

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA

LEANDRO CÔRTEZ CARDOSO

**PROCEDIMENTO PARA CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEL RURAL NO SIGEF: DO
LEVANTAMENTO DE CAMPO À ELABORAÇÃO DE PEÇAS TÉCNICAS**

Monte Carmelo

2026

LEANDRO CÔRTEZ CARDOSO

**PROCEDIMENTO PARA CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEL RURAL NO SIGEF:
DO LEVANTAMENTO DE CAMPO À ELABORAÇÃO DE PEÇAS TÉCNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Agrimensura e
Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Carrupt
Machado.

Monte Carmelo

2026

LEANDRO CÔRTEZ CARDOSO

**PROCEDIMENTO PARA CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEL RURAL NO SIGEF:
DO LEVANTAMENTO DE CAMPO À ELABORAÇÃO DE PEÇAS TÉCNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia de Agrimensura e
Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Carrupt
Machado.

Aprovado em: ____ / ____ / ____.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wagner Carrupt Machado
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Vinícius Francisco Rofatto
Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Tatiane Assis Vilela Meireles
Universidade Federal de Uberlândia

Monte Carmelo

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C268
2026 Cardoso, Leandro Côrtes, 2000-
 Procedimento para certificação de imóvel rural no SIGEF: do levantamento de campo à elaboração de peças técnicas [recurso eletrônico] / Leandro Côrtes Cardoso. - 2026.

 Orientador: Wagner Carrupt Machado.
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

 Modo de acesso: Internet.
 Inclui bibliografia.
 Inclui ilustrações.

 1. Agrimensura. I. Machado, Wagner Carrupt, 1974-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica. III. Título.

CDU: 528

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

“A Cruz Sagrada seja a minha luz.

Não seja o dragão o meu guia.

Retira-te, Satanás!

Nunca me aconselhes coisas vãs.

É mau o que tu me ofereces.

Bebe tu mesmo os teus venenos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela proteção, sabedoria e força concedidas ao longo desta caminhada acadêmica. Sua presença guiou cada passo e me sustentou nos momentos de maior desafio.

Aos meus pais, Ana Lúcia Luciano Cardoso (in memoriam) e Lázaro Cortes Cardoso (in memoriam), deixo minha eterna gratidão. Foram eles que me ensinaram os valores que carrego, e cuja memória me inspira diariamente a seguir com determinação, responsabilidade e fé. Este trabalho é, também, uma homenagem à história e ao amor que me dedicaram.

Ao meu irmão, agradeço profundamente por todo o apoio, incentivo e compreensão durante essa jornada. Sua presença foi essencial para que eu me mantivesse firme até a conclusão deste objetivo.

Estendo meus agradecimentos a todos os professores que fizeram parte da minha formação no curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica. Cada orientação, ensinamento e contribuição acadêmica foram fundamentais para o meu desenvolvimento técnico, científico e profissional. Sou grato por toda a dedicação e comprometimento demonstrados ao longo do percurso.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, registro aqui meu sincero agradecimento.

RESUMO

O georreferenciamento de imóveis rurais se tornou um instrumento essencial para garantir segurança jurídica, precisão geométrica e regularização fundiária no Brasil, especialmente após as exigências estabelecidas pela Lei nº 10.267/2001 e pelas normas do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Este trabalho teve como objetivo descrever e aplicar de forma prática o procedimento técnico de georreferenciamento de um imóvel rural, abrangendo todas as etapas do processo, desde o levantamento de campo até a certificação da geometria no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e a elaboração das peças técnicas necessárias à retificação da matrícula imobiliária. O levantamento foi executado utilizando receptores GNSS, com determinação das coordenadas de uma estação base no local do imóvel por meio do serviço IBGE-PPP e, dos vértices com o método de posicionamento relativo cinemático em tempo real (RTK), garantindo precisão compatível com o exigido pela legislação. Os dados foram processados e submetidos ao SIGEF, onde a certificação confirmou a consistência geométrica e a ausência de sobreposições. Por fim, foram elaborados a planta e o memorial descritivo, documentos essenciais para instruir o procedimento administrativo no Cartório de Registro de Imóveis. Os resultados demonstram a eficiência do fluxo metodológico adotado e evidenciam a importância da integração entre técnicas geodésicas, ferramentas de geoprocessamento e normas jurídicas para a regularização imobiliária rural. O estudo reforça a relevância do georreferenciamento como instrumento de ordenamento territorial e segurança registral.

Palavras-chave: Georreferenciamento de Imóveis Rurais, Certificação, SIGEF.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de Coordenadas Geodésicas.....	14
Figura 2 - Coordenadas Cartesianas.....	16
Figura 3 – Representação do SGL	17
Figura 4 - Distribuição global dos fusos da projeção UTM.....	19
Figura 5 - Princípio do Posicionamento Relativo Estático	21
Figura 6 - Ilustração do serviço IBGE-PPP	23
Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo.....	28
Figura 8 - Par de receptores TPS T10 RTK e antena TPMT 10 None.....	29
Figura 9 - Fluxograma Metodológico.....	31
Figura 10 – Requerimento de Certificação.....	35
Figura 11 - Coordenadas da Base.....	37
Figura 13 – Resultado do Requerimento de Certificação.....	39
Figura 14 - Certificação no SIGEF.....	39
Figura 15 - Planta gerada pelo SIGEF.....	40
Figura 16 - Memorial Digital gerado pelo SIGEF	41
Figura 17 - Planta do Imóvel.....	41
Figura 18 - Memorial Descritivo.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações sobre o perímetro do imóvel.....	34
Tabela 2 - Identificação da natureza do serviço, do detentor e da área.....	35
Tabela 3 - Coordenadas dos Vértices.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1.Objetivos Gerais	12
2.2.Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1.Sistemas de Referência.....	13
3.2.Métodos de Posicionamento com GNSS	19
3.3.Georreferenciamento de Imóveis Rurais	24
3.4.Sistema de Gestão Fundiária – SIGEF.....	26
3.5. Aspectos Jurídicos e Cartoriais da Regularização Fundiária Rural.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1.Área de estudo	28
4.2.Materiais	28
4.3.Métodos	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

O georreferenciamento de imóveis rurais consolidou-se como uma das principais ferramentas para garantir segurança jurídica, precisão geométrica e organização territorial no Brasil. Desde a publicação da Lei nº 10.267/2001, que tornou obrigatória a identificação georreferenciada para fins de registro, o processo ganhou centralidade nos procedimentos de regularização e estruturação cadastral, assegurando que os imóveis rurais sejam descritos com coordenadas compatíveis com o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e validadas por meio do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) (Brasil, 2001; INCRA, 2022). Nesse contexto, o georreferenciamento passou a atuar não apenas como instrumento técnico, mas também como elemento estruturante das políticas fundiárias, reduzindo sobreposições, fraudes e conflitos (SIGEF, 2013).

Os fundamentos do georreferenciamento dependem diretamente da vinculação ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e métodos compatíveis em termos de precisão, que possibilitam determinar coordenadas tridimensionais com precisão centimétrica. Métodos como o posicionamento por ponto preciso (PPP) e o relativo cinemático em tempo real (RTK) são amplamente utilizados em levantamentos que exigem o nível de precisão citado. Por um lado, o método PPP permite a determinação de coordenadas precisas sem a necessidade de utilização de dados de uma estação com coordenadas conhecidas, denominada de estação base, mas, na sua forma clássica, requer longo período de coleta de dados. Por outro lado, o método RTK possibilita o posicionamento preciso em tempo real e é frequentemente utilizado no levantamento de perímetro, pois permite agilidade na coleta de dados e confiabilidade geométrica do resultado (Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2008, p. 167–169, p. 437-439), mas requer o uso de dados de uma estação base nas imediações do levantamento. Além disso, o método RTK, desempenha papel fundamental em levantamentos rurais devido à sua capacidade de fornecer soluções fixas em tempo real, desde que executado em situações adequadas, com precisão compatível aos padrões exigidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (INCRA, 2022). Portanto, a utilização conjunta destes dois métodos é bastante pertinente dando agilidade e precisão ao levantamento.

Além do rigor técnico, o georreferenciamento está intrinsecamente associado ao processo de regularização fundiária rural, regulamentado pela Lei nº 13.465/2017. A regularização tem como objetivo formalizar a situação jurídica de imóveis, garantindo ao

proprietário a segurança registral necessária para exercer plenamente seus direitos reais. No âmbito rural, essa regularização depende obrigatoriamente do adequado enquadramento do imóvel no cadastro territorial, do atendimento às normas do INCRA e da conformidade da documentação técnica apresentada ao Cartório de Registro de Imóveis (BRASIL, 1973).

A regularização fundiária rural exige, portanto, a integração entre normas jurídicas, métodos de posicionamento geodésico e técnicas cartográficas. A certificação no SIGEF, que é uma validação sobre as informações espaciais de imóveis rurais, assegura que a geometria apresentada pelo profissional esteja livre de sobreposições e atenda às tolerâncias de precisão estabelecidas, enquanto o Registro de Imóveis verifica a conformidade documental com a Lei nº 6.015/1973 (BRASIL, 1973; SIGEF, 2013). Assim, o georreferenciamento desempenha papel essencial na formalização de propriedades rurais, favorecendo organização fundiária, segurança jurídica e planejamento territorial.

Dessa forma, compreender os fundamentos técnicos do georreferenciamento e do posicionamento GNSS, bem como os procedimentos legais que o regem, é fundamental para garantir que as etapas de campo, processamento, elaboração de peças técnicas (planta e memorial descritivo) e certificação sejam realizadas de acordo com as exigências do INCRA e dos registros públicos. O presente trabalho descreve de forma detalhada esse processo, aplicando os conceitos e métodos discutidos à certificação da Fazenda Boa Vista e Santo Antônio, localizada no município de Indianópolis–MG.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Descrever os procedimentos técnicos necessários para a certificação de um imóvel rural no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), desde o levantamento GNSS até a submissão e elaboração das peças técnicas exigidas pelo cartório de registro de imóveis.

2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Descrever a metodologia do levantamento de campo realizado com métodos de posicionamento com GNSS;
- Descrever a estratégia de processamento dos dados GNSS visando atender as normas técnicas do INCRA; e
- Documentar e descrever o processo de certificação no SIGEF, registrando as etapas de validação, conferência e finalização do procedimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Sistemas de Referência

A Geodésia é a ciência que estuda a forma, o campo de gravidade e a rotação da Terra, considerando-a como um corpo tridimensional dinâmico. Seu desenvolvimento está associado à cooperação científica internacional, destacando-se a atuação da *International Association of Geodesy* (IAG) na coordenação de pesquisas, observações e no estabelecimento de sistemas de referência geodésicos. A Geodésia moderna baseia-se em modelos matemáticos rigorosos e em observações globais que permitem o posicionamento preciso de pontos na superfície terrestre, sendo fundamental para aplicações como o GNSS e o georreferenciamento (IAG, s.d.).

No Brasil, o sistema de referência geodésico oficial é o SIRGAS2000, estabelecido pelo IBGE (2005). O SIRGAS2000 é um sistema geocêntrico, ou seja, sua origem coincide com o centro de massa da Terra, sendo alinhado ao *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) (Da Costa Temba *et al.*, 2021). Ele possui elevada precisão e alta estabilidade temporal, características essenciais para garantir a consistência espacial e temporal de levantamentos cadastrais de longo. Em substituição ao antigo SAD 69, o sistema permite a integração do território brasileiro à infraestrutura global de monitoramento geodésico, sendo compatível com as tecnologias GNSS de alta precisão (IBGE, s.d.).

O SIRGAS2000 adota o elipsoide GRS80 como superfície de referência. O elipsoide é a aproximação matemática da forma da Terra mais adequada para realizar cálculos geodésicos com elevado rigor (IBGE, 2005). Ele define a base geométrica para as transformações de coordenadas, sendo imprescindível para a conversão entre coordenadas geodésicas e projetadas (UTM) (IBGE, 2020).

Além do sistema de referência geodésico, outro elemento fundamental é o sistema de coordenadas, no contexto do georreferenciamento de imóveis rurais. O Manual do SIGEF exige que as coordenadas dos vértices de imóveis a serem certificados estejam referenciados ao SIRGAS2000 (SIGEF, 2022), e expressos em coordenadas UTM ou em coordenadas geodésicas. Já no Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais do INCRA (INCRA, 2022), permite o uso de coordenadas geodésicas, e o sistema de projeção UTM como possibilidades para a realização do processo de

georreferenciamento do imóvel, ressaltando que cada sistema possui um campo de aplicação e limitações específicas em relação à quantidade de fusos UTM que o imóvel está inserido, tamanho da área e distorções. As características de cada sistema de coordenada serão apresentadas nas próximas seções.

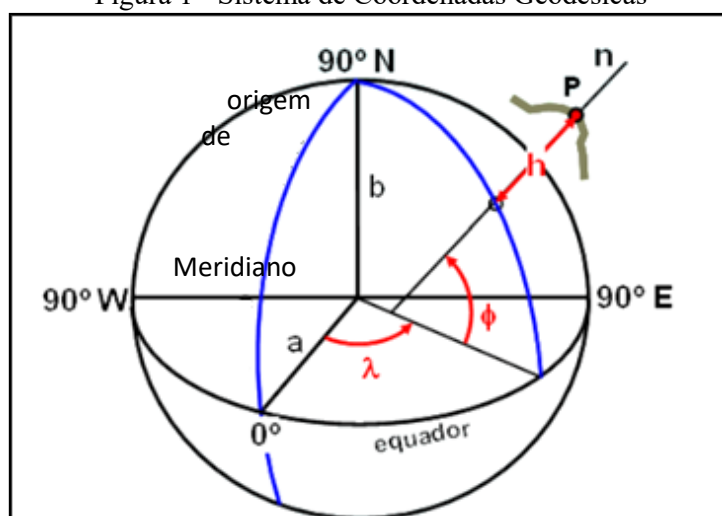
3.1.1. Coordenadas geodésicas

As coordenadas geodésicas constituem o sistema mais amplamente utilizado para representar posições na superfície da Terra em aplicações geodésicas e de georreferenciamento. São definidas a partir da relação geométrica entre o ponto na superfície física da Terra e o elipsoide de referência, sendo elas: latitude geodésica (φ), longitude geodésica (λ) e altitude elipsoidal (h), definidas como:

- latitude geodésica (φ): o ângulo entre a normal ao elipsoide que passa pelo ponto e o plano equatorial.
- longitude (λ) geodésica: o ângulo diedro entre o plano do meridiano do ponto e o plano meridiano de referência.
- A altitude elipsoidal (h) corresponde à distância do ponto até o elipsoide, medida ao longo da normal à superfície.

Uma ilustração das coordenadas geodésicas é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Sistema de Coordenadas Geodésicas



Fonte: Adaptado de Cuchinski *et al.* (2006)

Esse sistema possui alta relevância por preservar propriedades geométricas naturais e por permitirem a representação global contínua, sem a segmentação imposta pelos sistemas de projeção, como no caso da Universal Transversa de Mercator (UTM) (Cuchinski *et al.*, 2006). Além disso, não resulta em distorções métricas provenientes da representação plana da superfície terrestre (Menzori, 2001).

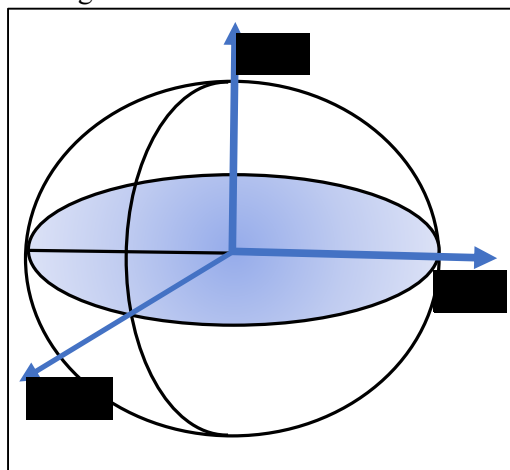
3.1.2. Coordenadas cartesianas geocêntricas

O sistema de coordenadas cartesianas geocêntricas (Figura 2) define a posição de pontos no espaço tridimensional por meio de três eixos ortogonais (X, Y, Z), cuja origem coincide com o centro de massa da Terra (geocentro). Esse sistema, frequentemente denominado *Earth-Centered, Earth-Fixed* (ECEF), é amplamente utilizado nos cálculos das órbitas dos satélites GNSS e na materialização de sistemas de referência globais, como o *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF), bem como suas densificações regionais, como o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS). A adoção de referenciais geocêntricos como o SIRGAS2000, que deriva diretamente de realizações do ITRF, foi recomendada pelo Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG) do IBGE por proporcionar maior compatibilidade com as técnicas modernas de posicionamento e permitir que as coordenadas geocêntricas de um ponto sejam expressas com precisão e consistência em escala continental e global (Monico, 2008, p. 114–123; IBGE, s.d.).

Cuchinski *et al.* (2006), detalha que o alinhamento dos eixos no sistema ECEF é crucial:

- O eixo Z é alinhado com o Eixo de Rotação da Terra (ou Polo de Referência Internacional).
- O eixo X aponta para a intersecção do Meridiano de Greenwich com o Equador.
- O eixo Y completa o sistema dextrogiro, estando no plano equatorial e a 90° leste do eixo X.

Figura 2 - Coordenadas Cartesianas



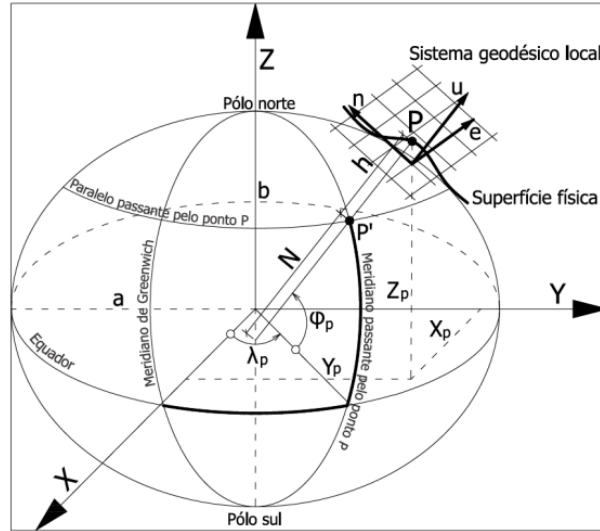
Elaboração: Autor (2025)

Apesar de sua aplicação ser mais comum em cálculos astronômicos e científicos, o sistema cartesiano geocêntrico é fundamental na transformação de coordenadas. Os dados brutos de satélite (efemérides) são, por natureza, baseados neste sistema tridimensional. A conversão para coordenadas geodésicas (φ , λ , h), é realizada através de fórmulas matemáticas que relacionam a geometria do elipsoide de referência com os parâmetros cartesianos Hofmann-Wellenhof *et al.* (2008 p. 277 - 279).

3.1.3. Sistema Geodésico Local (SGL)

O SGL, de acordo com o INCRA (2022), é definido por um conjunto de eixos cartesianos estabelecido localmente sobre a superfície terrestre, também conhecido como sistema topocêntrico. Seus eixos são orientados de acordo com convenções específicas: o eixo Norte (n) é alinhado com o meridiano geodésico do ponto, o eixo Leste (e) é perpendicular ao anterior e tangente ao paralelo, e o eixo Vertical/Altura (u) é alinhado com a normal ao elipsoide (Figura 3). Esse sistema é amplamente utilizado em aplicações topográficas, engenharia civil e modelagem tridimensional, permitindo representar objetos localmente com precisão (Morais Junior, 2019).

Figura 3 – Representação do SGL



Fonte: Adaptado de INCRA (2022)

A transformação de coordenadas no Sistema Geodésico Local (SGL) é realizada a partir da conversão das coordenadas cartesianas geocêntricas tridimensionais (X, Y, Z), obtidas por posicionamento com GNSS, para um sistema cartesiano local tangente ao elipsoide, definido pelos eixos Leste (e), Norte (n) e Vertical (u), tendo como origem um vértice de referência com coordenadas conhecidas. Esse procedimento é fundamental para viabilizar os cálculos topográficos de área, perímetro e ajustes geométricos no âmbito do georreferenciamento de imóveis rurais. A transformação é realizada por meio de translações seguidas de rotações dependentes da latitude (φ_0) e longitude (λ_0) do ponto de origem do SGL, conforme a Equação (4), garantindo a coerência geométrica entre o sistema global e o sistema local adotado nos levantamentos (INCRA, 2022).

$$\begin{bmatrix} e \\ n \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sin\varphi_0 & \cos\varphi_0 \\ 0 & -\cos\varphi_0 & \sin\varphi_0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -\sin\lambda_0 & \cos\lambda_0 & 0 \\ -\cos\lambda_0 & -\sin\lambda_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Onde:

- X, Y e Z são as coordenadas cartesianas geocêntricas do ponto a transformar;
- X_0 , Y_0 e Z_0 são as coordenadas cartesianas geocêntricas do ponto de origem do SGL;
- φ_0 e λ_0 correspondem à latitude e longitude geodésicas do ponto de origem;

- e, n, u representam as coordenadas locais nos eixos: Leste, Norte e Vertical respectivamente.

Conforme pode ser observado na equação (4), é necessário que pelo menos um dos vértices do SGL esteja conectado diretamente à rede oficial com coordenadas obtidas via posicionamento de alta precisão, como o PPP ou Posicionamento Relativo Estático (Simões *et al.*, 2017).

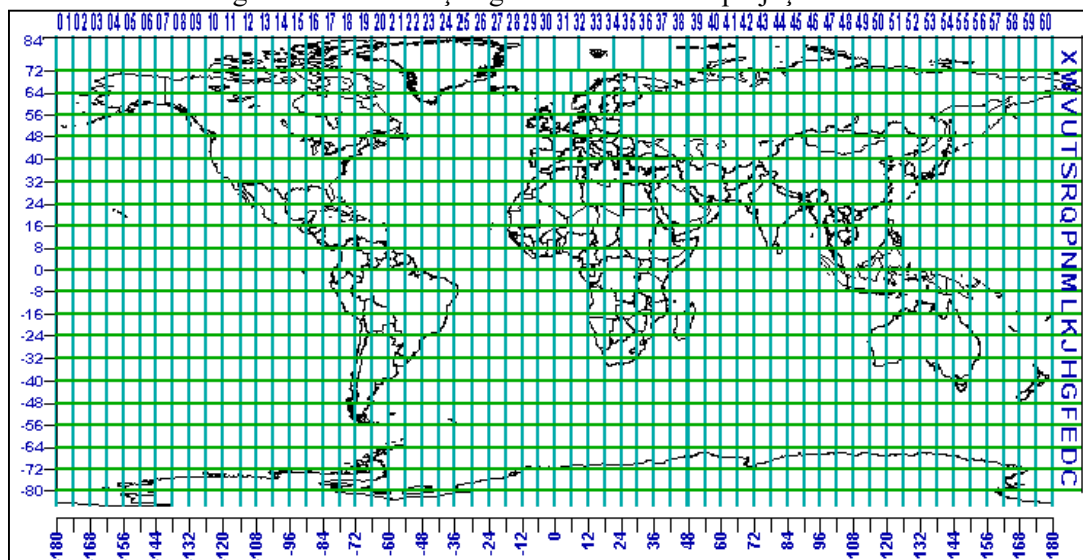
Além da função técnica, o SGL também cumpre um papel importante na democratização do georreferenciamento. Michels *et al.* (2021) destacam que, embora temporário, o SGL se configura como uma solução de engenharia eficaz e amplamente adotada no campo, desde que conduzido por profissionais habilitados e atentos aos princípios da geodésia rigorosa. No contexto da regularização fundiária, o SGL contribui para tornar o processo mais acessível, sem comprometer a qualidade e a confiabilidade dos dados geoespaciais.

3.1.4. Sistema UTM

O sistema UTM é um dos sistemas de projeção cartográfica mais amplamente utilizados em aplicações topográficas, cartográficas e cadastrais. Trata-se de uma projeção conforme, baseada na projeção de Mercator transversa, em que o cilindro é secante ao elipsoide, originando duas linhas de secância aproximadamente paralelas ao meridiano central de cada fuso. Esse sistema divide a Terra em 60 fusos longitudinais de 6° de largura, permitindo preservar ângulos e formas locais, característica essencial para levantamentos de precisão (Menzori, 2001).

A sistema UTM (Figura 4) baseia-se na representação cartográfica da superfície elipsoidal da Terra em fusos adjacentes, utilizando como referência o elipsoide adotado como figura geométrica do sistema de referência terrestre em questão. No Brasil, esta projeção é implementada considerando-se o elipsoide GRS80, associado ao SIRGAS2000. Cada fuso UTM de seis graus de longitude possui um meridiano central ao qual se aplica um fator de escala de 0,9996. As coordenadas resultantes no sistema UTM são expressas em metros e representadas como valores de falso Leste (E) e falso Norte (N), cujos valores de origem são definidos de forma a evitar coordenadas negativas, identificados pelo número do fuso e pelo hemisfério correspondente, facilitando medições métricas (França, 2015).

Figura 4 – Distribuição global dos fusos da projeção UTM



Fonte: Adaptado de Bursik e Saska (2018).

O sistema UTM é amplamente utilizada em levantamentos rurais e urbanos no Brasil, em razão de sua adoção institucional e compatibilidade com receptores GNSS e softwares de geoprocessamento. Contudo, sua aplicação exige cautela em áreas extensas ou próximas aos limites entre fusos, onde as distorções se intensificam, sendo recomendada a integração com coordenadas geodésicas para garantir maior precisão posicional (França, 2015).

3.2. Métodos de Posicionamento GNSS

Os GNSS constituem a base do posicionamento moderno, permitindo determinar coordenadas tridimensionais com alta precisão por meio das principais constelações como GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou. Esses sistemas disponibilizam observáveis de código e fase, que quando processados adequadamente, possibilitam a obtenção de soluções de posicionamento em tempo real ou pós-processadas que quando processadas, possibilitam a obtenção de soluções de posicionamento com acurácia centimétrica, revolucionando aplicações na agrimensura (Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2008, p. 397 - 401).

As observáveis GNSS mais utilizadas para posicionamento incluem a pseudodistância, que possui precisão da ordem de 1 m, e a fase da portadora, utilizada nos métodos de melhor precisão, possibilitando a obtenção de posicionamento com precisão milimétrica, desde que as ambiguidades inteiras sejam resolvidas corretamente,

condição essencial em técnicas como RTK e posicionamento relativo (Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2008, p. 397 - 401; Monico, 2008, p. 183 - 186).

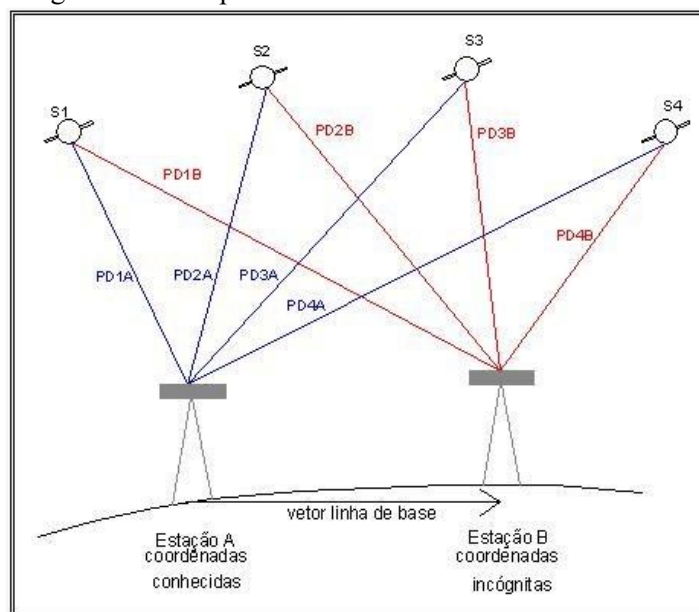
Diversas fontes de erro afetam os sinais GNSS, incluindo erros orbitais, desvios de relógio dos satélites, atrasos ionosféricos e troposféricos, multicaminho e ruídos instrumentais. A ionosfera é responsável por uma das maiores parcelas de erro, variando principalmente conforme o local, a atividade solar, estação do ano e horário. O multicaminho representa um erro causado por reflexões do sinal, exigindo controle ambiental e filtros adequados (Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2008, p. 397 - 401).

A qualidade da solução do posicionamento com GNSS depende ainda da geometria dos satélites, expressa pelos fatores de diluição da precisão (DOP), e da precisão das efemérides utilizadas. A combinação de múltiplas constelações aumenta a disponibilidade e estabilidade do posicionamento, reduzindo interrupções e melhorando a geometria de satélites e confiabilidade das soluções, conforme demonstrado por Du *et al.* (2025). Efemérides transmitidas apresentam precisão de 1 m, enquanto efemérides precisas, como as disponibilizadas pelo IGS, possuem precisão melhor que 3 cm (IGS, s.d.). Portanto, a utilização deste último tipo de efemérides é essencial quando se requer posicionamento preciso no método PPP. Assim, o domínio dos fundamentos do GNSS é essencial para garantir precisão e confiabilidade em levantamentos, constituindo a base para métodos aplicados ao georreferenciamento rural exigido pelo INCRA.

3.2.1. Posicionamento Relativo

O posicionamento relativo utiliza duas ou mais estações GNSS para determinar a posição de uma estação móvel em relação a uma estação de referência com coordenadas conhecidas (Figura 5). Esse método é fundamental para aplicações de alta precisão, pois elimina grande parte dos erros atmosféricos, orbitais e de relógio. Conforme Monico (2008, p. 333), o modelo matemático se baseia nas simples, duplas e triplas diferenças entre observações de código e fase.

Figura 5 - Princípio do Posicionamento Relativo Estático



Fonte: Adaptado de Krueger (2006)

A simples diferença entre observações de dois receptores ou de dois satélites permite reduzir efeitos comuns, como erros associados ao relógio do receptor ou do satélite, dependendo da formulação adotada. A dupla diferença, obtida a partir da combinação de duas simples diferenças, elimina simultaneamente os erros de relógio dos satélites e dos receptores, constituindo a base dos métodos de posicionamento relativo de alta precisão. Já a tripla diferença, formada a partir de diferenças duplas em épocas consecutivas, é utilizada principalmente para detectar e mitigar perdas de ciclo e para facilitar o processo inicial de estimação, embora resulte em aumento do nível de ruído e não seja empregada na solução final de ambiguidades (Monico, 2008, p. 146 – 151).

O posicionamento relativo pode ser estático, estático rápido, semicinemático ou cinemático. A escolha do método depende da precisão desejada, do tempo disponível e das condições de campo. Levantamentos estáticos permitem precisão milimétrica, mas exigem sessões de rastreamento longas. Técnicas cinemática e semicinemática são amplamente utilizadas em georreferenciamento, equilibrando precisão e rapidez (Monico 2008, p. 333-343).

3.2.2. RTK

O método RTK é um dos mais utilizados em levantamentos topográficos e geodésicos devido à sua capacidade de fornecer coordenadas com precisão centimétrica em tempo real. Ele se baseia na transmissão em tempo real, das observações do receptor

da estação base para o receptor móvel (*rover*), permitindo resolver ambiguidades instantaneamente ou em poucos segundos. O RTK combina precisão do posicionamento relativo com rapidez, tornando-se ideal para levantamentos de perímetro (Monico 2008, p. 345).

O método RTK exige comunicação estável entre a estação base e o *rover*, que pode ser feita por meio de rádio UHF (*Ultra High Frequency*), rede GSM (*Global System for Mobile Communications*) ou internet, pois tal enlace permite determinar diferenças de fase entre sinais e resolver as ambiguidades de fase essenciais para alcançar alta precisão no posicionamento. Segundo as normas técnicas do IBGE, a precisão geométrica de métodos relativos, como o RTK, está diretamente vinculada à distância entre os receptores; à medida que essa linha de base se estende, aumentam os efeitos residuais de distúrbios ionosféricos e troposféricos, reduzindo a qualidade do resultado. O documento aponta que métodos relativos são mais adequados quando a linha de base é mantida dentro de distâncias moderadas (até 20 km), em razão da degradação dos efeitos de correlação com o aumento da distância, o que favorece o uso de RTK em levantamentos de imóveis rurais, cujas dimensões normalmente não excedem esses limites operacionais e permitem manter níveis de precisão compatíveis com as exigências normativas (IBGE, 2017).

O RTK é altamente sensível ao multicaminho e requer boa visibilidade para os satélites. A utilização de receptores multi-constelação, que combinam observações das constelações GPS, GLONASS, Galileo e Beidou, contribui para o aumento da disponibilidade geométrica e para a melhoria da convergência das ambiguidades (Monico 2008, p. 343-346).

3.2.3. PPP

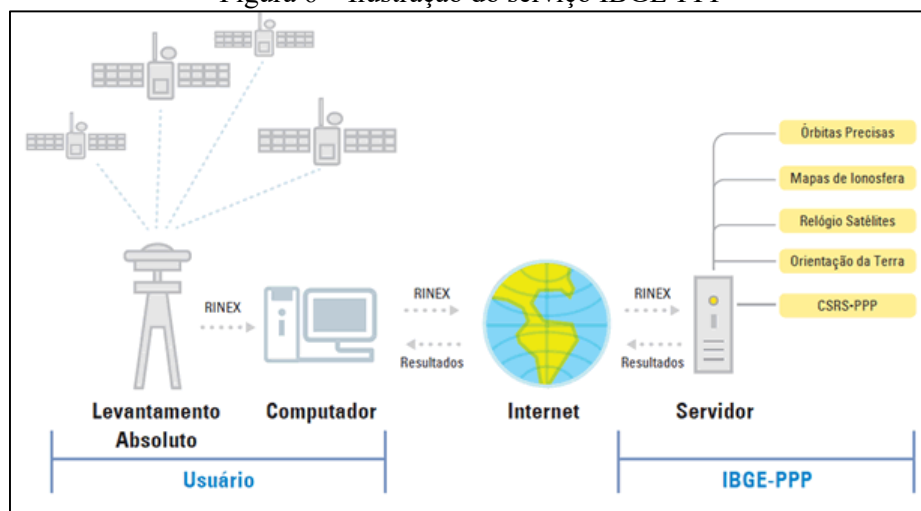
O PPP é um método GNSS que permite determinar coordenadas utilizando apenas um receptor, dispensando estação de referência local. Para isso, emprega efemérides e correções de relógio dos satélites precisos fornecidos por serviços internacionais, como o IGS. Esse método é especialmente útil em regiões remotas, já que prescinde de infraestrutura adicional, mas exige intervalos de observação mais longos, geralmente

acima de duas horas, além de processamento especializado em softwares como o utilizado no serviço IBGE-PPP (IBGE, 2023).

O PPP utiliza, predominantemente, observações de fase, o que requer modelagem rigorosa dos erros atmosféricos e resolução de ambiguidades. Estudos clássicos, como o de Kouba e Héroux (2001), demonstram que o método pode alcançar precisões centimétricas após a convergência, variável que depende de fatores como qualidade do receptor, número de satélites e condições ambientais. Pesquisas recentes, como Li *et al.* (2020), destacam avanços no PPP multi-constelação, tornando a convergência mais rápida e assertiva.

No contexto brasileiro, o PPP desempenha papel essencial na determinação das coordenadas de estações bases utilizadas em levantamentos RTK. O IBGE (2023) recomenda explicitamente o uso desse método, por meio do serviço IBGE-PPP (Figura 6), para garantir o alinhamento das bases ao SIRGAS2000, evitando erros sistemáticos na determinação dos vértices do imóvel.

Figura 6 – Ilustração do serviço IBGE-PPP



Fonte: IBGE (Acesso: 02/2026).

O serviço IBGE-PPP, que utiliza o software do *Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canadá* (NRCan), consiste em uma ferramenta online que permite o processamento de dados GNSS em modo pós-processado, utilizando observações de código e fase da portadora para a determinação precisa de coordenadas tridimensionais. O método baseia-se no uso de efemérides precisas, correções de relógio dos satélites e modelagem refinada dos efeitos atmosféricos, possibilitando a obtenção de soluções com

precisão centimétrica sem a necessidade de uma estação base local. Após o envio dos arquivos de observação no formato RINEX ou HATANAKA, o sistema realiza automaticamente o processamento e disponibiliza relatórios com coordenadas ajustadas no referencial SIRGAS2000 ao usuário, sendo amplamente utilizado para determinação de pontos de apoio geodésico e estabelecimento de estações base em levantamentos de georreferenciamento rural (IBGE, 2023).

Embora não seja o método empregado diretamente para medir os vértices de perímetro, o PPP é uma boa opção para se determinar as coordenadas de uma estação base no local do levantamento e, por conseguinte, vincular as coordenadas dos vértices definidores do limite do imóvel rural ao SGB.

3.3. Georreferenciamento de Imóveis Rurais

O georreferenciamento, de acordo com o INCRA (2022), pode ser definido como o conjunto de procedimentos técnicos que visam determinar, representar e materializar a posição exata de um imóvel ou objeto no espaço terrestre, por meio de coordenadas geodésicas referenciadas a um sistema oficial de referência. No contexto dos imóveis rurais, o georreferenciamento consiste na identificação dos limites da propriedade com precisão métrica ou centimétrica, utilizando métodos de posicionamento GNSS e vinculação obrigatória ao SGB, adotando o referencial oficial do Brasil, que no estágio atual é o SIRGAS2000. Esse processo permite a descrição adequada da geometria do imóvel, assegurando compatibilidade entre cadastro territorial e registro imobiliário, além de reduzir conflitos fundiários e sobreposições de áreas.

A base legal do georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil está estruturada principalmente na Lei nº 10.267/2001, que alterou a Lei de Registros Públicos para tornar obrigatória a certificação georreferenciada pelo INCRA. Essa legislação introduziu o conceito de identificação única do imóvel, vinculada ao Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF). O Decreto nº 4.449/2002 regulamentou a lei, definindo prazos, critérios técnicos e procedimentos, garantindo maior segurança jurídica e reduzindo sobreposições no cadastro rural, conforme reforçado pelo INCRA (2022).

A lei nº 10.267/2001 também exige que o georreferenciamento seja executado por profissional habilitado, utilizando métodos dotados de precisão compatível com padrões geodésicos modernos. Além disso, estabeleceu um cronograma que inicialmente obrigava

apenas imóveis acima de determinados módulos fiscais, mas que evoluiu até a exigência atual, em que, como definido no Decreto 12.689/2025, até 21 de outubro de 2029 todos os imóveis rurais necessitam de certificação sempre que houver desmembramento, remembramento, retificação ou averbação. Outro ponto essencial é que o memorial descritivo deve apresentar coordenadas em SIRGAS2000, confrontantes e medidas precisas, seguindo diretrizes definidas pelo Decreto 4.449/2002.

3.3.1. Aspectos técnicos do georreferenciamento de imóveis rurais

O Manual Técnico do INCRA (2022) reúne todas as diretrizes obrigatórias para o georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, definindo métodos permitidos, padrões de precisão, formatos das peças técnicas e procedimentos para levantamentos com GNSS. Um de seus princípios fundamentais é o uso exclusivo do sistema geodésico SIRGAS2000, garantindo uniformidade e compatibilidade entre diferentes levantamentos realizados no território nacional. O documento também estabelece requisitos de precisão para vértices, orientando tolerâncias e padrões de qualidade que devem ser atendidos.

O manual descreve detalhadamente as exigências para elaboração do memorial descritivo, que deve apresentar coordenadas completas, distâncias, rumos ou azimutes, além da identificação dos confrontantes. Para a planta do imóvel, são estabelecidos padrões cartográficos específicos, incluindo escala adequada, orientação, quadro de coordenadas e assinaturas necessárias. Também são definidos os métodos GNSS aceitos, como RTK, estático, condicionados ao atendimento das precisões mínimas. O documento orienta ainda sobre tempo mínimo de rastreamento, posicionamento da base e critérios de controle de qualidade (INCRA, 2022).

Outro aspecto essencial abordado pelo manual é a necessidade de processar os dados GNSS em softwares compatíveis com o SIRGAS2000, utilizando efemérides e modelos rigorosos que assegurem a consistência das coordenadas. Esse alinhamento é indispensável para que os dados possam ser validados pelo SIGEF e integrados às bases oficiais. Por fim, o manual destaca a responsabilidade técnica do profissional, reforçando que a integridade dos documentos e a conformidade aos requisitos normativos são fundamentais para a certificação adequada do imóvel rural (INCRA, 2022).

3.4. Sistema de Gestão Fundiária – SIGEF

O SIGEF, criado pelo INCRA em 2013 e disponível em (<https://sigef.incra.gov.br/>), é a plataforma nacional responsável pela certificação automática de imóveis rurais georreferenciados. Ele unifica dados cadastrais, normativos e geométricos em uma única base e realiza validações automáticas que asseguram precisão, padronização e segurança jurídica no cadastro rural (SIGEF, 2013). A certificação ocorre por meio da análise da planilha ODS, contendo dados alfanuméricos (proprietário, confrontantes, vértices e área), conforme especificado no Manual do SIGEF (2022).

A plataforma realiza verificações automáticas rigorosas, incluindo ordem dos vértices, fechamento do perímetro, consistência entre áreas e distâncias calculadas e declaradas, e validade das coordenadas no sistema SIRGAS2000. Qualquer divergência acima dos limites normativos resulta em reprovação imediata do processo. Um dos mecanismos mais importantes é a detecção de sobreposições, em que o SIGEF compara a nova parcela com todas previamente certificadas, impedindo conflitos fundiários e fraudes.

O sistema também possui regras específicas para imóveis que ultrapassam limites de fuso UTM. Segundo o manual, quando a área ultrapassa o limite de fuso, o perímetro do imóvel deve ser representado em coordenadas geodésicas, evitando distorções e inconsistências métricas típicas da projeção UTM em regiões de borda. Essa exigência garante continuidade espacial, evita alterações artificiais de coordenadas e assegura compatibilidade total com o SIRGAS2000. Em muitos casos, o não cumprimento dessa regra é a principal causa de reprovação de arquivos (SIGEF, 2013).

Por fim, o SIGEF é uma plataforma pública e transparente, permitindo consulta aberta à base fundiária certificada. Além de validar a geometria, também verifica o memorial descritivo conforme padrões do INCRA, garantindo integridade documental. Dessa forma, o SIGEF se consolidou como o principal instrumento de gestão territorial rural no Brasil, assegurando padronização técnica, segurança jurídica e consistência geoespacial em processos de georreferenciamento (SIGEF, 2013).

3.5. Aspectos Jurídicos e Cartoriais da Regularização Fundiária Rural

A regularização fundiária constitui-se em um conjunto de ações jurídicas, registrais, urbanísticas e técnicas destinadas à adequação de imóveis às normas vigentes, possibilitando a formalização da propriedade e a integração plena ao sistema registral brasileiro (Vianna, 2019). Segundo Mendonça (2025), a regularização é fundamental para assegurar segurança jurídica, prevenir litígios e permitir o exercício pleno dos direitos reais previstos no Código Civil. No contexto rural, essa regularização demanda o adequado enquadramento do imóvel na legislação agrária e ambiental, bem como a conformidade com normas territoriais.

A matrícula do imóvel, é regida pela Lei nº 6.015/1973 (Lei de Registros Públicos – LRP). A LRP estabelece que todo ato de registro depende da apresentação de documentos técnicos que comprovem a descrição geométrica do imóvel, incluindo planta e memorial descritivo. A matrícula deve refletir fielmente os limites, confrontações e características do bem, e qualquer alteração na descrição perimétrica requer título hábil acompanhado de documentação técnica compatível (Brasil, 1973).

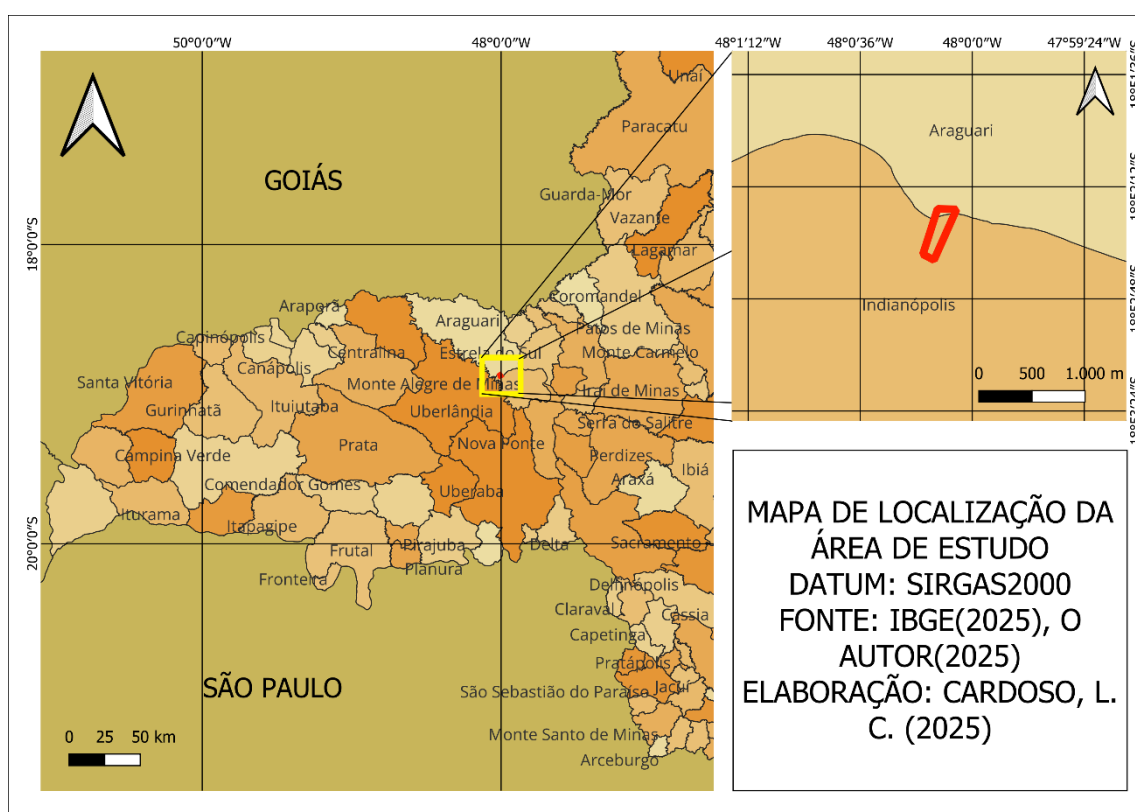
Embora o georreferenciamento rural seja regulado nacionalmente pela Lei 10.267/2001 e pelo INCRA, a aceitação e validação dos documentos técnicos para fins de registro podem variar entre comarcas. A Lei nº 13.465/2017 estabelece diretrizes gerais para regularização fundiária e procedimentos registrais, exigindo: indicação de responsáveis técnico, descrição técnica do perímetro e área, coordenadas georreferenciadas, anuências e demais documentos exigidos pelo município.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Boa Vista e Santo Antônio, localizada no município de Indianópolis, estado de Minas Gerais, registrada no Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Araguari-MG (Figura 7). A propriedade, delimitada por 6 vértices, está inserida em uma região predominantemente rural, caracterizada por topografia suavemente ondulada e predominância de atividades agropecuárias.

Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo



Elaboração: Autor (2025).

4.2. Materiais

Os equipamentos empregados no levantamento, foram:

- Receptor TPS T10 RTK, de dupla frequência com antena modelo TPMT 10 None: Precisões RTK: Horizontal 8mm + 1 ppm RMS; Vertical: 15mm + 1 ppm RMS. (Figura 8);
- Coletora SurvCE;

- Tripé metálico com pernas extensíveis;
- Trena de aço; e
- Prancheta para anotações de campo.

Figura 8 – Par de receptores TPS T10 RTK e antena TPMT 10 None



Fonte: Autor (2025)

Os *softwares* utilizados para os processamentos, foram:

- CSRS-PPP desenvolvido pelo NRCan (*Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada*), através do IBGE-PPP, utilizado para o processamento

dos dados GNSS e obtenção das coordenadas geodésicas no sistema geodésico de referência SIRGAS2000 da base;

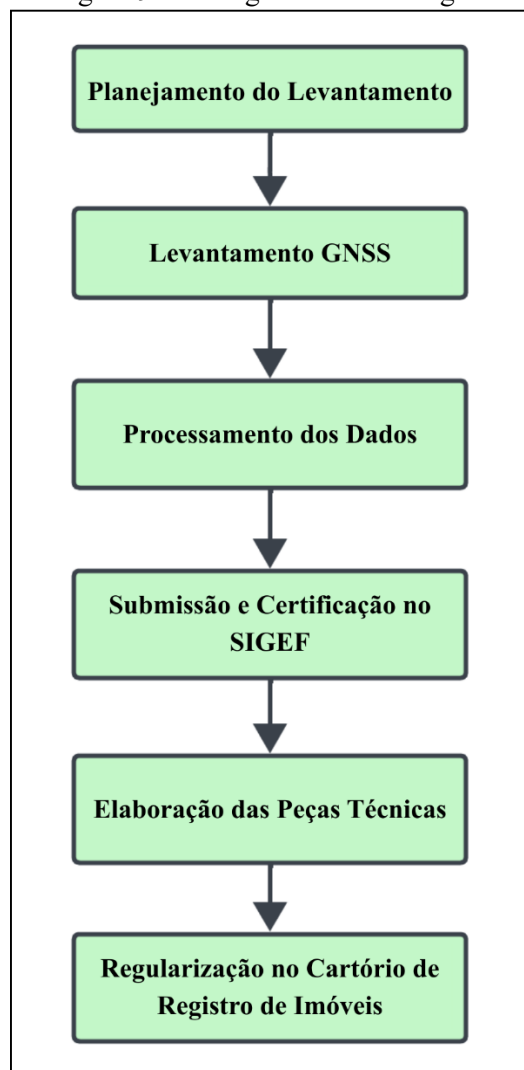
- Carlson SurvCE, para o levantamento RTK e o processamento das coordenadas.
- Autodesk Civil 3D, empregado na representação gráfica dos pontos e na confecção da planta digital;

Também foram utilizados os materiais auxiliares, como a matrícula, modelos de requerimento de retificação, declarações do proprietário, do profissional responsável e de anuência.

4.3. Métodos

A execução do trabalho seguiu uma sequência lógica de procedimentos técnicos e administrativos, com o objetivo de garantir precisão posicional e conformidade legal, conforme ilustrado no fluxograma abaixo (Figura 9).

Figura 9 - Fluxograma Metodológico



Elaboração: Autor (2025).

4.3.1. Planejamento do Levantamento

O planejamento envolveu a análise prévia da matrícula do imóvel, com identificação da área registrada e definição dos vértices a serem levantados e a definição do local de instalação da base, que envolveu uma pesquisa pela área, caso já existisse algum ponto certificado, como não existia, foi escolhido um ponto arbitrário.

Também foram preparadas as documentações exigidas pelo INCRA e SIGEF e pelo cartório, incluindo a matrícula do imóvel, requerimento de retificação, as declarações de responsabilidade e o termo conjunto de anuência entre proprietário e profissional.

O planejamento logístico definiu a equipe de campo (composta por dois profissionais). Foram avaliadas as condições de propagação do sinal do rádio, evitando

obstruções e perdas de sinal e a condição da estação base para evitar obstruções de sinal GNSS. Os horários de início e término das atividades e os parâmetros técnicos para as observações.

Essa etapa foi conduzida de forma a garantir que todas as demais fases obedecessem às normas técnicas e legislação, assegurando a rastreabilidade dos dados e a eficiência do processo de certificação.

4.3.2. Levantamento com GNSS

O levantamento em campo foi realizado no dia 28 de fevereiro de 2025, sob condições meteorológicas favoráveis, com céu aberto e boa visibilidade de constelações de satélites.

A estratégia do levantamento foi estabelecida após a etapa de planejamento, da qual se decidiu pela implantação de uma base na área do imóvel, a partir da qual se realizaria o levantamento dos vértices dos limites da propriedade.

A estação base foi instalada sobre o tripé nivelado, com altura de antena fixada em 2,090 m, e configurada com máscara de elevação de 10° . Em seguida, o sinal de rádio UHF interno foi configurado em 2W, para comunicação Base-Rover. Posteriormente foi definido a frequência de rastreamento para 5 segundos. Após essa etapa houve o início do levantamento o qual iniciou-se às 09:58h e foi finalizado às 11:24h, no horário de Brasília.

Para o levantamento com o receptor *rover* foi utilizado um bastão de fibra de carbono onde a altura da antena foi definida inicialmente em 1,80m. Devido a condições do terreno, em alguns momentos essa altura variou para 2,35m.

A determinação das coordenadas dos seis vértices do imóvel foi realizada pelo método RTK convencional (PG6 – RTK/RTPPP), método de posicionamento descrito no manual do SIGEF, na coletora SurvCE, com comunicação estável entre base e *rover*, assegurando solução fixa das observações. Para cada vértice, registraram-se: altura da antena, número de satélites, geometria dos sinais, solução RTK e condições ambientais. As ocupações respeitaram a solução fixa, que teve como tempo médio entre 10 segundos para garantir estabilidade estatística das coordenadas. Importante destacar que todos os

vértices se seguiam por cerca ou carreador e nenhum vértice estava em local de difícil acesso.

4.3.3. Processamento dos Dados

Inicialmente, os dados coletados na estação base foram descarregados no computador e convertidos em arquivos RINEX utilizando o software CHCDATA. Posteriormente, o arquivo RINEX foi transferido para o site do IBGE-PPP, o próximo passo foi a escolha do modelo da antena e altura da estação base. Em seguida, os dados foram processados e disponíveis para *download*.

Logo após, as coordenadas da base, determinadas com o IBGE-PPP foram inseridas na coletora com o *software* SurvCE, para determinação das coordenadas dos seis vértices vinculadas ao SGB. Além disso, no mesmo software também já foi feita a conversão de coordenadas UTM para coordenadas geodésicas, que serão utilizadas no SIGEF.

Por fim, foi salvo o arquivo no formato .rw5, que é que o arquivo bruto do *rover*, que serve para garantir a veracidade do projeto em possíveis auditorias futuras.

Com base nas precisões das coordenadas da estação base e nas incertezas associadas às linhas de base estabelecidas entre a estação base e os vértices de limite do imóvel, procedeu-se ao cálculo das precisões dos vértices por meio da propagação de covariância conforme:

$$Coord = (1) Coord_{base} + (1) \Delta_{coord} \quad (5)$$

$$\sum_{Coord} = G \sum_X G^T \quad (6)$$

$$G = [1 \ 1] \text{ e } \sum_X = \begin{bmatrix} \sigma_{coord_base}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{\Delta_Coord}^2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\sum_{Coord} = [1 \ 1] \begin{bmatrix} \sigma_{coord_base}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{\Delta_Coord}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\sum_{Coord} = \sigma_{coord_base}^2 + \sigma_{\Delta_Coord}^2 \quad (9)$$

Tabela 2 – Identificação da natureza do serviço, do detentor e da área

Identificação do Serviço de Georreferenciamento	
Natureza do serviço:	Particular

Identificação do Detentor	
Tipo pessoa:	Física
Nome:	
CPF:	. . -

Identificação da Área	
Denominação:	Minha Área
Situação:	Imóvel Registrado
Natureza da área:	Particular
Código do Imóvel(SNCR/INCRA):	
Código do cartório (CNS):	
Matrícula:	
Município(s):	Adicionar Município

Fonte: Autor (2025).

A Tabela (2) mostra o local de inserção dos dados de identificação do proprietário, bem como do imóvel rural.

Com as planilhas devidamente preenchidas, o arquivo ODS foi enviado para a plataforma do SIGEF, onde foi necessário realizar o login para a realização da certificação. Em seguida, na aba de certificação do SIGEF, foram preenchidos os campos solicitados e a planilha ODS foi anexada, conforme mostra a Figura 12.

Figura 10 – Requerimento de Certificação

gub
Plataforma de Governança Territorial

Q Consultar Documentos Sobre Notificações 88 Olá, J

Certificação
Página Inicial
Requerimentos
Destinação
Envios

Requerimento de Certificação

Passo 2 / 2

Informações da submissão

Protocolo	
Data e Hora	
Credenciado(a)	
Finalidade	Certificação
Arquivo	Planilha_Fazenda_Mata_Dos_Folhados_1.ods
Status	Aguardando (Não confirmado)

Aguardando resultados da validação...

Arquivo recebido com sucesso!
Este processo pode demorar alguns minutos dependendo da demanda, você pode continuar fazendo outras ações no sistema normalmente, quando a validação for concluída será notificado.

Fonte: Autor (2025).

Salienta-se que nessa etapa é essencial que o profissional já tenha emitido a anotação de responsabilidade técnica e concorde com a declaração civil criminal do SIGEF.

4.3.5. Elaboração das Peças Técnicas

As peças técnicas geradas no SIGEF são constituídas por Planta Digital e Memorial Descritivo, incluindo todos os vértices que estão certificados. A confecção da planta para apresentação no cartório é constituída com as informações da propriedade certificada, classificação quanto ao tipo de solo, área calculada no Sistema Geodésico Local, o cálculo de área deve ser realizado pela fórmula de Gauss, com base nas coordenadas cartesianas locais (e, n, u) e expresso em hectares, conforme preconizado em INCRA (2022), e área matriculada em cartório. Posteriormente, foi elaborado o Memorial Descritivo Geral, que é o documento técnico que descreve os vértices do imóvel, suas coordenadas e limites confrontantes.

4.3.7 Regularização no Cartório de Registro de Imóveis

Com a planta certificada e o memorial descritivo em mãos, foi elaborado o Requerimento de Retificação de Área, acompanhado das declarações elaboradas pelo profissional, quais sejam: da declaração de valor real do imóvel, declaração de responsabilidade civil e criminal, que institui a responsabilidade entre o Responsável Técnico e o Proprietário, e garante que o levantamento foi feito respeitando os limites exatos de confrontação de toda a propriedade, e as anuências dos confrontantes, nas quais os confrontantes afirmam que estão de acordo com os limites levantados pelo Profissional.

Esses documentos foram protocolados junto ao Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Araguari–MG, seguindo o procedimento de retificação administrativa descrito nos artigos 212 e 213 da Lei nº 6.015/1973 (Lei de Registros Públicos).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos procedimentos descritos na seção de Material e Métodos, foi possível obter os produtos técnicos e jurídicos necessários à certificação do imóvel Fazenda Boa Vista e Santo Antônio, localizada no município de Indianópolis–MG.

Os resultados apresentados a seguir consolidam o conjunto de informações obtidas em campo e em gabinete, demonstrando a compatibilidade do levantamento com os padrões de precisão e as normas técnicas contidas em INCRA (2022).

As coordenadas geodésicas da estação de referência e suas respectivas precisões, referenciadas ao SIRGAS2000, bem como as coordenadas projetadas no fuso 23S, são apresentadas na Figura (11). Nota-se que as precisões da Latitude, Longitude e Atitude Geométrica estão dentro do aceitável, ou seja, centimétricas.

Figura 11 – Coordenadas da Base

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	-18° 52' 23,5900"	-48° 00' 07,2895"	898,84	7910525.391	815889.522	-51
Na data do levantamento ⁵	-18° 52' 23,5809"	-48° 00' 07,2922"	898,84	7910525.672	815889.448	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,005	0,013	0,011			

Fonte: IBGE-PPP (2025).

As coordenadas geodésicas dos vértices definidores do limite da propriedade estão apresentadas na Tabela (3), contendo as coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude elipsoidal) e respectivas precisões milimétrica, dentro do que se pede pelo INCRA.

As componentes de base em latitude e longitude é de 0,8 cm para todos os vértices e a precisão da altitude varia entre 2,7 cm e 3,5 cm. A tabela (3) apresenta os resultados da propagação da covariância.

Tabela 3 – Coordenadas e precisões (nível de significância de 95%) dos vértices

Vértice	Longitude	Sigma Lon (m)	Latitude	Sigma Lat (m)	Altitude (m)	Sigma h
V1	-48°00'11,148"	0,008	-18°52'19,072"	0,008	896,15	0,027
V2	-48°00'10,839"	0,008	-18°52'19,081"	0,008	903,32	0,029
V3	-48°00'05,036"	0,008	-18°52'19,251"	0,008	881,71	0,031
V4	-48°00'12,297"	0,008	-18°52'35,512"	0,008	879,16	0,029
V5	-48°00'15,860"	0,008	-18°52'33,660"	0,008	887,67	0,035
V6	-48°00'15,021"	0,008	-18°52'31,118"	0,008	891,01	0,033

Elaboração: Autor (2025).

Com base nas coordenadas obtidas, foi possível calcular a área real do imóvel, resultando em 7,2531 hectares, enquanto a matrícula original registrava 7,2600 hectares.

A diferença observada de 0,0069 ha (equivalente a 0,095%) justifica o pedido de retificação de área junto ao Cartório de Registro de Imóveis, assegurando que o registro reflita a realidade física atual do imóvel.

Após a inserção das informações no SIGEF, as validações automáticas de topologia, coerência das coordenadas, identificação de sobreposições e conformidade com os padrões do INCRA forma realizadas, resultando no aceite do requerimento, como visto na Figura 14.

Figura 13 – Resultado do Requerimento de Certificação

Requerimento de Certificação

Informações da submissão

Protocolo	af64e6b4-4d7c-43fe-8136-15a5a3767c5a
Data e Hora	[Redacted]
Credenciado(a)	[Redacted]
Finalidade	Certificação
Arquivo	Planilha_Fazenda_Mata_Dos_Folhados_1.ods
Status	Aceita

Mapa

Google Maps showing the location of the property (Fazenda Mata dos Folhados, Lugar denominado 'BREJO').

Relatório de Análise

Os dados de nome / razão social são obtidos diretamente da base Receita Federal conforme CPF / CNPJ informados na Planilha ODS.

Planilha	Nome da Área	Nome/Razão Social	CPF/CNPJ	Resultado
Planilha_Fazenda_Mata_Dos_Folhados_1.ods	FAZENDA MATA DOS FOLHADOS, LUGAR DENOMINADO 'BREJO'	XXXXXXXXXXXX	[Redacted]	Aceita

Fonte: Autor (2025).

Após o cumprimento de todas as exigências, o sistema emitiu o número de certificação, confirmando que o imóvel atendeu plenamente aos requisitos técnicos estabelecidos. E assim, foram gerados a Planta do Imóvel e o Memorial Digital do SIGEF.

A Figura 15 apresenta a finalização do processo de certificação, em que o SIGEF já confirma que a certificação já foi concluída e a Planta (Figura 16) juntamente com o Memorial Descritivo Digital (Figura 17) já estão disponíveis para consulta na plataforma.

Figura 14 – Certificação no SIGEF

Documentos

Parcela

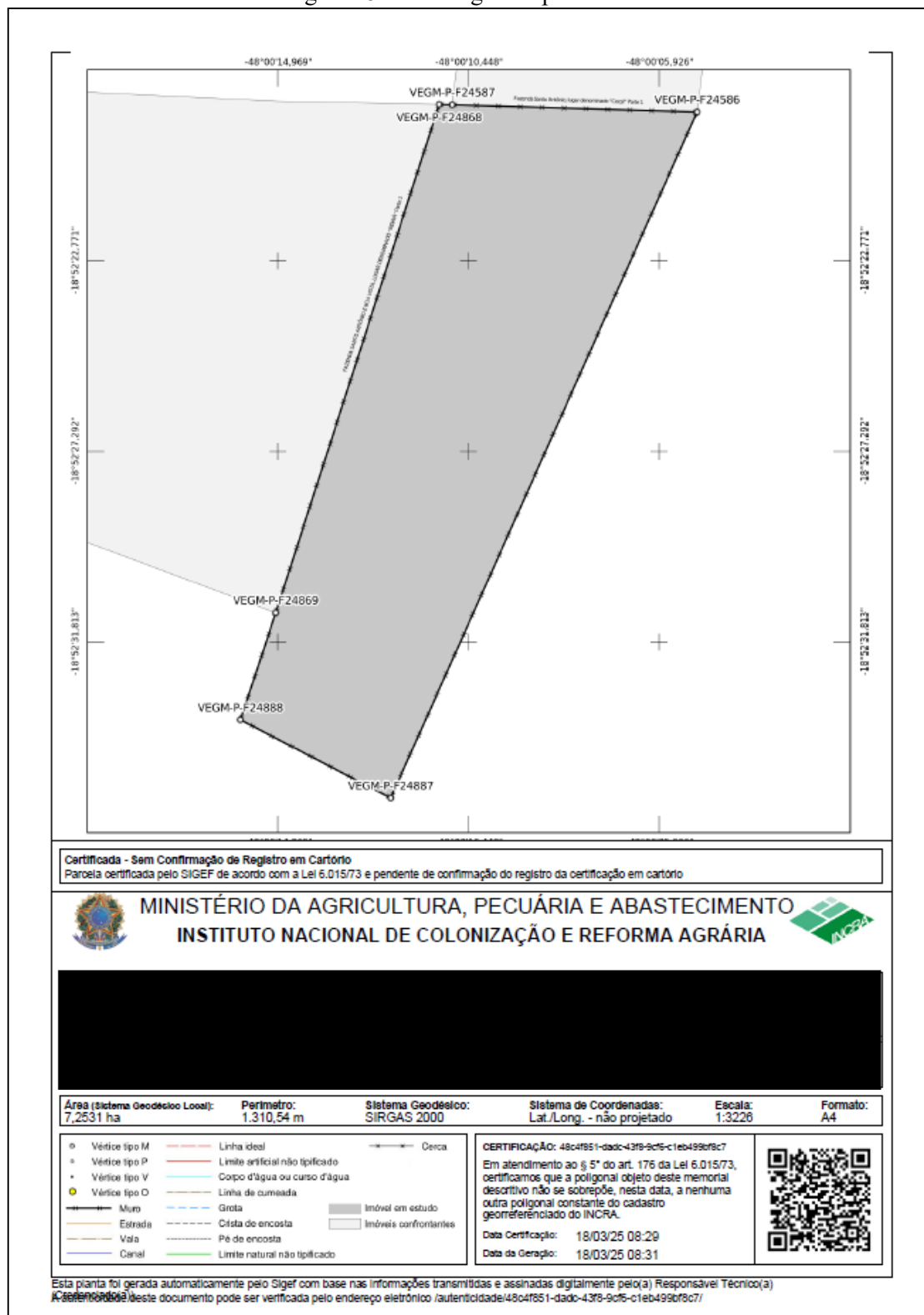
Planta Memorial Descritivo

Informações da parcela

Código	[Redacted]
Denominação	FAZENDA BOA VISTA E SANTO ANTÔNIO - Parte 1
Área	7,2531 ha
Data de Entrada	18/03/2025
Situação	Certificada - Sem Confirmação de Registro em Cartório
Responsável Técnico(a)	[Redacted]
Documento de RT	[Redacted]
Envio	Envio 18/03/2025

Fonte: SIGEF (2025).

Figura 15 – Planta gerada pelo SIGEF



Fonte: SIGEF (2025).

Figura 16 – Memória Digital gerado pelo SIGEF



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA
MEMORIAL DESCRITIVO



Sistema Geodésico de referência: SIRGAS 2000
Área (Sistema Geodésico Local): 7,2531 ha

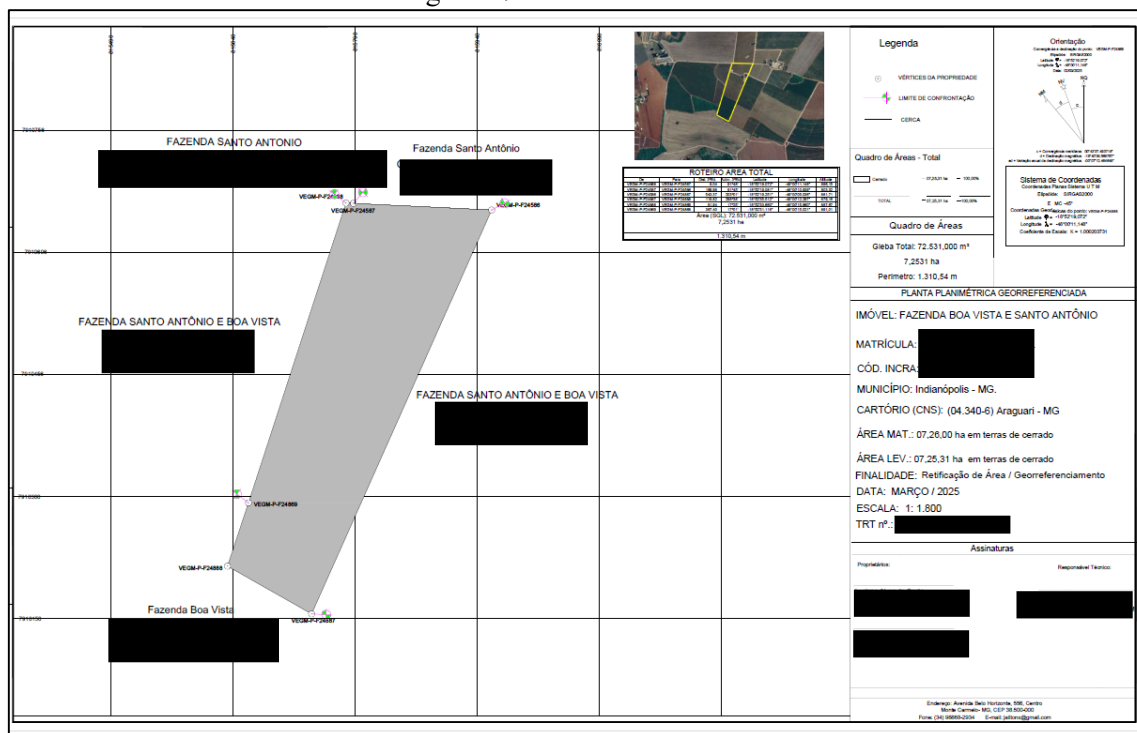
Coordenadas: Latitude, longitude e altitude geodésicas
Perímetro (m): 1.310,54 m **Azimutes:** Azimutes geodésicos

DESCRIÇÃO DA PARCELA							
VÉRTICE				SEGMENTO VANTE			
Código	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Código	Azimute	Dist. (m)	Confrontações
VEGM-P-F24868	-48°00'11,148"	-18°52'19,072"	896,15	VEGM-P-F24587	91°48'	9,04	
VEGM-P-F24587	-48°00'10,839"	-18°52'19,081"	903,32	VEGM-P-F24586	91°45'	169,98	
VEGM-P-F24586	-48°00'05,036"	-18°52'19,251"	881,71	VEGM-P-F24887	203°01'	543,37	
VEGM-P-F24887	-48°00'12,297"	-18°52'35,512"	879,16	VEGM-P-F24888	298°38'	118,82	
VEGM-P-F24888	-48°00'15,860"	-18°52'33,660"	887,67	VEGM-P-F24869	17°25'	81,94	
VEGM-P-F24869	-48°00'15,021"	-18°52'31,118"	891,01	VEGM-P-F24868	17°01'	387,4	

Fonte: SIGEF (2025).

A Figura 18 apresenta a planta final do imóvel, com a delimitação dos vértices e limites confrontantes (alguns dados foram censurados).

Figura 17 – Planta do Imóvel



Fonte: Autor (2025).

A partir das coordenadas finais validadas, elaborou-se o memorial descritivo. O memorial (Figura 19) apresenta a descrição ordenada dos vértices, com suas coordenadas geodésicas, azimutes e distâncias entre pontos, além da identificação dos confrontantes (que se encontram censurados). O documento foi redigido contendo todas as informações exigidas para o protocolo junto ao Cartório de Registro de Imóveis.

Figura 18 – Memorial Descritivo

Após o levantamento planialtimétrico encontrou uma área real de 7,25,31ha, ou seja houve uma **decréscimo de 00,00,69 ha**, o equivalente a **0.095041322%**, em relação a área matriculada de 07,26,00 ha.

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice [REDACTED] de coordenadas (Longitude: -42°00'11.148" , Latitude -18°52'19.072" e Altitude: 896.15 m); por cerca; deste, segue confrontando com [REDACTED], com os seguintes azimutes e distâncias: 91°45' e 9,05 m até o vértice [REDACTED], (Longitude: -42°00'10.839" , Latitude -18°52'19.081" e Altitude: 903,32 m); por cerca; deste, segue confrontando com [REDACTED], com os seguintes azimutes e distâncias: 91°45' e 169,96 m até o vértice [REDACTED] (Longitude: -42°00'05.036" , Latitude -18°52'19.251" e Altitude: 881,71 m); por cerca; deste, segue confrontando com [REDACTED] com os seguintes azimutes e distâncias: 203°01' e 543,35 m até o vértice [REDACTED] (Longitude: -42°00'12.297" , Latitude -18°52'35.512" e Altitude: 879,16 m); Por cerca; deste, segue confrontando com [REDACTED] com os seguintes azimutes e distâncias: 298°38' e 118,84 m até o vértice [REDACTED] (Longitude: -42°00'15.860" , Latitude -18°52'33.660" e Altitude: 887,67 m); 17°26' e 81,94 m até o vértice [REDACTED] (Longitude: -42°00'15.021" , Latitude -18°52'31.118" e Altitude: 891,01 m); por cerca; deste, segue confrontando com [REDACTED] com os seguintes azimutes e distâncias: 17°01' e 387,40 m até o vértice [REDACTED], ponto inicial da descrição deste perímetro.

Todas as coordenadas aqui descritas estão georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro tendo como datum o SIRGAS2000. A área foi obtida pelas coordenadas cartesianas locais referenciada ao Sistema Geodésico Local (SGL-SIGEF). Todos os azimutes foram calculados pela fórmula do Problema Geodésico Inverso (Puissant). Perímetro e Distâncias foram calculados pelas coordenadas cartesianas geocêntricas.

Fonte: Autor (2025). Com a certificação emitida, todos os documentos necessários, planta certificada, memorial descritivo, requerimento de retificação e declarações complementares, foram reunidos, conforme exigências da Lei de Registros Públicos (Lei nº 6.015/1973). O protocolo no Cartório de Registro de Imóveis permitiu a atualização da matrícula com as novas informações georreferenciadas.

6. CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho permitiu demonstrar de forma completa e aplicada como se realiza um processo de georreferenciamento de imóvel rural segundo as exigências do INCRA.

A partir do levantamento de campo utilizando métodos de posicionamento GNSS, foi possível obter coordenadas precisas, garantindo que a representação geométrica do imóvel estivesse alinhada ao sistema de referência oficial do Brasil SIRGAS2000. Essa etapa evidenciou a importância do planejamento prévio, da adequada instalação e determinação das coordenadas da estação de base, bem como da coleta criteriosa dos dados nos vértices definidores do limite do imóvel, aspectos fundamentais para assegurar precisão nos levantamentos geodésicos.

A certificação no SIGEF demonstrou a eficiência das validações automáticas, garantindo ausência de sobreposições, coerência geométrica e atendimento integral às normas técnicas do INCRA. Esse resultado confirma que o fluxo metodológico adotado, desde o planejamento até a submissão digital, encontra-se plenamente adequado aos padrões nacionais para certificação de imóveis rurais.

Além da certificação, o trabalho mostrou a importância da elaboração das peças técnicas: planta e memorial descritivo, que representam a interface final entre o levantamento técnico e o processo jurídico de regularização fundiária. A correta construção desses documentos foi essencial para instruir o requerimento de retificação administrativa no Cartório de Registro de Imóveis.

Dessa forma, o estudo evidenciou a integração entre o componente técnico (levantamento e modelagem geométrica) e o componente jurídico (registro imobiliário), demonstrando a relevância do georreferenciamento de imóvel rural para assegurar segurança jurídica e conformidade cadastral.

Por fim, a retificação da área do imóvel concluiu o ciclo técnico e jurídico do processo, garantindo que o cadastro do imóvel represente fielmente sua configuração física e geométrica.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002.** Dispõe sobre a identificação e o cadastro de imóveis rurais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 out. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4449.htm. Acesso em: 26 nov. 2026.
- BRASIL. **Decreto nº 12.689, de 21 de outubro de 2025.** Altera o Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002, para regulamentar o disposto no art. 176, § 4º, da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/D12689.htm. Acesso em: 14 jan. 2026.
- BRASIL. **Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973.** Dispõe sobre os registros públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 31 dez. 1973. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16015compilada.htm. Acesso em: 26 nov. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001.** Altera a Lei nº 6.015/73 e dispõe sobre o georreferenciamento de imóveis rurais. Diário Oficial da União, Brasília, 29 ago. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110267.htm. Acesso em: 24 jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana (REURB) e altera diversas normas relativas ao patrimônio imobiliário. Diário Oficial da União, Brasília, 12 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113465.htm. Acesso em 26 nov. 2025.
- BURSIK, F.; SASKA, M. **Control and navigation of an unmanned helicopter using sensors in mobile phones.** Faculty of Electrical Engineering. Czech Technical University in Prague 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Zones-used-for-UTM-coordinate-system-24_fig11_329372366. Acesso em 26 nov. 2025.
- CUCHINSKI, V. *et al.* **Conceitos fundamentais usados no posicionamento terrestre.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Veronez/publication/268361052_Conceitos_Fundamentais_Usados_no_Posicionamento_Terrestre/links/552c1480cf2e089a3acc339/Conceitos-Fundamentais-Usados-no-Posicionamento-Terrestre.pdf. Acesso em: 6 ago. 2025.
- DA COSTA TEMBA, P. *et al.* **SIRGAS2000: conquistas e desafios no continente americano – comparativo Brasil e Argentina.** In: SALIBA, A. T.; LOPES, D. B.; SANTOS, M. L. (org.). *América Latina*. Belo Horizonte: UFMG, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/62faa973-48a5-46ce-b5c8-3d4c908d5aec/content>. Acesso em: 24 jul. 2025.

DU, S. *et al.* **Enhancements of triple-frequency signals and multi-constellation combinations in PPP-RTK services: improving convergence speed and expanding service coverage.** *GPS Solutions*, v. 29, n. 3, p. 126, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10291-025-01883-z>. Acesso em: 14 nov. 2025.

FRANÇA, R. M. de. **Uso de sistemas de projeção transversa de Mercator em obras de engenharia.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/134801>. Acesso em: 14 jan. 2026.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, E. **GNSS — Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more.** Vienna: Springer, 2008. Disponível em: <https://nguyenduyliemgis.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/09/gnss-global-navigation-satellite-systems-gps-glonass-galileo-and-more-2008.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2025.

IAG. **History of the International Association of Geodesy.** s.d. Disponível em: <https://geodesy.science/iag/about-iag/history-of-iag/>. Acesso em: 14 jan. 2026.

IBGE. **Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG).** Rio de Janeiro, s.d. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/sirgas/16691-projeto-mudanca-do-referencial-geodesico-pmrg.html>. Acesso em: 14 jan. 2026.

IBGE. **Informativo nº 2 – Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG).** São Paulo, s.d. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/outros_documentos_tecnicos/pmrg/informativo2.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

IBGE. **Norma Técnica de Posicionamento por Satélite – RPR-01.** Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

IBGE. **Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/normas_levantamentos_geodesicos.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

IBGE. **SIRGAS.** Coordenação de Geodésia. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/sirgas.html>. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE. **IBGE-PPP: Serviço on-line para Pós-Processamento de dados GNSS.** Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101677.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2025.

IBGE. **IBGE-PPP: Serviço on-line para Pós-Processamento de dados GNSS**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 6 ago. 2025.

IGS – INTERNATIONAL GNSS SERVICE. **Products** 2020. Disponível em: <https://www.igs.org/products>. Acesso em: 14 nov. 2025.

INCRA. **Manual Técnico de Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 2. ed. Brasília: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2022. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_geo_imoveis.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

KOUBA, J.; HÉROUX, P. **Precise point positioning using IGS orbit and clock products**. *GPS Solutions*, v. 5, n. 2, p. 12–28, 2001. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/PL00012883> Acesso em: 14 nov. 2025.

KRUEGER, C.P. **Posicionamento por Satélites**. Apostila do curso de especialização em geotecnologias, Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Principio-do-Posicionamento-Relativo-Estatico-Fonte-Adaptado-de-KRUEGER-2006_fig1_268350505. Acesso em: 14 nov. 2025.

LI, X.; WANG, B.; LI, X.; HUANG, J.; LYU, H.; HAN, X. **Principle and performance of multi-frequency and multi-GNSS PPP-RTK**. *Satellite Navigation*, v. 3, art. n. 7, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s43020-022-00068-0>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MENDONÇA, E. R. H. **Os Desafios da Regularização e Gestão de Terras Públicas Rurais**. *Revista Contemporânea*, v. 5, n. 2, p. e7475-e7475, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/7475>. Acesso em: 26 nov. 2025

MENZORI, M. **Comparação entre coordenadas geográficas-geodésicas transportadas pelo método clássico e por GPS**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Menzori-2/publication/35711609_Comparacao_entre_coordenadas_geograficas-geodesicas_transportadas_pelo_metodo_classico_e_por_GPS/links/5674064608ae125516e083c3/Comparacao-entre-coordenadas-geograficas-geodesicas-transportadas-pelo-metodo-classico-e-por-GPS.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.

MICHELS, N. B. *et al.* **Georreferenciamento de imóveis rurais: análise de área entre topografia, RTK e sistema TM**. *Revista Brasileira de Geomática*, v. 9, n. 1, p. 62-84, 2021. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/12734>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008.

MORAIS JUNIOR, J. T. B. **Estudo de comparação dos métodos de transformação de coordenadas geodésicas para coordenadas topocêntricas para fins de implantação de obras na engenharia civil**. 2019. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-19042020-190926/en.php>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SIGEF. INCRA. **Manual para Gestão da Certificação de Imóveis Rurais** – 1. ed. Brasília: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2013. Disponível em: https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_gestao_certificacao_1ed.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

SIGEF. INCRA. **Manual do SIGEF**. Brasília: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2022. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/documentos/manual/#h.vgklwe7ut7vs>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SIMÕES, D. P. *et al.* **Análise comparativa das coordenadas no Sistema Geodésico Local e no Sistema Topográfico Local**. *Revista Brasileira de Geomática*, v. 5, n. 1, p. 62-81, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/5420>. Acesso em: 23 jul. 2025.

UNIVERSITY. Western Michigan. **Anatomy Of A Confidence Interval**. Disponível em: <https://wmed.edu/sites/default/files/ANATOMY%20OF%20A%20CONFIDENCE%20INTERVAL%20%28full%29.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2026.

VIANNA, A, N. **Lei Federal nº 13.465/2017: regularização fundiária urbana ou política de registro de propriedade em massa**. *Revista Brasileira de Direito Urbanístico | RBDU*, p. 25-62, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibdu.org.br/direitourbanistico/article/view/620>. Acesso em 26 nov. 2025.