

MAPEAMENTO TERRITORIAL E LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE PROPRIEDADES AGRÍCOLAS: OBSTÁCULOS, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E USOS NO CENÁRIO NACIONAL

Patrick Medeiros da Cruz¹, Diego Antônio Botelho de Cedro²

RESUMO

Este resumo deste trabalho explora o processo de georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, destacando seus desafios e a importância para a regularização fundiária. O objetivo foi realizar um estudo prático sobre a aplicação de tecnologias de geoprocessamento para delimitar com precisão os limites de propriedades rurais e assegurar sua conformidade legal e ambiental. A metodologia incluiu levantamento de dados em campo com RTK e processamento de informações em softwares como QGIS e AutoCAD, além da certificação pelo SIGEF. Os resultados indicaram correções de discrepâncias nos limites das propriedades e a adequação às exigências ambientais e fundiárias. Conclui-se que o georreferenciamento é fundamental para garantir a segurança jurídica e a sustentabilidade no uso da terra, especialmente em áreas rurais.

Palavras-chave: Regularização fundiária. Certificação SIGEF. Geoprocessamento. Preservação ambiental. Segurança jurídica.

ABSTRACT

This summary of these paper explores the process of georeferencing rural properties in Brazil, highlighting its challenges and its importance for land regularization. The objective was to conduct a practical study on the application of geoprocessing technologies to accurately delimit the boundaries of rural properties and ensure their legal and environmental compliance. The methodology included field data collection with RTK and information processing in software such as QGIS and AutoCAD, in addition to certification by SIGEF. The results indicated corrections of discrepancies in property boundaries and compliance with environmental and land requirements. It is concluded that georeferencing is essential to guarantee legal security and sustainability in land use, especially in rural areas.

Keywords: Land regularization. SIGEF certification. Geoprocessing. Environmental preservation. Legal security.

1. INTRODUÇÃO

A topografia e o georreferenciamento de imóveis rurais representam áreas do conhecimento que têm se desenvolvido de forma significativa nas últimas décadas. O avanço dessas disciplinas está diretamente relacionado ao crescimento da demanda por uma gestão mais eficiente e segura do espaço territorial,

especialmente no Brasil, onde a agricultura e a pecuária ocupam grande parte do território. Desde as primeiras civilizações, como os egípcios e os romanos, o homem buscou maneiras de medir e delimitar territórios, ainda que de forma rudimentar. Ao longo dos séculos, essas técnicas evoluíram, resultando em sistemas mais precisos e tecnologicamente

¹ Graduado no curso de Agronomia do Centro Universitário do Vale do Araguaia.

² Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás. Docente no curso de Agronomia no Centro Universitário do Vale do Araguaia. deadc@gmail.com

avançados, fundamentais para o controle fundiário atual (Marcante; Peroni; Batistella, 2023).

Com o crescimento do setor agrícola e o aumento da valorização das terras no Brasil, a necessidade de precisão nas demarcações de propriedades rurais tornou-se ainda mais evidente. A Lei nº 10.267, de 2001, e o Decreto nº 4.449, de 2002, que regulamentam o georreferenciamento de imóveis rurais, trouxeram uma nova era para o controle de terras no país, garantindo que as propriedades sejam devidamente certificadas. Esse processo visa evitar sobreposições de áreas, um problema frequente antes da implementação de métodos mais rigorosos de medição. A legislação brasileira, nesse contexto, reconheceu a importância do uso de tecnologias avançadas, como o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e os softwares de geoprocessamento, para garantir a precisão necessária ao processo (Paiva *et al.*, 2021).

A utilização de ferramentas tecnológicas, como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o QGIS e o AutoCAD, vem permitindo que as informações sobre os imóveis rurais sejam armazenadas e manipuladas de forma mais eficiente. Esses softwares, aliados a imagens de satélite e ao uso de receptores GPS geodésicos, proporcionam uma análise detalhada dos limites de cada propriedade. No entanto, o processo de georreferenciamento exige não apenas a coleta de dados técnicos, mas

também um diálogo constante com os confrontantes das áreas, ou seja, os vizinhos das propriedades, para garantir que não haja divergências durante a certificação (Ferreira; Rosa; Carmo, 2023).

O processo de certificação de imóveis rurais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) também ganhou agilidade com a criação do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), lançado em 2013. Esse sistema digitalizou e automatizou grande parte dos procedimentos, permitindo que os profissionais responsáveis pelo georreferenciamento submetam eletronicamente os dados coletados em campo para análise. Esse avanço trouxe não apenas mais rapidez, mas também maior transparência ao processo, uma vez que todos os dados certificados são acessíveis ao público por meio de uma plataforma online (Felipetto *et al.*, 2023).

Em um cenário em que o Brasil enfrenta desafios relacionados à regularização fundiária, especialmente no que diz respeito à sobreposição de áreas e à ocupação irregular de terras, o georreferenciamento surge como uma solução eficaz para garantir que as propriedades rurais estejam devidamente documentadas. A precisão na delimitação territorial é essencial para evitar conflitos e fraudes, além de possibilitar um planejamento agrícola mais eficiente e sustentável. A modernização das técnicas de medição e a obrigatoriedade da certificação georreferenciada refletem um

avanço significativo no controle territorial e na gestão das propriedades rurais brasileiras (Santos; Silva, 2020). A precisão nas demarcações é fundamental para evitar conflitos de terra, fraudes e sobreposições, promovendo maior segurança jurídica aos proprietários e permitindo uma gestão territorial mais eficiente. O uso de tecnologias modernas, como GPS e softwares de geoprocessamento, possibilita um controle mais detalhado e confiável dos limites das propriedades, favorecendo o desenvolvimento agrário sustentável e a integridade do cadastro rural nacional. O objetivo deste trabalho foi analisar os principais desafios e avanços tecnológicos envolvidos no processo de georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, destacando a importância desse procedimento para a segurança jurídica das

propriedades e para a gestão eficiente do território rural.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Um dos primeiros passos do projeto foi a elaboração de um mapa de uso e ocupação do solo, necessário para a obtenção do Cadastro Ambiental Rural (CAR-GO) de um cliente. Este mapa foi desenvolvido utilizando o software Autocard2022, QGIS e Sistema Sigef, São ferramenta robusta para a criação e análise de dados geoespaciais. Com a colaboração do supervisor de estágio e do proprietário da área, foi possível gerar um mapa detalhado da Fazenda Mixirica e Progresso, ilustrando áreas de preservação permanente (APP), reserva legal e áreas consolidadas. A Figura 1 apresenta o resultado final do mapa de uso e ocupação do solo.

Figura 1 - Mapa de uso e ocupação do solo da Fazenda Mixirica e Progresso, elaborado com o software QGIS.



Com base nas características do terreno, como sua localização, área, e as dificuldades de acesso, foi elaborado um orçamento detalhado para o serviço de georreferenciamento. Para garantir a precisão das medições, foi utilizado o equipamento RTK Leica Viva GS15 (Figura 2), que permite coletar coordenadas com alta precisão. Este equipamento foi fundamental para marcar os pontos de divisa, alinhamentos,

cercas, cursos d'água e estradas. Durante o levantamento, foi mantido um diálogo constante com os vizinhos confrontantes da área, assegurando que eles estivessem cientes das delimitações propostas e minimizando o risco de discordâncias futuras. A Figura 2 ilustra o equipamento RTK utilizado no levantamento de campo.

Figura 2 - Equipamento RTK Leica Viva GS15 utilizado no levantamento de campo.



Após a coleta das coordenadas no campo, os dados foram transferidos para o computador, onde foi traçado um croqui preliminar da área utilizando o software AutoCAD e imagens de satélite do Google Earth Pro. Este croqui serviu como base para a

verificação da área real existente e a identificação de possíveis divergências entre os limites históricos e os limites medidos com os equipamentos modernos. A Figura 3 apresenta o croqui preliminar da Fazenda Mixirica, gerado no Google Earth Pro.

Figura 3 - Croqui da Fazenda Mixirica elaborado com base em imagens de satélite do Google Earth Pro.



Com o croqui definido, foram criados os pontos nos vértices, onde os marcos físicos deveriam ser implantados. Esses pontos foram carregados na controladora do equipamento GPS, permitindo que, no campo, o operador localizasse o ponto exato para a implantação dos marcos. A instalação desses marcos variou conforme a qualidade do sinal de GPS. Em áreas com bom sinal, o processo de fixação foi rápido, levando cerca de cinco segundos para registrar o ponto. Entretanto, em áreas com vegetação

densa ou obstruções, o tempo de processamento foi maior, chegando a 20 minutos ou mais, dependendo das condições de sinal.; Um tempo de processamento mais longo permitiu que o GPS captasse um maior número de satélites, o que aumentou a precisão das coordenadas. Após a coleta, os dados foram processados no escritório para garantir que estivessem dentro dos padrões exigidos pelo INCRA. A Figura 4 mostra a locação de um dos marcos físicos.

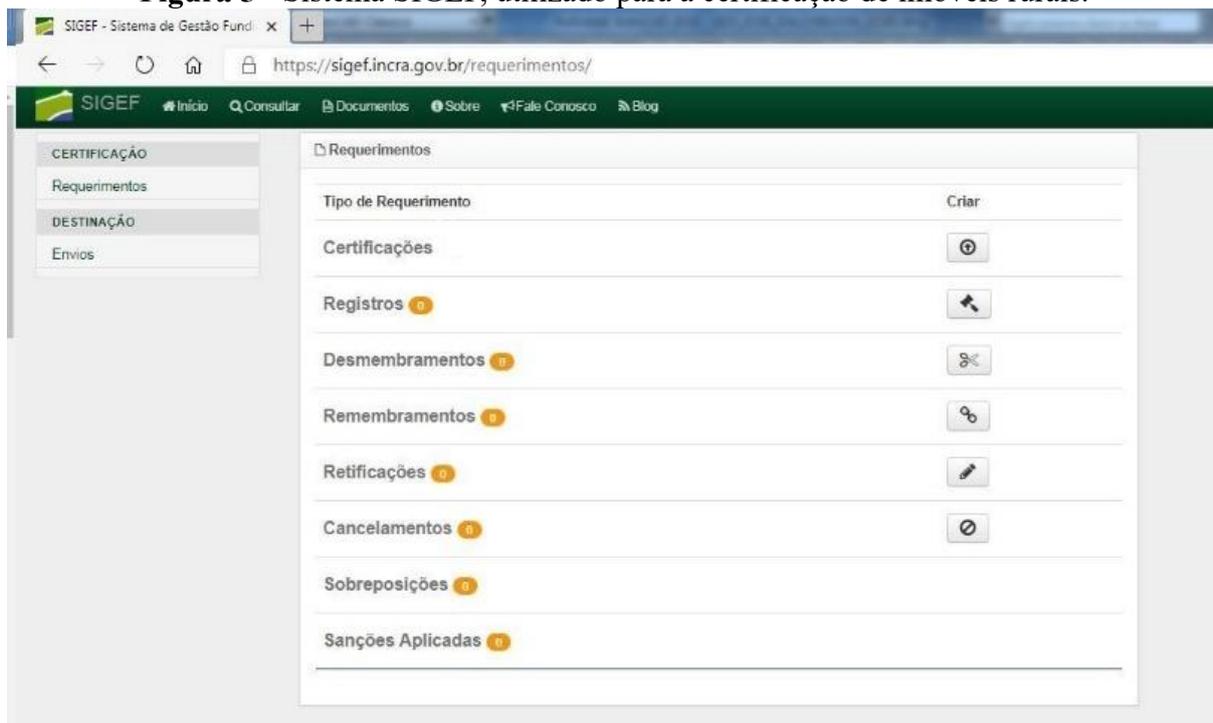
Figura 4 - Locação de marcos físicos utilizando GPS de alta precisão.



Com os pontos processados e corrigidos, foi gerado o mapa final utilizando o software AutoCAD, no sistema de coordenadas SIRGAS 2000. Neste mapa, foram traçados os perímetros da propriedade e calculada a área total. Além dos limites do terreno, também foram incluídos elementos como estradas, cursos d'água e áreas de preservação. O layout final do mapa incluiu todos os elementos exigidos para a certificação, como a legenda, escala, malha de coordenadas e as informações dos proprietários e

confrontantes.; Após a elaboração do mapa, foi criado o memorial descritivo, contendo as coordenadas de latitude e longitude, as distâncias entre os vértices e as descrições detalhadas das áreas confrontantes. Esse memorial foi submetido ao sistema SIGEF do INCRA para certificação. Para acessar o SIGEF, o responsável técnico deve possuir um certificado digital, que permite o envio seguro dos documentos. A Figura 5 apresenta a interface do SIGEF utilizada para a certificação.

Figura 5 - Sistema SIGEF, utilizado para a certificação de imóveis rurais.



Após a certificação no SIGEF, o mapa final foi anexado ao sistema com um QR code, permitindo a consulta pública dos dados. Os mapas, memoriais e demais documentos (CAR,

CCIR, ITR) foram impressos mapas e memorial só sistema SIGEF imóveis. A Figura 6 apresentam os documentos de certificação gerados para as Fazendas Mixirica e Progresso.

Figura 6 - Documento de certificação da Fazenda Progresso.

Certificada - Sem Confirmação de Registro em Cartório Parcela certificada pelo SIGEF de acordo com a Lei 6.015/73 e pendente de confirmação do registro da certificação em cartório					
 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA 					
Denominação: FAZENDA Proprietário(a): _____ CPF: _____		Natureza da Área: Particular Responsável Técnico(a): _____			
Matrícula do imóvel: _____ Código INCRA/SNCR: 9501739383430		Cartório de Registro de Imóveis: 02.616-1 Turvelândia - GO Município: Turvelândia-GO		Formação: Técnico(a) de Nível Superior ou Tecnólogo(a) Conselho Profissional: MT023820/MT Cód. Credenciado(a): _____ Documento de RT: GO	
Área (Sistema Geodésico Local): 145.9932 ha		Perímetro: 7.522,38 m		Sistema Geodésico: SIRGAS 2000	
Sistema de Coordenadas: Lat./Long. - não projetado		Escala: 1:17573		Formato: A0	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Vértice tipo M ○ Vértice tipo P ○ Vértice tipo V ○ Vértice tipo O — Muro — Estrada — Vala — Canal 		<ul style="list-style-type: none"> — Linha ideal — Limite artificial não tipificado — Corpo d'água ou curso d'água — Linha de cumeeada — Grota — Crista de encosta — Pé de encosta — Limite natural não tipificado 		<ul style="list-style-type: none"> — Cerca ■ Imóvel em estudo ■ Imóveis contornantes 	
CERTIFICAÇÃO: c1d27ac9-f24b-4207-a3e6-d0e837fde8a1 Em atendimento ao § 5º do art. 176 da Lei 6.015/73, certificamos que a poligonal objeto deste memorial descritivo não se sobrepõe, nesta data, a nenhuma outra poligonal constante do cadastro georreferenciado do INCRA.					
Data Certificação: 07/05/24 08:12 Data da Geração: 07/05/24 14:35					
Esta planta foi gerada automaticamente pelo Sigef com base nas informações transmitidas e assinadas digitalmente pelo(a) Responsável Técnico(a) (_____) Este documento pode ser verificada pelo endereço eletrônico /autenticidade/c1d27ac9-f24b-4207-a3e6-d0e837fde8a1/					

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento de campo realizado com o equipamento RTK Leica Viva GS15 permitiu a coleta de dados com alta precisão, garantindo que os limites da propriedade fossem mapeados de acordo com as exigências legais estabelecidas pelo INCRA. O RTK, ao captar os sinais de satélites com precisão centimétrica, proporcionou uma demarcação clara dos pontos de divisa e dos vértices. Este processo foi fundamental para eliminar possíveis sobreposições de áreas com propriedades vizinhas e para resolver discrepâncias históricas no mapeamento de terras. A fase de locação dos marcos físicos, realizada após o levantamento das coordenadas, foi bem-sucedida na fixação dos pontos geodésicos. Em áreas com boa cobertura de satélite, o tempo de processamento para fixação dos pontos foi mínimo, enquanto em áreas de vegetação densa ou relevo mais acidentado, o uso prolongado do equipamento

permitiu maior captação de satélites e, conseqüentemente, maior precisão nos resultados. Os marcos foram instalados de acordo com as diretrizes técnicas e serviram como referência sólida para a elaboração do mapa definitivo.

A partir dos dados levantados no campo, foi possível traçar o mapa final da propriedade utilizando o software AutoCAD, integrado com o sistema de coordenadas SIRGAS 2000. O mapa gerado representou fielmente os limites da propriedade, incluindo os cursos d'água, áreas de preservação permanente (APP), áreas de reserva legal e áreas consolidadas. Este mapa serviu como base para o cálculo exato da área total do imóvel, bem como para a verificação da conformidade com as exigências ambientais e fundiárias. A área total da Fazenda Mixirica foi calculada em aproximadamente 488,8635 hectares, enquanto a área da Fazenda Progresso foi de 145,9932 hectares, conforme descrito nos documentos de certificação emitidos. Estes

valores foram confirmados pela análise comparativa entre as medições atuais e os registros históricos, demonstrando que as novas medições, realizadas com ferramentas de alta precisão, corrigiram discrepâncias anteriores.

Após a conclusão do mapa e a elaboração do memorial descritivo, os dados foram submetidos à plataforma SIGEF, do INCRA, para certificação. A certificação foi realizada com sucesso, garantindo que as propriedades fossem oficialmente reconhecidas e certificadas. A validação pelo SIGEF foi rápida e eficiente, comprovando que o processo de georreferenciamento foi conduzido de acordo com as normas vigentes. A certificação não apresentou inconsistências ou sobreposições com áreas vizinhas, assegurando a integridade e a conformidade das propriedades.

Os documentos de certificação gerados pelo SIGEF, contendo os dados técnicos da área, o QR code para consulta pública e os dados dos responsáveis técnicos, atestam a regularidade das propriedades. Estes documentos podem ser acessados publicamente, permitindo uma maior transparência no processo de registro e evitando futuros conflitos de limites ou posse. A inclusão de todas as informações exigidas pelo SIGEF, como as coordenadas geográficas precisas e os dados dos confrontantes, assegurou que as propriedades estejam devidamente cadastradas no sistema nacional de gestão fundiária.

O mapa de uso e ocupação do solo, elaborado no QGIS, demonstrou que as

propriedades estão em conformidade com a legislação ambiental vigente, respeitando as áreas de proteção e garantindo a preservação dos recursos naturais. A análise realizada demonstrou que a Fazenda Mixirica possui 97,7727 hectares de reserva legal exigida, enquanto a Fazenda Progresso possui uma reserva legal de 7,5228 hectares, conforme os documentos de certificação. Durante o processo de georreferenciamento, foram identificadas algumas divergências entre os limites anteriormente registrados e os dados coletados com o RTK.

Estas divergências foram corrigidas durante a fase de avaliação e análise do croqui preliminar, permitindo que os novos limites fossem estabelecidos de acordo com as medições mais precisas. As correções realizadas não apenas asseguraram a conformidade com os requisitos legais, mas também proporcionaram maior segurança jurídica para os proprietários das fazendas, eliminando possíveis problemas de sobreposição de áreas ou conflitos de posse.

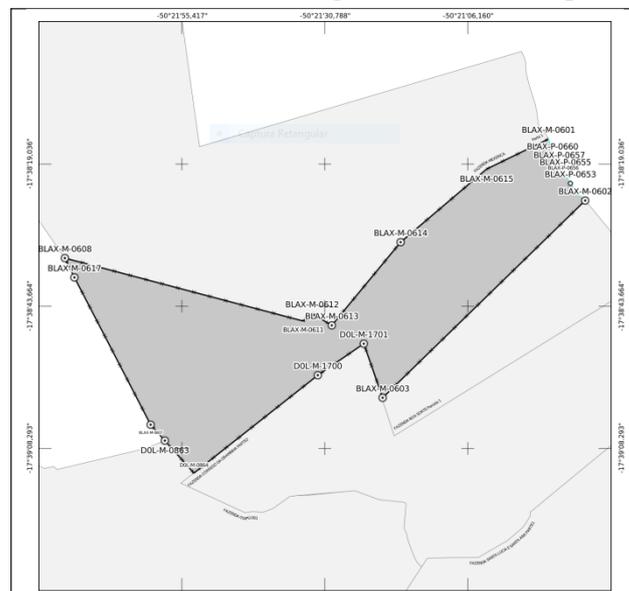
A certificação das propriedades e a correção dos limites tiveram um impacto direto na regularização fundiária das fazendas. Com a certificação do SIGEF, os imóveis rurais agora estão aptos para serem comercializados de forma regular, possibilitando a transferência de propriedade sem entraves jurídicos. A regularização fundiária também garante que os proprietários estejam em conformidade com as leis ambientais, possibilitando o acesso a

benefícios como crédito rural e programas de incentivo à agricultura sustentável.

Nos resultados do trabalho de georreferenciamento realizado na Fazenda Progresso e Mexerica, demonstrando apenas o mapa final foi concluído e certificado de acordo com os padrões exigidos pelo Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O mapa, gerado digitalmente, foi elaborado utilizando sistemas de geoprocessamento avançados, como o AutoCAD, com base nos dados levantados em campo por meio de equipamento RTK. O perímetro total da propriedade foi calculado em 7.522,38 metros, com uma área de 145,9932 hectares, conforme descrito no documento de certificação. O mapa, agora certificado, foi processado no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), garantindo uma precisão

compatível com as exigências fundiárias e ambientais. Este sistema utiliza coordenadas geográficas baseadas em latitude e longitude, não projetadas, conforme evidenciado na escala aplicada de 1:17573. Esse documento certifica que a poligonal não se sobrepõe a nenhuma outra parcela registrada no cadastro do INCRA, um aspecto essencial para a regularização fundiária e a segurança jurídica da propriedade. Com a certificação obtida no SIGEF, a Fazenda Progresso, situada no município de Turvelândia, Goiás, passa a ter seus limites oficialmente reconhecidos. O processo de certificação digital implementado pelo SIGEF facilitou a criação de documentos com QR codes, que podem ser verificados publicamente para garantir a autenticidade e a transparência do processo de certificação fundiária, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Mapa georreferenciado da Fazenda Progresso certificado pelo SIGEF.



Após o processo de georreferenciamento, a Fazenda Progresso, situada no município de Turvelândia, Goiás, foi certificada com uma área total de 145,9932 hectares e um perímetro de 7.522,38 metros. O sistema geodésico utilizado foi o SIRGAS 2000, assegurando a precisão das coordenadas geográficas, as quais foram obtidas através de equipamentos de dupla frequência para eliminar interferências e garantir a acurácia exigida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Os vértices da propriedade foram demarcados por marcos de concreto, de acordo com as especificações técnicas, proporcionando a segurança necessária para a identificação dos limites da propriedade. Este processo de certificação, conduzido conforme a Lei 10.267/2001, assegura que a poligonal da Fazenda Progresso não se sobrepõe a nenhuma outra constante no cadastro georreferenciado, garantindo a regularidade fundiária do imóvel.

Paiva *et al.* (2021) destacam a alta acurácia posicional obtida com o uso de sensores orbitais e aerofotogrametria, reafirmando a precisão tecnológica para o georreferenciamento, corroborando com as medições detalhadas deste estudo. Em relação à aplicação urbana, Ganhadeiro e Monsorens (2024) discutem o impacto do georreferenciamento na regularização imobiliária urbana, que, embora distinto do cenário rural, também reforça o papel da tecnologia na regularização fundiária,

demonstrando que a metodologia tem sido eficaz em diferentes contextos. Pautz (2021) menciona os desafios e as possibilidades da tecnologia, ressaltando que, assim como evidenciado neste estudo, os avanços tecnológicos podem superar obstáculos como terrenos de difícil acesso.

Duarte *et al.* (2022) e Dias *et al.* (2022) analisam o papel do engenheiro agrimensor no processo de georreferenciamento, salientando a importância da precisão técnica na certificação de imóveis, algo que também se destacou neste estudo com o uso do RTK. Siqueira *et al.* (2023) expandem essa discussão, apontando a relevância do georreferenciamento para a compensação ambiental, uma temática abordada neste trabalho na conformidade com áreas de preservação. Farahane *et al.* (2024) ressaltam o uso de tecnologias de posicionamento por satélite e sistemas de informação geográfica (SIG), destacando, de maneira semelhante a este estudo, o impacto dessas ferramentas na gestão territorial e regularização de terras agrícolas. Costa *et al.* (2023)

Galvão *et al.* (2023) abordam a perspectiva jurídica do georreferenciamento, discutindo os benefícios que este processo traz para a segurança jurídica, algo que foi fundamental no presente estudo para garantir a regularidade fundiária das propriedades certificadas. Chaves *et al.* (2022) discutem o papel do georreferenciamento na avaliação ambiental, reforçando que a demarcação precisa de áreas de preservação é importante para o

cumprimento das legislações ambientais, um ponto também observado no presente estudo. Guimarães, Palheta e Santos (2024) destacam a aplicação do georreferenciamento como ferramenta de policiamento rural, o que reforça a importância de delimitações precisas não apenas para a regularização fundiária, mas também para a segurança rural.

O trabalho de Marcante, Peroni e Batistella (2023) destaca as dificuldades enfrentadas na aplicação do georreferenciamento em propriedades rurais, especialmente no contexto da agricultura familiar. O estudo evidencia a limitação no acesso a tecnologias e à capacitação de profissionais, o que dificulta a implementação eficaz do georreferenciamento. Embora o processo traga benefícios, os autores observam que a falta de infraestrutura tecnológica e a escassez de mão de obra qualificada afetam negativamente a regularização fundiária, especialmente em áreas mais remotas.

Paiva *et al.* (2021) discutem a acurácia posicional de vértices obtidos por imagens de sensores orbitais e aerofotogrametria, comparando essas técnicas com outras tecnologias de georreferenciamento. Apesar de as imagens orbitais apresentarem boa precisão, métodos mais avançados, como o uso de GPS com RTK, fornecem resultados significativamente mais precisos para aplicações fundiárias que exigem alta acurácia, como o georreferenciamento de imóveis rurais. No

estudo de Ferreira, Rosa e Carmo (2023), o foco é o uso de aeronaves remotamente pilotadas (RPAs) no georreferenciamento. O uso de drones tem o potencial de revolucionar o mapeamento de grandes áreas, especialmente em regiões de difícil acesso, devido à capacidade de coleta de dados rápida e eficaz. Ainda existem desafios técnicos e legais que dificultam a ampla adoção dessas tecnologias, como a regulamentação do uso de RPAs e a necessidade de maior capacitação profissional.

Felipetto *et al.* (2023) analisam o georreferenciamento na região sudoeste do Paraná, destacando o desafio das divergências entre os limites registrados e os efetivamente medidos. A correção dessas discrepâncias, segundo os autores, foi facilitada pelo uso de tecnologias de alta precisão, como o GPS com RTK, que se mostrou importante para a regularização fundiária. O estudo também menciona a importância de um processo contínuo de atualização cadastral para evitar problemas futuros. O estudo de Santos e Silva (2020) aborda a importância do pós-processamento de coordenadas para garantir a precisão no georreferenciamento. Em áreas de difícil acesso, onde o sinal de GPS pode ser instável, o pós-processamento é essencial para corrigir eventuais erros de medição e garantir que os dados estejam dentro dos padrões de acurácia exigidos. Essa técnica é especialmente importante para o cumprimento das exigências

legais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Michels, Silva e Souza (2021) comparam diferentes métodos de georreferenciamento, como a topografia tradicional, o RTK e o sistema de medição TM, concluindo que o RTK oferece maior precisão e eficiência, especialmente em áreas rurais. O tempo de execução dos projetos é reduzido quando se utiliza o RTK, além de assegurar a precisão centimétrica necessária para a certificação fundiária, tornando essa tecnologia a mais adequada para o georreferenciamento no contexto rural brasileiro. Ganhadeiro e Monsorens (2024) analisam o impacto do georreferenciamento na regularização imobiliária urbana. Apesar do foco urbano, o estudo apresenta semelhanças com a regularização fundiária rural, principalmente no que diz respeito à precisão necessária para evitar sobreposições de áreas.

O georreferenciamento, em ambos os contextos, acelera a regularização, além de proporcionar maior segurança jurídica aos proprietários. Pautz (2021) discute os desafios do georreferenciamento no Brasil, enfatizando as dificuldades enfrentadas em áreas de difícil acesso e a falta de profissionais capacitados. A implementação de novas tecnologias e a capacitação continuada dos profissionais são essenciais para melhorar a eficácia do georreferenciamento no país. O uso de tecnologias avançadas, como o GPS com RTK, ainda enfrenta barreiras de custo e acesso em

regiões remotas. Duarte *et al.* (2022) propõem um modelo metodológico detalhado para a execução de georreferenciamento de propriedades rurais, partindo desde a análise inicial até a certificação final. Embora o processo seja padronizado, a adaptação das tecnologias à topografia e às características específicas de cada propriedade é essencial para garantir a precisão. Eles também sublinham a importância de utilizar equipamentos como o RTK para garantir que as medições estejam dentro dos parâmetros exigidos pelo INCRA.

Dias *et al.* (2022) relata a função do engenheiro agrimensor no processo de georreferenciamento e certificação, destacando que a precisão técnica e a expertise do profissional são determinantes para o sucesso do processo. O uso de tecnologias avançadas, como o RTK, facilita o trabalho do agrimensor, mas que o conhecimento técnico do profissional ainda é o fator mais importante para a correta interpretação dos dados e a finalização do processo de certificação. Siqueira *et al.* (2023) discutem a aplicação do georreferenciamento na compensação ambiental, ressaltando que o processo de demarcação precisa das áreas de preservação é fundamental para assegurar a conformidade com as legislações ambientais. O uso de tecnologias como o GPS com RTK pode não apenas regularizar a propriedade fundiária, mas também garantir que as áreas ambientais estejam devidamente protegidas e em conformidade com a legislação vigente.

Farahane *et al.* (2024) exploram o uso de tecnologias de posicionamento por satélite e sistemas de informação geográfica (SIG) no georreferenciamento de terras agrícolas. Eles apontam que essas tecnologias são indispensáveis para a gestão eficiente das propriedades rurais e para o planejamento territorial. A combinação de GPS com SIG permite uma visualização mais precisa e uma gestão mais eficiente das terras, facilitando o processo de regularização fundiária. Costa *et al.* (2023) investigam o uso de drones para o Cadastro Ambiental Rural (CAR), concluindo que essa tecnologia oferece uma alternativa rápida e eficaz para o mapeamento de áreas extensas. Os drones ainda enfrentam barreiras legais e técnicas, o que limita sua utilização em larga escala.

Apesar disso, a utilização de drones tem o potencial de acelerar o processo de regularização ambiental, especialmente em regiões de difícil acesso. Galvão *et al.* (2023) discutem a importância do georreferenciamento no contexto jurídico, ressaltando que a certificação dos imóveis rurais é um fator decisivo para garantir a segurança jurídica. O estudo argumenta que, sem a devida certificação, as propriedades estão sujeitas a disputas de limites e problemas de posse, destacando a função do georreferenciamento na resolução de conflitos fundiários e na garantia de propriedade plena aos seus titulares. Chaves *et al.* (2022) abordam a avaliação ambiental de

imóveis rurais, com foco na preservação de áreas protegidas, como as áreas de preservação permanente (APPs).

Os autores demonstram que o georreferenciamento é uma ferramenta essencial para garantir a correta demarcação dessas áreas, assegurando que as propriedades estejam em conformidade com a legislação ambiental e contribuam para a preservação dos recursos naturais. Guimarães, Palheta e Santos (2024) exploram a aplicação do georreferenciamento como uma ferramenta para o policiamento rural. O estudo mostra que a delimitação precisa das propriedades rurais facilita a identificação de áreas vulneráveis e a prevenção de crimes, como o roubo de gado e a invasão de terras. Os autores argumentam que, além de suas funções tradicionais de regularização fundiária, o georreferenciamento pode ser utilizado para aumentar a segurança nas áreas rurais.

O georreferenciamento quando realizado com tecnologias avançadas como o RTK e sistemas de geoprocessamento, é importante para a regularização fundiária, a proteção ambiental e a segurança jurídica, além de ter aplicações adicionais no policiamento e gestão rural. Embora as tecnologias estejam em constante evolução, desafios como a capacitação técnica, o custo dos equipamentos e a regulamentação de novas ferramentas, como drones, ainda precisam ser superados para maximizar os benefícios do

georreferenciamento em todo o território brasileiro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O georreferenciamento demonstrou a importância da aplicação de tecnologias avançadas, como o Sistema de Posicionamento Global (GPS) de dupla frequência e o uso do sistema geodésico SIRGAS 2000, para garantir a precisão necessária na delimitação de imóveis rurais. O processo, conduzido de acordo com as normas técnicas do INCRA, possibilitou a regularização fundiária da propriedade, assegurando que os limites territoriais estivessem devidamente mapeados e certificados, evitando sobreposições e conflitos futuros. A certificação obtida por meio do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) reforça a relevância do georreferenciamento como uma ferramenta essencial para a segurança jurídica, a gestão eficiente das terras e a sustentabilidade no uso da terra.

Um dos principais desafios identificados é a complexidade do terreno rural brasileiro, com áreas de difícil acesso, vegetação densa e limites pouco definidos, que exigem o uso de equipamentos avançados como o RTK para garantir a precisão das medições. A necessidade de interação com vizinhos confrontantes e a correção de divergências históricas também evidenciaram a importância de um diálogo constante e de uma abordagem metódica durante o processo de levantamento de dados. A

integração de sistemas modernos, como o SIGEF, demonstrou-se essencial para assegurar a certificação rápida e eficiente dos imóveis, evitando sobreposições de áreas e garantindo a transparência dos registros fundiários.

O uso de tecnologias como o RTK Leica Viva GS15 e softwares de geoprocessamento, como o QGIS e o AutoCAD, foi decisivo para o sucesso do georreferenciamento. Essas ferramentas possibilitaram a coleta precisa das coordenadas, a criação de mapas detalhados e a realização de análises que corrigiram discrepâncias, assegurando que os imóveis atendessem aos padrões exigidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) também teve função central, proporcionando uma base comum de coordenadas que garantiu a consistência e a interoperabilidade dos dados geográficos em todo o território nacional.

O processo de georreferenciamento não só regulariza a situação fundiária das propriedades, mas também facilita o acesso dos proprietários a programas de crédito rural e a incentivos governamentais voltados para a agricultura sustentável. A regularização ambiental, que inclui a demarcação de áreas de preservação permanente e reservas legais, também foi beneficiada pelo mapeamento preciso, assegurando que os imóveis cumpram a legislação ambiental vigente e contribuam para a conservação dos ecossistemas naturais.

O georreferenciamento de imóveis rurais tem se mostrado uma ferramenta fundamental no contexto brasileiro, permitindo a regularização fundiária, a conformidade ambiental e o planejamento rural de forma mais segura e eficaz, como a capacitação dos profissionais e a necessidade de constante atualização tecnológica. A modernização do campo brasileiro depende, em grande parte, da eficiência com que se realizam os processos de regularização fundiária, e o georreferenciamento surge como uma solução chave nesse cenário, garantindo a segurança jurídica, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável das áreas rurais no Brasil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, Marcos Vinicius Lima et al. Avaliação ambiental de imóvel rural. **Revista GeoAmazônia**, v. 10, n. 20, p. 68-93, 2022.

COSTA, Ana Vitória do Monte Coimbra et al. Uso de drone para Cadastro Ambiental Rural (CAR) na região Amazônica: um estudo de caso no município de Vitória do Xingú (PA). **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 15441-15459, 2023.

DIAS, Ana Caroline Timóteo et al. Atuação do engenheiro agrimensor no processo de georreferenciamento e certificação de cadastro de imóvel rural: análise da fazenda Serra Negra–Betim/MG. **PARAMÉTRICA**, v. 14, n. 1, 2022.

DUARTE, Alair Henrique et al. Proposta à execução de um georreferenciamento de A a Z em uma propriedade rural. **PARAMÉTRICA**, v. 14, n. 2, 2022.

FARAHANE, Hortêncio da Luz Joaquim et al. 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**, v. 22, n. 7, p. e5975-e5975, 2024.

FELIPETTO, Henrique *et al.* Análise do Georreferenciamento de Imóveis Rurais (Lei nº 10.267/2001) na Região Sudoeste do Paraná (2001-2022). **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 44, n. 145, 2023.

FERREIRA, Bruno Rafael; ROSA, Diego De Jesus Queiroz; CARMO, Junio César. Uso de RPA (Remotely Piloted Aircraft System) aplicado ao georreferenciamento de imóveis rurais. **PARAMÉTRICA**, v. 15, n. 2, 2023.

GALVÃO, Luis Frederico de Medeiros Portolan et al. Georreferenciamento de propriedades rurais: uma perspectiva jurídica no âmbito do direito agrário no Brasil. **Revista do Instituto de Direito Constitucional e Cidadania**, v. 8, n. 2, p. e087-e087, 2023.

GANHADEIRO, Rodrigo; MONSORES, Flávia. Georreferenciamento em Imóveis Urbanos: Uma Análise da Regularização Imobiliária Urbana no Município de Miguel Pereira/Rj. **Revista Mosaico**, v. 15, n. 1, p. 40-63, 2024.

GUIMARÃES, Augusto Cezar Silva; PALHETA, João Márcio; SANTOS, Leonardo Sousa. Georreferenciamento como ferramenta para o policiamento rural. **REVISTA DELOS**, v. 17, n. 56, p. e1528-e1528, 2024.

MARCANTE, Vinicius; PERONI, Bruno Zilli; BATISTELLA, Danielli. Dificuldades para georreferenciamento de imóveis rurais: um enfoque na agricultura familiar: a focus on family farming. **Revista Georaguaia**, v. 13, n. 1, p. 74-97, 2023.

MICHELS, Nicolas Berwanger; SILVA, Reginaldo Macedônio; SOUZA, Sérgio

Florêncio. Georreferenciamento de imóveis rurais: análise de área entre topografia, RTK e sistema TM. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 9, n. 1, p. 062-084, 2021.

PAIVA, Amanda Aparecida et al. Avaliação da acurácia posicional de vértices obtidos por imagem de sensor orbital e aerofotogrametria para fins de georreferenciamento de imóveis rurais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 6, p. 3530-3541, 2021.

PAUTZ, Eduardo. A importância do georreferenciamento: desafios e possibilidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 11, p. 1778-1787, 2021.

SANTOS, Guilherme Costa; SILVA, Raquel Naiara Fernandes. Análise comparativa de coordenadas pós-processadas visando o georreferenciamento de imóveis rurais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10258-10267, 2020.

SIQUEIRA, Ariel et al. Georreferenciamento aplicado à compensação ambiental: uma abordagem na engenharia de agrimensura e cartográfica. **PARAMÉTRICA**, v. 15, n. 2, 2023.