



FACULDADE DE ENGENHARIA E AGRIMENSURA DE SÃO PAULO - FEASP

**MARCOS GEODÉSICOS: IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE
GEODÉSICA NO MUNICÍPIO DE ITUPEVA-SP E
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE PÓS-PROCESSAMENTO**

2025
São Paulo/SP
LUIS AUGUSTO CARLOS
LUCIANO DONIZETI BEDENDO

MARCOS GEODÉSICOS: IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE GEODÉSICA NO MUNICÍPIO DE ITUPEVA-SP E COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE PÓS-PROCESSAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da Faculdade de Engenharia e Agrimensura de São Paulo - FEASP, como requisito parcial para obtenção do título de Graduação.
Orientadora: Prof.a. Ketolyn Rayalla Medeiros Silva Dias

2025
São Paulo/SP

MARCOS GEODÉSICOS: IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE GEODÉSICA NO MUNICÍPIO DE ITUPEVA SP E COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE PÓS-PROCESSAMENTO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da Faculdade de Engenharia e Agrimensura de São Paulo - FEASP, como requisito parcial para obtenção do título de Graduação.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

PROF. MSC. FRANCISCO DE SALES VIEIRA DE CARVALHO

PROF. KETOLYN RAYLLA MEDEIROS SILVA DIAS

PROF. PAULA GOMES JUNQUEIRA

RESUMO

Este trabalho objetivou a implantação de uma Rede Geodésica Municipal (RGM) em Itupeva-SP, visando padronizar levantamentos topográficos e fornecer pontos de referência com coordenadas UTM no sistema SIRGAS 2000, seguindo padrões do IBGE. A metodologia envolveu a pesquisa de locais, confecção e implantação de 11 marcos geodésicos, além da sugestão para mais 18. Realizou-se o rastreamento dos marcos utilizando a tecnologia GNSS com receptores CHC (i73, i90, i93) pelo método relativo estático. Os dados coletados foram pós-processados utilizando o software CHC GEOMATIC Office 2 e o serviço IBGE-PPP, com ajustamento pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). O estudo comparou os resultados obtidos pelos diferentes métodos de pós-processamento, analisando a precisão e consistência das coordenadas geradas. Como resultado, estabeleceu-se uma nova rede de referência cadastral documentada para o município, contribuindo para a organização cartográfica e a precisão de futuros projetos de engenharia e cadastro imobiliário na região. A análise comparativa dos métodos de processamento forneceu subsídios sobre suas aplicabilidades e precisões no contexto da RGM implantada.

Palavras-chave: Rede Geodésica Municipal. GNSS. Pós-processamento. SIRGAS 2000. Itupeva-SP

ABSTRACT

This work aimed to implement a Municipal Geodetic Network (RGM) in Itupeva-SP, seeking to standardize topographic surveys and provide reference points with UTM coordinates in the SIRGAS 2000 system, following IBGE standards. The methodology involved site research, fabrication, and implementation of 11 geodetic benchmarks, along with suggesting 18 more. The benchmarks were surveyed using GNSS technology with CHC receivers (i73, i90, i93) via the static relative method. The collected data were post-processed using CHC GEOMATIC Office 2 software and the IBGE-PPP service, with adjustment by the Least Squares Method (LSM). The study compared the results obtained from the different post-processing methods, analyzing the precision and consistency of the generated coordinates. As a result, a new documented cadastral reference network was established for the municipality, contributing to cartographic organization and the precision of future engineering and real estate cadastre projects in the region. The comparative analysis of processing methods provided insights into their applicability and precision within the context of the implemented RGM.

Keywords: Municipal Geodetic Network. GNSS. Post-processing. SIRGAS 2000. Itupeva-SP

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

IMAGEM 1 - Organograma Metodologia.....	13
IMAGEM 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	14
IMAGEM 3 - Localização dos marcos implantados.....	15
IMAGEM 4 - Localização de sugestões para implantação dos marcos.....	15
IMAGEM 5 - Marco a ser implantado.....	16
IMAGEM 6 - Visão lateral do marco.....	16
IMAGEM 7 - Visão superior do marco.....	17
IMAGEM 8 - Visão inferior do marco.....	17
IMAGEM 9 - Chapas com a numeração dos marcos.....	18
IMAGEM 10 - Kit Receptor GNSS RTK CHC.....	19
IMAGEM 11 - Marco M001.....	21
IMAGEM 12 - Marco M002.....	22
IMAGEM 13 - Marco M003.....	22
IMAGEM 14 - Marco M004.....	22
IMAGEM 15 - Marco M017.....	23
IMAGEM 16 - Marco M018.....	23
IMAGEM 17 - Marco M025.....	23
IMAGEM 18 - Marco M026.....	24
IMAGEM 19 - Marco M033.....	24
IMAGEM 20 - Marco M034.....	24
IMAGEM 21 - Base LAC01.....	25
IMAGEM 22 - Esquema de representação do posicionamento pelo IBGE-PPP.....	25
IMAGEM 23 - Cálculo do PPP.....	26
IMAGEM 24 - Cálculo do PPP.....	27
IMAGEM 25 - Dados de rastreamento das bases da RBMC.....	28
IMAGEM 26 - Esquema de representação do Pós-Processamento.....	29
IMAGEM 27 - Dados processados.....	30

IMAGEM 28 - Dados processados.....	31
IMAGEM 29 - Dados processados.....	32
IMAGEM 30 - Dados processados.....	33
IMAGEM 31 - Dados processados.....	34
IMAGEM 32 - Dados processados.....	35
IMAGEM 33 - Dados processados.....	36
IMAGEM 34 - Dados processados.....	37
IMAGEM 35 - Dados processados.....	38
IMAGEM 36 - Dados processados.....	39
IMAGEM 37 - Dados processados.....	40
IMAGEM 38 - Dados processados.....	41
IMAGEM 39 - Dados processados.....	42
IMAGEM 40 - Dados processados.....	43
IMAGEM 41 - Dados processados.....	44
IMAGEM 42 - Dados processados.....	45
IMAGEM 43 - Dados processados.....	46
IMAGEM 44 - Dados processados.....	47
IMAGEM 45 - Dados processados.....	48
TABELA 01 - Característica do Kit Receptor GNSS RTK CHC.....	19
TABELA 02 - Tempo de rastreo.....	20
TABELA 03 - Marcos e tempos rastreados.....	20
TABELA 04: Coordenadas do Marcos Implantados.....	60

SUMÁRIO

Resumo	4
abstract.....	5
Lista de Ilustrações	6
SUMÁRIO	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 JUSTIFICATIVA	11
3 OBJETIVO	11
3.1 Objetivo Geral	11
3.2 Objetivos Específicos	11
4 MÉTODOS E MATERIAIS	12
4.1 Área de Estudo	14
4.2 Identificação dos Locais Possíveis Locais Para Implantação Marcos.....	14
4.3 Confeção dos Marcos.....	15
4.4 Coleta dos Dados em Campo	18
4.4.1 Equipamento:.....	18
4.4.2 Rastreios dos marcos	20
4.4.3 Dados do Processamento - PPP-IBGE	25
4.4.4 Dados do processamento	28
4.4.5 Comparação	48
5 Monografia dos Marcos.....	49
6 Resultados.....	60
7 Discussão	61
8 Conclusão	61
9 Referências	62

1 INTRODUÇÃO

“Geodésia é a ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo de gravidade da Terra. Na prática, a atuação do IBGE, instituição responsável no País por essas atividades, caracteriza-se pela implantação e manutenção do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), formado pelo conjunto de estações materializadas no terreno, cuja posição serve como referência precisa a diversos projetos de engenharia (construção de estradas, pontes, barragens), mapeamento, geofísica, pesquisas científicas, dentre outros” (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007).

Os marcos geodésicos são pontos de referência utilizados na topografia para determinar a posição e a altitude de um determinado local. Essas estruturas, geralmente feitas de concreto ou metal, são cuidadosamente posicionadas em locais estratégicos para auxiliar na medição de distâncias e na criação de mapas precisos. Além disso, os marcos geodésicos são essenciais para a realização de estudos geográficos e geodésicos, permitindo a criação de coordenadas geográficas confiáveis e a identificação de pontos de interesse em uma determinada área. Sua presença é fundamental para o desenvolvimento de projetos de construção, planejamento urbano, mapeamento e navegação, garantindo a precisão e a confiabilidade das informações geográficas.

A fim de garantir a ordem e a normatização dos levantamentos cadastrais urbanos e para a criação de uma carta cadastral municipal, é fundamental que os levantamentos sejam baseados em uma rede de referência geodésica. Essa rede deve ter pontos tradicionalmente definidos no Plano Topográfico Local (PTL) e permanentemente monumentados, tornando o sistema ativo e viável (MORAIS, 2011). A inexistência de uma Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) que forneça azimutes entre pontos intervisíveis impede que levantamentos topográficos clássicos (realizados com estações totais) tenham pontos de apoio adequados. Isso dificulta a incorporação de plantas e alterações no cadastro urbano. Na cidade de Itupeva, será implantada uma Rede Geodésica Municipal (RGM) seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A ABNT elaborou a NBR 14.166 de 1998, que define o regramento para as RRCM no país.

A utilização de equipamentos GNSS (Global Navigation Satellite System – Sistema Global de Navegação por Satélite) facilitará a obtenção de coordenadas geodésicas dos pontos. Essas coordenadas podem ser transformadas em coordenadas planas, o que, neste caso, torna-se incompatível com a precisão esperada, devido à distorção que essa transformação apresenta

em comparação com o levantamento in loco (DAL'FORNO, AGUIRRES, HILLEBRAND, GREGÓRIO, 2010). A RGM tem sido estudada em outros trabalhos já publicados por M. V. Silva e E. M. M. Ramos (2012).

No posicionamento relativo estático, os receptores permanecem parados em um mesmo local durante o levantamento. Este modo, denominado posicionamento relativo estático, baseia-se no princípio de que os receptores rastreiam os sinais transmitidos pelos satélites por um determinado período. Monico (2008) explica que, conhecendo as coordenadas dos satélites num sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário. Esta técnica vem sendo amplamente empregada para a determinação de redes geodésicas ou para a densificação destas (MONICO, 2008).

Além disso, existem as redes ativas que produzem dados para pós-processamento. Nesse caso, o usuário realiza sua coleta de dados e, posteriormente, obtém os dados da rede ativa para processar seus dados em conjunto com os da rede. Há ainda redes com capacidade para tempo real (RTK). Numa determinada área de ação, menor que a anterior, o usuário com receptor integrado ao sistema de telemetria recebe dados do sistema ativo e obtém um posicionamento em tempo real mais preciso do que aquele conseguido pelo método absoluto (SILVA, 2021).

O IBGE constitui-se no principal provedor de dados e informações do País, atendendo às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal (IBGE, 2024).

Do ponto de vista geodésico, a coleta dos dados de campo, as medições e o processamento dos dados para obtenção das coordenadas dos pontos de apoio devem ser feitos com alta precisão, principalmente para servir de suporte a outras ciências. Desta forma, no desenvolvimento das atividades geodésicas, é preciso estabelecer um sistema geodésico de referência para o posicionamento.

Marcos geodésicos: o que são e como eles nos ajudam a mapear o mundo. Quando olhamos para um mapa, é fácil ignorar os pequenos símbolos que o compõem. No entanto, os marcos geodésicos são fundamentais para a precisão e a confiabilidade dessas representações cartográficas.

Neste artigo, vamos explorar o significado e a importância desses pontos de referência na ciência da geodésia, bem como seu papel na criação de mapas precisos e confiáveis. Prepare-se para descobrir como os marcos geodésicos desempenham um papel crucial na nossa compreensão e exploração do mundo ao nosso redor.

Os dados que serão rastreados pelos receptores GPS nos 10 pares de marcos da rede serão importados. Posteriormente, esses dados serão processados e ajustados no programa CHC GEOMATIC Office 2. Serão feitas a análise e a interpretação do resultado do ajustamento e, finalmente, a geração de uma nova rede de referência cadastral no município de Itupeva-SP.

2 JUSTIFICATIVA

Justifica-se a escolha do tema e do local pela constatação de que o município de Itupeva não possui uma Rede Geodésica Municipal (RGM) que sirva como base de referência para levantamentos topográficos, serviços de engenharia e cadastro imobiliário. Essa ausência impede a organização cartográfica e a criação de mapas municipais adequados. Por esse motivo, foi implantada uma RGM constituída por 11 marcos, devidamente materializados, identificados e documentados em suas respectivas monografias, localizados na cidade em pontos de fácil acesso. A rede foi rastreada utilizando a tecnologia Global Navigation Satellite System (GNSS), obtendo-se coordenadas UTM no sistema SIRGAS 2000 pelo método relativo estático.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral implantar uma rede geodésica na cidade de Itupeva-SP, com precisão e execução estimadas conforme os padrões definidos pelo IBGE. O propósito é padronizar os levantamentos topográficos e fornecer aos profissionais pontos de referência com coordenadas UTM, estrategicamente implantados em locais de fácil acesso.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos neste trabalho, tem-se:

- Planejar a melhor distribuição dos marcos geodésicos;
- Implantar uma rede geodésica para padronizar os levantamentos topográficos;
- Implantar 10 marcos geodésicos;
- Sugerir ao Município de Itupeva a implantação de mais 18 marcos;
- Realizar o rastreamento dos marcos com base nos padrões definidos pelo IBGE, por meio da técnica de posicionamento GNSS;

- Realizar o pós-processamento e o ajustamento das observações levantadas, utilizando o método de Posicionamento Relativo processado no software CHC GEOMATIC Office 2, os resultados do IBGE-PPP e o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), como o Paramétrico.

4 MÉTODOS E MATERIAIS

O processo de implementação da rede geodésica na cidade de Itupeva-SP inicia-se com duas frentes de trabalho paralelas e complementares: a pesquisa de campo e a coleta de dados brutos.

A primeira frente, focada na infraestrutura física, começa com uma etapa de pesquisa. Esta pesquisa inicial é fundamental para a identificação dos locais possíveis para a instalação dos marcos geodésicos. A seleção criteriosa desses locais considera fatores como estabilidade do terreno, visibilidade, segurança e acessibilidade. Uma vez definidos os pontos estratégicos, procede-se à confecção dos marcos, que são os monumentos físicos que materializarão a rede no terreno. A etapa final desta frente é a materialização, que consiste na instalação efetiva dos marcos nos locais previamente selecionados, estabelecendo fisicamente os vértices da rede geodésica.

Simultaneamente, a segunda frente de trabalho concentra-se no levantamento e processamento dos dados geodésicos. Esta inicia com a coleta de dados, utilizando como base o ARQUIVO HCN. Estes dados brutos são então convertidos para o formato RINEX (Receiver Independent Exchange Format), um padrão internacional que facilita o intercâmbio e processamento de dados GNSS.

Com os dados em formato RINEX, inicia-se a fase de processamento. Uma das abordagens utilizadas é o processamento por PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), uma técnica que permite obter coordenadas de alta precisão a partir de observações de um único receptor, utilizando órbitas e correções de relógio precisas dos satélites. Os resultados do processamento PPP alimentam duas etapas subsequentes: o processamento de dados software, onde softwares específicos de geodésia são empregados para refinar e analisar os dados, e a monografia dos marcos.

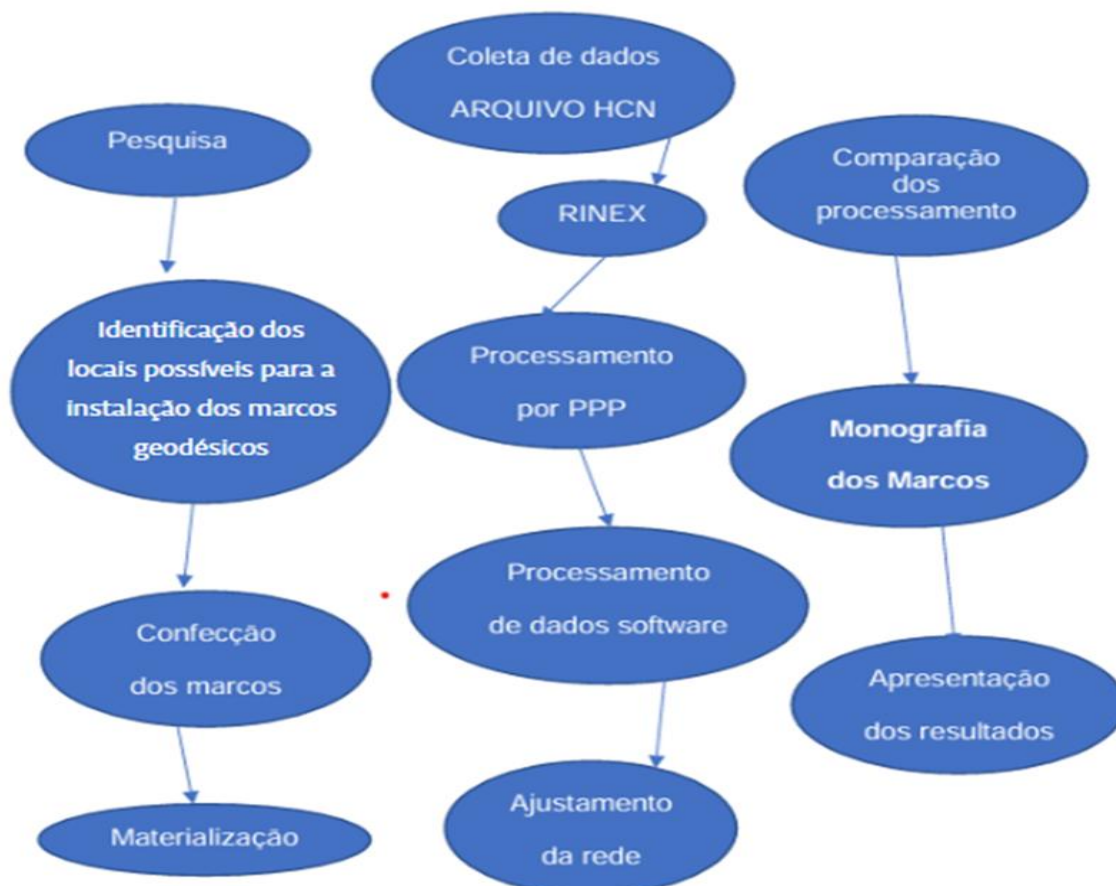
O Processamento de dados software é uma etapa crucial que envolve a aplicação de modelos e algoritmos geodésicos para tratar as observações, calcular as coordenadas preliminares e avaliar a qualidade dos dados. Esta etapa leva diretamente ao ajustamento da

rede, onde as observações de toda a rede são processadas conjuntamente, utilizando métodos como o dos Mínimos Quadrados, para obter as coordenadas finais dos marcos com a máxima precisão e confiabilidade, garantindo a consistência geométrica da rede.

Paralelamente ao ajustamento, realiza-se a comparação dos processamentos, para validar a consistência e a acurácia das coordenadas. Esta comparação, juntamente com os resultados do processamento PPP, contribui para a elaboração da monografia dos marcos. Este documento técnico detalha as características de cada marco, suas coordenadas, o método de obtenção, a precisão alcançada e outras informações relevantes, servindo como a documentação oficial da rede.

Finalmente, a Monografia dos Marcos serve de base para a apresentação dos resultados, etapa que consiste na divulgação e comunicação dos resultados finais do projeto, incluindo as coordenadas ajustadas, os relatórios de precisão e a documentação técnica da rede geodésica implementada em Itupeva-SP.

IMAGEM 1: Organograma Metodologia

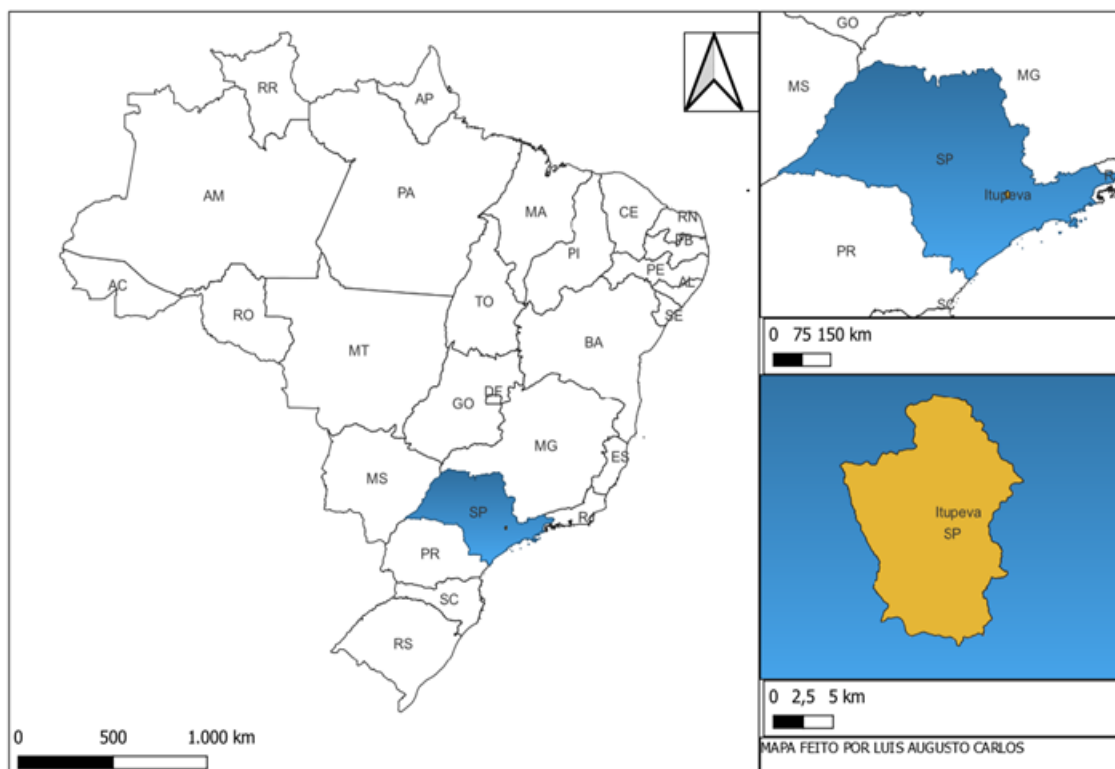


Fonte: O Autor (2024).

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Itupeva está localizado no estado de São Paulo, Brasil, a uma altitude de 675 metros. Segundo estimativa do IBGE de 2021, sua população é de aproximadamente 64.330 habitantes. A Imagem 2 mostra o mapa com a localização da área.

IMAGEM 2: Mapa de localização da área de estudo.

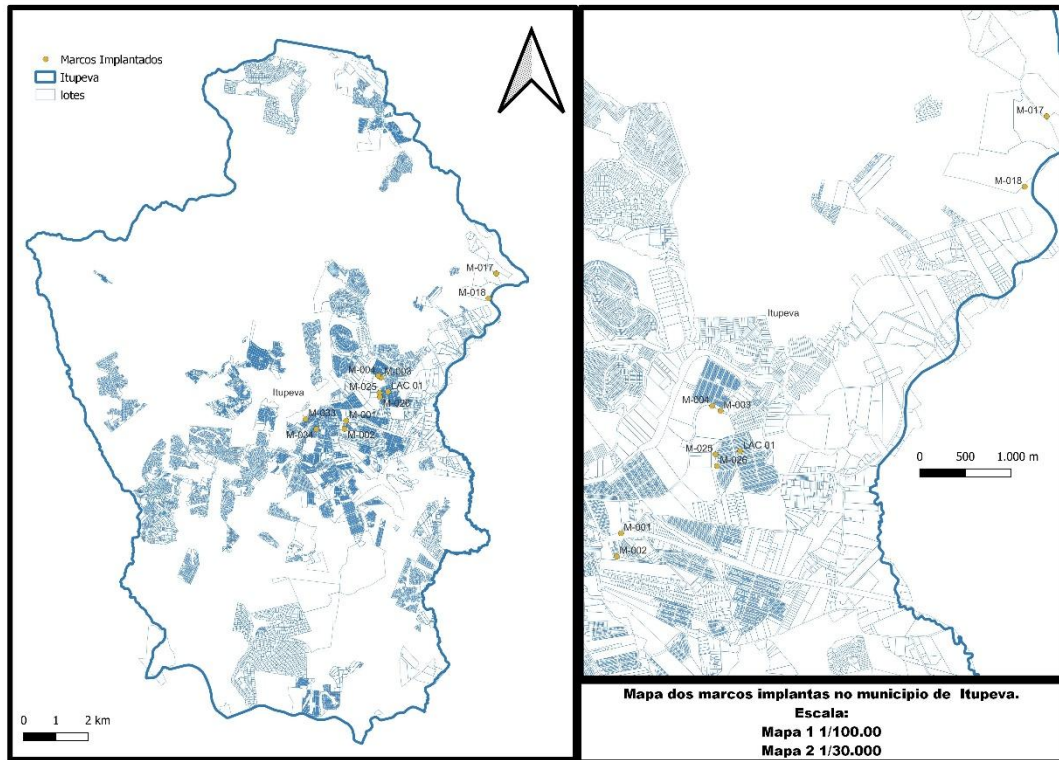


Fonte: O Autor (2025).

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS POSSÍVEIS LOCAIS PARA IMPLANTAÇÃO MARCOS

Foram identificados 29 locais, dos quais 11 marcos geodésicos estão planejados para implantação e 18 marcos são sugestões para o Município de Itupeva. Os critérios de localização consideraram a viabilidade de novos loteamentos, a possibilidade de instalação de indústrias e o perímetro urbano da cidade. As disposições desses pontos estão apresentadas nas Imagem 3 e 4.

IMAGEM 3: Localização dos marcos implantados



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 4: Localização de sugestões para implantação dos marcos



Fonte: O Autor (2025).

4.3 CONFECÇÃO DOS MARCOS

Os marcos foram confeccionados em concreto armado, com formato trapezoidal, medindo 52 cm de comprimento, 20 cm na base e 11 cm no topo. Cada marco possui uma chapa de alumínio fundido contendo sua respectiva numeração. As características dos marcos estão ilustradas nas imagens 5, 6, 7 e 8.

IMAGEM 5: Marco a ser implantado



Fonte: O Autor (2024).

IMAGEM 6: Visão lateral do marco



Fonte: O Autor (2024).

IMAGEM 7: Visão superior do marco



Fonte: O Autor (2024).

IMAGEM 8: Visão inferior do marco



Fonte: O Autor (2024).

Serão implantadas chapas de alumínio fundido com a numeração dos marcos (Imagem 9) nos locais onde não for possível instalar marcos de concreto, como em lajes, caixas d'água e passarelas. Para fixação, será realizado um furo na superfície, e a chapa será aderida com um adesivo à base de epóxi (compound adesivo), reconhecido pelo excelente desempenho na colagem dos mais diversos materiais utilizados na construção civil.

IMAGEM 9: Chapas com a numeração dos marcos



Fonte: O Autor (2024).

4.4 COLETA DOS DADOS EM CAMPO

4.4.1 Equipamento:

Foi utilizado o Kit Receptor GNSS RTK CHC (com os modelos i73, i90 e i93). O Kit Receptor GNSS RTK CHC compreende uma solução integrada para levantamentos topográficos e geodésicos de alta precisão, utilizando a técnica Real-Time Kinematic (RTK). Este conjunto tipicamente combina diferentes modelos de receptores da CHCNAV, como o i73+, i90 e i93, para oferecer flexibilidade em campo, operando como base e rover. Todos os modelos suportam múltiplas constelações (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou), garantindo robustez e disponibilidade de sinal em ambientes desafiadores, e se comunicam via rádio UHF interno e/ou modem 4G para receber correções RTK e alcançar precisão centimétrica em tempo real.

Os modelos diferenciam-se por suas funcionalidades específicas: o i93 destaca-se pela tecnologia IMU-RTK avançada e capacidade de levantamento visual com câmeras duplas integradas, permitindo medições 3D e locação visual; o i73+ oferece um design compacto e leve com compensação de inclinação (IMU) e modem UHF integrado, ideal para operações como rover com maior mobilidade; já o i90, com seus 624 canais, é frequentemente utilizado como estação base robusta, fornecendo correções confiáveis para o rover. Juntos, esses receptores formam um sistema versátil para diversas aplicações de engenharia e topografia que exigem dados geoespaciais precisos.

IMAGEM 10: Kit Receptor GNSS RTK CHC



Fonte: <https://www.chcnav.com/>.

TABELA 01- Característica do Kit Receptor GNSS RTK CHC

CARACTERÍSTICAS GNSS	
Marca	CHCNAV
Número de Canais	624 canais
Sinais Rastreados	GPS: L1 C/A, L2C, L2P, L5 GLONASS: L1, L2, L3 GALILEO: E1, E5a, E5b, E6 BEIDOU: B1, B2, B3 SBAS: L1, L5 QZSS: L1, L2, L5, L6
Tecnologia avançada de redução demulticaminhamento	Sim
Medição de fase da portadora com baixo ruído	Sim
ESPECIFICAÇÕES DE DESEMPENHO	
Levantamento Cinemático em Tempo Real (RTK)	Precisão Horizontal: 8 mm + 0,5ppm RMS Precisão Vertical: 15 mm + 0,5ppm RMS
Tempo de Inicialização	Menos de 10segundos
Confiabilidade de Inicialização	Maior que 99.9%
Levantamento Cinemático Pós-Processado (PPK)	Precisão Horizontal: 2,5 mm + 1 Rpm RMS Precisão Vertical: 5 mm + 1 Rpm RMS

Levantamento Estático Pós-Processado	Precisão Horizontal: 2,5 mm + 0,1 Rpm RMS Precisão Vertical: 3,5 mm + 0,4 Rpm RMS fêmea)
COMUNICAÇÃO	
Modem GSM/GPRS integrado	Sim(4G)
Tecnologia Wi-Fi	Sim
Tecnologia Bluetooth®	Sim
Porta USB (Tipo C)	Sim
Porta Serial	Sim
Radio UHF interno CHC	Frequência: Transcepção (Rx/Tx): 410 MHz a 470 MHz
Protocolos (entrada e saída)	RTCM 2.x, RTCM 3.x, CMR, CRM+
Saída de dados NMEA 0183	Sim
SOFTWARE DE TRABALHO	
Software para coleta de dados de campo	LandStar
Software para configuração do receptor GNSS	HCConfig/Wi-Fi

Fonte: <https://www.chcnave.com/>

4.4.2 Rastreamentos dos marcos

Os rastreamentos dos marcos foram realizados nos dias 29/03/2025, 10/04/2025 e 16/05/2025, todos seguindo as normas estabelecidas pelo IBGE, incluindo os critérios referentes ao tempo de duração.

TABELA 02: Tempo de rastreamento

DISTÂNCIA				
Precisão requerida	< 10 km	10 km a 40 km	40 km a 100 km	> 100 km
Centimétrica	40min	1h a 1h20min	2hs	2hs + 1h para cada 100 km

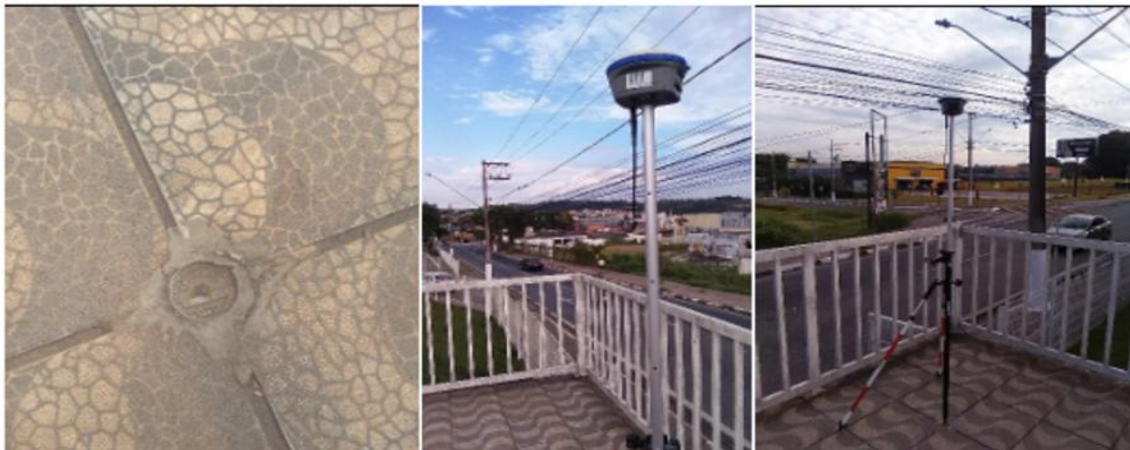
Fonte: O Autor (2024).

TABELA 03: Marcos e tempos rastreados

MARCOS RASTREADOS	TEMPO DE RASTREIO
BASE LAC 01	9 HORAS
M001	1 HORAS
M002	1 HORAS
M003	1 HORAS
M004	1 HORAS
M017	2 HORAS
M018	2 HORAS
M025	1 HORAS
M026	1 HORAS
M033	1 HORAS
M034	1 HORAS

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 11: Marco M001



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 12: Marco M002



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 13: Marco M003



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 14: Marco M004



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 15: Marco M017



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 16: Marco M018



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 17: Marco M025



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 18: Marco M026



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 19: Marco M033



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 20: Marco M034



Fonte: O Autor (2025).

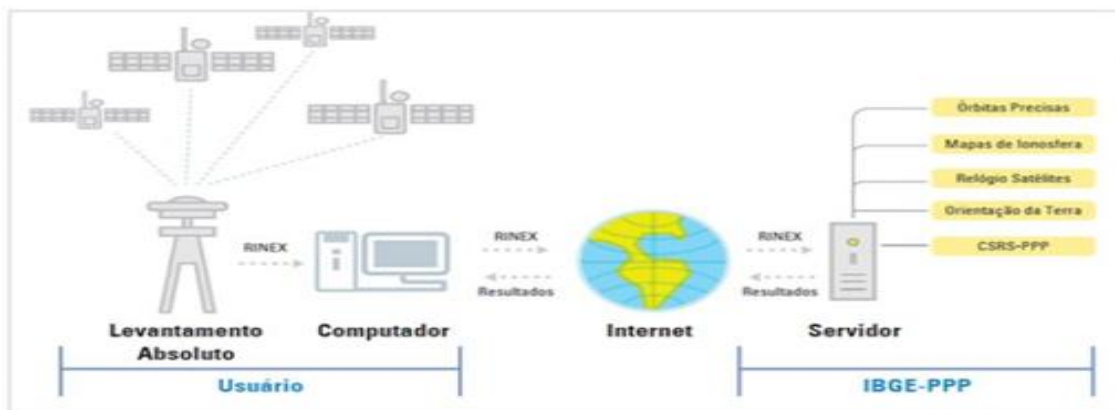
IMAGEM 20: Base LAC01



Fonte: O Autor (2025)

4.4.3 Dados do Processamento - PPP-IBGE

IMAGEM 22: Esquema de representação do posicionamento pelo IBGE-PPP.



Fonte: IBGE, 2018

Após a conclusão do trabalho de campo, todos os arquivos do receptor foram transferidos para o computador. Em seguida, o arquivo da base LAC01, originalmente no formato HCN, foi convertido para o formato RINES 2.11, possibilitando o cálculo do PPP no site do IBGE, conforme o processamento descrito nas imagens 22 e 23.

IMAGEM 23: Cálculo do PPP

Sumário do Processamento do marco: LAC01

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.BB	2025/05/19 11:04:48,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.BB	2025/05/19 20:54:48,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCI73 NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,000
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,77 GPS 1,77 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,88 GPS 1,00 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) ⁴	-23° 08' 48,0127"	-47° 02' 17,5950"	705,36	7438784.248	291315.757	-45
Na data do levantamento ⁵	-23° 08' 48,0032"	-47° 02' 17,5974"	705,36	7438784.540	291315.684	-45
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,001	0,002			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-3,82	Incerteza (m): 0,08
Altitude Normal (m):	709,18	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

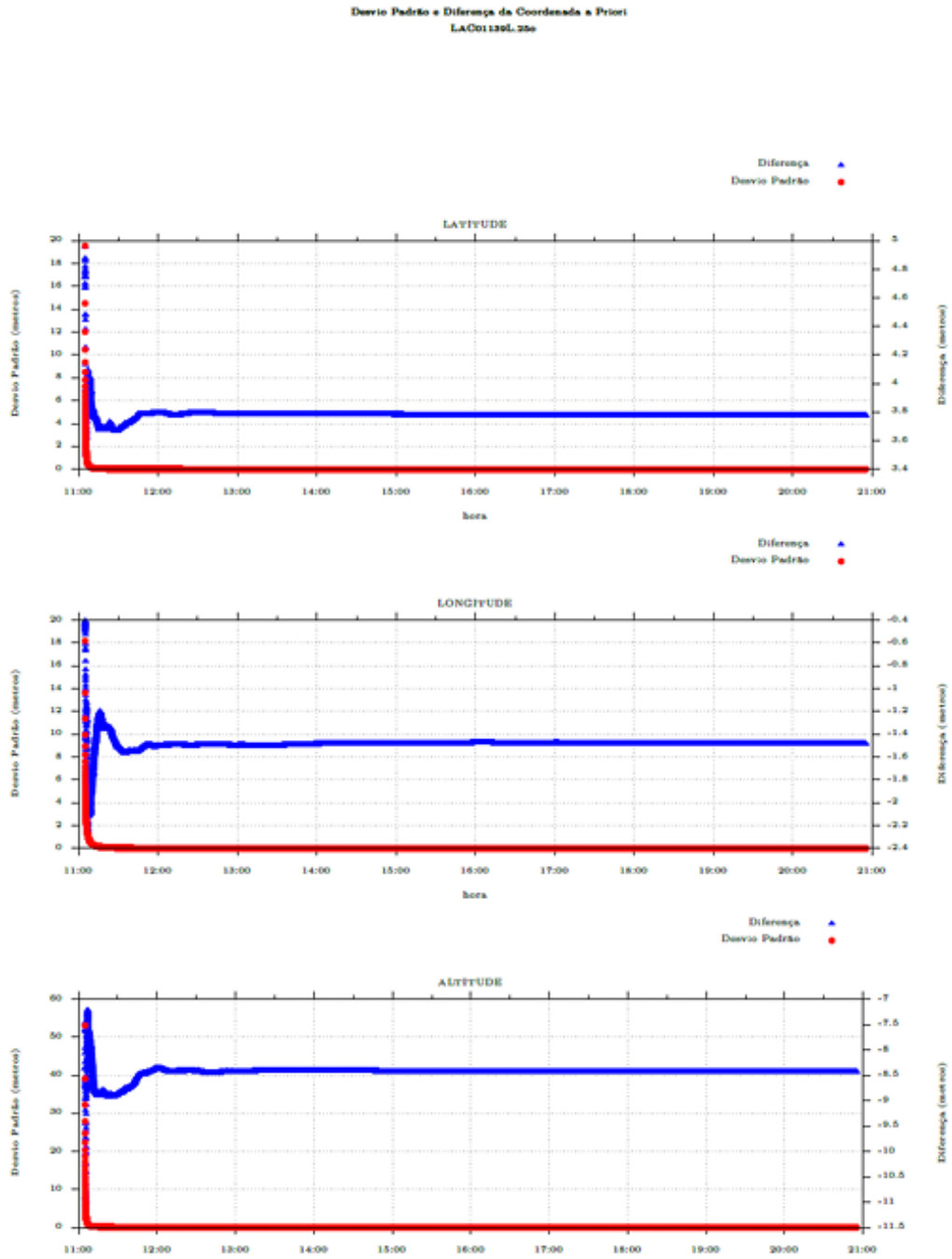
⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CORS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Fonte: O Autor (2024).

IMAGEM 24: Cálculo do PPP



4.4.4 Dados do processamento

Para dar prosseguimento ao cálculo utilizando o software, é necessário realizar o download dos dados de rastreamento das bases da RBMC no site do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-contínuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional>). Neste trabalho, foram utilizadas as seguintes estações: POLI, SPS1 e SPC2.

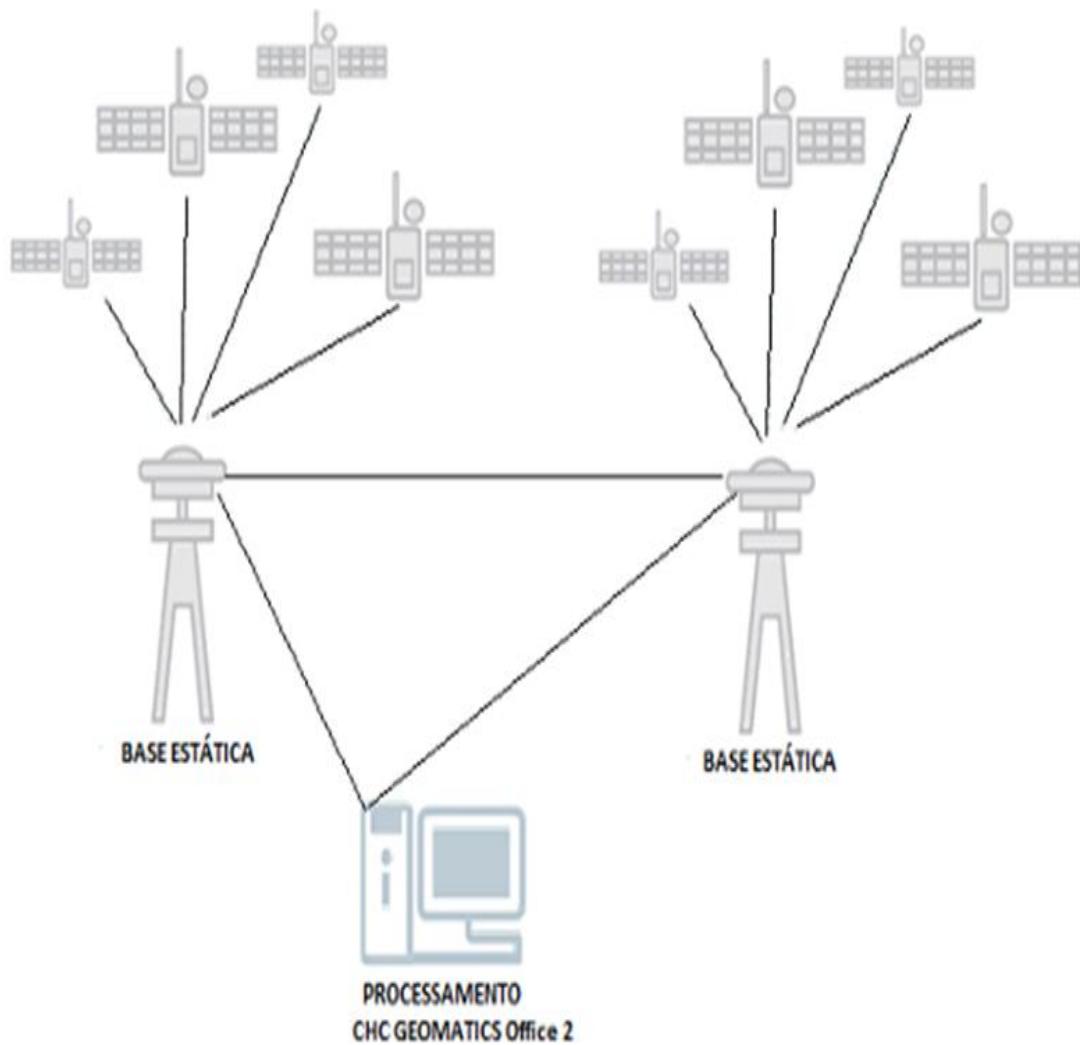
IMAGEM 25: Dados de rastreamento das bases da RBMC

The image shows a screenshot of the website for the RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS). The page header includes the logo of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) and the title "RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS". Below the title, there is a section titled "Dados diários e situação operacional" with four buttons: "Situação operacional", "Download de dados", "Análise de dados", and "Solução multianual". The main content area features a map of Brazil with numerous GNSS stations marked by colored pins (green, red, and grey). A sidebar on the right contains a "Diário" (Daily) tab and a "Personalizado" (Customized) tab. The "Diário" tab is active, showing instructions: "Clique nas estações do mapa para incluir na lista. Para remover, clique no item da estação correspondente". Below this, there is a list of selected stations: "São Paulo - POLI", "Sorocaba - SPS1", and "Campinas - SPC2". There are also options for "Calendário" (Calendar) and "Dia do ano" (Day of the year), input fields for "Dia inicial" (Start date) and "Dia final" (End date), and a dropdown menu for "Tipo de arquivo" (File type) set to "RINEX 2". At the bottom of the sidebar are "Consultar" (Consult) and "Limpar" (Clear) buttons. A legend at the bottom of the map indicates "Exibir estações inativas" (Show inactive stations) and a dropdown menu for "Todas as Estações" (All stations).

Fonte: www.ibge.gov.br

Após o download dos dados das bases da RBMC, juntamente com os arquivos coletados em campo na estação LAC01, foi iniciado o processamento.

IMAGEM 26: Esquema de representação do Pós-Processamento



Fonte: www.ibge.gov.br

IMAGEM 27: Dados processados

CHC GEOMATICS Office 2

23/05/2025, 15:15

Relatório de Ajuste de Rede



Relatório de Ajuste de Rede

Informações Básicas

Nome	Valor
Nome do Usuário	DESKTOP-RR7JPG9
Data do Projeto	SIRGAS 2000 _ UTM zone 23S
Nome do Projeto	PROCWSSAMENTO TCC
Unidades de Distância	Metro
Unidades de Altura	Metro

1 Configurações do Ajustamento

Parâmetros Básicos

Nome	Valor
Nome do Elipsóide	GRS80
Eixo Maior(m)	6378137.0000
Achatamento(1/f)	298.257222101206

Parâmetros de Projeção

Nome	Valor
Método de Projeção	Transverse Mercator Projection
Razão do Comprimento	0.9996
Altura de Projeção	0.0000
Latitude Original	00°00'00.00000"N
Meridiano Central(L0)	045°00'00.00000"W
Constante Aditiva Norte(m)	1000000.0000
Constante Aditiva Leste(m)	500000.0000

2 Estatísticas do Ajustamento

Resumo Estatístico

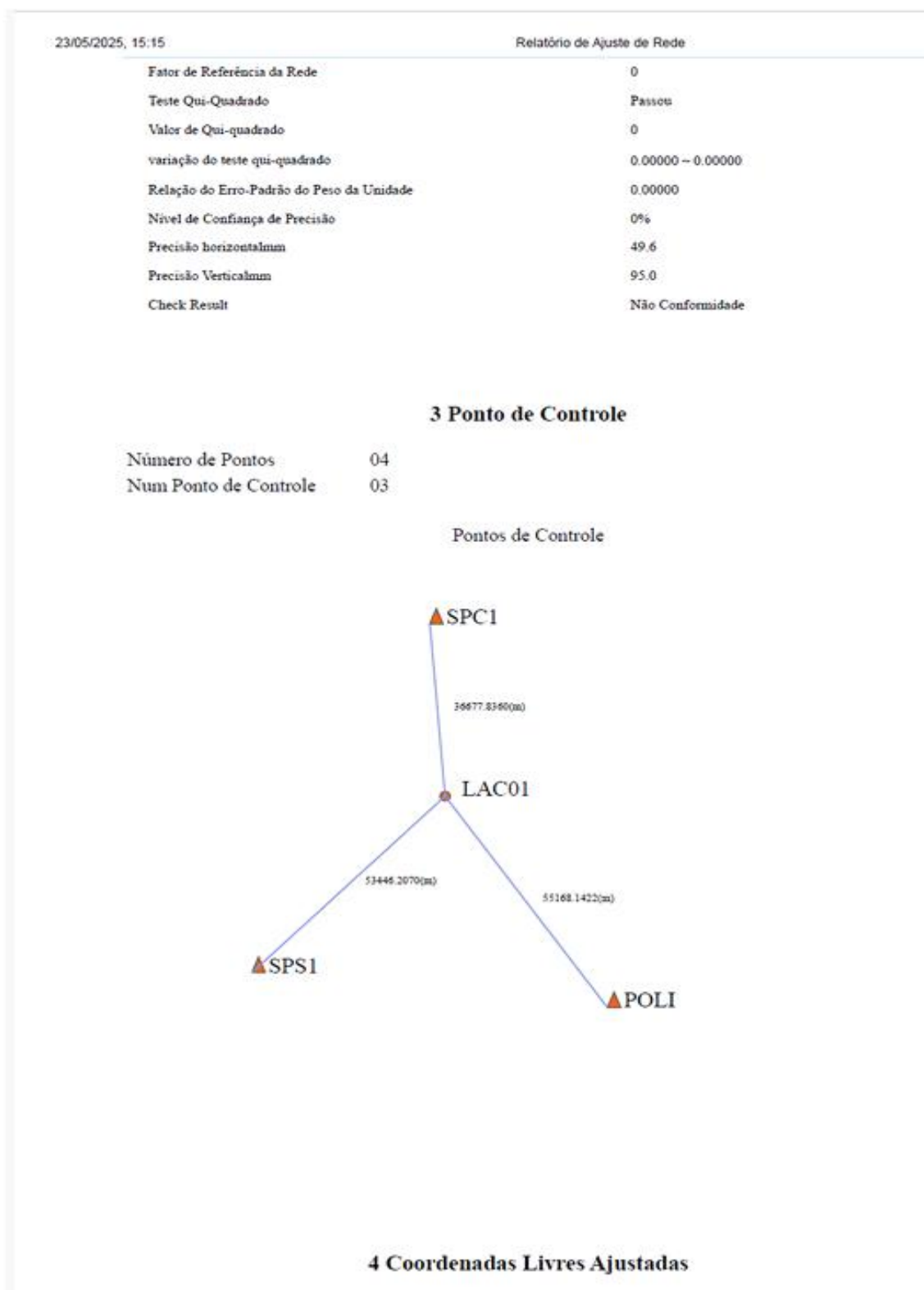
Nome	Valor
------	-------

file:///C:/Users/Novo%20usu%C3%A1rio/Desktop/Nova%20pasta%20(2)/PROCWSSAMENTO%20TCC/IGNSS/Reports/Relat%C3%B3rio%20de%20Ajustamento/Adjust_FreeNet.html

1/6

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 28: Dados processados



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 29: Dados processados

23/05/2025, 15:15

Relatório de Ajuste de Rede

4.1 Entrada de Linhas de Base em WGS84

ID de Observação	ID da Linha de Base	DX(m)	Sdv.D X(mm)	DY(m)	Sdv.D Y(mm)	DZ(m)	Sdv.D Z(mm)
B01	POLI->LAC01	-10730.0344	23.9	-34611.4149	26.9	41598.5604	16.5
B02	SPC1->LAC01	-7845.8402	42.9	12111.7411	46.6	-33719.6111	26.4
B04	SPS1->LAC01	38372.9738	78.6	15553.8441	124.7	33794.8200	81.6

4.2 Linhas de Base Ajustadas em WGS84

Estilo Um:

ID de Observação	ID da Linha de Base		Observação	Resíduo	Precisão Horizontal(Razão)	Precisão 3D (Ratio)
B01	POLI->LAC01	Azimuth	325.134347043	0.000000001	1:17225430	1:1392304
		ΔAltura Elipsoidal	-25.1601	0.0000		
		Dist. Elipsoidal	55168.1422	0.0000		
B02	SPC1->LAC01	Azimuth	176.081365125	0.000000001	1:13999053	1:534456
		ΔAltura Elipsoidal	82.1492	0.0000		
		Dist. Elipsoidal	36677.8360	0.0000		
B04	SPS1->LAC01	Azimuth	46.515846211	0.000000001	1:809636	1:317235
		ΔAltura Elipsoidal	71.5813	0.0000		
		Dist. Elipsoidal	53446.2070	0.0000		

Estilo Dois:

ID de Observação	ID da Linha de Base	DX (m)	V. D X (m m)	Sd v.D X (m m)	DY (m)	V. D Y (m m)	Sd v.D Y (m m)	DZ (m)	V. DZ (m m)	Sd v.D Z (m m)
B01	POLI->LAC01	-10730.0344	0.0	23.9	-34611.4149	0.0	26.9	41598.5604	0.0	16.5
B02	SPC1->LAC01	-7845.8402	0.0	42.9	12111.7411	0.0	46.6	-33719.6111	0.0	26.4
B04	SPS1->LAC01	38372.9738	0.0	78.6	15553.8441	0.0	124.7	33794.8200	0.0	81.6

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 30: Dados processados

23/05/2025, 15:15

Relatório de Ajuste de Rede

	LA CO 1								
--	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--

4.3 Adjusted Closures in WGS84

Estilo Um:

Loop No.	Tipo de Loop	Comprimento do Loop(m)	Passou	Baseline average length(m)	ID da Linha de Base	Azimute
----------	--------------	------------------------	--------	----------------------------	---------------------	---------

4.4 Coordenadas Geodésicas Ajustadas em WGS84

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H.(m)
LAC01	23°08'48.01243"S	0.000275	047°02'17.59352"W	0.000507	705.3346	0.0354
POLI	23°33'20.33259"S	0.000277	046°43'49.12120"W	0.000514	730.4947	0.0423
SPC1	22°48'58.62862"S	0.000282	047°03'45.69500"W	0.000508	623.1855	0.0544
SPS1	23°28'45.08988"S	0.000805	047°25'00.60808"W	0.001511	633.7533	0.0950

4.5 Coordenadas ECEF Ajustadas WGS84

ID do Ponto(m)	X(m)	Erro X(m)	Y(m)	Erro Y(m)	Z(m)	Erro Z(m)	Erro 3D(m)
LAC01	399936 9.4292	0.0232	-429453 8.5916	0.0340	-249194 0.1968	0.0218	0.0465
POLI	401009 9.4636	0.0287	-425992 7.1767	0.0389	-253353 8.7573	0.0248	0.0543
SPC1	400721 5.2694	0.0382	-430665 0.3327	0.0473	-245822 0.5857	0.0287	0.0672
SPS1	396099 6.4554	0.0602	-431009 2.4357	0.0945	-252573 5.0168	0.0617	0.1279

4.6 Coordenadas do Grid e Altura Ajustadas no Sistema Local

ID do Ponto	Norte(m)	Erro Norte(m)	Leste(m)	Erro Leste(m)	Elev.(m)	Erro Elevação(m)
LAC01	7438784.2 571	0.0087	291315.7 987	0.0143	705.33 46	0.0354
POLI	7393902.0 339	0.0087	323390.7 646	0.0145	730.49 47	0.0423
SPC1	7475338.9 483	0.0089	288294.8 770	0.0144	623.18 55	0.0544
SPS1	7401357.1 604	0.0255	253151.6 156	0.0425	633.75 33	0.0950

4.7 Lat-Lon-H(Local)

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H.(m)
LAC01	23°08'48.01244"S	0.000275	047°02'17.59352"W	0.000507	705.3346	0.0354
POLI	23°33'20.33260"S	0.000277	046°43'49.12120"W	0.000514	730.4947	0.0423
SPC1	22°48'58.62862"S	0.000282	047°03'45.69500"W	0.000508	623.1855	0.0544

F Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 31: Dados processados

23/05/2025, 15:15

Relatório de Ajuste de Rede

SPS1	23°28'45. 08988"S	0.000805	047°25'00. 60808"W	0.001511	633.7533	0.0950
------	----------------------	----------	-----------------------	----------	----------	--------

4.8 Piores estatísticas de linha de base e estação

Wors t b ase lin e	ID da Li nh a de Ba se	DX (m)	Sd v.D X (m m)	DY (m)	Sd v.D Y (m m)	DZ (m)	Sd v.D Z (m m)	Dist ânc ia (m)	Err o M édio (m)	Er ro R el ati vo
B0 4(S PS 1-> LA CO 1)	SP S1 -> L A CO 1	383 72. 973 8	78. 6	155 53. 844 1	12 4.7	337 94. 820 0	81. 6	534 46.2 070	0.16 85	1/ 31 72 3 5. 00 00

Pior est ação loc al	Norte (m)	Erro N orte(m)	Leste (m)	Erro L este(m)	Elev. (m)	Erro Ele vação(m)	Desvio-P adrão(m)
SPS1	740135 7.1604	0.0255	25315 1.6156	0.0425	633.7 533	0.0950	0.1071

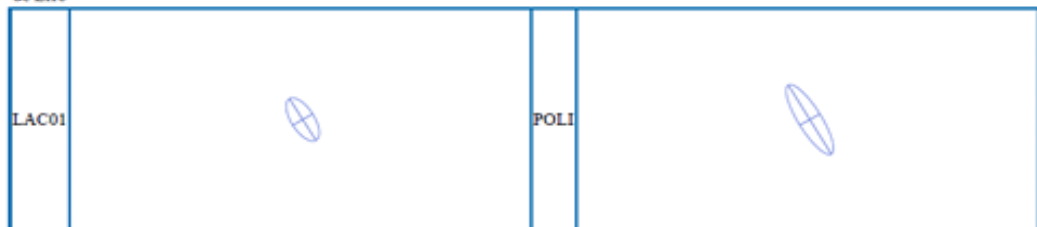
4.9 Coordenada Alterada

ID do Ponto	ΔNorte(m)	ΔLeste(m)	ΔAltura Elipsoidal(m)
LAC01	-0.0258	-0.0395	-0.0390
POLI	-0.0091	0.0567	-0.1269
SPC1	0.0587	0.0230	0.2055
SPS1	-0.0261	-0.0397	-0.0386

4.10 Elipse de Erro

ID do Ponto	Eixo Maior(m)	Eixo Curto(m)	Azimute(m)
LAC01	0.0167	0.0013	59.021196897
POLI	0.0168	0.0021	59.493530376
SPC1	0.0168	0.0016	58.597815048
SPS1	0.0494	0.0033	59.161800030

Elipse
de Erro



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 32: Dados processados



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 33: Dados processados

23/05/2025, 18:02

Relatório de Ajuste de Rede



Relatório de Ajuste de Rede

Informações Básicas

Nome	Valor
Nome do Usuário	DESKTOP-RR7JPG9
Datum do Projeto	SIRGAS 2000 _ UTM zone 23S
Nome do Projeto	rastreio 10 04
Unidades de Distância	Metro
Unidades de Altura	Metro

1 Configurações do Ajustamento

Parâmetros Básicos

Nome	Valor
Nome do Elipsóide	GRS80
Eixo Maior(m)	6378137.000
Achatamento(1/f)	298.257222101206

Parâmetros de Projeção

Nome	Valor
Método de Projeção	Transverse Mercator Projection
Razão do Comprimento	0.9996
Altura de Projeção	0.000
Latitude Original	00°00'00.00000"N
Meridiano Central(L0)	045°00'00.00000"W
Constante Aditiva Norte(m)	1000000.000
Constante Aditiva Leste(m)	500000.000

2 Estatísticas do Ajustamento

Resumo Estatístico

Nome	Valor
------	-------

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 34: Dados processados

23/05/2025, 18:02

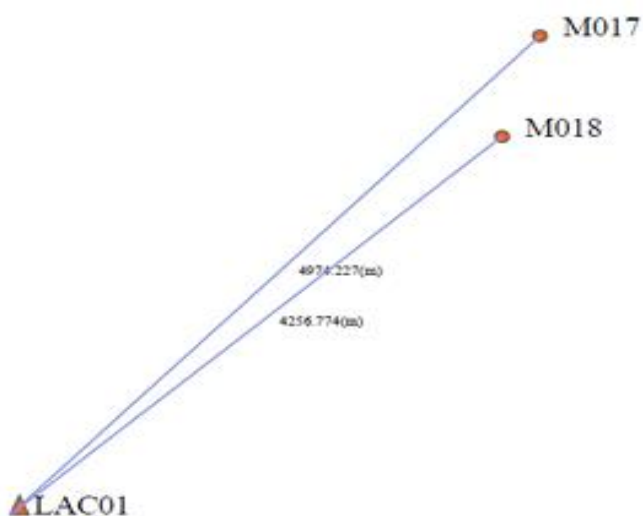
Relatório de Ajuste de Rede

Fator de Referência da Rede	0
Teste Qui-Quadrado	Passou
Valor de Qui-quadrado	0
variação do teste qui-quadrado	0.00000 – 0.00000
Relação do Erro-Padrão do Peso da Unidade	0.00000
Nível de Confiança de Precisão	0%
Precisão horizontalmm	0.2
Precisão Verticalmm	0.3
Check Result	Conformidade

3 Ponto de Controle

Número de Pontos	03
Num Ponto de Controle	01

Pontos de Controle



4 Coordenadas Livres Ajustadas

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 35: Dados processados

23/05/2025, 18:02

Relatório de Ajuste de Rede

4.1 Entrada de Linhas de Base em WGSS4

ID de Observação	ID da Linha de Base	DX (m)	Sdv.DX (mm)	DY (m)	Sdv.DY (mm)	DZ (m)	Sdv.DZ (mm)
B01	LAC01->M017	3503.072	0.3	1242.036	0.4	3305.868	0.3
B02	LAC01->M018	3098.088	0.2	1308.023	0.2	2609.799	0.2

4.2 Linhas de Base Ajustadas em WGSS4

Estilo Um:

ID de Observação	ID da Linha de Base		Observação	Resíduo	Precisão Horizontal(Razão)	Precisão 3D (Ratio)
B01	LAC01->M017	Azimute	43.282120747	0.000000011	1:20919385	1:9292092
		ΔAltura Elipsoidal	61.887	0.000		
		Dist. Elipsoidal	4974.227	0.000		
B02	LAC01->M018	Azimute	47.906505010	0.000000000	1:17131925	1:11077812
		ΔAltura Elipsoidal	36.796	0.000		
		Dist. Elipsoidal	4256.774	0.000		

Estilo Dois:

ID de Observação	ID da Linha de Base	DX (m)	V. DX (m)	Sd v.DX (m)	DY (m)	V. DY (m)	Sd v.DY (m)	DZ (m)	V. DZ (m)	Sd v.DZ (m)
B01	LAC01->M017	3503.072	0.0	0.3	1242.036	0.0	0.4	3305.868	0.0	0.3
B02	LAC01->M018	3098.088	0.0	0.2	1308.023	0.0	0.2	2609.799	0.0	0.2

4.3 Adjusted Closeloops in WGSS4

Estilo Um:

Loop No.	Tipo de Loop	Comprimento do Loop(m)	Passou	Baseline average length(m)	ID da Linha de Base	Azimute
----------	--------------	------------------------	--------	----------------------------	---------------------	---------

4.4 Coordenadas Geodésicas Ajustadas em WGSS4

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H.(m)
M017	23°06'50.30990"S	0.000004	047°00'17.76765"W	0.000004	767.247	0.000
M018	23°07'15.25774"S	0.000004	047°00'26.59563"W	0.000005	742.156	0.000

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 36: Dados processados

23/05/2025, 18:02

Relatório de Ajuste de Rede

LAC01	23°08'48. 01271"S	0.000003	047°02'17. 59499"W	0.000003	705.360	0.000
-------	----------------------	----------	-----------------------	----------	---------	-------

4.5 Coordenadas ECEF Ajustadas WGS84

ID do Ponto(m)	X(m)	Erro X (m)	Y(m)	Erro Y (m)	Z(m)	Erro Z (m)	Erro 3 D(m)
M017	400287 2.485	0.000	-429329 6.598	0.000	-248863 4.346	0.000	0.000
M018	400246 7.500	0.000	-429323 0.612	0.000	-248933 0.416	0.000	0.000
LAC01	399936 9.412	0.000	-429453 8.635	0.000	-249194 0.215	0.000	0.000

4.6 Coordenadas do Grid e Altura Ajustadas no Sistema Local

ID do Ponto	Norte(m)	Erro Norte (m)	Leste(m)	Erro Leste (m)	Elev. (m)	Erro Elevação(m)
M017	7442452. 502	0.000	294674.8 78	0.000	767.24 7	0.000
M018	7441681. 564	0.000	294434.2 37	0.000	742.15 6	0.000
LAC01	7438784. 248	0.000	291315.7 57	0.000	705.36 0	0.000

4.7 Lat-Lon-H(Local)

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H(m)
M017	23°06'50. 30990"S	0.000004	047°00'17. 76765"W	0.000004	767.247	0.000
M018	23°07'15. 25774"S	0.000004	047°00'26. 59563"W	0.000005	742.156	0.000
LAC01	23°08'48. 01272"S	0.000003	047°02'17. 59499"W	0.000003	705.360	0.000

4.8 Piores estatísticas de linha de base e estação

Worst baseline	ID da Linha de Base	DX (m)	Sd v.D X (m)	DY (m)	Sd v.D Y (m)	DZ (m)	Sd v.D Z (m)	Distância (m)	Erro Médio (m)	Erro Relativo
B01(LAC01->M017)	LA017	350 3.0 72	0.3	124 2.0 36	0.4	330 5.8 68	0.3	497 4.22 7	0.001	1/9292092.000

Pior estação local	Norte (m)	Erro Norte(m)	Leste (m)	Erro Leste(m)	Elev. (m)	Erro Elevação(m)	Desvio-Padrão(m)
M017	744245 2.502	0.000	29467 4.878	0.000	767.2 47	0.000	0.000

4.9 Coordenada Alterada

ID do Ponto	ΔNorte(m)	ΔLeste(m)	ΔAltura Elipsoidal(m)
M017	0.000	0.000	0.000

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 37: Dados processados

23/05/2025, 18:02

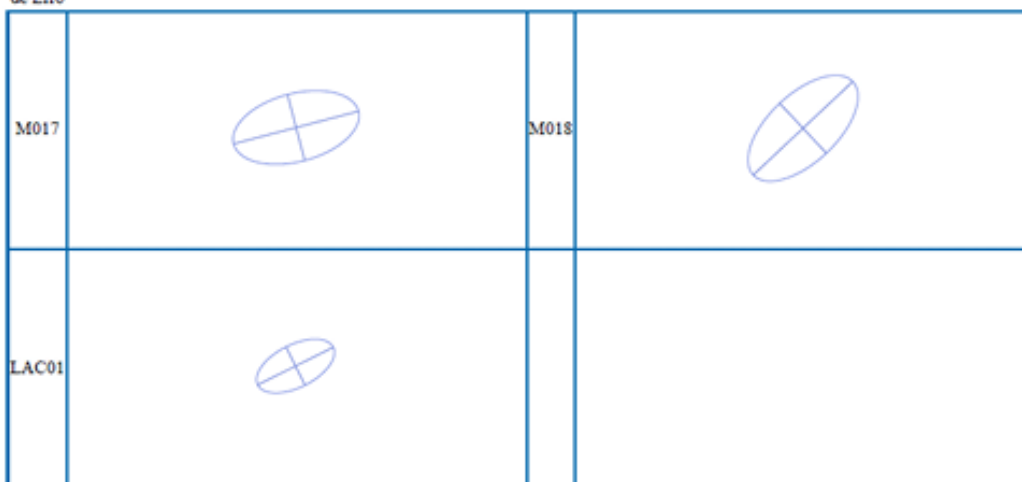
Relatório de Ajuste de Rede

M018	0.000	0.000	0.000
LAC01	0.000	0.000	0.000

4.10 Elipse de Erro

ID do Ponto	Eixo Maior(m)	Eixo Curto(m)	Azimuth(m)
M017	0.000	0.000	165.366745255
M018	0.000	0.000	136.825997239
LAC01	0.000	0.000	153.523080756

Elipse
de Erro



Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 38: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede



Relatório de Ajuste de Rede

Informações Básicas

Nome	Valor
Nome do Usuário	DESKTOP-RR.7JPG9
Datum do Projeto	SIRGAS 2000 _ UTM zone 23S
Nome do Projeto	pro-2025-05-19-16-07-14
Unidades de Distância	Metro
Unidades de Altura	Metro

1 Configurações do Ajustamento

Parâmetros Básicos

Nome	Valor
Nome do Elipsóide	GRS80
Eixo Maior(m)	6378137.000
Achatamento(1/f)	298.257222101206

Parâmetros de Projeção

Nome	Valor
Método de Projeção	Transverse Mercator Projection
Razão do Comprimento	0.9996
Altura de Projeção	0.000
Latitude Original	00°00'00.00000"N
Meridiano Central(L0)	045°00'00.00000"W
Constante Aditiva Norte(m)	10000000.000
Constante Aditiva Leste(m)	500000.000

2 Estatísticas do Ajustamento

Resumo Estatístico

Nome	Valor
Fator de Referência da Rede	0

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 39: Dados processados

23/05/2025, 16:23

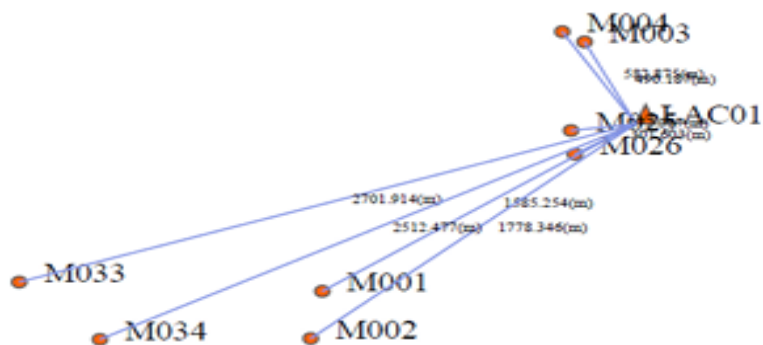
Relatório de Ajuste de Rede

Teste Qui-Quadrado	Passou
Valor de Qui-quadrado	0
variação do teste qui-quadrado	0.00000 ~ 0.00000
Relação do Erro-Padrão do Peso da Unidade	0.00000
Nível de Confiança de Precisão	0%
Precisão horizontalmm	0.7
Precisão Verticalmm	1.1
Check Result	Conformidade

3 Ponto de Controle

Número de Pontos	09
Num Ponto de Controle	01

Pontos de Controle



4 Coordenadas Livres Ajustadas

4.1 Entrada de Linhas de Base em WGSS4

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 40: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

ID de Observação	ID da Linha de Base	DX (m)	Sdv.DX (mm)	DY (m)	Sdv.DY (mm)	DZ (m)	Sdv.DZ (mm)
B01	LAC01->M001	-1220.450	0.3	-620.821	0.3	-798.820	0.2
B02	LAC01->M002	-1320.592	0.3	-589.073	0.3	-1035.154	0.2
B04	LAC01->M003	-49.751	0.5	-249.921	0.4	418.745	0.5
B05	LAC01->M004	-103.375	0.3	-327.210	0.2	471.159	0.3
B07	LAC01->M025	-211.794	0.3	-168.728	0.3	-26.563	0.1
B08	LAC01->M026	-235.987	1.3	-121.140	0.6	-143.526	0.2
B10	LAC01->M033	-2106.848	0.5	-1517.237	0.7	-748.015	0.5
B11	LAC01->M034	-1953.703	0.3	-1195.437	0.5	-1032.723	0.3

4.2 Linhas de Base Ajustadas em WGS84

Estilo Um:

ID de Observação	ID da Linha de Base		Observação	Resíduo	Precisão Horizontal(Razão)	Precisão 3D (Ratio)
B01	LAC01->M001	Azimuth	236.147790458	0.000000000	1:5609788	1:3572180
		ΔAltura Elipsoidal	-32.842	0.000		
		Dist. Elipsoidal	1585.254	0.000		
B02	LAC01->M002	Azimuth	230.287316843	0.000000000	1:5602230	1:3595321
		ΔAltura Elipsoidal	-24.009	0.000		
		Dist. Elipsoidal	1778.346	0.000		
B04	LAC01->M003	Azimuth	335.013022515	0.000000000	1:1125369	1:614459
		ΔAltura Elipsoidal	-27.589	0.000		
		Dist. Elipsoidal	490.187	0.000		
B05	LAC01->M004	Azimuth	329.133340379	0.000000000	1:2015859	1:1205583
		ΔAltura Elipsoidal	-29.780	0.000		
		Dist. Elipsoidal	582.875	0.000		
B07	LAC01->M025	Azimuth	263.109492937	0.000000000	1:1048968	1:654086
		ΔAltura Elipsoidal	-8.736	0.000		
		Dist. Elipsoidal	272.087	0.000		

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 41: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

B08	LAC01-> M026	Azimute	237.864 171500	0.0000 00000	1:388032	1:209046
		ΔAltura Elipsoidal	-9.941	0.000		
		Dist. Elip soidal	301.603	0.000		
B10	LAC01-> M033	Azimute	252.427 168505	0.0000 00000	1:6853946	1:2775862
		ΔAltura Elipsoidal	-4.702	0.000		
		Dist. Elip soidal	2701.91 4	0.000		
B11	LAC01-> M034	Azimute	243.294 835102	0.0000 00000	1:7904947	1:3659563
		ΔAltura Elipsoidal	-13.435	0.000		
		Dist. Elip soidal	2512.47 7	0.000		

Estilo Dois:

ID de O bs er va çã o	ID da Linha de Base	DX (m)	V. DX (m m)	Sd v.D X (m m)	DY (m)	V. DY (m m)	Sd v.D Y (m m)	DZ (m)	V. DZ (m m)	Sd v.D Z (m m)
B01	LAC01-> M001	-12 20. 450	0.0	0.3	-62 0.8 21	0.0	0.3	-79 8.8 20	0.0	0.2
B02	LAC01-> M002	-13 20. 592	0.0	0.3	-58 9.0 73	0.0	0.3	-10 35. 154	0.0	0.2
B04	LAC01-> M003	-49. 751	0.0	0.5	-24 9.9 21	0.0	0.4	41 8.7 45	0.0	0.5
B05	LAC01-> M004	-10 3.3 75	0.0	0.3	-32 7.2 10	0.0	0.2	47 1.1 59	0.0	0.3
B07	LAC01-> M025	-21 1.7 94	0.0	0.3	-16 8.7 28	0.0	0.3	-26. 563	0.0	0.1
B08	LAC01-> M026	-23 5.9 87	0.0	1.3	-12 1.1 40	0.0	0.6	-14 3.5 26	0.0	0.2

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 42: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

B10	LAC01->M033	-2106.848	0.0	0.5	-1517.237	0.0	0.7	-748.015	0.0	0.5
B11	LAC01->M034	-1953.703	0.0	0.3	-1195.437	0.0	0.5	-1032.723	0.0	0.3

4.3 Adjusted Closeloops in WGS84

Estilo Um:

Loop No.	Tipo de Loop	Comprimento do Loop(m)	Passou	Baseline average length(m)	ID da Linha de Base	Azimute
----------	--------------	------------------------	--------	----------------------------	---------------------	---------

4.4 Coordenadas Geodéticas Ajustadas em WGS84

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H.(m)
LAC01	23°08'48.01271"S	0.000003	047°02'17.59499"W	0.000003	705.360	0.000
M001	23°09'16.70731"S	0.000007	047°03'03.86145"W	0.000007	672.518	0.000
M002	23°09'24.93919"S	0.000007	047°03'05.67767"W	0.000007	681.351	0.000
M003	23°08'33.59412"S	0.000010	047°02'24.86112"W	0.000010	677.771	0.001
M004	23°08'31.77185"S	0.000007	047°02'28.09171"W	0.000007	675.580	0.000
M025	23°08'49.07309"S	0.000006	047°02'27.08448"W	0.000007	696.624	0.000
M026	23°08'53.22434"S	0.000013	047°02'26.56694"W	0.000020	695.419	0.001
M033	23°09'14.52012"S	0.000009	047°03'48.13612"W	0.000009	700.658	0.001
M034	23°09'24.70626"S	0.000007	047°03'36.48965"W	0.000008	691.925	0.000

4.5 Coordenadas ECEF Ajustadas WGS84

ID do Ponto(m)	X(m)	Erro X(m)	Y(m)	Erro Y(m)	Z(m)	Erro Z(m)	Erro 3D(m)
LAC01	3999369.412	0.000	-4294538.635	0.000	-2491940.215	0.000	0.000
M001	3998148.963	0.000	-4295159.456	0.000	-2492739.035	0.000	0.000
M002	3998048.820	0.000	-4295127.708	0.000	-2492975.369	0.000	0.001
M003	3999319.661	0.000	-4294788.556	0.000	-2491521.470	0.000	0.001
M004	3999266.037	0.000	-4294865.845	0.000	-2491469.056	0.000	0.000
M025	3999157.618	0.000	-4294707.363	0.000	-2491966.778	0.000	0.000
M026	3999133.425	0.001	-4294659.775	0.001	-2492083.741	0.000	0.001

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 43: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

M033	399726 2.565	0.000	-429605 5.872	0.001	-249268 8.229	0.000	0.001
M034	399741 5.709	0.000	-429573 4.071	0.000	-249297 2.938	0.000	0.001

4.6 Coordenadas do Grid e Altura Ajustadas no Sistema Local

ID do Ponto	Norte(m)	Erro Norte(m)	Leste(m)	Erro Leste(m)	Elev.(m)	Erro Elevação(m)
LAC01	7438784. 248	0.000	291315.7 57	0.000	705.36 0	0.000
M001	7437883. 010	0.000	290011.9 59	0.000	672.51 8	0.000
M002	7437629. 034	0.000	289963.8 60	0.000	681.35 1	0.000
M003	7439224. 929	0.000	291102.8 33	0.000	677.77 1	0.001
M004	7439279. 702	0.000	291010.1 39	0.000	675.58 0	0.000
M025	7438747. 847	0.000	291046.2 49	0.000	696.62 4	0.000
M026	7438620. 344	0.000	291062.7 62	0.001	695.41 9	0.001
M033	7437932. 507	0.000	288751.5 11	0.000	700.65 8	0.001
M034	7437623. 827	0.000	289087.2 56	0.000	691.92 5	0.000

4.7 Lat-Lon-H(Local)

ID do Ponto	Latitude	Erro da Latitude(s)	Longitude	Erro Longitude(s)	Altura do Elipsóide(m)	Erro H.(m)
LAC01	23°08'48. 01272"S	0.000003	047°02'17. 59499"W	0.000003	705.360	0.000
M001	23°09'16. 70731"S	0.000007	047°03'03. 86145"W	0.000007	672.518	0.000
M002	23°09'24. 93920"S	0.000007	047°03'05. 67767"W	0.000007	681.351	0.000
M003	23°08'33. 59413"S	0.000010	047°02'24. 86112"W	0.000010	677.771	0.001
M004	23°08'31. 77186"S	0.000007	047°02'28. 09171"W	0.000007	675.580	0.000
M025	23°08'49. 07309"S	0.000006	047°02'27. 08448"W	0.000007	696.624	0.000
M026	23°08'53. 22435"S	0.000013	047°02'26. 56694"W	0.000020	695.419	0.001
M033	23°09'14. 52012"S	0.000009	047°03'48. 13612"W	0.000009	700.658	0.001
M034	23°09'24. 70626"S	0.000007	047°03'36. 48965"W	0.000008	691.925	0.000

4.8 Piores estatísticas de linha de base e estação

Worst base line	ID da linha	DX (m)	Sd v.D X (m)	DY (m)	Sd v.D Y (m)	DZ (m)	Sd v.D Z (m)	Distância (m)	Erro Médio (m)	Erro Rel
-----------------	-------------	--------	--------------	--------	--------------	--------	--------------	---------------	----------------	----------

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 44: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

	e Base									ativo
B0	LA									1/
S(L	CO	-23		-12		-14		301.	0.00	20
AC	1->	5.9	1.3	1.1	0.6	3.5	0.2	603	1	90
01-	M0	87		40		26				4
>M	26									6.
02										00
6)										0

Pior est ação loc al	Norte (m)	Erro N orte(m)	Leste (m)	Erro Le ste(m)	Elev. (m)	Erro Ele vação(m)	Desvio-P adrão(m)
M026	743862 0.344	0.000	29106 2.762	0.001	695.4 19	0.001	0.001

4.9 Coordenada Alterada

ID do Ponto	Δ Norte(m)	Δ Leste(m)	Δ Altura Elipsoidal(m)
LAC01	0.000	0.000	0.000
M001	0.000	0.000	0.000
M002	0.000	0.000	0.000
M003	0.000	0.000	0.000
M004	0.000	0.000	0.000
M025	0.000	0.000	0.000
M026	0.000	0.000	0.000
M033	0.000	0.000	0.000
M034	0.000	0.000	0.000

4.10 Elipse de Erro

ID do Ponto	Eixo Maior(m)	Eixo Curto(m)	Azimute(m)
LAC01	0.000	0.000	53.418054773
M001	0.000	0.000	173.845866991
M002	0.000	0.000	177.660835324
M003	0.000	0.000	30.954012931
M004	0.000	0.000	27.376855826
M025	0.000	0.000	54.177849602
M026	0.001	0.000	56.345663996
M033	0.000	0.000	141.554423480
M034	0.000	0.000	119.004057376










Elipse
de Erro

Fonte: O Autor (2025).

IMAGEM 45: Dados processados

23/05/2025, 16:23

Relatório de Ajuste de Rede

LAC01		M001	
M002		M003	
M004		M025	
M026		M033	
M034			





Fonte: O Autor (2025).

4.4.5 Comparação

Após o processamento dos pontos pelo método PPP, o software gerou os seguintes resultados.

PPP	N	E	Z
LAC01	7.438.784,248	291315,757	705,360
CGO	N	E	Z
LAC01	7.438.784,257	291.315,798	705,3346
DIFERENÇA	0,009	0,041	0,0254

5 MONOGRAFIA DOS MARCOS

 Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos Monografia de Marco Geodésico		
Identificação do vértice: LAC1	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°08'48.01272''S
	Longitude	047°02'17.59499''W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.438.784,248
	E(m)	291.315,757
	Altitude elipsoidal = h (m)	705,360
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	709,18
Foto Localização: 		Foto Detalhe: 
Descrição e Itinerário: O vértice nº LAC1 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado na Rua Caiapós, no Residencial Paraíso Terra Brasilis.		
		
Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos		



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-001	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°09'16.70731''S
	Longitude	47°03'03.86145''W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.437.883,010
	E(m)	290.011,959
	Altitude elipsoidal = h (m)	672,518
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	676,338

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-001 está demarcado por um marco com chapa metálica, situado na Praça da Bíblia (antiga Praça do Milênio), localizada na Rua Emancipadores do Município.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-002	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°09'24.93919"S
	Longitude	047°03'05.67767"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.437.629,034
	E(m)	289.963,860
	Altitude elipsoidal = h (m)	681,351
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	685,171

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-002 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado à direita do Paço Municipal de Itupeva, na Avenida Eduardo Aníbal Lourenço, nº 15, Jardim Primavera.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos
Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-003	Data: MAIO /2025 4	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°08'33.59413"S
	Longitude	047°02'24.86112"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.439.224,929
	E(m)	291.102,833
	Altitude elipsoidal = h (m)	677,771
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	681,591

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-003 está demarcado por um marco com chapa metálica, situado no Bairro das Hortências, na Avenida Emílio Checchinato, próximo ao semáforo, na calçada da empresa Bosal.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-004	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°08'31.77186"S
	Longitude	23°08'31.77186"S
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.439.279,702
	E(m)	291.010,139
	Altitude elipsoidal = h (m)	675,580
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	679,400

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-004 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado no Bairro das Hortências, na Avenida Emílio Checchinato, na calçada da empresa Bosal.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-017	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°06'50.30990"S
	Longitude	047°00'17.76765"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.442.452,502
	E(m)	294.674,878
	Altitude elipsoidal = h (m)	767,247
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	771,067

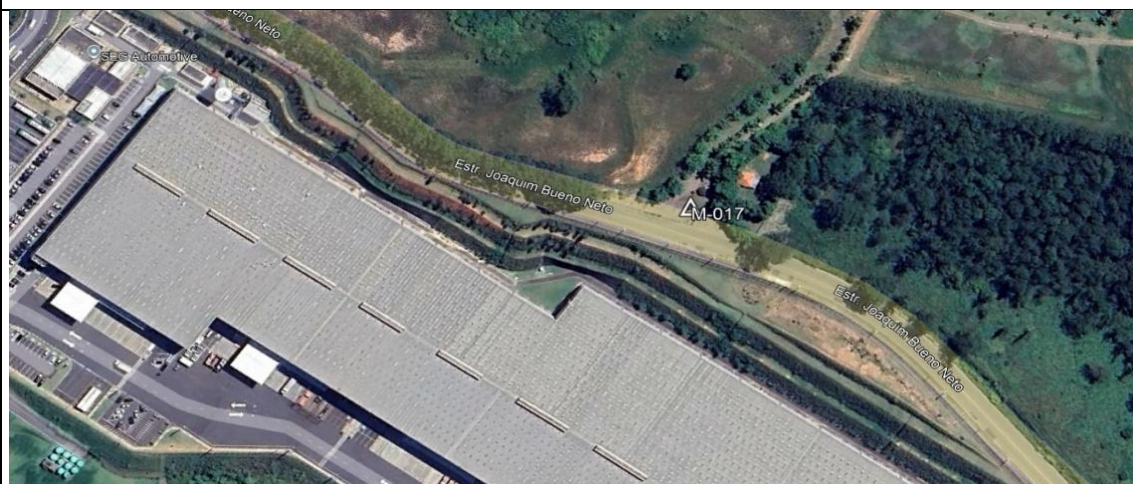
Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº. M-017 está materializado com marco e chapa metálica localizada a esquerda da Estrada Joaquim Bueno Neto sentido bairro-centro no Bairro Rio Abaixo próximo ao Outlet Premium São Paulo.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-018	Data: Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°07'15.25774"S
	Longitude	047°00'26.59563"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.441.681.564
	E(m)	294.434,237
	Altitude elipsoidal = h (m)	742,15
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	745,97

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº. M-018 está materializado com marco e chapa metálica localizada a esquerda no trevo da Estrada Joaquim Bueno Neto com Rodovia Akzo Nobe sentido bairro-centro no Bairro do Bom Jardim.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-025	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°08'49.07309"S
	Longitude	047°02'27.08448"W
Projeção: UTM Fuso: 23	N(m)	7.438.747,847
	E(m)	291.046,249
Meridiano Central: - 45°	Altitude elipsoidal = h (m)	696,624
Fonte: Modelo Geoidal MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	700,444

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-025 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado no bairro Residencial Paraíso Terra Brasilis, na Rua Juruna, em frente à Rua Anambé.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-026	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°08'53.22435"S
	Longitude	047°02'26.56694"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.438.620,344
	E(m)	291.062,762
	Altitude elipsoidal = h (m)	695,419
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	699,239

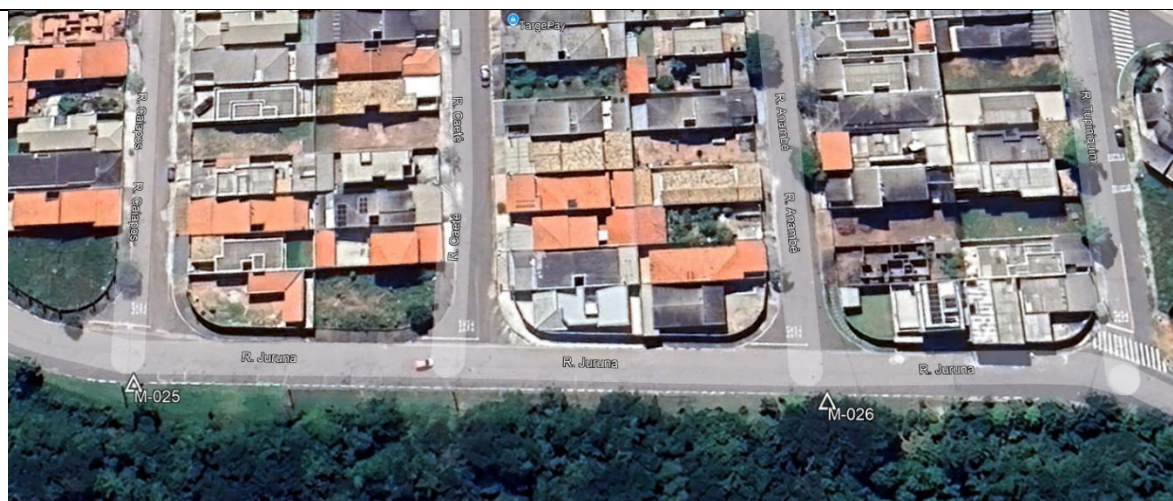
Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-025 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado no bairro Residencial Paraíso Terra Brasilis, na Rua Juruna, em frente à Rua Caiapós.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-033	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°09'14.52012"S
	Longitude	047°03'48.13612"W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.437.932,507
	E(m)	288.751,511
	Altitude elipsoidal = h (m)	700,658
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	704,478

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice n°. O vértice n° M-033 está demarcado por um marco com chapa metálica, situado na Rua Dr. José Roberto Basile Bonito, n° 372, no Residencial São José.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos



Prefeitura Município de Itupeva-São Paulos

Monografia de Marco Geodésico

Identificação do vértice: M-034	Data: MAIO /2025	Localidade: Itupeva / SP
Datum: SIRGAS 2000 Elipsoide: GRS 80	Latitude	23°09'24.70626''S
	Longitude	047°03'36.48965''W
Projeção: UTM Fuso: 23 Meridiano Central: - 45°	N(m)	7.437.623,827
	E(m)	289.087,256
	Altitude elipsoidal = h (m)	691,925
Fonte: Modelo Geoidal - MAPGEO2010	Altitude ortométrica = H (m)	695,772

Foto Localização:



Foto Detalhe:



Descrição e Itinerário: O vértice nº M-034 está demarcado por um marco com chapa metálica, localizado na Rua Napoleão de Benedictes, em frente à Rua Fabrício, no Jardim São Vicente.



Marco implantados e rastreados por Luís Augusto Carlos

6 RESULTADOS

O presente trabalho alcançou êxito na implantação de uma rede geodésica na cidade de Itupeva-SP, cumprindo seu objetivo geral. A execução seguiu estritamente as normativas e padrões de precisão do IBGE, resultando em uma rede confiável. Foram materializados 10 marcos geodésicos com coordenadas UTM precisas, distribuídos estrategicamente em locais acessíveis, conforme planejado em um dos objetivos específicos.

TABELA 04: Coordenadas do Marcos Implantados

PONTOS	N	E	Z	LATITUDE	LONGITUDE
LAC 01	7.438.784,248	291.315,757	705.360	23°08'48.01272"S	047°02'17.59499"W
M-001	7.437.883,010	290.011,959	672.518	23°09'16.70731"S	047°03'03.86145"W
M-002	7.437.629,034	289.963,860	681.351	23°09'24.93919"S	047°03'05.67767"W
M-003	7.439.224,929	291.102,833	677.771	23°08'33.59413"S	047°02'24.86112"W
M-004	7.439.279,702	291.010,139	675.580	23°08'31.77185"S	047°02'28.09171"W
M-017	7.442.452,502	294.674,878	767.247	23°06'50.30990"S	047°00'17.76765"W
M-018	7.441.681,564	294.434,237	742,15	23°07'15.25774"S	047°00'26.59563"W
M-025	7.438.747,847	291.046,249	696.624	23°08'49.07309"S	047°02'27.08448"W
M-026	7.438.620,344	291.062,762	695.419	23°08'53.22435"S	047°02'26.56694"W
M-033	7.437.932,507	288.751,511	700.658	23°09'14.52012"S	047°03'48.13612"W
M-034	7.437.623,827	289.087,256	691.925	23°09'24.70626"S	047°03'36.48965"W

Fonte: O Autor (2024).

O rastreamento destes marcos foi realizado com sucesso utilizando a técnica GNSS, seguindo os padrões do IBGE. As observações coletadas passaram por pós-processamento e ajustamento, empregando o método de Posicionamento Relativo no software CHC GEOMATIC Office 2, os resultados do serviço IBGE-PPP e o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) na forma Paramétrica. A análise final confirmou que a rede geodésica implantada atende aos requisitos de precisão estabelecidos pelo IBGE, validando a metodologia empregada.

7 DISCUSSÃO

A implantação desta rede geodésica representa um avanço significativo para a infraestrutura técnica de Itupeva, estabelecendo um marco fundamental para a padronização dos levantamentos topográficos na região. A disponibilização dos 10 marcos com coordenadas UTM precisas e de fácil acesso oferece um subsídio prático de grande valor para os profissionais de engenharia, topografia e áreas correlatas, facilitando a execução de seus trabalhos e promovendo maior uniformidade e qualidade nos dados geoespaciais gerados no município. A escolha da técnica GNSS e das metodologias de pós-processamento e ajustamento (Posicionamento Relativo, IBGE-PPP, MMQ Paramétrico) mostrou-se adequada para atingir a precisão requerida pelos padrões do IBGE, conferindo robustez e confiabilidade aos pontos de referência estabelecidos. A rede serve, portanto, como uma base sólida para futuros projetos de engenharia civil, planejamento urbano, regularização fundiária e gestão territorial, contribuindo para um desenvolvimento mais ordenado e tecnicamente embasado. Reconhecendo a importância de uma cobertura mais ampla, foi elaborada e encaminhada à administração municipal uma sugestão para a implantação de 18 marcos adicionais. A concretização desta proposta ampliaria significativamente os benefícios da rede, consolidando a infraestrutura geodésica municipal e estendendo a padronização e a disponibilidade de pontos de controle precisos para uma área maior do território.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho cumpriu com sucesso seus objetivos, culminando na implantação de uma rede geodésica precisa e funcional em Itupeva-SP, em conformidade com os padrões do IBGE. A rede estabelecida, composta por 10 marcos estrategicamente localizados e com coordenadas ajustadas, representa uma contribuição técnica relevante para o município, viabilizando a padronização dos levantamentos topográficos e fornecendo referências confiáveis para diversos profissionais. Além da execução técnica, o estudo propôs a expansão da rede, visando maximizar seus benefícios para a gestão territorial. Conclui-se que a rede geodésica ora implementada constitui um legado técnico importante, com potencial para subsidiar inúmeras aplicações futuras e fomentar um desenvolvimento urbano mais eficiente e planejado em Itupeva.

9 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14166**: Rede de referência cadastral municipal - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. Disponível em: <http://www.carto.eng.uerj.br/cdecart/download/NBR14166.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.

DAL'FORNO, G. L.; AGUIRRE, A. J.; HILLEBRAND, F. L.; GREGÓRIO, F. V. Transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas no plano topográfico local pelos métodos da Norma NBR 14166:1998 e o de rotações e translações. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais** [...]. Recife: UFPE, 2010. p. 1-7. Disponível em: https://www3.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_62.pdf. Acesso em: 1 jun. 2025.

ENGEROFF, F. A.; THUM, A. B. **Implantação de rede geodésica municipal (RGM) de São José do Hortêncio/RS**: comparativo de técnicas. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Informações Espaciais Georreferenciadas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE registra efeitos do aquecimento global na costa brasileira. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 26 jun. 2007. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13318-asi-ibge-registra-efeitos-do-aquecimento-global-na-costa-brasileira>. Acesso em: 1 jun. 2025

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, [2024?]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/acao-informacao/institucional/o-ibge.html>. Acesso em: 1 jun. 2025.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2007, p 331.

SILVA, A. G. G. **Análise da acurácia posicional planimétrica obtida por meio do método RTK utilizando diferentes softwares para processamento dos dados GNSS**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/48805/1/TCC%20-%20ALEX%20GALDINO%20GOMES%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025