



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ELI VICTOR MARTINS MAIA SOUZA

A EVOLUÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO NA REGULARIZAÇÃO
FUNDIÁRIA DE IMÓVEIS RURAIS NO BRASIL: TECNOLOGIAS,
PROCEDIMENTOS E DESAFIOS

URUÇUÍ-PI
2025

ELI VICTOR MARTINS MAIA SOUZA

A EVOLUÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO NA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
DE IMÓVEIS RURAIS NO BRASIL: TECNOLOGIAS, PROCEDIMENTOS E DESAFIOS

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônoma do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite

URUÇUÍ-PI
2025

A EVOLUÇÃO DO GEORREFERENCIAMENTO NA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE IMÓVEIS RURAIS NO BRASIL: TECNOLOGIAS, PROCEDIMENTOS E DESAFIOS

Eli Victor Martins Maia Souza¹
Wallace de Sousa Leite²

RESUMO

A regularização fundiária no Brasil apresenta desafios importantes devido à complexidade dos processos relacionados à ocupação, regulamentação e certificação das propriedades rurais. Este estudo tem como objetivo analisar a evolução do georreferenciamento de imóveis rurais no país, destacando as tecnologias utilizadas, os procedimentos legais implementados e os desafios encontrados na regularização fundiária. A pesquisa fundamenta-se na introdução do georreferenciamento pela Lei nº 10.267/2001, que visa garantir a segurança jurídica e a delimitação precisa dos imóveis rurais. Por meio de uma abordagem teórica, o trabalho aborda a importância da descrição detalhada dos limites das propriedades e o papel do profissional habilitado no processo de certificação. Além disso, explora o uso de tecnologias avançadas, como sistemas de navegação por satélite e drones, que ampliam a precisão e a eficiência nos levantamentos de campo. Conclui-se que o georreferenciamento é uma ferramenta indispensável para a governança fundiária no Brasil, promovendo maior clareza e contribuindo para a resolução de conflitos fundiários.

Palavras-chave: regularização fundiária; sistema de informação geográfica; sensoriamento remoto; propriedades rurais; processo de certificação.

ABSTRACT

Land regularization in Brazil presents important challenges due to the complexity of the processes related to the occupation, regulation and certification of rural properties. This study aims to analyze the evolution of georeferencing of rural properties in the country, highlighting the technologies used, the legal procedures implemented and the challenges encountered in land regularization. The research supports the introduction of georeferencing by Law No. 10,267/2001, which aims to guarantee legal security and the precise delimitation of rural properties. Through a theoretical approach, the work addresses the importance of a detailed description of property boundaries and the role of the qualified professional in the certification process. Furthermore, it explores the use of advanced technologies, such as satellite navigation systems and drones, which increase precision and efficiency in field surveys. It is concluded that georeferencing is an indispensable tool for land governance in Brazil, promoting greater clarity and contributing to the resolution of land conflicts.

Keywords: land regularization; geographic information system; remote sensing; rural properties; certification process.

Data de aprovação: XX/XX/XXXX

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - campus Uruçuí. E-mail: evms_@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas, Doutor em Agronomia/Produção Vegetal, professor do ensino técnico e superior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI – campus Uruçuí, wallace.leite@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A regularização fundiária no Brasil abrange um contexto extremamente complexo acerca das questões de ocupação, regulamentação e certificação, tanto no quesito documental, quanto no quesito metodológico (Tavares, 2019). Diante disso, para compreender a realidade fundiária, é necessário ater-se de conhecimentos prévios de todos os instrumentos e procedimentos necessários, relacionados aos passos até a aprovação e certificação dos documentos de terras no Brasil (Ottaviano; Silva, 2010).

Desde a criação do primeiro registro de imóveis, no ano de 1864, até os anos 2000, a demarcação adequada e precisa da propriedade rural nunca foi considerada prioridade na política brasileira, gerando acontecimentos como a grilagem de terras, discussões motivadas pela imprecisão na demarcação da linha limítrofe do imóvel, entre inúmeros outros exemplos (Marcante; Peroni; Batistella, 2023).

O resultado disso é que, dos 850 milhões de hectares que compõem o território brasileiro, o Sistema Nacional de Cadastro dos Imóveis Rurais - SNCIR - não possui informação sobre cerca de 200 milhões de hectares (23,5%), um dado extremamente alarmante, visto que o objetivo do sistema é fornecer dados confiáveis para a formulação de políticas públicas eficientes, logo, a ausência de dados afeta profundamente os atores rurais (Pereira; Augusto, 2004).

A fim de solucionar esse problema, o Governo Federal instituiu a obrigatoriedade da realização do georreferenciamento rural, o que demandou a obrigatoriedade da realização do mesmo em todas as propriedades rurais na extensão territorial brasileira. Conforme, De Figueiredo (2012), o objetivo da Lei 10.267 consiste em eliminar os conflitos e irregularidades relacionadas às propriedades rurais e, sobretudo, à estrutura fundiária brasileira.

O georreferenciamento é uma ferramenta de legalização das propriedades rurais, no qual se torna imprescindível frente às questões relacionadas à posse e uso da terra. Para realização de tal legalidade é necessário que o profissional esteja habilitado junto ao INCRA para realização do trabalho e com certificação do Georreferenciamento na plataforma SIGEF, para que a propriedade possa ser registrada com todos seus confrontantes e elementos naturais e artificiais junto ao Cartório de Registro de Imóveis (Seibt, 2023)

Por meio da Lei Federal nº 10.267, que põe em prática o georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, o governo pretende estabelecer um método de demarcação de limites que possibilite integrar as bases de dados geográficos obtida pela nova metodologia com as seguintes esferas: a Receita Federal do Brasil; informações legais que constam no registro de imóveis; o INCRA; e informações de controle ambiental, de patrimônio público, de

comunidades tradicionais e estatísticas. Dessa maneira, a lei supracitada proporciona um conhecimento abrangente da realidade dos imóveis rurais no Brasil, inibindo sobreposição ou vazio territorial (Paixão; Nichols; Carneiro, 2012).

Antes da Lei 10.267, utilizavam-se medidas de distância horizontal e ângulo de deflexão para descrever a geometria da propriedade, normalmente inseridas em sistemas de referência com origem arbitrária e sob diferentes métodos de levantamento, sem controle de precisão e atribuição da importância à caderneta de campo e ao croqui (De Luna, 2004).

A necessidade de uma descrição precisa das propriedades rurais torna-se essencial no contexto dos conflitos fundiários, que envolvem o Brasil devido à posse precária e à ausência de limites claros. A sobreposição de áreas e a inexistência de dados confiáveis em registros antigos intensificaram disputas pela posse e pelo uso da terra, especialmente em regiões onde a grilagem e a ocupação irregular são recorrentes (Tavares, 2019).

A adoção das tecnologias de georreferenciamento, como o GNSS (*Sistema Global de Navegação por Satélite*), transformou os métodos de medição e registro de imóveis rurais, oferecendo maiores vantagens e eliminando ambiguidades nas restrições de limites. As técnicas de RTK (*Real-Time Kinematic*) e o uso de drones também se destacam como ferramentas modernas que promovem rapidez e eficácia em levantamentos de campo. Essas tecnologias não apenas aprimoram a precisão dos dados, mas também facilitam o controle de sobreposição, um dos problemas mais recorrentes na regularização fundiária brasileira (Mundogeo, 2024).

O presente trabalho teve como objetivo analisar o georreferenciamento de imóveis rurais como ferramenta na regularização fundiária no Brasil. A pesquisa também buscou evidenciar as tecnologias utilizadas nesse campo, como o SIGEF, sistemas GNSS, drones, softwares especializados, explorando seus impactos na eficiência e precisão do processo de regularização fundiária.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, com enfoque no histórico da regularização fundiária no Brasil, nos avanços relacionados à mitigação dos conflitos fundiários com a implementação do georreferenciamento, nas tecnologias aplicadas ao processo e as contribuições dos órgãos federais, como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e o Sistema de Gestão Fundiária (Sigef), no aprimoramento das práticas de regularização.

As fontes de dados utilizadas incluíram artigos acadêmicos disponíveis no Google Acadêmico e no portal SciELO e informações disponibilizadas em sites oficiais dos órgãos federais, assegurando uma abordagem ampla e fundamentada sobre o tema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico da regularização fundiária no Brasil

Para analisar o contexto atual do registro de imóveis no Brasil, é necessário remontar à época da colonização brasileira, onde, em seu começo, o interesse português era ocupar as áreas desabitadas, controlar o território e investir na extração de produtos tropicais para serem comercializados na Europa, tudo isso através da distribuição de terras (Ballar, 2021).

Porém, por muito tempo, segundo os estudos de Rocha; Celestino (2010) a divisão de terras no Brasil foi baseada nos interesses da coroa portuguesa, onde poucos recebiam grandes porções de terras, que depois seriam divididas entre os povoadores, foi onde começou a surgir os primeiros indícios de elementos legais a respeito das terras, que posteriormente sofreria grande evolução. A linha do tempo dos princípios legais abrange desde o período pré-colonial até a instituição da república, chegando nos dias atuais. Com início na aplicação das Sesmarias, passando pelas Posses no Brasil, a Lei de Terras, os Decretos do Governo Provisório, a Colonização de Terras, o Título de Terras, a Legislação Territorial da República, Estatuto da Terra, a Constituição da República de 1988 e a Lei 8.629/93 (Rocha; Celestino, 2010).

Em 1973 surge a Lei nº 6.015, trazendo uma grande evolução para o registro imobiliário, essa nova perspectiva foi tamanha que a lei ganhou o nome de Lei dos Registros Públicos. Seu principal caráter inovador foi a criação da matrícula, que é o documento que traz informações pertinentes ao imóvel, caracterizando-o, tal como uma carteira de identidade (Ballar, 2021).

3.2 Imóvel rural

Segundo, Oliveira (2020) a doutrina apresenta dois critérios para distinção entre os prédios rurais rústicos e urbanos, o da localização e o da destinação econômica. Pelo primeiro critério, será rural o imóvel que estiver fora dos perímetros urbanos dos municípios; pelo segundo, será o imóvel destinado à exploração agrícola, pecuária, extrativa ou agroindustrial, qualquer que seja a sua localização. Prevalece hodiernamente o critério da destinação, previsto no art. 4º, I, do Estatuto da Terra (Lei no 4.504/1964): *“para os efeitos desta Lei, definem-se: I – ‘Imóvel Rural’, o prédio rústico, de área contínua qualquer que seja a sua localização, que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agroindustrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada”*.

Para o Registro Imobiliário, instituição encarregada de conferir segurança jurídica, imóvel rural é a unidade imobiliária matriculada, ou seja, como cada matrícula corresponde a um imóvel (princípio da unitariedade da matrícula), mesmo se tratando de áreas contíguas, serão tantos imóveis quantas forem as matrículas. O princípio da unitariedade da matrícula impede que uma matrícula englobe mais de um imóvel ou que seja matriculada fração de imóvel (Oliveira, 2020).

3.2.1 Georreferenciamento de imóveis rurais

O Georreferenciamento consiste na obrigatoriedade da descrição do imóvel rural, em seus limites, características e confrontações, através de memorial descritivo firmado por profissional habilitado, com a devida ART, contendo as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional fixada pelo INCRA (art. 176, § 4º, da lei 6.015/75, com redação dada pela Lei 10.267/2001).

Entre os principais fatores que culminaram na aprovação da Lei nº 10.267/2001, que discorre sobre o georreferenciamento e o meio rural, Pereira; Augusto (2014) destacam primeiramente, a cobrança internacional, com exigências para que o país organizasse sua vertente rural. Em seguida, os autores supracitados abordam o trabalho feito pela Comissão Parlamentar de Inquérito da Câmara dos Deputados acerca da grilagem de terras no Brasil (CPI da Grilagem), que detectou o caos registral brasileiro, como encontrado no município de Babaçulândia/TO, onde foi detectado que a área total cadastrada no município condizia com o dobro da área municipal.

O georreferenciamento de imóveis rurais será exigido “[...] em caso de desmembramento, parcelamento, remembramento e em qualquer situação de transferência de imóvel rural [...]”. Portanto, os proprietários rurais deverão realizar o georreferenciamento dentro dos prazos, para que não sejam restringidos de realizar operações que envolvam Registro de Imóveis (artigo 10 do decreto nº 5570 Brasil, 2005).

Além disso, Borges (2017) afirma que, devido à necessidade de haver uma maior agilidade no trâmite processual, o INCRA e o Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA - instituíram o Sistema de Gestão Fundiária - SIGEF. Através dele, ocorreu uma informatização no processo de validação da parcela rural e emissão da certificação do INCRA, tornando o processo automático e instantâneo, reduzindo a longa espera pela documentação.

Os prazos atuais para a realização do georreferenciamento rural estipulam que todas as propriedades com área acima de 100 hectares devem ser georreferenciadas. O decreto nº 4.449

estabelece a data de 20 de novembro de 2003 como início da contagem do tempo determinado pelo posterior decreto nº 9.311 para a regularização dos imóveis perante a lei 10.267. Dessa maneira, enquanto propriedades com mais de 100 hectares já devem ter sido georreferenciadas, propriedades entre 25 e 100 hectares deveriam realizar o serviço até 20/11/2023 e propriedades menores de 25 ha, até 20/11/2025 (Brasil, 2002; Brasil, 2018).

3.3 Certificação do imóvel

A certificação do georreferenciamento do imóvel rural, criada pela Lei 10.267 de 2001 e realizada exclusivamente pelo Incra, é a garantia de que os limites de determinado imóvel não se sobrepõem a outros e que a realização do georreferenciamento obedeceu às especificações técnicas legais. É necessária para toda alteração de áreas ou de seus titulares em cartório, como nos casos de compra, venda, desmembramento ou partilha, conforme prazos estabelecidos no Decreto nº 4.449 de 2002, alterado pelos Decretos nº 5.570 de 2005, 7.620 de 2011 e 9.311 de 2018 (Governo Federal, 2020).

3.3.1 Instituto nacional de colonização e reforma agrária (INCRA)

Criado pelo Decreto nº 1.110, de 1970, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, é uma autarquia federal que está presente em todo o território nacional, dividido em 30 superintendências regionais, cuja principal missão é implantar a política de reforma agrária e realizar e gerenciar o ordenamento fundiário nacional, de modo que contribua para o desenvolvimento sustentável do meio rural (Ballar, 2021).

Segundo, Rosalen et al. (2012), o INCRA é o órgão público federal responsável pelo Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR, que armazena diversas informações de todos os imóveis rurais brasileiros e também é o responsável pela emissão do Certificado de Cadastro do Imóvel Rural – CCIR, documento indispensável para a realização de transferência da titularidade do imóvel por venda, requerimentos administrativos ou judiciais de desmembramento, remembramento e retificação de área, processos de herança e obtenção de financiamentos bancários, conforme a Lei nº 4.947/66.

3.3.2 Sistema de gestão fundiária (SIGEF)

O Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) é uma ferramenta eletrônica desenvolvida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) para subsidiar a governança fundiária do território nacional. Por ele são efetuadas a recepção, validação, organização, regularização e disponibilização das

informações georreferenciadas de limites de imóveis rurais, públicos e privados. Por meio do SIGEF são realizadas a certificação de dados referentes a limites de imóveis rurais (§ 5º do art. 176 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973) e a gestão de contratos de serviços de georreferenciamento com a administração pública (Sigef, 2024).

O Sistema de gestão fundiária (SIGEF), do Incra, nasce a partir da ideia de se automatizar o processo de georreferenciamento e se ter um controle maior sobre as informações produzidas a partir destes processos. Este projeto se torna principal sistema de disseminação e controle de informações referentes à estrutura fundiária do nosso país, sendo este um sistema completamente automatizado, graças a utilização de novas geotecnologias (Toledo; Bertotti, 2024).

As geotecnologias utilizadas nesses sistemas funcionam de forma integrada, a modo que, o processamento das informações georreferenciadas, são feitas dentro do próprio servidor de dados do INCRA, onde a entrada de dados, se dá a partir de uma planilha de cálculo, a qual foi devidamente elaborada para realizar todos as regras de formatação exigidas pelo SIGEF (Toledo; Bertotti, 2024).

Para iniciar o procedimento de inserção dos dados georreferenciados, é necessário fazer o preenchimento da planilha eletrônica (Planilha ODS), que estabelece a necessidade de informar o código da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), reconhecida junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), para que em seguida seja feito o preenchimento da Planilha ODS com os dados do proprietário e do imóvel (Figura 1), os dados georreferenciados do perímetro do imóvel (Figura 2) e em seguida, ser enviado.

Figura 1 – Dados do detentor e do imóvel.

	A	B
1	Identificação do Serviço de Georreferenciamento	
2	Natureza do serviço:	Particular
3		
4	Identificação do Detentor	
5	Tipo pessoa:	Física
6	Nome:	
7	CPF:	. . .
8		
9	Identificação da Área	
10	Denominação:	Minha Área
11	Situação:	Imóvel Registrado
12	Natureza da área:	Particular
13	Código do Imóvel (SNCR/INCRA):	
14	Código do cartório (CNS):	
15	Matrícula:	
16	Município(s):	Adicionar Município
17		

Fonte: Autor (2025)

Figura 2 – Dados dos vértices georreferenciados.

[illegible]

Fonte: Autor (2025)

Após a inserção dos dados, o mesmo deverá passar por uma avaliação do sistema, ou seja, o servidor irá avaliar se há sobreposição entre parcelas, erros de preenchimento, erros referentes ao sentido de levantamento e averiguação de dados divergentes. Após essa análise, caso seja aprovado, a certificação do imóvel é imediata (INCRA, 2009).

A Figura 3 apresenta um resumo do acervo fundiário, contendo informações sobre a administração direta do INCRA, o acesso à base de dados de entidades parceiras e os números gerais referentes à certificação de imóveis rurais. Esses dados são fundamentais para a gestão e monitoramento das propriedades rurais, proporcionando maior precisão na regularização fundiária e auxiliando na tomada de decisões relacionadas ao ordenamento territorial.

Figura 3 – Acervo fundiário (INCRA)

NÚMEROS GERAIS ACERVO FUNDIÁRIO				
Administração Direta do Incra				
Tipo		Polígonos	Área (ha)	
ASSENTAMENTOS FEDERAIS		7.493	41.928.367,2890	
ÁREAS DE RECONHECIMENTO *		728	31.345.877,0931	
TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS		408	3.071.113,9814	
CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEIS/PARCELAS PUBLICO		129.313	111.200.901,4668	
CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEIS/PARCELAS PARTICULAR		1.233.967	285.724.471,1634	
CONVÊNIOS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA INCRA		107.853	4.335.993,9629	
Subtotal		1.479.762	477.606.724,9565	
ACESSO A BASE DE ENTIDADES PARCEIRAS				
Tipo		Polígonos	Área (ha)	
ÁREA INDÍGENA		576	0,0000	
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO		2.668	0,0000	
POLÍGONOS GEORREFRENCIADOS PELA SRA		80.041	3.254.260,6942	
POLÍGONOS GEORREFRENCIADOS PELO TERRA LEGAL		355.075	26.271.800,5515	
Subtotal		438.360	29.526.061,2457	
Total Geral		1.918.122	507.132.786,2022	
NÚMEROS GERAIS DA CERTIFICAÇÃO				
Tipo		Banco	Polígonos	Área (ha)
Público		SNCI	2.030	39.229.831,4336
Público		SIGEF	127.283	71.971.070,0332
Subtotal			129.313	111.200.901,4668
Tipo		Banco	Polígonos	Área (ha)
Particular		SNCI	54.138	67.935.613,8768
Particular		SIGEF	1.179.829	217.788.857,2866
Subtotal			1.233.967	285.724.471,1634
Total Geral			1.363.280	396.925.372,6301

Fonte: Autor (2025)

3.4 Topografia

A palavra topografia vem do grego “topo” que significa terra, lugar, região, e “grafia”, descrever; significando, portanto, “descrever um lugar ou região” (Botelho; Junior; Paula, 2018). Para Borges (2013), a topografia é definida como uma ciência que tem por objetivo representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno, permitindo que seja representado seus limites, seus detalhes interiores, bem como o relevo por meio das curvas de nível. Para Botelho, Junior e Paula (2018), pode-se dizer que a topografia é a técnica de levantar, medir e descrever a forma de terrenos, servindo a muitos tipos de usos, como delimitação de áreas, apoio a obras civis, usos agrônômicos, locação de equipamentos industriais, entre outros.

3.4.1 Levantamento topográfico

Segundo a ABNT NBR 13133 (1994), um levantamento topográfico trata-se de um conjunto de métodos e processos, que através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, através de um instrumento adequado à exatidão pretendida, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, que determina suas coordenadas topográficas. O levantamento topográfico planialtimétrico, é caracterizado pelo planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem natural.

De acordo com Giovanini (2017), todo levantamento realizado com a utilização de receptores GNSS pode ser considerado um levantamento Georreferenciado. Isso porque o ponto estará mapeado sobre determinado Datum de forma que, caso deseje qualquer pessoa conseguirá posteriormente com o uso de um receptor localizar o mesmo.

3.5 Geoprocessamento

Pode-se definir geoprocessamento como um conjunto de tecnologias destinadas a coletar e tratar dados espaciais com um objetivo específico. As atividades que envolvem geoprocessamento são executadas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que têm objetivo de processar informações espaciais, sendo capazes de criar abstrações digitais do real, manejar e armazenar eficientemente dados, identificando o melhor relacionamento entre as variáveis espaciais e possibilitando a criação de relatórios e mapas para a compreensão desses relacionamentos (Fantin; Vizioli, 2021).

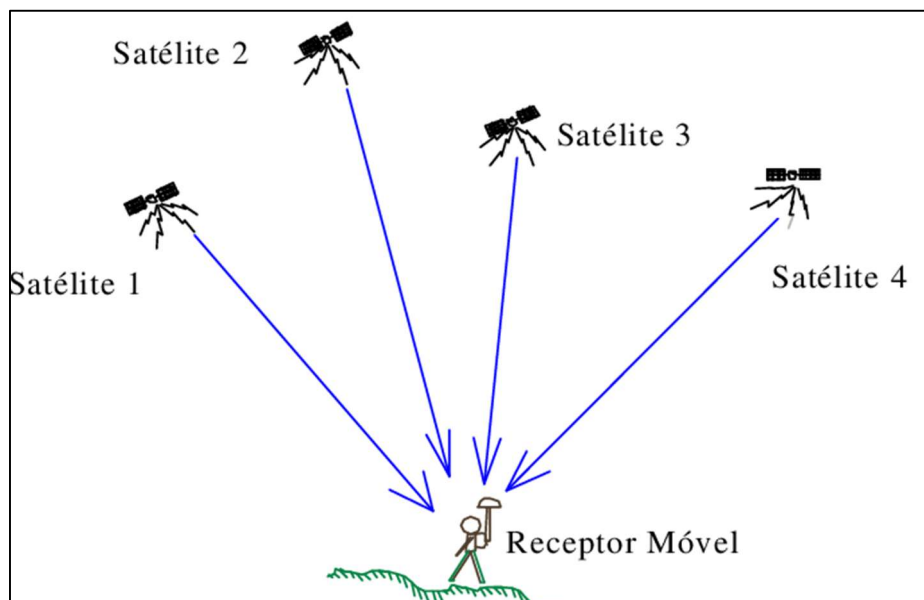
O Geoprocessamento envolve a utilização de programas de computador para o mapeamento de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas). Associado às novas tecnologias como a internet, imagens de satélite e a tecnologia GPS (Global Positioning System), o geoprocessamento tem permitido não só produzir mapas com rapidez, quantidade e

formas nunca antes vistas na história da humanidade, como também introduziu os mapas no nosso cotidiano através de aplicativos para smartphones (Fantin; Vizioli, 2021).

3.6 Sistema de navegação por satélite (GNSS)

Segundo a Agência Espacial Brasileira (2020), um sistema global de navegação por satélite (GNSS – Global Navigation Satellite System) é composto por uma constelação de satélites capazes de calcular a posição geográfica de objetos sob ou próximos à superfície da Terra. Um receptor GNSS pode obter informações de posicionamento planialtimétrico (x, y, z) baseado em um sistema geodésico de referência, podendo ter precisão métrica ou submétrica dependendo do equipamento, da técnica e das informações de tempo e de velocidade (Figura 4).

Figura 4 – Posicionamento por sistema de navegação por satélite.



Fonte: Researchgate (2000)

O desenvolvimento dos sistemas globais de navegação por satélite possibilitou avanços significativos nos levantamentos cartográficos. Os métodos tradicionais de levantamentos topográficos eram bastante morosos, principalmente quando eram abordadas áreas extensas. Com os sistemas de navegação por satélite, a obtenção da posição geográfica de feições do terreno tornou-se muito mais rápida e precisa (Agência Espacial Brasileira, 2020).

3.6.1 Sistema de posicionamento global (GPS)

O Sistema de Posicionamento Global é uma tecnologia de extrema importância para o georreferenciamento de terras agrícolas. Desenvolvido inicialmente para fins militares, o GPS

tornou-se amplamente utilizado em diversas aplicações civis, incluindo a agricultura (Pinto *et al.*, 2013).

O princípio de funcionamento do GPS baseia-se na recepção de sinais de satélites artificiais em órbita ao redor da Terra. Esses satélites transmitem informações sobre sua posição e o tempo, permitindo que receptores GPS determinem sua localização com precisão (González *et al.*, 2011).

Para determinar a posição, o receptor GPS calcula a distância entre si e, no mínimo, quatro satélites, utilizando o tempo de propagação dos sinais. Essa técnica, conhecida como triangulação, permite obter as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) do ponto de interesse (Zanotta *et al.*, 2011).

A acurácia e a precisão do GPS são fatores fundamentais para o georreferenciamento de terras agrícolas, no entanto, diversos fatores podem afetar a qualidade do posicionamento, como a geometria dos satélites, a interferência atmosférica, a obstrução de sinais por obstáculos e a própria configuração do receptor (Klein *et al.*, 2012).

Para melhorar a precisão, técnicas como o Differential GPS (DGPS) e o Real Time Kinematic (RTK) são comumente utilizadas. O DGPS emprega uma estação de referência fixa, cujas coordenadas são conhecidas, para corrigir os erros dos sinais recebidos pelos receptores móveis. Já o RTK utiliza uma estação de referência em tempo real para fornecer correções instantâneas, alcançando níveis de precisão centimétricos (Cardoso *et al.*, 2021).

O uso do GPS no georreferenciamento de terras agrícolas permite a criação de mapas digitais precisos, que podem ser integrados a sistemas de informações geográficas (Pinto *et al.*, 2013). Essa integração possibilita a análise espacial de diversos dados, como características do solo, histórico de cultivos, ocorrência de pragas e doenças, entre outros (Lopes *et al.*, 2020).

3.6.2 Real time kinematic (RTK)

O posicionamento relativo em tempo real denominado *Real-Time Kinematic* (RTK) tem sido muito empregado, pois permite ao usuário determinar a sua posição acurada em tempo real. Esse método pode alcançar acurácia centimétrica, sem a necessidade de um processamento posterior dos dados, desde que a solução das ambigüidades obtida for confiável (Dai *et al.*, 2003). No entanto, o uso do RTK possui uma limitação; com o aumento do comprimento da linha de base os resultados são degradados, pois os erros de ionosfera, troposfera e órbita dos satélites obtidos pelo usuário reduzem sua correlação, chegando ao ponto de inviabilizar o posicionamento (Alves, 2008).

3.6.3 Veículos aéreos não tripulados (VANT's)

A introdução de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones, revolucionou o campo do georreferenciamento, essas pequenas aeronaves, equipadas com câmeras e sensores avançados, proporcionam uma expansão de precisão e qualidade na geração e análise de imagens aéreas (Ozmap, 2024).

Os drones são especialmente eficazes em áreas de difícil acesso ou extensas, onde métodos tradicionais podem ser onerosos ou impraticáveis e ao sobrevoar uma região, os drones capturam imagens de alta resolução, permitindo a criação de mapas detalhados e modelos tridimensionais da área mapeada (Figura 5). Dessa forma, os drones não apenas oferecem uma ferramenta muito eficiente para a coleta de dados geoespaciais, mas também elevam a qualidade de todo o processo de georreferenciamento (Ozmap, 2024).

Figura 5 – Geração de imagens georreferenciadas com drones.



Fonte: Mappa (2020)

3.6.4 Sistema de informação geográfica (SIG)

Assim como o GPS, os Sistemas de Informação Geográfica desempenham um papel importante no georreferenciamento de terras agrícolas, integrando e analisando diversos tipos de dados espaciais (Lopes et al., 2020). Trata-se de uma tecnologia que permite a coleta, o armazenamento, a manipulação, a análise e a visualização de informações georreferenciadas (Bolfé, 2019).

Um SIG é composto por diferentes componentes, incluindo hardware (computadores, periféricos, sensores), software (programas de geoprocessamento), dados (mapas, imagens, tabelas) e recursos humanos (profissionais capacitados). Essa interação permite a criação de um

ambiente de informações geográficas, fundamental para a tomada de decisões no setor agrícola (Barbosa; Fonseca, 2017).

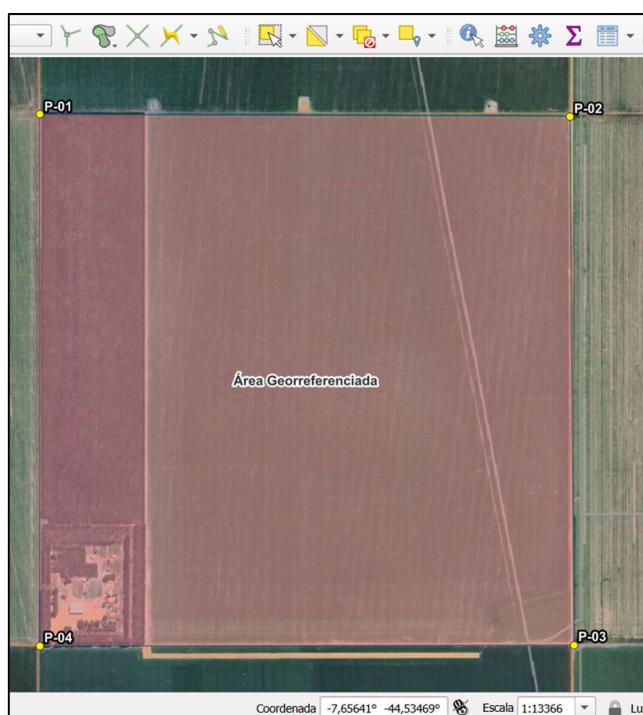
No contexto do georreferenciamento de terras agrícolas, os SIG permitem a inserção e a organização de diversos tipos de dados, como limites de propriedades, características do solo, histórico de cultivos, aplicação de insumos, rendimento de culturas, entre outros, possibilitando a visualização e a análise integrada dessas informações (Paula, 2018).

Uma das principais funcionalidades dos SIG é a capacidade de realizar análises espaciais, como a sobreposição de camadas de informação, a identificação de padrões e tendências, a modelagem de cenários e a tomada de decisões baseada em evidências. Essas análises são fundamentais para o planejamento e a gestão eficiente das atividades agrícolas (Barbosa; Fonseca, 2017).

A integração entre os SIG e as tecnologias de posicionamento por satélite, como o GPS, é particularmente importante para o georreferenciamento de terras agrícolas. Essa integração permite a coleta de dados georreferenciados em campo, que podem ser posteriormente inseridos e analisados no ambiente do SIG (Euriques et al., 2021).

A Figura 6 apresenta a reprodução de dados geoespaciais obtidos em levantamentos de campo, os quais foram posteriormente processados e representados no software de geoprocessamento QGIS. Esse procedimento permite a visualização, análise e manipulação das informações espaciais, contribuindo para a precisão e eficiência na interpretação dos dados georreferenciados.

Figura 6 – Reprodução de dados no software QGIS.



Fonte: Autor (2025)

4. CONCLUSÃO

A evolução do georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil tem sido um marco significativo para a governança fundiária do país. Desde a introdução da Lei nº 10.267/2001, esse processo se consolidou como uma ferramenta essencial para a regularização fundiária, garantindo maior precisão na delimitação dos limites das propriedades e promovendo segurança jurídica.

O trabalho revelou como novas tecnologias, como GNSS, drones e sistemas como o SIGEF, ampliaram a eficiência e a precisão dos levantamentos de campo. Essas inovações não apenas reduziram os conflitos fundiários, mas também possibilitaram um melhor ordenamento territorial, contribuindo para a gestão eficaz das terras no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR 13133. **Execução de levantamento topográfico**. 1994. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6400/abnt-nbr13133-execucao-de-levantamento-topografico-procedimento>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- Agência Espacial Brasileira**. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas/aplicacoes-espaciais/navegacao>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- BALLAR, Vinícius Cavalcanti Mariano et al. **Georreferenciamento de imóvel rural e processo de certificação via SIGEF: estudo de caso do CECA–UFAL**. 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/7858>. Acesso em: 28 dez. 2024.
- BARBOSA, Gabriela Diedrichs; FONSECA, Maria Helena da. **Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta de apoio para a gestão de projetos ambientais**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, n. 7, p. 127-135, 2017. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v4n7/v04n07a13a.html>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- BARBOSA, E. D. M. et al. **Integridade no posicionamento RTK e RTK em rede**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 16, n. 4, p. 589–605, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bcg/a/B3Y8W9tjsq3kx9PmgtdxTVG/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campo; JÚNIOR, Jarbas Prado Francischi; DE PAULA, Lyrio Silva. **ABC da Topografia**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2018. Disponível em: http://app.catolicasc.org.br/imagens_biblio/000098/00009817.pdf. Acesso em: 29 dez. 2024.
- BOLFE, É. L. **Aplicação de geotecnologias no desenvolvimento da agricultura sustentável no Brasil, 2019**. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.612.53>. Acesso em: 29 dez 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001, que aleta os dispositivos das Leis n.º 4.967, de 6 de abril de 1966; 5.868, de 12 de dezembro de 1972; 6.015, de 31 de dezembro de 1973; 6.739, de 5 de dezembro de 1979; e 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. 2002. Disponível em: http://www.pla-nalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4449.htm. Acesso em: 28 dez. 2024.
- CALDERANO FILHO, Braz et al. **Estudo geoambiental do município de Bom Jardim-RJ, com suporte de geotecnologias: subsídios ao planejamento de paisagens rurais montanhosas**. Sociedade & Natureza, v. 22, p. 55-73, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/8n6GbhMpLwGSFgkjrMtpMp/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- CARRARA, Ângelo Alves; ZAIDAN, Ricardo Tavares; PAULA, Lucas Pinheiro de. **Geoprocessamento aplicado à história agrária: o vínculo da Jaguará**. Revista de História (São Paulo), p. a05017, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rh/a/cFdbHMwRFvS8m9FYThCKXGd/>. Acesso em: 29 dez. 2024.

D'OTTAVIANO, M. C. L.; SILVA, S. L. Q. **REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA NO BRASIL:: VELHAS E NOVAS QUESTÕES**. Planejamento e Políticas Públicas, [S. l.], n. 34, 2022. Disponível em: [//ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/172](http://ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/172). Acesso em: 28 dez. 2024.

FARAHANE, H. da L. J.; CAVALCANTI, R. C.; PESSOA, A. C. N.; DREWS, T. A.; SILVA, F. G. da; SILVA, A. L. P. da; LIMA, A. R. de; SILVA, C. M. da; SILVA, A. V. da. **Georreferenciamento de terras agrícolas: um estudo sobre a utilização de tecnologias de posicionamento por satélite (GPS) e sistemas de informação geográfica (SIG)**. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, [S. l.], v. 22, n. 7, p. e5975, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n7-257. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/5975>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FIGUEIREDO, José Vidal. **Georreferenciamento de imóveis rurais no município de Apodi Rio Grande do Norte**. In Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - SIMGEO, Anais [...] 2012, 4., pp. 1-7. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326381459>. Acesso em: 28 dez. 2024.

GIOVANINI, Adenilson. **Descubra qual é a diferença entre Levantamento Georreferenciado e Georreferenciamento de imóveis rurais**. Adenilson Giovanini, 2017. Disponível em: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/levantamento-georreferenciado/>. Acesso em: 29 dez. 2024.

KLEIN, Ivandro et al. **Planejamento de redes geodésicas resistentes a múltiplos outliers**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 18, p. 480-507, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bcg/a/WZ6bGhQ5qPySLpFKFsqqQFH/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2024.

LAGO GONZÁLEZ, C. et al. **Sistema para geração automática de mapeamento de produtividade com aplicação em agricultura de precisão, 2011**. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123043515>. Acesso em: 29 dez. 2024.

LIMA OLIVEIRA-, D.; GEOCIÊNCIAS, M. EM. **Georreferenciamento de Imóveis Rurais – Avanços no combate à grilagem de terras**. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/danilo_lima.pdf. Acesso em: 28 dez. 2024.

LOPES, Vanessa Cristina; MIZIARA, Fausto; FERREIRA, Laerte Guimarães. **A pecuária Goiana vista pela janela de um SIG**. GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 11, n. 1, p. 215-231, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8386361>. Acesso em: 29 dez. 2024.

LUNA, Rejane Maria Rodrigues. **Incertezas perante o georreferenciamento de imóveis rurais e a retificação extrajudicial**. 2004. 129 p. Dissertação de Mestrado - Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3268>. Acesso em: 28 dez. 2024.

MARCANTE, V.; ZILLI PERONI, B.; BATISTELLA, D. **Dificuldades para georreferenciamento de imóveis rurais: um enfoque na agricultura familiar: a focus on family farming.** Revista Geoaraguaia, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 74–97, 2023.

Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/14225>.

Acesso em: 28 dez. 2024.

MENEZES, Leonardo Campos; CRUZ, Vinicius Caixeiro da. **Georreferenciamento de imóveis rurais com fotogrametria: aplicação da norma de execução 02/2018 do INCRA à estação experimental agrônômica da UFRGS.** 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/189235>. Acesso em: 29 dez. 2024.

Georreferenciamento: Conheça os seus principais métodos e aplicações. Disponível em: <https://ozmap.net/georreferenciamento-metodos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

MORAES CARDOSO, Bruno et al. **Avaliação da precisão dos equipamentos GNSS, verificando a discrepância das coordenadas, utilizando a carta controle.** Revista Brasileira de Geomática, v. 9, n. 2, p. 120-140, 2021. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/10980>. Acesso em: 19 dez. 2024.

MUNDOGEO. **Drones para Georreferenciamento de Imóveis Rurais.** Disponível em: <https://mundogeo.com/2024/04/29/drones-para-georreferenciamento-de-imoveis-rurais/>.

Acesso em: 28 dez. 2024.

PAIXÃO, S. K. S.; NICHOLS, S; CARNEIRO, A. F. T. **Estudo das necessidades dos usuários do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR).** Revista Brasileira de Cartografia, Monte Carmelo, v. 65, n. 3, pp. 253-264, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/articulo/view/43834>. Acesso em: 28 dez. 2024.

PEREIRA, K. D.; AUGUSTO, M. J. C. **O Sistema geodésico brasileiro e a lei de georreferenciamento de imóveis rurais.** Instituto de Registro Imobiliário do Brasil - IRIB, São Paulo, n. 319, pp. 84-91, 2004. Disponível em: <https://academia.irib.org.br/xmlui/handle/123456789/2566>. Acesso em: 28 dez. 2024.

PINTO, Marcelo Solfa; CAMARGO, Paulo de Oliveira; MONICO, João Francisco Galera. **Influência da combinação de dados GPS e GLONASS no georreferenciamento de imóveis rurais.** Boletim de Ciências Geodésicas, v. 19, p. 135-151, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bcg/a/gp3cTN4RZtF3LVw9VkXVHFt/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2024.

ROCHA, R. dos S. da.; CELESTINO, V. da S. **Histórico da ocupação territorial do Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/7858>. Acesso em: 28 dez. 2024.

RODRIGUES, Mara Costa. **Geoprocessamento.** 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/19101>. Acesso em: 29 dez. 2024.

ROSALEN, David Luciano; MUNHOZ, João Victor Cássia; MARDEGAN, Catarina. **O georreferenciamento de imóveis rurais no município de Jaboticabal-SP.** Revista Ciência em

Extensão, v. 8, n. 3, p. 42-55, 2012. Disponível em: https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/668. Acesso em: 29 dez. 2024.

SEIBT, Roxana Brill. **Georreferenciamento de imóvel rural: levantamento, certificação e registro**. 2023. Disponível em:

https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3346/_tcc_ii_-_roxana_brill_seibt._pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Acesso em: 28 dez. 2024.

SIGEF - Sistema de Gestão Fundiária. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/sobre/apresentacao/>. Acesso em: 29 dez. 2024.

TAVARES, Nathália Manuelle Lima. **Sicarf e Sigef: uma avaliação prática**. Belém/PA, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1362>. Acesso em: 28 dez. 2024.

TOLEDO, Bruno Henrique Costa; BERTOTTI, Luiz Gilberto. **Breve histórico da certificação de imóveis rurais no Brasil e apresentação do Sistema de Gestão Fundiária-SIGEF** Brief history of certification of rural properties in Brazil and presentation of Landed Property Management System-SIGEF. **Ambiência**, v. 10, n. 3, p. 839-847, 2014. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2815>. Acesso em: 29 dez. 2024.

ZANOTTA, Daniel Capella; CAPPELLETTO, Eliane; MATSUOKA, Marcelo Tomio. **O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, p. 2313, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/dWNb3PyKWnCsg9wXkqqC9vf/?lang=pt>. Acesso em: 29 dez. 2024.