Avaliação do potencial de ortomosaicos obtidos por UAS como apoio à interpretação de feições materializadoras de limites fundiários.

Assessment of the Potential of Orthomosaics Derived from UAS to Support the Interpretation of Physical Features Delineating Rural Property Boundaries

Rita de Cássia Souza Sales [1]

Cleiton Cajueiro de Souza [2]

Janderson Santos Andrade [3]

Fernanda Puga Santos Carvalho [4]

Artur Caldas Brandão [5]

RESUMO: O emprego de produtos aerofotogramétricos obtidos por Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (Unmanned Aircraft Systems – UAS) tem ampliado as possibilidades de aplicação dessa tecnologia no georreferenciamento de imóveis rurais, especialmente após as atualizações da Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, que passaram a admitir sua utilização para apoio à determinação de determinados vértices. Entretanto, embora a qualidade posicional desses produtos seja frequentemente avaliada, ainda são escassos estudos que investigam sua capacidade de subsidiar a interpretação das feições que materializam os limites fundiários. Nesse contexto, o presente trabalho avaliou o potencial de utilização de ortomosaicos como instrumento de apoio à interpretação de feições limítrofes de um imóvel rural localizado em Seabra -BA. O levantamento geodésico foi realizado por receptores GNSS sendo empregado como referência para comparação com o ortomosaico. O levantamento aerofotogramétrico gerou um ortomosaico com resolução espacial de 3,35 cm/pixel e classificação PEC-PCD Classe B para a escala 1:500. Em seguida, realizou-se a interpretação visual de cercas de arame e de pedra, estradas e cursos d'água que materializam os limites da propriedade. Os resultados demonstraram que, embora o ortomosaico apresente qualidade posicional compatível com as exigências normativas, sua capacidade de apoiar o georreferenciamento depende das condições de interpretação das feições, sendo influenciada principalmente pela cobertura vegetal, sombreamento e contraste radiométrico. Conclui-se que a qualidade posicional, isoladamente, não garante a aplicabilidade de ortomosaicos ao georreferenciamento de imóveis rurais, sendo igualmente necessária a avaliação da interpretabilidade das feições materializadoras dos limites fundiários.

Palavras-chave: Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (UAS); Ortomosaico; Georreferenciamento de imóveis rurais

ABSTRACT: The use of aerophotogrammetric products derived from Unmanned Aircraft Systems (UAS) has expanded their application in rural property georeferencing, particularly after updates to the Brazilian Technical Standard for Rural Property Georeferencing, which allow their use to support the determination of specific boundary vertices. However, although the positional quality of these products is frequently assessed, few studies have investigated their ability to support the interpretation of the physical features that define rural property boundaries. This study evaluated the potential of orthomosaics as a tool to support the interpretation of such features in a rural property located in Seabra, Bahia, Brazil. A GNSS survey was conducted and adopted as the reference dataset for comparison with the orthomosaic. The aerophotogrammetric survey produced an

[1] Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica / rita.sales@ufba.br
[2] Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica / cleiton.souza@ufba.br
[3] Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica / janderson.andrade@ufba.br
[4] Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica / fernanda.puga@ufba.br
[5] Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica / acaldas@ufba.br

orthomosaic with a ground sample distance of 3.35 cm, which achieved PEC-PCD Class B positional accuracy at the 1:500 scale. Visual interpretation was then performed on wire fences, stone fences, roads, and watercourses defining the property boundaries. The results showed that, despite meeting the required positional accuracy standards, the orthomosaic's suitability for georeferencing depends on the interpretability of boundary features, which is influenced mainly by vegetation cover, shadowing, and radiometric contrast. Therefore, positional accuracy alone is insufficient to ensure the applicability of orthomosaics to rural property georeferencing.

Keywords: Unmanned Aircraft Systems (UAS); Orthomosaic; Rural property georeferencing

1 INTRODUÇÃO

A utilização de Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (Unmanned Aircraft Systems – UAS) em levantamentos topográficos tem se consolidado como uma alternativa tecnicamente viável para a obtenção de produtos cartográficos com elevado nível de detalhamento geométrico, com redução dos custos operacionais e do tempo de aquisição dos dados quando comparada a métodos convencionais (COLOMINA E MOLINA, 2014; NEX E REMONDINO, 2014). Com a evolução dos sensores ópticos embarcados nessas aeronaves, aliada aos avanços dos algoritmos de processamento fotogramétrico, atualmente é possível gerar ortomosaicos e modelos tridimensionais com alta resolução espacial e elevada acurácia geométrica, ampliando significativamente as aplicações em engenharia, agricultura, monitoramento ambiental e cadastro territorial.

O georreferenciamento de imóveis rurais no Brasil, estabelecido pela Lei nº 10.267/2001, instituiu a obrigatoriedade da identificação georreferenciada dos imóveis rurais para fins de certificação e registro. Desde então, as normas técnicas publicadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) vêm sendo continuamente aperfeiçoadas, incorporando novas metodologias e tecnologias de levantamento. Nesse contexto, a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR) nº 02/2018 representou um avanço ao admitir a utilização de produtos aerofotogramétricos para apoio à determinação das coordenadas de determinados tipos de vértices previstos na NTGIR, desde que atendidos os requisitos de qualidade posicional e os demais critérios técnicos estabelecidos pelo INCRA. Posteriormente, a terceira edição do Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (MTGIR INCRA, 2022) consolidou e detalhou os procedimentos para utilização desses produtos em atividades de georreferenciamento.

Embora o emprego de produtos aerofotogramétricos esteja atualmente previsto na regulamentação brasileira, sua utilização depende da correta interpretação das feições físicas que materializam os limites dos imóveis rurais, tais como cercas, estradas, cursos d'água e outros elementos previstos na Norma Técnica. Entretanto, ainda são escassos os estudos que investigam, de forma sistemática, a capacidade dos ortomosaicos obtidos por UAS em subsidiar essa interpretação, especialmente em situações em que as características das feições, a cobertura vegetal ou as condições de Imageamento podem dificultar sua interpretação. Além disso, mesmo que existam diversos estudos voltados à avaliação da qualidade posicional de produtos aerofotogramétricos, observa-se uma quantidade reduzida de pesquisas dedicadas à análise de sua aplicação na interpretação das feições físicas utilizadas para definição dos limites fundiários previstos na MTGIR.

Nesse cenário, insere-se a Pesquisa Inovadora em Gestão do Programa Nacional da Reforma Agrária (PINOVARA), TED 50/2023 UFBA x INCRA, desenvolvida em parceria

entre a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Entre suas frentes de atuação, destaca-se o eixo de Suporte à Regularização Fundiária, responsável pela execução de atividades de georreferenciamento e certificação SIGEF INCRA de perímetros de Projetos de Assentamento Federais e de territórios quilombolas, além do apoio às ações de regularização fundiária conduzidas pelo INCRA. Como estudo de caso para subsidiar as atividades desenvolvidas pelo projeto, foi realizado o georreferenciamento de um imóvel rural localizado no estado da Bahia empregando o método convencional baseado em observações GNSS. Em paralelo, foi realizado o levantamento aerofotogramétrico utilizando Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (UAS).

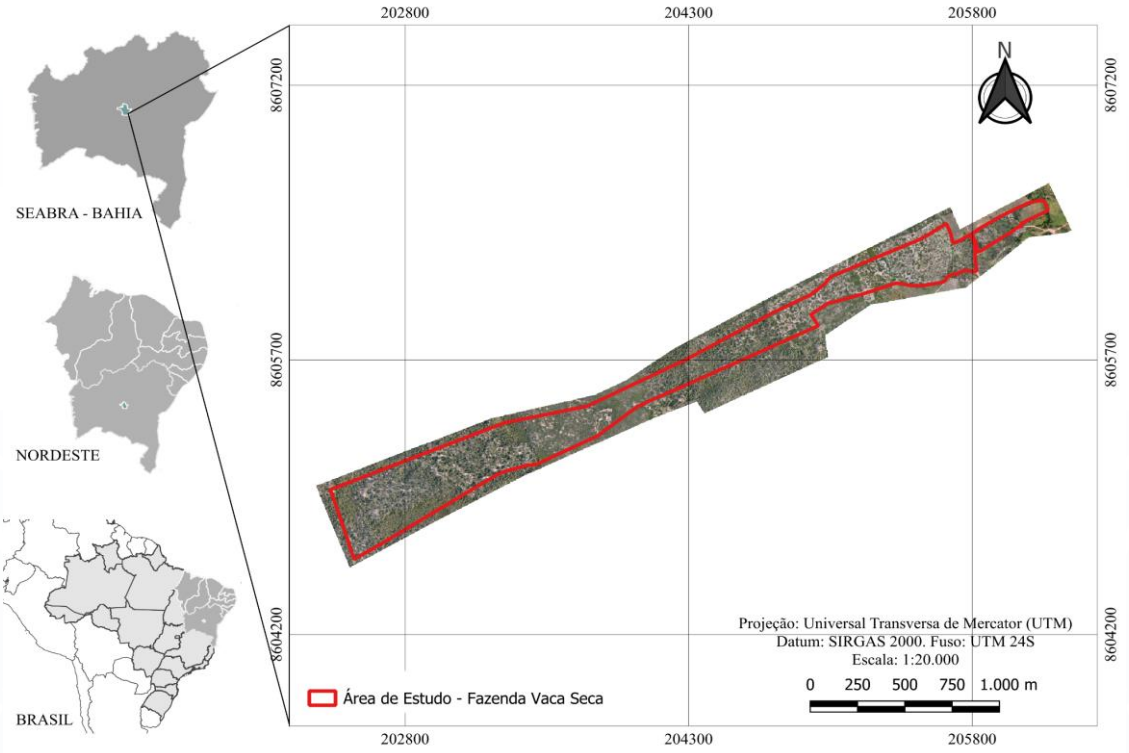
É nesse contexto que o presente trabalho está inserido. O objetivo consistiu em avaliar o potencial de utilização de ortomosaico obtidos por UAS como instrumento de apoio à interpretação das feições físicas que materializam os limites de imóveis rurais, conforme os critérios estabelecidos pelo MTGIR, bem como discutir seu potencial para aumentar a eficiência, reduzir custos operacionais sem comprometer a segurança técnica dos processos de georreferenciamento e certificação para fins de registro, regularização fundiária e implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no imóvel rural denominado Fazenda Vaca Seca, situado na zona rural do município de Seabra-BA, com área de 80,4493 ha e 8111 m de perímetro. A área corresponde a um imóvel rural e é delimitada principalmente por cercas de arame farpado, apresentando um pequeno trecho em cerca de pedra, e um trecho do Rio Tijuco. Além disso, o imóvel é seccionado por uma estrada vicinal, que o divide em duas glebas distintas, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Imagem representando a área de Estudo, Fazenda Vaca Seca.



Fonte: Autores.

2.2 Equipamentos utilizados

O levantamento geodésico foi realizado utilizando receptores GNSS CHCNAV *iBase* e CHCNAV *i89*, empregados nas observações em tempo real (RTK), além de um receptor Trimble DA2 Geo e dois receptores *Topcon Hiper* SR utilizados nas observações estáticas. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado com uma Aeronave Remotamente Pilotada DJI Air 2S equipada com câmera RGB integrada. O planejamento do voo foi feito no *software* Litchi, enquanto o processamento fotogramétrico foi conduzido no *Agisoft Metashape Professional*. As análises espaciais utilizaram o software QGIS e o Google Earth Pro.

2.3 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada em cinco etapas principais, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 2. Inicialmente, realizou-se o planejamento da área de estudo, envolvendo a análise espacial da propriedade e o reconhecimento preliminar das características do terreno. Na segunda etapa, foi executado o levantamento geodésico para determinação das coordenadas dos vértices definidores do perímetro do imóvel, estabelecendo a referência posicional utilizada neste estudo. Em seguida, foi realizado o levantamento aerofotogramétrico e o processamento das imagens para geração do ortomosaico. Na quarta etapa, procedeu-se à avaliação da qualidade posicional do ortomosaico, verificando sua conformidade com os requisitos estabelecidos pela ET-CQDG. Por fim, realizou-se a interpretação das feições materializadoras dos limites fundiários, analisando o potencial de utilização do ortomosaico como ferramenta de apoio ao georreferenciamento de imóveis rurais.

Figura 2 – Fluxograma da Metodologia utilizada neste trabalho.



Fonte: Elaboração dos autores, com auxílio de IA na organização visual do fluxograma

O planejamento da área de estudo foi realizado a partir da poligonal do imóvel obtida no Cadastro Ambiental Rural (CAR), utilizando os softwares QGIS e Google Earth. Inicialmente, foi realizada uma análise de sobreposição da área com imóveis certificados, imóveis públicos e particulares, projetos de assentamento e territórios quilombolas disponibilizados no acervo fundiário do INCRA, no SICAR e em outras bases oficiais. Em seguida, realizou-se uma análise preliminar das características do terreno, incluindo cobertura vegetal, relevo e condições de acesso, subsidiando o planejamento das atividades de campo. As etapas referentes ao levantamento geodésico, ao levantamento aerofotogramétrico, ao processamento do ortomosaico e à avaliação de sua qualidade posicional são detalhadas no Capítulo 3.

A etapa final consistiu na interpretação visual do ortomosaico no QGIS, confrontando-se as feições identificadas na imagem com os registros de campo e com as coordenadas GNSS dos vértices do perímetro. Para essa análise, foram selecionados trechos representativos das diferentes feições materializadoras dos limites presentes na área, como marcos de limite pré-sinalizado com cal, cercas, mourões, estradas e cursos d'água, considerando também a influência da cobertura vegetal, do sombreamento e do contraste entre as feições e o terreno. Verificou-se, então, se o alinhamento dos limites e os elementos necessários à determinação dos vértices podiam ser reconhecidos de forma inequívoca no ortomosaico, a fim de avaliar seu potencial como suporte às atividades de georreferenciamento.

3 LEVANTAMENTOS E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Com base no planejamento realizado, organizou-se toda uma logística para as etapas de identificação e reconhecimento in loco dos limites, implantação de marcos, medição GNSS de pontos M e P para o georreferenciamento e dos pontos de controle fotogramétricos, e para a realização dos voos com UAS.

Nesse estudo de caso, foi necessário realizar ajustes no planejamento, uma vez que no

processo de reconhecimento in loco dos limites do imóvel, verificou-se que a poligonal do imóvel registrada no SICAR encontra-se com um erro evidente, cerca de 1/3 menor. Isso impactou em cerca de 2545 m a mais no perímetro e 29 ha a mais na área do imóvel, o que demandou mais marcos implantados, mais pontos tipo P levantados, mais pontos de controle e maior área sobrevoada com o UAS. Para esse estudo de caso, a poligonal do imóvel disponível na base oficial SICAR, apesar de servir para o planejamento preliminar, não foi adequado para estabelecer os parâmetros para o georreferenciamento aderentes à realidade geométrica do imóvel.

3.1 Levantamento GNSS

O levantamento geodésico foi realizado para determinar as coordenadas dos vértices definidores do perímetro da propriedade por meio da tecnologia GNSS. As atividades de campo foram executadas ao longo de três dias e compreenderam, inicialmente, a implantação e o rastreio das estações "base" implantadas como referência destinadas aos levantamentos pelos métodos *Real Time Kinematic* (RTK) e estático. Em seguida, foi realizado o caminhamento ao longo de todo o perímetro da propriedade para a identificação dos limites, implantação de marcos e coleta de dados para determinação das coordenadas dos vértices.

Os vértices classificados como tipo P foram posicionados exclusivamente pelo método RTK, enquanto os vértices tipo M, materializados por marcos geodésicos, tiveram suas coordenadas determinadas tanto pelo método RTK quanto pelo método estático.

Foram utilizados 19 marcos geodésicos, sendo 14 implantados especificamente para este levantamento e cinco previamente materializados em imóveis confrontantes. Os marcos foram posicionados em mudanças de confrontação, nas alterações significativas de direção do perímetro e demais locais estratégicos para a definição dos limites da propriedade.

As bases de referência utilizadas neste levantamento foram implantadas em dois locais: uma nas proximidades da sede da propriedade, e a outra em um ponto situado na região central do imóvel, correspondente ao marco geodésico previamente estabelecido como Centro Geodésico da Bahia. As coordenadas das bases foram determinadas por meio do serviço IBGE-PPP (IBGE, 2026), sendo posteriormente utilizadas para o processamento das observações GNSS e determinação das coordenadas finais dos vértices, em conformidade ao MTGIR.

3.2 Levantamento Aerofotogramétrico

O levantamento aerofotogramétrico foi realizado em sete blocos de voo, distribuídas de forma a garantir o recobrimento integral da área de estudo. A aquisição das imagens ocorreu concomitantemente ao levantamento geodésico, ao longo de três dias de campo. A divisão do levantamento em múltiplos blocos permitiu manter os parâmetros de voo e as sobreposições longitudinal e lateral previstas no planejamento, assegurando a integridade geométrica do levantamento fotogramétrico do imóvel.

A altura de voo foi de 120 m, resultando na aquisição de 1.657 imagens com GSD (*Ground Simple Distance*) de 3,35 cm. No ajustamento fotogramétrico foram empregados 14 pontos de controle (GCPs), enquanto 11 pontos independentes foram reservados para a

avaliação da qualidade posicional.

3.3 Análise da qualidade posicional da Ortofoto

Para verificar a adequação do ortomosaico às exigências da ET-CQDG, a qualidade posicional do ortomosaico foi avaliada com o plugin GeoPEC, aplicando a metodologia de Santos et al. (2016) e adotando os padrões estipulados pelo Decreto n. 89.817/1984 e as tolerâncias PEC-PCD da ET-CQDG. Foram utilizados 11 pontos de checagem independentes sobre a área de estudo. Considerando a escala 1:500, a avaliação resultou em um Erro Médio Quadrático (RMS) total de 0,118 m, sendo o RMS em X de 0,102 m e em Y de 0,059 m. O ortomosaico foi considerado globalmente não tendencioso e o teste de detecção de *outliers* não identificou nenhum ponto anômalo na amostra. Além disso, 100% das discrepâncias mostraram-se menores ou iguais ao PEC de 0,250 m. Diante dos parâmetros estatísticos apurados, o ortomosaico foi classificado como PEC-PCD Classe B para a escala 1:500, atendendo aos critérios de qualidade posicional adotados nesta avaliação. A Tabela 1 representa de forma simplificada os indicativos da análise de qualidade do Ortomosaico gerado.

Os resultados da avaliação da qualidade posicional indicaram que o ortomosaico atende aos requisitos estabelecidos pela ET-CQDG para aplicações em georreferenciamento de imóveis rurais. Dessa forma, o produto foi considerado apto para subsidiar as análises de interpretação das feições materializadoras dos limites apresentadas no capítulo seguinte.

Tabela 1 - Indicativos da análise de qualidade do Ortomosaico.

Indicador	Valor
Escala avaliada	1:500
RMS X	0,102 metros
RMS Y	0,059 metros
RMS Total	0,118 metros
Tendência	Não tendencioso
Outliers	Não identificados
Pontos dentro do PEC	100%
Classificação	PEC-PCD Classe B

Fonte: Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

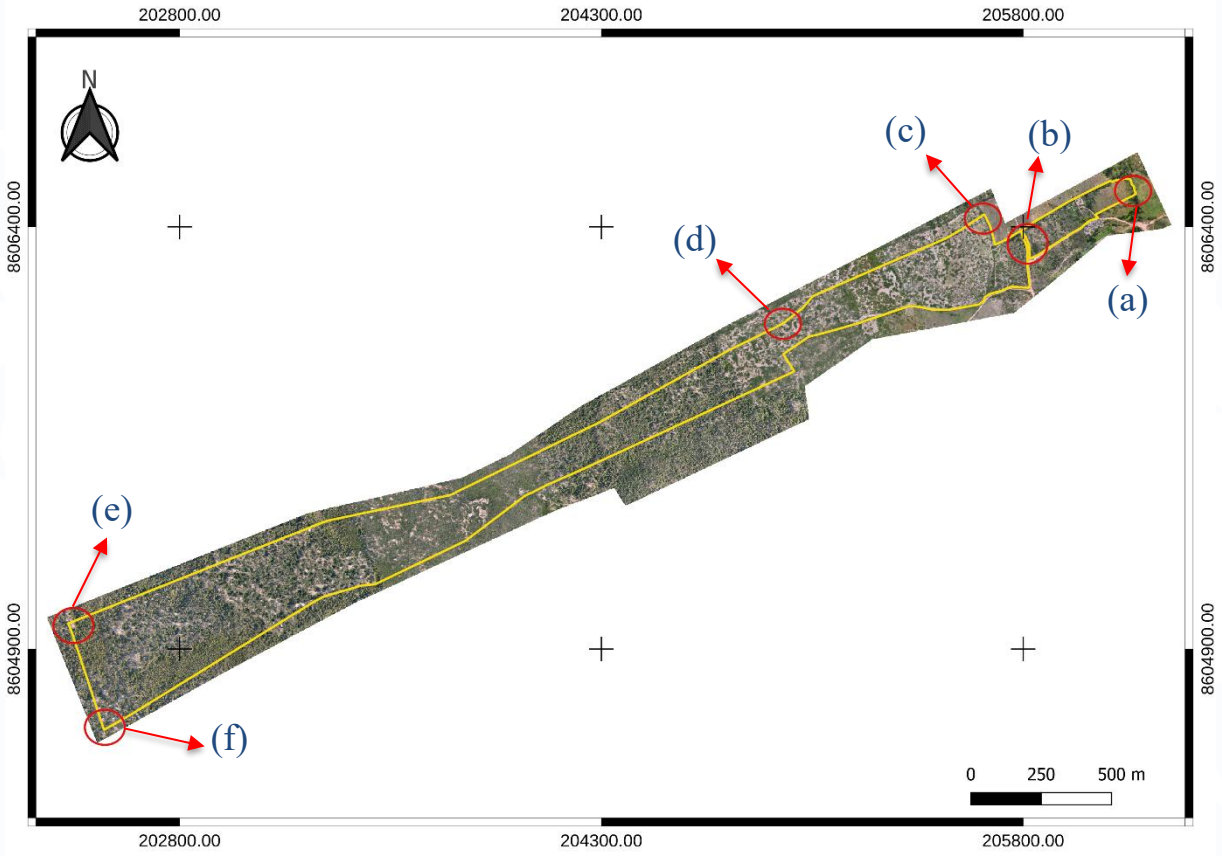
Com o objetivo de avaliar o potencial do ortomosaico como ferramenta de apoio ao georreferenciamento do imóvel, foi realizada a fotointerpretação das feições físicas que materializam seus limites, constituídas neste estudo por cercas de arame, cercas de pedra, mourões, estradas e cursos d'água. A análise demonstrou que a capacidade de interpretação das feições variou significativamente ao longo do perímetro da propriedade, sendo influenciada principalmente pelo tipo de elemento materializador do limite, pelas condições de cobertura vegetal e pelas condições de iluminação da ortofotografia.

De modo geral, cercas de arame localizadas em áreas abertas apresentaram elevada interpretabilidade, permitindo identificar claramente tanto o alinhamento da cerca quanto seus mourões. Resultado semelhante foi observado para os trechos delimitados por cercas de pedra. Em contrapartida, cercas parcialmente encobertas por vegetação ou inseridas em áreas sombreadas apresentaram significativa redução da interpretabilidade. A localização dos trechos selecionados para análise é apresentada na Figura 3.

Os trechos localizados na porção nordeste da propriedade (Figura 4, pontos (a) e (c) apresentaram os melhores resultados de interpretação. No ponto (a), a cerca de arame encontra-se totalmente exposta, inserida em ambiente com reduzida cobertura vegetal, permitindo identificar claramente tanto a cerca quanto os mourões que materializam o limite fundiário. Nessas condições, foi possível inclusive definir vértices do tipo P diretamente a partir do ortomosaico, conforme previsto no Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Resultado semelhante foi observado no ponto (c), onde a cerca de pedra apresentou elevado contraste em relação ao terreno, possibilitando sua identificação contínua ao longo da divisa.

Em contrapartida, embora a estrada seja facilmente identificada, o limite da propriedade não pode ser definido com precisão apenas por meio da interpretação visual como nota-se na Figura 5 (ponto b). Nesta cena, observam-se indícios da presença da cerca ao longo da divisa, contudo a estrutura encontra-se parcialmente encoberta pela vegetação, impossibilitando a identificação de sua posição exata e, consequentemente, a determinação precisa do limite da propriedade.

Figura 3 – Trechos selecionados para avaliação da interpretabilidade das feições limítrofes



Fonte: Autores

Figura 4 – Trechos com feições limítrofes claramente identificáveis no ortomosaico.



Ponto (a)



Ponto (c)

Na porção central do imóvel a Figura 5 (ponto d) mostra que a cerca de arame não pode ser identificada, mesmo com vegetação escassa. Neste caso, a dificuldade de identificação do mourão que marca a mudança de alinhamento da cerca, decorreu da combinação entre a resolução espacial do ortomosaico e as condições de iluminação, evidenciando a limitação do produto para a definição da divisa nesse segmento.

De forma semelhante, na região sul da propriedade não foi possível identificar a divisa do imóvel, apesar da cerca de arame não estar encoberta por vegetação. Conforme ilustrado na Figura 5 (ponto f) a limitação decorre da resolução do ortomosaico e das condições de iluminação evidenciando que a resolução espacial e o contraste radiométrico também podem limitar a interpretação, mesmo na ausência de cobertura vegetal. Ainda na região sul do imóvel, apesar das condições de iluminação não favoráveis (região de sombra) foi possível reconhecer parcialmente o alinhamento da cerca que materializa a divisa da propriedade, como apresentado na Figura 5 (ponto e).

Figura 5– Trechos com limitações na identificação das feições limítrofes.



Ponto (b)



Ponto (d)



Ponto (e)



Ponto (f)

Com o objetivo de sintetizar os principais resultados obtidos durante a fotointerpretação, a Tabela 2 apresenta uma análise comparativa das diferentes feições materializadoras dos limites fundiários observadas na área de estudo, relacionando as condições em que essas feições se encontravam e sua viabilidade de utilização como suporte ao georreferenciamento. A sistematização desses resultados evidencia que a capacidade de interpretação do ortomosaico depende não apenas do tipo de elemento materializador do limite, mas também das condições locais de cobertura vegetal, iluminação e contraste radiométrico, fatores que influenciam diretamente a identificação das feições e, consequentemente, sua aplicação nos procedimentos de georreferenciamento.

Tabela 2 – Potencial de utilização de ortomosaicos na interpretação dos limites fundiários

Elemento materializador	Condição observada	Potencial de utilização no georreferenciamento
Cerca de arame	Exposta e sem interferência da vegetação	Permite a identificação da cerca e dos mourões, possibilitando a implantação de vértices do tipo P.
Cerca de pedra	Exposta	Permite a delimitação visual contínua do limite.
Cerca de arame	Parcialmente encoberta por vegetação	Não permite definir com precisão a posição do limite, exigindo conferência em campo.
Cerca de arame	Área sombreada	A baixa iluminação e o contraste reduzido dificultam a identificação dos mourões e da cerca.
Estrada vicinal	Sem cerca visível	A estrada, isoladamente, não constitui elemento suficiente para definição do limite fundiário.

Fonte: Autores

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos demonstraram que o ortomosaico produzido neste trabalho apresentou qualidade posicional compatível com os requisitos da ET-CQDG, sendo classificado como PEC-PCD Classe B para a escala de 1:500. Entretanto, verificou-se que a

acurácia geométrica do produto, embora indispensável, não constitui condição suficiente para garantir sua aplicação no georreferenciamento de imóveis rurais. A capacidade de utilização do ortomosaico mostrou-se diretamente dependente da possibilidade de interpretação das feições físicas que materializam os limites fundiários.

Observou-se que cercas de arame e cercas de pedra localizadas em áreas abertas, com reduzida cobertura vegetal e adequado contraste radiométrico, puderam ser identificadas com precisão suficiente para subsidiar a implantação de vértices do tipo P, conforme previsto no MTGIR. Em contrapartida, trechos sujeitos ao sombreamento, à interferência da vegetação ou ao baixo contraste entre a cerca e o terreno apresentaram limitações que impediram a definição segura do limite apenas por meio de fotointerpretação, tornando indispensável a verificação em campo.

Esses resultados evidenciam que o emprego de ortomosaicos obtidos por UAS constitui uma ferramenta eficiente de apoio às etapas de reconhecimento e interpretação preliminar dos limites fundiários, contribuindo para aumentar a eficiência operacional dos levantamentos e reduzir a necessidade de inspeções presenciais em segmentos com elevada interpretabilidade. Contudo, a definição final dos limites permanece dependente da integração entre a interpretação fotogramétrica e os levantamentos convencionais baseados em GNSS, especialmente em situações em que as características das feições ou as condições de imageamento dificultam sua identificação.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se ampliar a avaliação para diferentes tipologias de limites previstas no Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, incluindo áreas com distintas condições de cobertura vegetal, relevo e iluminação, bem como investigar a influência da resolução espacial, do horário de aquisição das imagens e do emprego de sensores com diferentes características espectrais sobre a capacidade de interpretação das feições materializadoras dos limites.

Os resultados deste estudo indicam que a avaliação da qualidade de produtos aerofotogramétricos destinados ao georreferenciamento de imóveis rurais não deve restringir-se aos requisitos de qualidade posicional estabelecidos pelas normas vigentes. Para aplicações voltadas ao Cadastro Territorial, torna-se igualmente importante considerar a capacidade do produto em permitir a interpretação confiável das feições que materializam os limites fundiários, uma vez que é essa informação que efetivamente subsidia a definição geoespacial legal dos imóveis.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas como apoio à revisão linguística, à melhoria da organização textual e à elaboração gráfica do fluxograma metodológico. Todas as decisões metodológicas, análises, interpretações dos resultados, discussões e conclusões apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas e validadas pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo cientifico do artigo.

Referências

BRASIL. Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nº 4.947, de 6

de abril de 1966, nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972, nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, nº 6.739, de 5 de dezembro de 1979, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 ago. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10267.htm. Acesso em: 30 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretoria de Serviço Geográfico. Norma da Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG). 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016.

COLOMINA, I.; MOLINA, P. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Amsterdam, v. 92, p. 79–97, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE-PPP: serviço on-line para pós-processamento de dados GNSS. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servico-online-ppp.html. Acesso em: 24 jul. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Norma de Execução nº 2, de 19 de fevereiro de 2018. Estabelece procedimentos para a execução dos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais. Brasília: INCRA, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. 3. ed. Brasília: INCRA, 2022.

MCGLONE, J. C. (ed.). Manual of Photogrammetry. 6. ed. Bethesda: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), 2013.

NEX, F.; REMONDINO, F. UAV for 3D mapping applications: A review. Applied Geomatics, Heidelberg, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2014.

PINOVARA. Pesquisa Inovadora em Gestão do Programa Nacional da Reforma Agrária. Salvador: Universidade Federal da Bahia; Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, [2023]. Disponível em: https://pinovaraufba.com.br/. Acesso em: 27 jul. 2026.

SANTOS, A. P.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, N. T.; GRIPP JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, L. C.; FERNANDES FILHO, E. I. **GeoPEC: aplicativo para avaliação da acurácia posicional de dados geoespaciais**. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, p. 53-66, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA); INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Termo de Execução Descentralizado (TED) nº 50/2023. Brasília: INCRA, 2023.