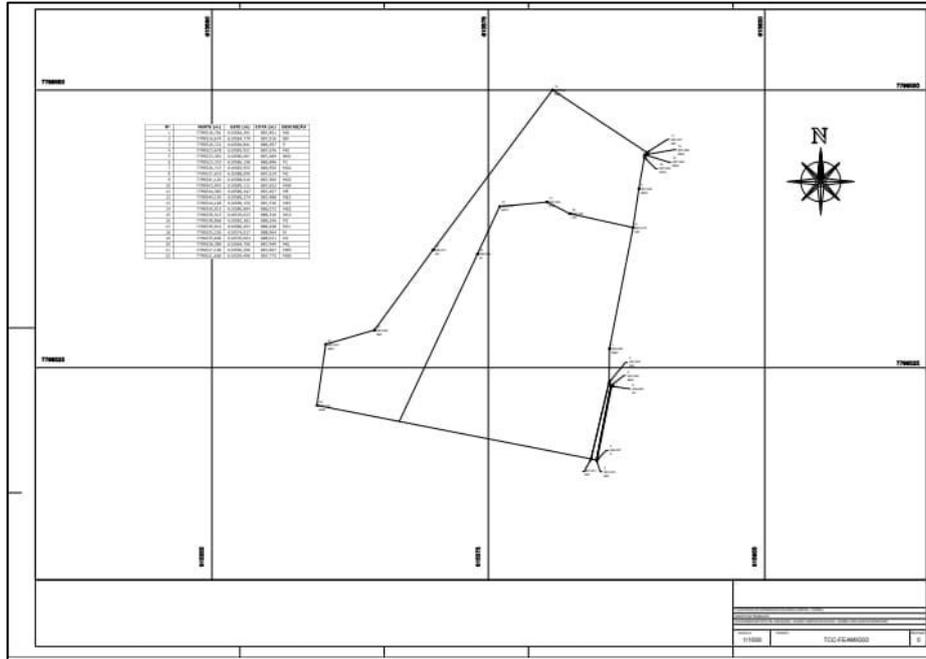
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 34 - Croqui da área rural Convencional 5HZ no método RTK interno



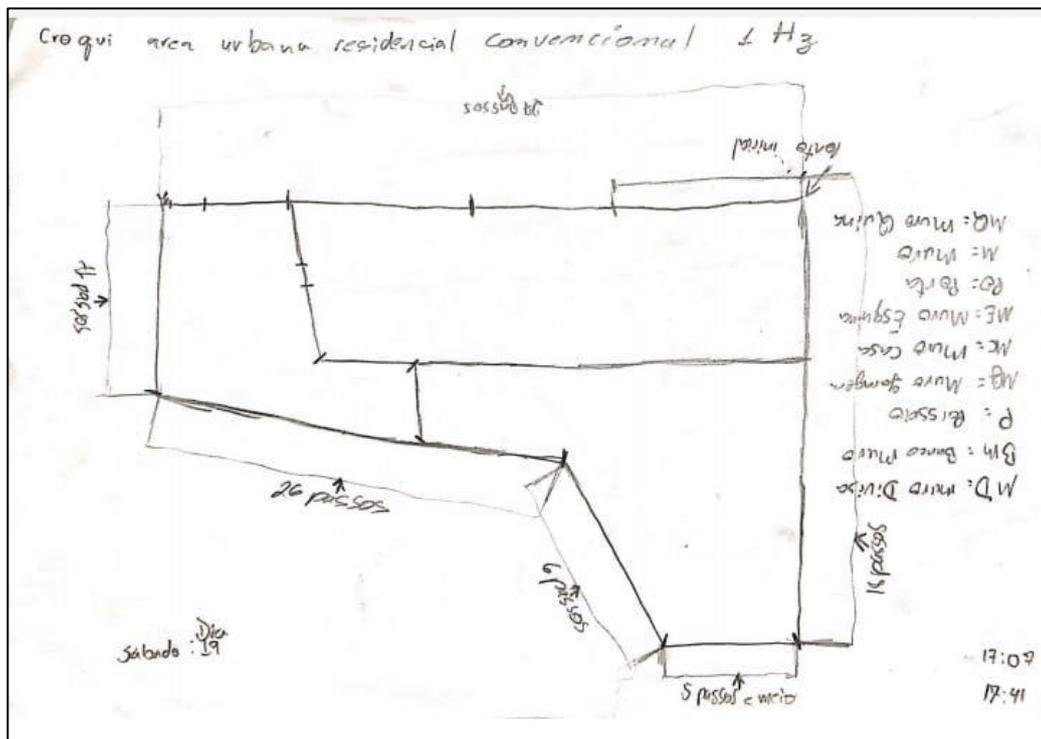
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 35 - Levantamento Rádio da área Urbana RTK externo em 1HZ para verificar as seguintes comparações: Tempo, valor e eficácia das precisões



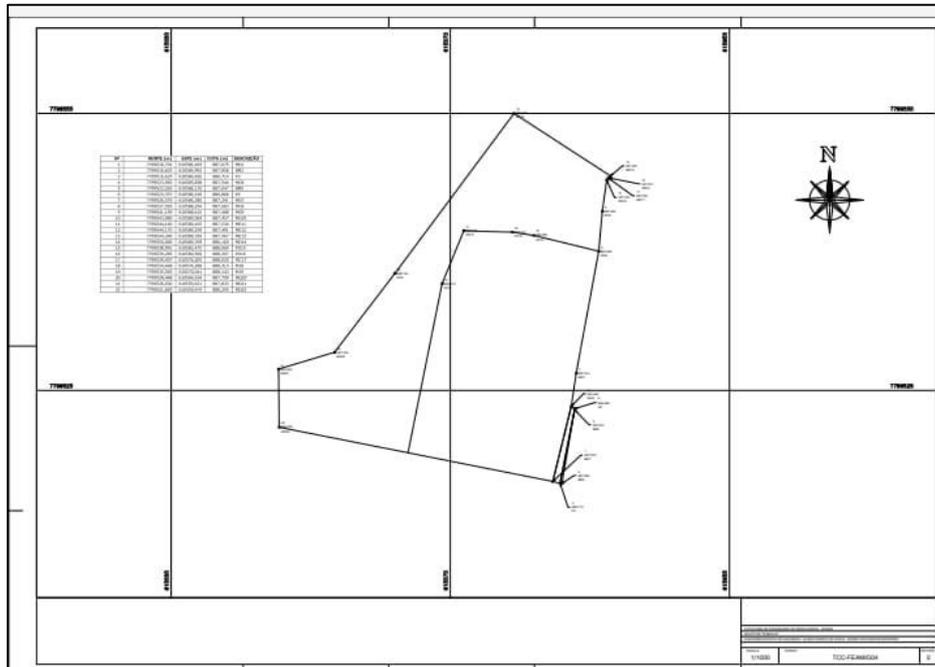
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 36 - Croqui da área urbana residencial Convencional no método RTK externo 1HZ



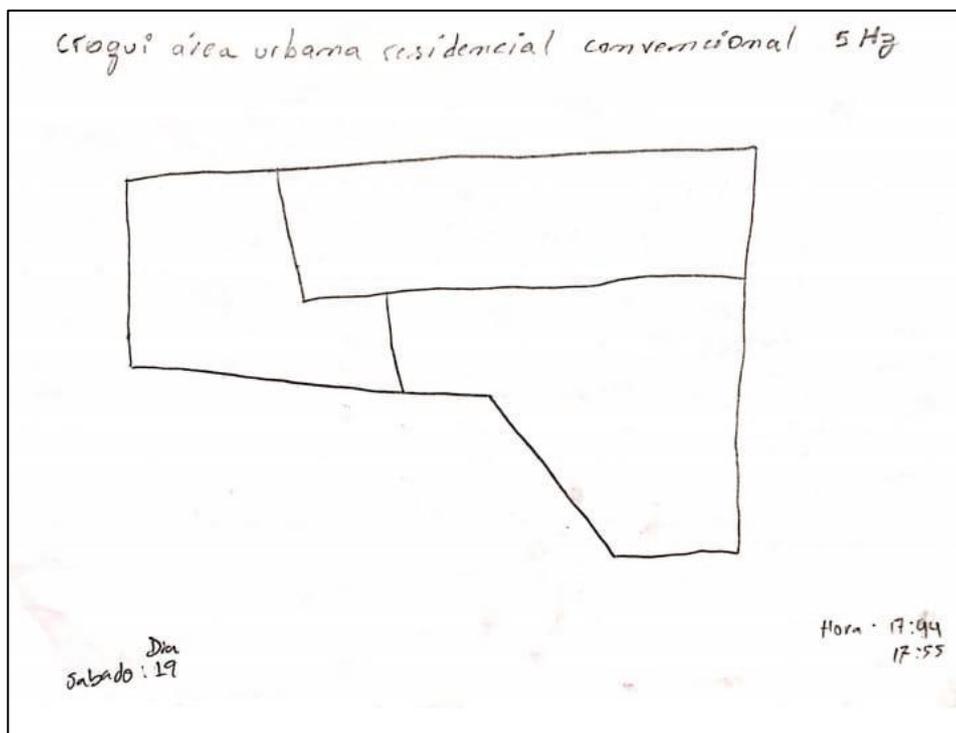
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 37 - Levantamento Rádio da área Urbana no método RTK externo em 5HZ para verificar as seguintes comparações: Tempo, valor e eficácia das precisões.



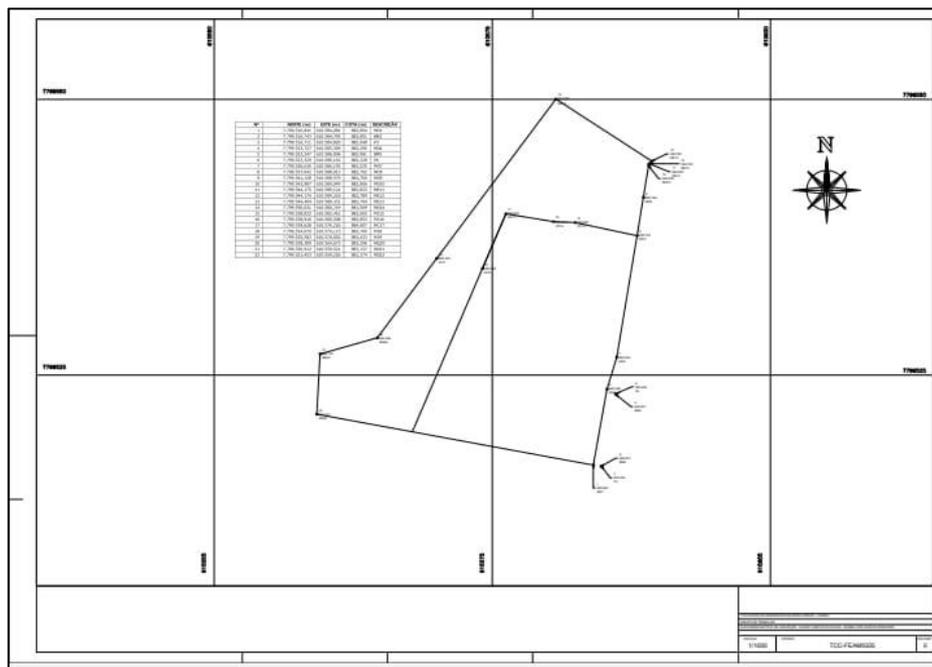
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 38- Croqui da área urbana residencial Convencional no método RTK externo 5HZ



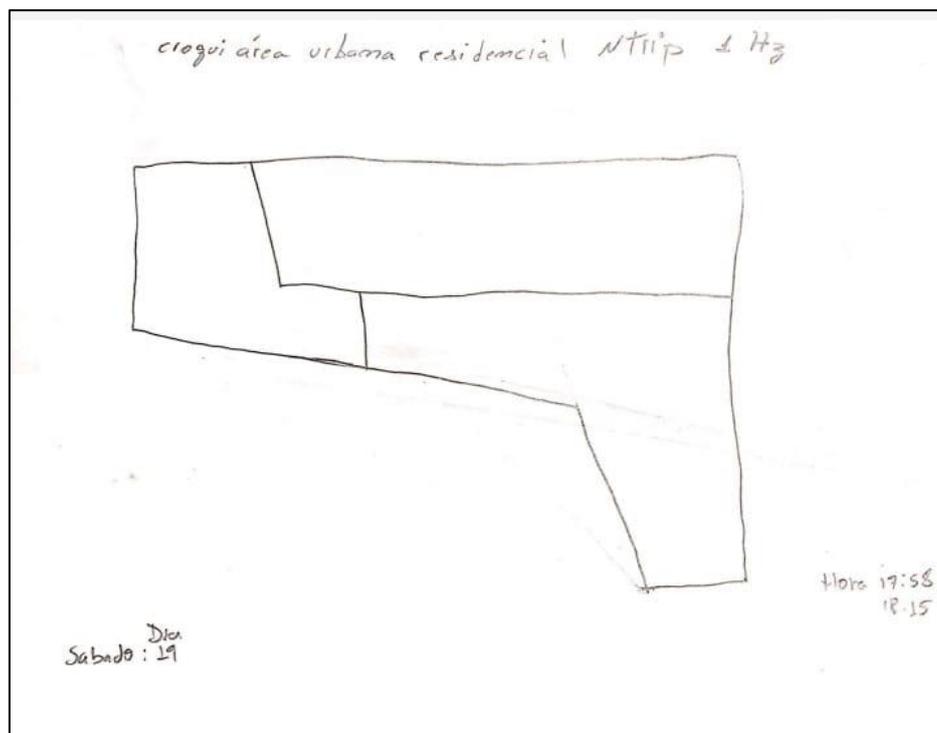
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 39 - Levantamento da área urbana via NTRIP em 1HZ para verificar as seguintes comparações: Tempo, valor e eficácia das precisões.



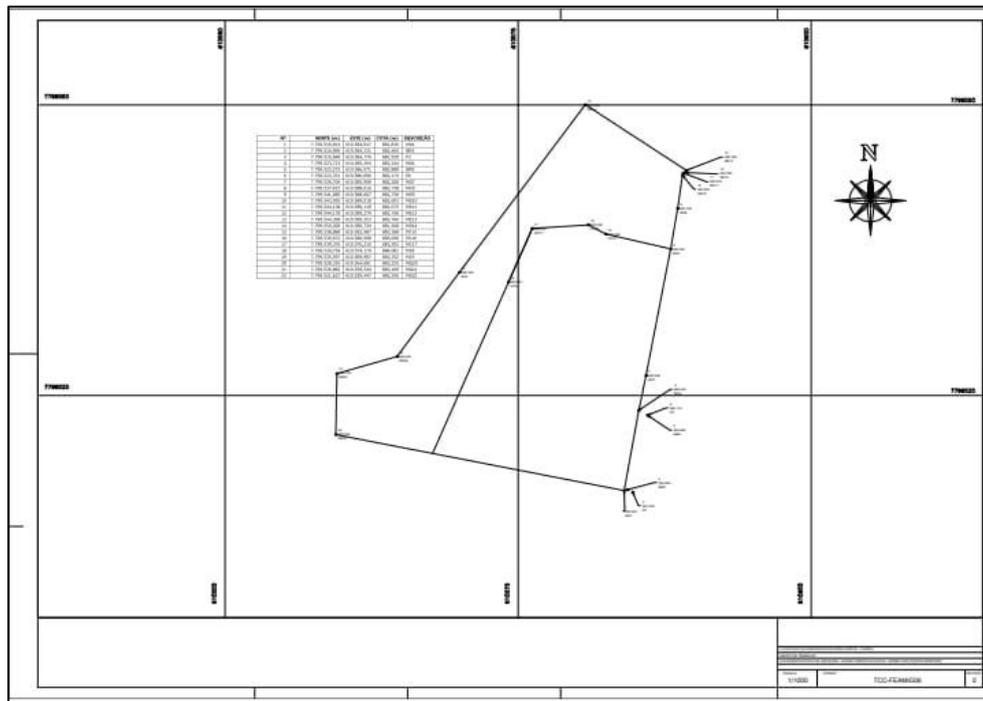
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 40 - Croqui da área urbana residencial no método NTRIP 1HZ.



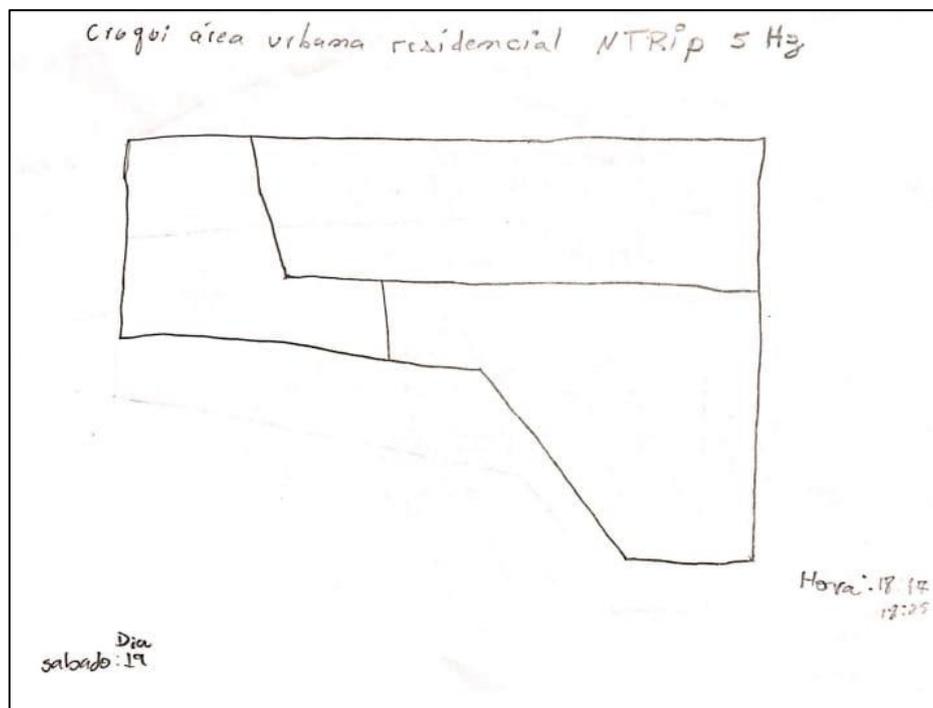
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 41 - Levantamento da área urbana no método NTRIP em 5HZ para verificar as seguintes comparações: Tempo, valor e eficácia das precisões



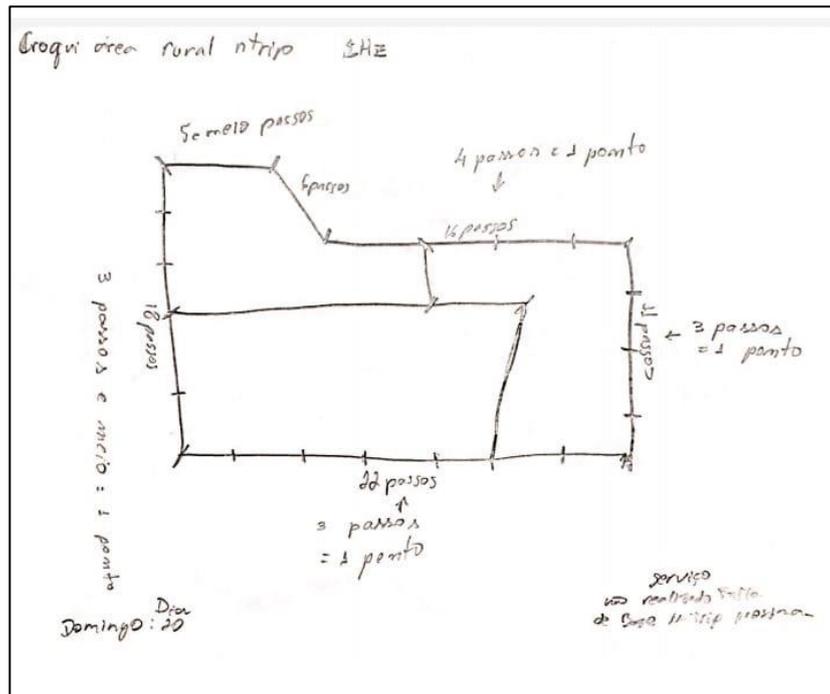
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 42 - Croqui da área urbana residencial no método NTRIP 5Hz



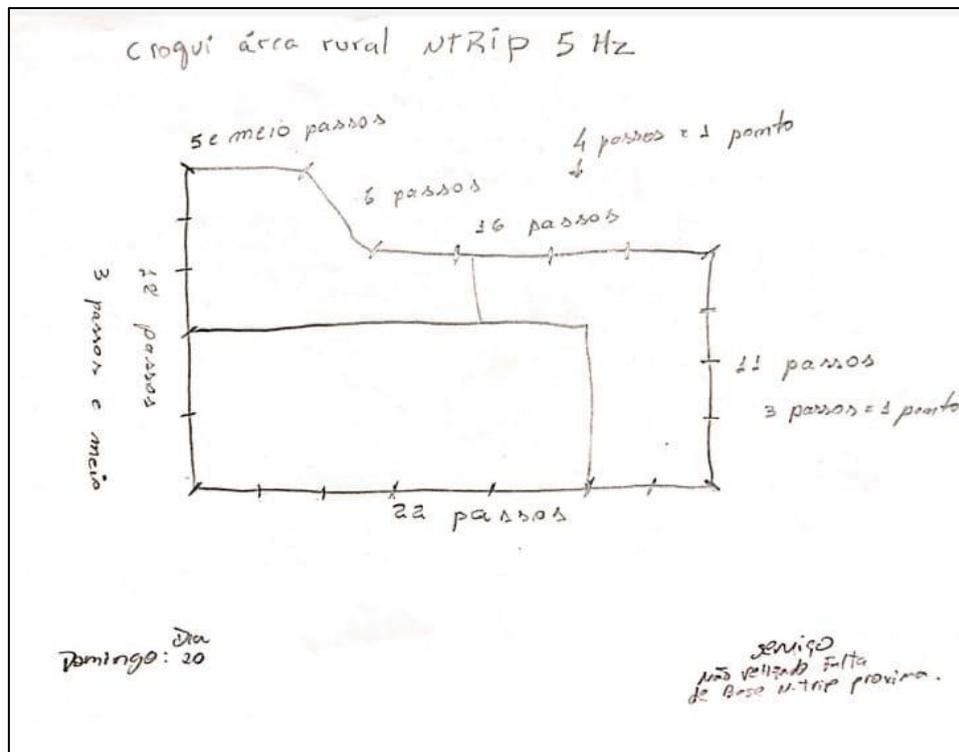
Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 43 - Croqui da área rural no método NTRIP 1HZ



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 44- Croqui da área rural no método NTRIP 5Hz



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Segundo Silva (2015), o uso dos receptores GNSS com as tecnologias RTK/NTRIP para a locação de obras ainda apresenta um custo elevado, devido a estas tecnologias serem relativamente novas no Brasil. No entanto, o mesmo

autor afirma que a rapidez do processo é um fator decisivo para a escolha desta tecnologia.

Na Tabela 11 podemos observar os valores da locação e a média gasta em cada levantamento, confirmando sua afirmação.

Tabela 11 - Comparativo de valores do aluguel de cada receptor

Aluguel	Método	Preço	Diária	Total
Rover	NTRIP	R\$ 80,00	1	
Base Rover	Rádio I	R\$230,00	2	R\$460,00
Rover	NTRIP	R\$ 150,00	1	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na imagem 45 atentamos ao pedido de locação com valores dos equipamentos utilizados para os levantamentos topográficos, e Check List do material manuseado.

Imagem 45 - Pedido de Locação de equipamentos e Check List dos equipamentos.

PED. LOCAÇÃO

EMPRESA: CPE LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS VENDEDOR 327-
 NÚMERO: 2136 NÚMERO ÚNICO: 435067 DATA: 17/03/2022

CLIENTE: 12286-IVAN LANA GASTELOIS IE:
 CNPJ/CNP: 528.119.056-34 END: RUA PASTOR RUI FRANCO Nº 574 BAIRRO SÃO JOÃO BASTISTA
 CIDADE: BELÓ HORIZONTE-MG CEP: 31.520-230 FONE 2: (31) 9119-7453
 FONE: (31) 3457-1073 CONTATO IVAN LANA TRANSPORTADOR *SEM PARCEIRO* FRETE: FOB

PRODUTOS / SERVIÇOS	SERIE	LOCAL	UN	QTD	VLR	VLR TOT
RECEPTOR GNSS CHC 160 NAC2			UN	1,00	14.000,00	14.000,00
COLETORES HCE320 NAC2			UN	1,00	5.400,00	5.400,00
SUORTE COLETORES DE DADOS CHC NAC2			UN	1,00	465,00	465,00
BASE NIVELANTE SIFRADO CHC NAC2			UN	1,00	440,00	440,00
ADAPT P/BASE NIV C/PRUMO OTICO CHC NAC2			UN	1,00	1.100,00	1.100,00
RECEPTOR GNSS CHC 160 NAC2			UN	1,00	48.555,50	48.555,50
BASTAO FIBRA CARBONO 2,20M CHC NAC2			UN	1,00	590,00	590,00
BIFE C/CAPA GMCA NAC2			UN	1,00	600,00	600,00
TRIPPE ALUM F/ ETIMIN-GR/QR2 NAC2			UN	1,00	500,00	500,00
TOTALS						
TOTAL SERVIÇOS						0,00
TOTAL						72.315,50
TOTAL ST						0,00
DESCONTO						
VALOR LÍQUIDO						72.315,50

OBSERVAÇÃO

Edição LPS: null
 Valor da Entrada: null
 Observação Locação (Parciais): null

Signada

IMPRESSÃO SOCIAL: CPE LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS
 CNPJ: 528.119.056-34
 ENDEREÇO: RUA BARÃO HOMEM DE MELO, 424 - BAIRRO ESTÍL - Belo Horizonte/MG
 TELEFONE: (031) 3025-4031

Página 1 de 1

Check List

Cliente: 26073 - ELDER CAMPOS DE SOUSA CPF/CNPJ: 066.095.516-84
 Contrato: 261262 Assinado: Nota: 802
 Data: 17/03/2022 Classificação: Consumidor Final Não Contribuinte
 Responsável pela retirada:

EQUIPAMENTOS					ACESSÓRIOS EXTRA NOTA				
PRODUTO	QTD	S	R	DESCRITEM	QTD	S	R		
RECEPTOR GNSS CHC 160 NAC2 3284665	1	X		ANTENA UHF/IGEM	2	X			
RECEPTOR GNSS CHC 160 NAC2 3282627	1	X		BASTAO ALONGADOR P/BASE	1	X			
COLETORES HCE320 NAC2 30200175	1	X		BATERIA P/RECEPTOR CHC	4	X			
TRIPPE ALUM F/ ETIMIN-GR/QR2 (ARISE)	1	X		CABO ALIMENT. RECEPTOR CHC (TIPO JACARE)	1	X			
ADAPT P/BASE NIV C/PRUMO OTICO CHC NAC2	1	X		BATERIA P/RECEPTOR CHC	2	X			
BASE NIVELANTE SIFRADO CHC	1	X		CABO DE COMUNICAÇÃO USB	1	X			
BASTAO FIBRA CARBONO 2,20M CHC NAC2	1	X		CARREGADOR DE BATERIA	2	X			
SUORTE COLETORES DE DADOS CHC NAC2	1	X		MALETA PARA TRANSPORTE	2	X			
BIFE C/CAPA GMCA NAC2	1	X		SUORTE P/MEDICAO ALTURA RECEPTOR	2	X			
				TRANSFORMADOR P/CARREGADOR BATERIA	1	X			
				TRÉNA	1	X			
				CABO USB P/COLETORES	1	X			
				CANETA DE TOQUE P/COLETORES	1	X			
				CARREGADOR P/COLETORES	1	X			
				SUORTE ELÁSTICO P/COLETORES	1	X			

Legenda:
 S - Saida - R - Retorno - X - Entrega ao

NS Uq?

ASSINATURA DE ENTREGA (SAÍDA)

Responsável: *Miguel Gondos* Cliente: *El. Campos de Sousa*

Responsável: _____

Declaro que recebi todos os equipamentos e acessórios descritos neste checklist devidamente testados e em perfeita condição de uso.

Data: *18/03/22* Hora: *15:00*

DEVOLUÇÃO (RETORNO)

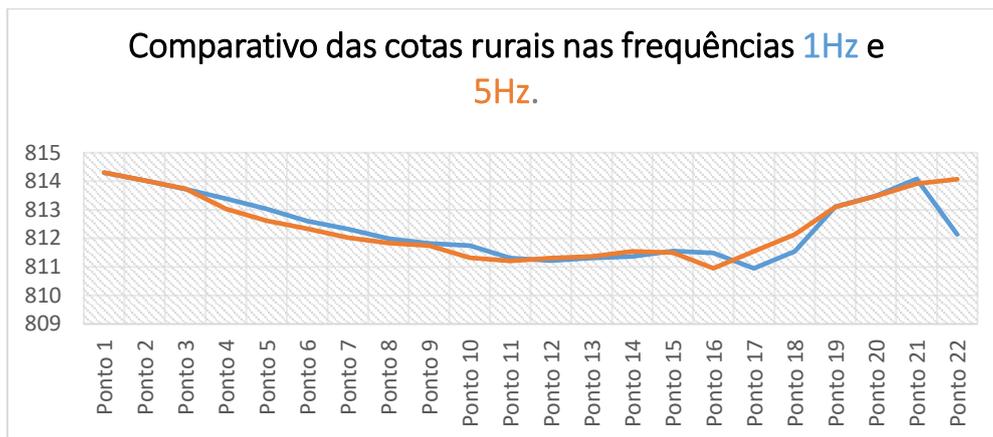
DEVOLUÇÃO DEVOLUÇÃO INCOMPLETAPENDENTE DEVOLUÇÃO COM AVARIA

Descrição da devolução:

Fonte: CPE Tecnologia

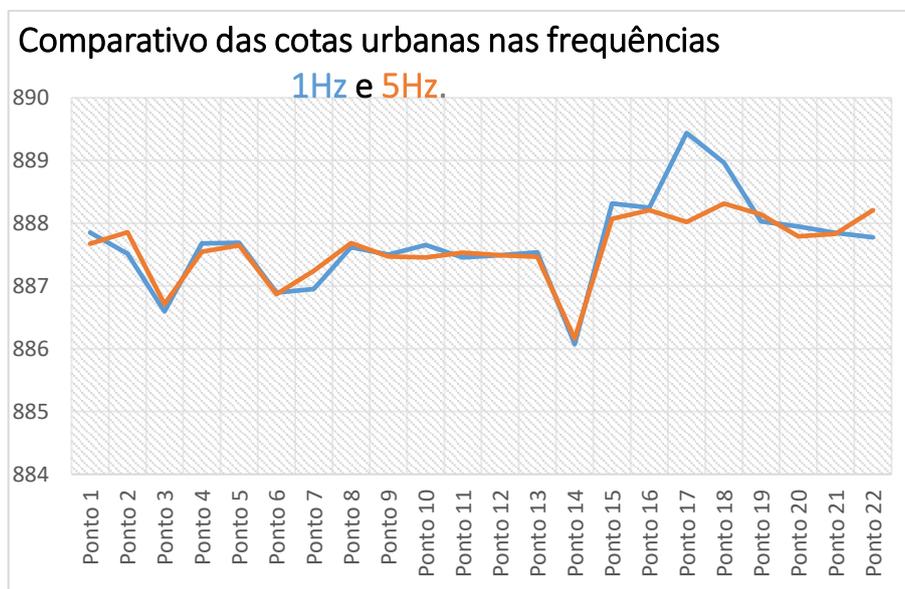
É possível observar nas imagens 46 e 47 a representação das comparações de pontos coletados em campo, onde a precisão nos levantamentos de 5HZ é mais preciso, buscando uma melhor média. Já o ponto de 1HZ oscila uma distância maior do ponto local preciso, diminuindo sua acurácia.

Imagem 46 - Comparação das cotas Rurais nas frequências 1HZ e 5HZ



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Imagem 47 - Comparação das cotas Urbanas nas frequências 1HZ e 5HZ.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

5 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia adotada para avaliar a precisão do posicionamento GPS pelo método RTK / NTRIP e levando em consideração a análise dos resultados e as condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que: O Engenheiro Agrimensor na área urbana consegue trabalhar em menos tempo e com menos gastos somente usando 1 receptor para a execução do serviço, ou pode ter mais receptores trabalhando coletando mais pontos em menos tempo, ganhando qualidade e economia.

Na área urbana o modo RTK NTRIP sai com mais precisão. Já na área rural o modo RTK interno e externo é mais eficaz, pois ainda não temos tantas bases

para fazer os levantamentos por ser uma tecnologia ainda recente. Se a região tiver base para NTRIP e uma boa rede de telefonia, é recomendável trabalhar com esse método.

Enfim, os 3 métodos GNSS são de bastante eficácia, trazendo, comodidade, facilidade e mais rapidez em trabalhos e projetos.

REFERÊNCIAS

ANÁLISE de dados posicionais de estações do sistema de navegação global por satélite (GNSS) avaliados por diferentes metodologias. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, 2008.

Análise do Nível de Precisão dos Georreferenciamentos Feitos com GNSS de Navegação Para o Cadastro Ambiental Rural (CAR/CEFIR) no Estado da Bahia.

Aplicação para sistematização de terrenos: **Nivelação e Criação de Curvas de Nível, Agrogeosul Soluções Agrícolas**, 2021. Disponível em <https://agrogeosul.com.br/rtk/>. Acesso em 20 de out. 2021.

BOENTE, Alfredo; BRAGA, Gláucia. **Metodologia científica contemporânea**. Rio de Janeiro: Brasport, 2004.

BURITY, Edilce Figueiredo, **Determinação da vulnerabilidade física em áreas de risco de deslizamento a partir do posicionamento GNSS, com técnica RTK-NTRIP**, 13 de fev.2013. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/22487>. Acesso em 13 de nov.2021.

CPE Tecnologia, 2018. **Esclareça suas dúvidas sobre o GNSS**. Disponível em <https://blog.cpetecnologia.com.br/esclareca-suas-duvidas-sobre-gnss-global-navigation-satellite-system/>. Acesso em 22 out. 2021.

CPE Tecnologia, 2018. **GNSS: Você sabe quando utilizar**. Disponível em <https://blog.cpetecnologia.com.br/gnss-voce-sabe-quando-utilizar/>. Acesso em: 23 out. 2021.

CPE Tecnologia, 2019. **Você conhece a tecnologia NTRIP?** Disponível em <https://blog.cpetecnologia.com.br/voce-conhece-a-tecnologia-ntrip/>. Acesso em 13 nov. 2021.

CINTRA, Santiago e. **Você conhece a tecnologia RTK/NTRIP**. Disponível em <https://santiagoecintra.com.br/produtos/sp60-ntrip-rtx/>. Acesso em: 13 nov. 2021.

Curso de Especialização em Informações Espaciais Georreferenciadas. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo/RS, 2014

SOUZA, Alexandre do Nascimento; GARNÉS, Sílvio Jacks dos Anjos; MARQUES, Haroldo Antônio. **Avaliação do posicionamento GNSS obtido pelos métodos cinemático RTK/NTRIP e PPP em tempo real.**

GIOVANINI, Adenilson. **Receptores GNSS: Os 4 tipos existentes.** Disponível em <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/receptor-gnss-quando-utilizar/>. Acesso em 23 out. 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEORAFIA E ESTATÍSTICA), **Conceitos gerais, o que é cartografia, GNSS**, 2021. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/sistema-global-de-navegac-a-o-por-sate-litess.html>. Acesso em: 22 out. 2021.

MOREIRA, Antão Leonir Langendolff et al. **PRECISÃO DO POSICIONAMENTO RTK USANDO CORREÇÕES DIFERENCIAIS TRANSMITIDAS PELO SISTEMA NTRIP (RBMC-IP)**. 2011.

OLIVEIRA, Eduardo Freitas. **Posicionamento em tempo real com GPS RTK**, *Revista Mundo Geo* (mundogeo.com), 2010. Disponível em <https://mundogeo.com/2000/01/01/posicionamento-em-tempo-real-com-gps-rtk/>. Acesso em 22 de out. 2021.

RIBAS, Artur Amaral. **A utilização da tecnologia RTK NTRIP: análise da viabilidade do uso para georreferenciamento de imóveis rurais**. 2014

ROCHA, Carlos Joubert Sousa da; TEIXEIRA, Niel Nascimento. **A utilização da tecnologia RTK NTRIP: análise da viabilidade do uso para georreferenciamento de imóveis rurais.**

TEMBA, Plínio, **Fundamentos da fotogrametria**, Geoprocessamento, 2000. Disponível em: http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/815/fotogrametria_material_01.pdf. Acesso em: 09 nov. 2021.

TEODORO, Paulo Eduardo. **Brasil Engenharia**, Geoprocessamento, 2012. Disponível em <http://www.brasilengenharia.com/portal/palavra-do-leitor/1291-geoprocessamento-e-sua-importancia-na-engenharia>. Acesso em: 22 out. 2021.