

UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA AQUISIÇÃO DE VARIÁVEIS APLICADO A ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES

Trabalho de Avaliação

FELIPE LOPES SILVEIRA
LUIZA MARINA ESTEVES DE CARVALHO
LORENA LEÃO DE JESUS

João Pessoa - PB
2025

REALIZAÇÃO:



IBAPE
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA



IBAPE-PB
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

PATROCÍNIO:

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA-PB
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia da Paraíba



mútua
Caba de Assistência dos Profissionais do Crea

UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA AQUISIÇÃO DE VARIÁVEIS APLICADO A ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES

RESUMO

O geoprocessamento, por meio de ferramentas e técnicas de geotecnologia, tem se mostrado um importante aliado na Engenharia de Avaliações. Sua aplicação permite integrar dados georreferenciados a informações técnicas, econômicas e legais dos imóveis, contribuindo significativamente para a precisão, agilidade e qualidade das análises. O uso de softwares como QGIS e ArcGIS possibilita a delimitação de glebas e lotes, a identificação do uso e ocupação do solo, o cruzamento de dados urbanísticos (como zoneamento), além da análise de acessibilidade e infraestrutura urbana. Também permite a geração de mapas temáticos com informações relevantes, como valor do metro quadrado, padrão construtivo e tipologia das edificações, além da identificação de áreas com restrições legais, como APPs e ZPAs. Essas ferramentas viabilizam ainda avaliações em larga escala, voltadas para desapropriações, regularizações fundiárias e reavaliações patrimoniais de grandes carteiras. Ademais, o geoprocessamento possibilita a automação de buscas de dados e a utilização de variáveis em modelos de avaliação quantitativa direta com base em dados de mercado. Por fim, o uso de Modelos Digitais de Terreno (MDT) complementa a análise, oferecendo subsídios topográficos relevantes. Assim, o geoprocessamento representa um avanço metodológico e tecnológico essencial para a prática moderna da Engenharia de Avaliações.

Palavras-chave: *Geoprocessamento; Engenharia de Avaliações; Sistemas de Informações Geográficas (SIG); Avaliação Imobiliária; Análise Espacial.*

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



SUMÁRIO

1. EXPOSIÇÃO	4
2. OBJETIVO	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO	5
3.1 A Engenharia de Avaliações e o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado	5
3.2 Geoprocessamento e suas aplicações na Engenharia de Avaliações	5
3.3 Limitações do Geoprocessamento e SIG no Cadastro de Imóveis Rurais	6
4. METODOLOGIA	7
4.1 Variáveis utilizadas para avaliação de imóveis rurais	7
4.2 Variáveis utilizadas para avaliação de imóveis urbanos	8
4.3 Processamento dos Dados	10
5. APLICAÇÃO DO MODELO EM ESTUDO DE CASO	10
5.1 Imóveis Rurais	10
5.2 Imóveis Urbanos	15
5.3 Declividade	17
6. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. EXPOSIÇÃO

O geoprocessamento, por meio de ferramentas de geotecnologia, tem se mostrado um importante aliado na Engenharia de Avaliações, abrangendo tanto contextos urbanos quanto rurais. Essa abordagem envolve a manipulação, interpretação e análise de dados geográficos, permitindo a identificação de variáveis que influenciam diretamente o valor de mercado dos imóveis. A integração de informações de diferentes dados públicos resulta em avaliações mais precisas e confiáveis (SILVA, 2020).

No âmbito urbano, o geoprocessamento permite analisar características essenciais para avaliações imobiliárias, como zoneamento, infraestrutura urbana, densidade construtiva e acessibilidade. Ferramentas como QGIS e ArcGIS facilitam a espacialização de dados, permitindo a visualização de informações relevantes para a avaliação, como a localização de imóveis em áreas valorizadas ou com restrições legais (PEREIRA, 2021).

Para avaliações rurais, as técnicas de geoprocessamento são aplicadas na análise de aptidão agrícola, declividade do terreno, quantificação de benfeitorias reprodutivas e infraestrutura. A integração com bases como o CAR (Cadastro Ambiental Rural) e SIGEF (Sistema de Gestão Fundiária) permite verificar a regularidade fundiária e ambiental do imóvel, fatores críticos na determinação de seu valor (EMBRAPA, 2018).

Adicionalmente, é possível obter dados de declividade a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE), que fornecem informações detalhadas sobre a topografia do terreno. Esses dados permitem a análise de variações altimétricas e outras características relevantes. Além disso, a realização de voos aéreos possibilita gerar ortofotos, que são imagens aéreas corrigidas geometricamente, proporcionando uma representação precisa da superfície terrestre (ALMEIDA, 2022).

Dessa forma, a evolução das tecnologias de geoprocessamento e a crescente disponibilidade de dados geoespaciais potencializam a Engenharia de Avaliações, oferecendo métodos mais objetivos e eficientes para determinação de valores. Essas ferramentas representam um avanço metodológico essencial para a engenharia de avaliações (MARTINS, 2023).

2. OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo aplicar o geoprocessamento na Engenharia de Avaliações, destacando a utilização de ferramentas de geotecnologia, com ênfase nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A proposta visa ampliar e facilitar a aquisição de variáveis espaciais e não espaciais, demonstrando como essas ferramentas podem ser integradas ao método comparativo direto de dados de mercado, com o intuito de aprimorar a precisão e a objetividade nas avaliações imobiliárias, tanto em contextos urbanos quanto rurais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Engenharia de Avaliações e o Método Comparativo Direto de Dados de Mercado

A Engenharia de Avaliações é um campo técnico-científico voltado para a determinação do valor de mercado imobiliário, fundamentado em métodos padronizados conforme a normativa ABNT NBR 14.653. Este campo de atuação abrange diversas aplicações, incluindo avaliações para transações imobiliárias, perícias judiciais e processos de desapropriação, demandando rigor metodológico na seleção e aplicação dos procedimentos avaliatórios (FERRARI, 2018).

O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) caracteriza-se como uma abordagem estatístico-comparativa que estabelece relações entre elementos amostrais homogêneos e o bem avaliando. A efetividade do método está condicionada à qualidade da amostragem, cuja representatividade do mercado é função da contemporaneidade dos dados, homogeneidade das características e adequação do tratamento estatístico aplicado (GONÇALVES, 2017).

O planejamento da pesquisa é uma das etapas mais críticas do processo de avaliação. Nesta fase, o avaliador deve estruturar os procedimentos de pesquisa para obter uma amostra representativa, buscando elementos amostrais que sejam o mais semelhantes possível ao imóvel em questão. A definição da abrangência da amostra, as técnicas de coleta e análise de dados, a seleção das fontes de informações e os instrumentos de coleta são aspectos essenciais que influenciam diretamente a qualidade do resultado final. A qualidade da pesquisa, portanto, é um fator determinante para a correta definição do valor de mercado do imóvel (SILVA, 2019).

Os tipos de variáveis utilizadas nas avaliações podem ser categorizados em variáveis espaciais e não espaciais. As variáveis espaciais referem-se a dados que possuem uma localização geográfica específica, enquanto as variáveis não espaciais incluem características físicas, econômicas e legais do imóvel. A compreensão e a correta aplicação dessas variáveis são fundamentais para a realização de avaliações precisas e para a tomada de decisões informadas no mercado imobiliário (OLIVEIRA, 2020).

3.2 Geoprocessamento e suas aplicações na Engenharia de Avaliações

O geoprocessamento é um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta, tratamento e análise de informações espaciais, permitindo a tomada de decisões informadas em diversas áreas, incluindo a Engenharia de Avaliações. As aplicações do geoprocessamento são amplas, abrangendo desde a elaboração de mapas temáticos até a análise de dados geográficos para planejamento urbano e rural. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita a integração de dados espaciais e não espaciais, facilitando a visualização e a análise de fenômenos geográficos inter-relacionados (Maguire, 1991; Burrough, 1986).

Os Sistemas de Informação Geográfica, como QGIS e ArcGIS, são ferramentas essenciais para a manipulação de dados vetoriais e matriciais. O QGIS, por ser um software livre, tem ganhado destaque entre os profissionais da área, permitindo a edição e análise de dados geográficos de forma acessível. Por outro lado, o ArcGIS, com suas funcionalidades avançadas, é amplamente utilizado em ambientes

corporativos. Ambos os sistemas oferecem recursos para a criação de mapas, análise espacial e modelagem, permitindo que os usuários realizem operações complexas sobre dados geográficos, como a análise de padrões espaciais e a modelagem de superfícies (Gonzalez, 2018; Silva, 2020).

Os Modelos Digitais de Terreno (MDT) e Modelos Digitais de Elevação (MDE) são fundamentais para a análise topográfica em projetos de engenharia. Esses modelos representam a variação da superfície terrestre e são utilizados para calcular atributos como declividade, orientação e visibilidade. A precisão dos MDTs e MDEs é crucial para a realização de análises que influenciam decisões em projetos de infraestrutura, planejamento urbano e gestão ambiental. A escolha do método de interpolação e a resolução espacial dos dados são fatores determinantes para a qualidade das análises realizadas (Lima et al., 2019).

As bases cartográficas, como as disponibilizadas pelo IBGE, Google Earth e OpenStreetMap, são fontes valiosas de dados geográficos. O IBGE fornece informações detalhadas sobre a geografia e a demografia do Brasil, enquanto o Google Earth oferece uma interface intuitiva para visualização de imagens de satélite e dados geoespaciais. O OpenStreetMap, por sua vez, é uma plataforma colaborativa que permite a edição e atualização de dados cartográficos por usuários em todo o mundo. Essas bases são essenciais para a realização de análises espaciais (IBGE, 2025).

Os sistemas públicos de dados, como GeoSampa, GeoContagem e BHmaps, oferecem acesso a informações geográficas e urbanas que são fundamentais para a tomada de decisões em planejamento e gestão urbana. Esses sistemas disponibilizam dados sobre infraestrutura, uso do solo e características socioeconômicas. A integração de dados de diferentes fontes em um ambiente SIG possibilita uma visão mais abrangente e precisa das realidades urbanas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das cidades.

Imagens de satélite e drones têm se tornado ferramentas indispensáveis para o monitoramento e a extração de dados atualizados em projetos de engenharia. As imagens de satélite oferecem uma visão ampla e detalhada de áreas extensas, enquanto os drones permitem a captura de dados em alta resolução e em tempo real. Essas tecnologias possibilitam a realização de análises dinâmicas, como o monitoramento de mudanças no uso do solo, avaliação de impactos ambientais e planejamento de obras. A combinação de dados obtidos por satélites e drones enriquece as análises espaciais e proporciona informações valiosas para a tomada de decisões.

3.3 Limitações do Geoprocessamento e SIG no Cadastro de Imóveis Rurais

O SIGEF, instituído pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), visa promover a regularização fundiária e a transparência na propriedade rural. No entanto, muitos imóveis ainda não estão registrados, o que dificulta a implementação de políticas públicas eficazes e a realização de avaliações precisas. A falta de informações geográficas e cadastrais sobre esses imóveis compromete a capacidade de planejamento e gestão de recursos, além de dificultar o acesso a créditos e incentivos governamentais (INCRA, 2025).

A legislação brasileira estabelece a obrigatoriedade do cadastro de imóveis rurais, conforme a Lei nº 10.267/2001, que determina que todos os imóveis rurais devem ser registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Essa lei tem como objetivo promover a regularização ambiental e fundiária, além de facilitar o acesso a programas de incentivo e financiamento. No entanto, a implementação dessa legislação ainda enfrenta desafios, como a resistência de proprietários em realizar o cadastro e a falta de infraestrutura e recursos para a efetivação do processo.

Atualmente, o cenário de imóveis rurais sem SIGEF é preocupante, pois a falta de regularização fundiária pode levar a conflitos de posse e à degradação ambiental. A ausência de dados precisos sobre a propriedade rural impede a realização de análises adequadas para a gestão sustentável dos recursos naturais. Além disso, a falta de informações geográficas dificulta a implementação de políticas públicas voltadas para a conservação ambiental e o desenvolvimento rural sustentável (Melo, 2020).

As perspectivas de melhoria no cadastro de imóveis rurais são promissoras, especialmente com a crescente digitalização dos processos e a implementação de tecnologias de geoprocessamento. A utilização de ferramentas como drones e imagens de satélite pode facilitar a coleta de dados e a atualização cadastral, tornando o processo mais eficiente e acessível. Além disso, iniciativas de capacitação e conscientização dos proprietários rurais sobre a importância do cadastro podem contribuir para a regularização fundiária e a melhoria da gestão dos imóveis rurais (Oliveira, 2022).

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em três etapas principais: (i) coleta e organização dos dados geoespaciais e cadastrais; (ii) processamento e integração dos dados em ambiente SIG; e (iii) análise espacial por meio de Modelos Digitais de Terreno (MDT) e demais variáveis de interesse, aplicadas às avaliações rurais e urbanas.

4.1 Variáveis utilizadas para avaliação de imóveis rurais

Foram analisados 21 imóveis rurais, com base na integração de dados geoespaciais, cadastrais e observações de campo. A delimitação das propriedades foi realizada com base em três fontes principais: Cadastro Ambiental Rural (CAR), Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e levantamentos em campo com receptores GNSS de alta precisão (erro médio ± 2 metros).

As variáveis espaciais consideradas na análise foram:

- Hidrografia: distância entre o ponto central do imóvel e a rede hídrica mais próxima, calculada com base em dados vetoriais do IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas);
- Solos: obtidos a partir da sobreposição dos polígonos dos imóveis com o mapeamento pedológico do IBGE e cálculo da proporção de ocorrência de cada tipo de solo por imóvel;
- Precipitação média anual: atribuída por meio da interseção entre os polígonos dos imóveis e shapefiles climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando o recorte do estado de Minas Gerais;

- Malha viária: distância do imóvel à rodovia mais próxima, calculada com base na base vetorial disponibilizada pelo DNIT-VGEO;
- Indicador socioeconômico: Produto Interno Bruto municipal (PIB), obtido do IBGE e vinculado ao município de localização de cada imóvel.
- Declividade: derivada de Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA/INPE com resolução espacial de 30 metros. As classes de declividade foram categorizadas segundo a classificação da Embrapa (1979): plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%), e forte montanhoso (>75%).

Essas variáveis foram utilizadas para estimar a influência de aspectos físicos, ambientais e locais sobre o valor de mercado dos imóveis rurais, conforme diretrizes da ABNT NBR 14.653-3.

4.2 Variáveis utilizadas para avaliação de imóveis urbanos

Na análise urbana, foram avaliados imóveis residenciais localizados em áreas com disponibilidade de dados cadastrais e geoespaciais. Três conjuntos de informações principais foram considerados:

- Zoneamento urbano: polígonos de uso e ocupação do solo obtidos por meio do sistema GeoSampa (no caso de São Paulo) e BHmaps (no caso de Belo Horizonte) ou por plataformas municipais equivalentes, contendo restrições legais, coeficientes de aproveitamento, gabaritos e parâmetros urbanísticos relevantes;
- Cadastro tributário municipal: dados extraídos das Secretarias Municipais de Finanças, incluindo valor venal, área construída, idade do imóvel, padrão construtivo e uso declarado;
- Infraestrutura urbana: mapeamento da rede viária, transporte público e equipamentos urbanos (escolas, hospitais, praças), a partir de bases do OpenStreetMap e complementação com dados oficiais, quando disponíveis.

Todos os dados foram espacializados e georreferenciados, permitindo a comparação entre imóveis e a identificação de padrões de valorização com base em localização, acessibilidade e infraestrutura, conforme diretrizes da ABNT NBR 14.653-2.

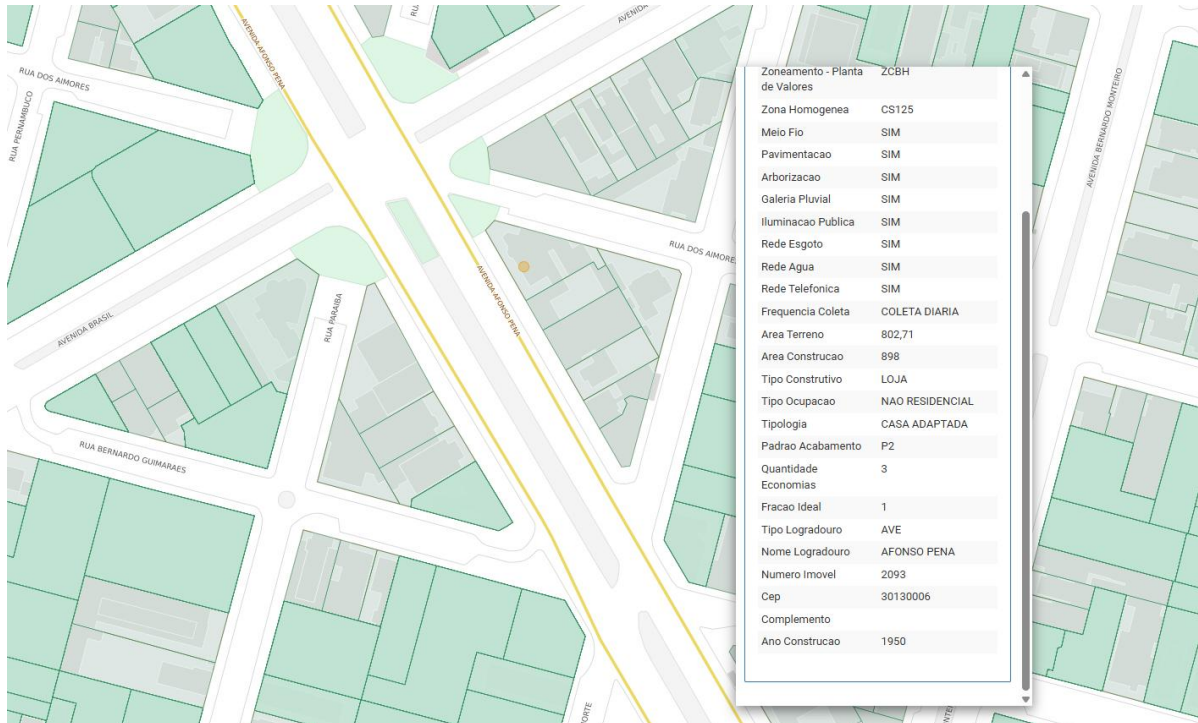


Figura 1: Informações urbanísticas e de construção de imóvel (BHmaps, 2025).

Caso o imóvel em estudo seja um lote, terreno ou gleba, muitos bancos de dados disponibilizam informações relativas à topografia do terreno, como curvas de nível e mapas de declividade.

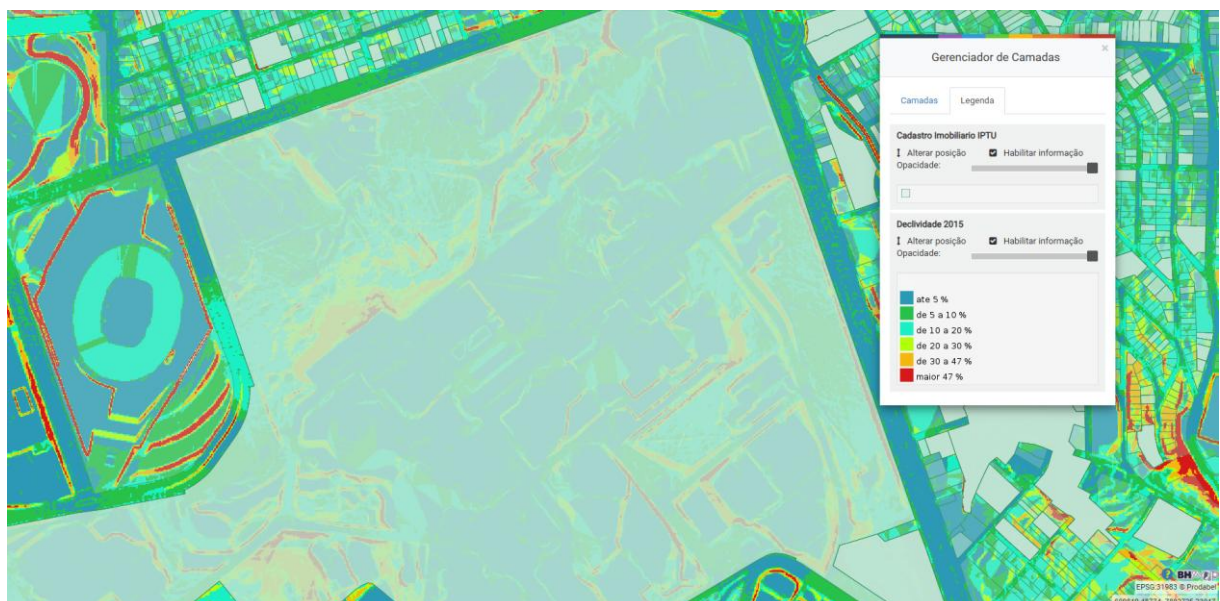


Figura 2: Limites dos imóveis e declividade (BHmaps, 2025).

4.3 Processamento dos Dados

O processamento e a integração dos dados foram realizados utilizando o software QGIS, versão 3.40.7, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), seguindo os seguintes procedimentos técnicos:

- Padronização espacial: todos os dados georreferenciados foram convertidos para o sistema de referência geodésico SIRGAS 2000 (fuso 23S), assegurando a compatibilidade entre as diferentes camadas vetoriais e matriciais utilizadas.
- Verificação topológica: foram realizados testes de consistência espacial para identificação e correção de sobreposições, lacunas (gaps) e geometrias inválidas, garantindo a integridade dos dados vetoriais empregados nas análises.
- Geocodificação e espacialização: os dados tabulares (como informações cadastrais e valores venais dos imóveis urbanos) foram vinculados a geometrias previamente digitalizadas ou obtidas de bases oficiais, permitindo sua visualização espacial no ambiente SIG.
- Análise de declividade: a análise da variável declividade foi realizada a partir do raster de declividade disponibilizado pelo projeto TOPODATA/INPE. O dado foi reclassificado conforme a classificação da Embrapa (1979), permitindo quantificar, para cada polígono de imóvel rural, a área ocupada por cada classe de declividade. Essa abordagem viabilizou a análise de aptidão e restrições do terreno, sem a necessidade de geração própria de modelos altimétricos adicionais.

5. APLICAÇÃO DO MODELO EM ESTUDO DE CASO

5.1 Imóveis Rurais

Foram analisados 21 imóveis rurais localizados nos municípios de Araçuaí e Itinga, no estado de Minas Gerais, com base nas variáveis espaciais descritas no item 4.1. A delimitação das propriedades foi realizada por meio da integração de dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e levantamento em campo com receptores GNSS. Os polígonos representativos das áreas avaliadas estão apresentados na Figura 1.

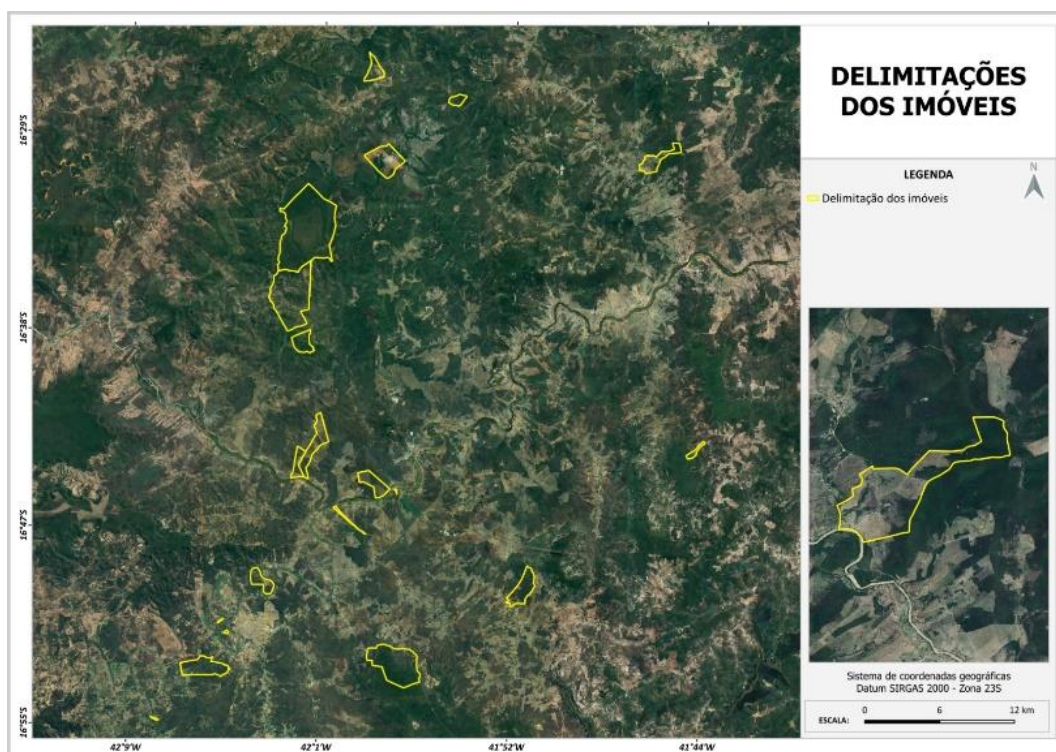


Figura 3: Delimitação dos imóveis rurais analisados (Autoria própria, 2025).

Em seguida, foram espacializadas as principais variáveis consideradas na avaliação dos imóveis, permitindo a identificação de elementos locais, ambientais e socioeconômicos que podem influenciar no valor de mercado dos imóveis rurais. As variáveis hidrografia, solos, precipitação média anual, malha viária e Produto Interno Bruto municipal (PIB) foram processadas em ambiente SIG, conforme descrito na metodologia, e estão representadas nas figuras a seguir.

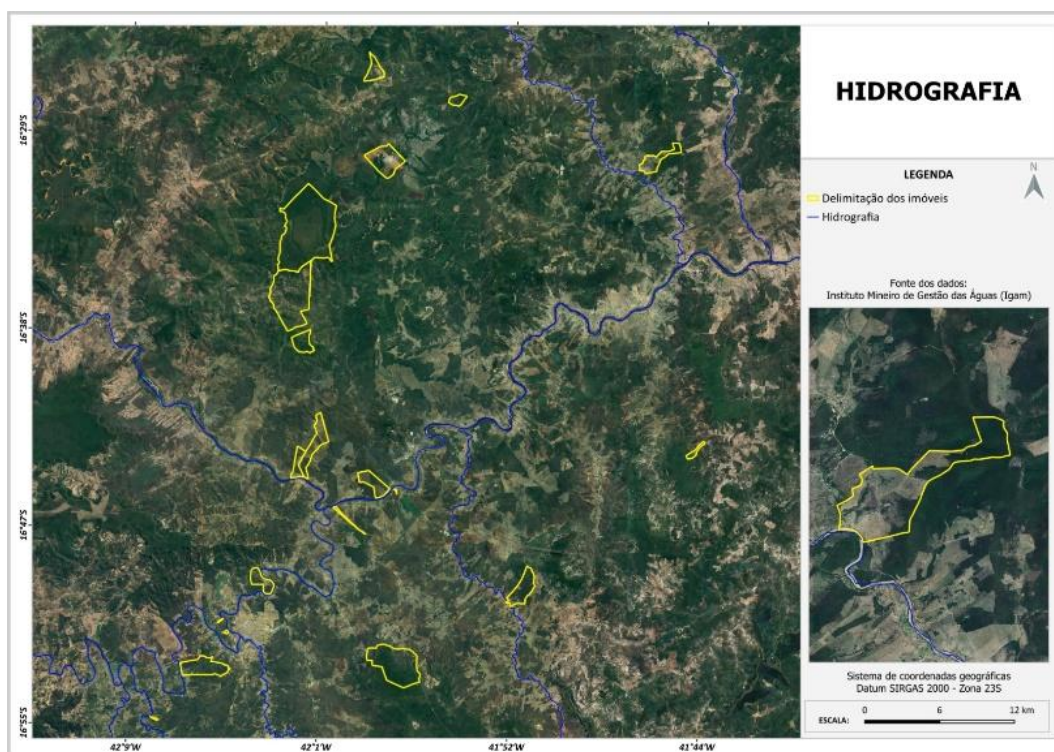


Figura 4: Rede hídrica da área de estudos (Autoria própria, 2025).

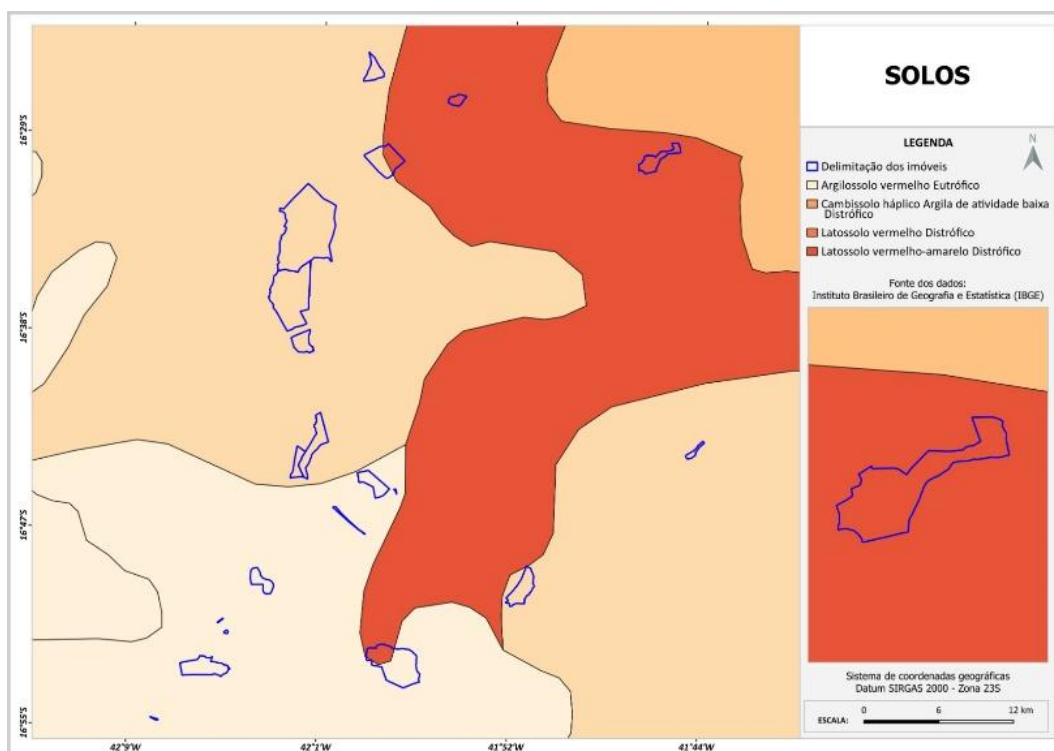


Figura 5: Tipos de solos (Autoria própria, 2025).

A Tabela 1 apresenta os dados referentes à origem da delimitação dos imóveis (CAR, SIGEF ou GNSS) e a composição dos tipos de solo predominantes em cada área avaliada.

Tabela 1: Origem da delimitação e classificação dos solos nos imóveis rurais.

ID	Delimitação	Solo
1	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico 42% Latossolo vermelho-amarelo Distrófico e 58% Argilossolo vermelho-amarelo 100% Distrófico
2	CAR	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
3	CAR	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
4	CAR	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
5	CAR	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
6	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
7	CAR	100% Latossolo vermelho-amarelo Distrófico
8	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
9	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
10	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
11	CAR	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico 26% Latossolo vermelho-amarelo Distrófico e 74% Argilossolo vermelho Eutrófico
12	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
13	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
14	CAR	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
15	GNSS	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
16	GNSS	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
17	Sigef	100% Argilossolo vermelho Eutrófico
18	Sigef	100% Latossolo vermelho-amarelo Distrófico
19	Sigef	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
20	Sigef	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico
21	Sigef	100% Argilossolo vermelho-amarelo Distrófico

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

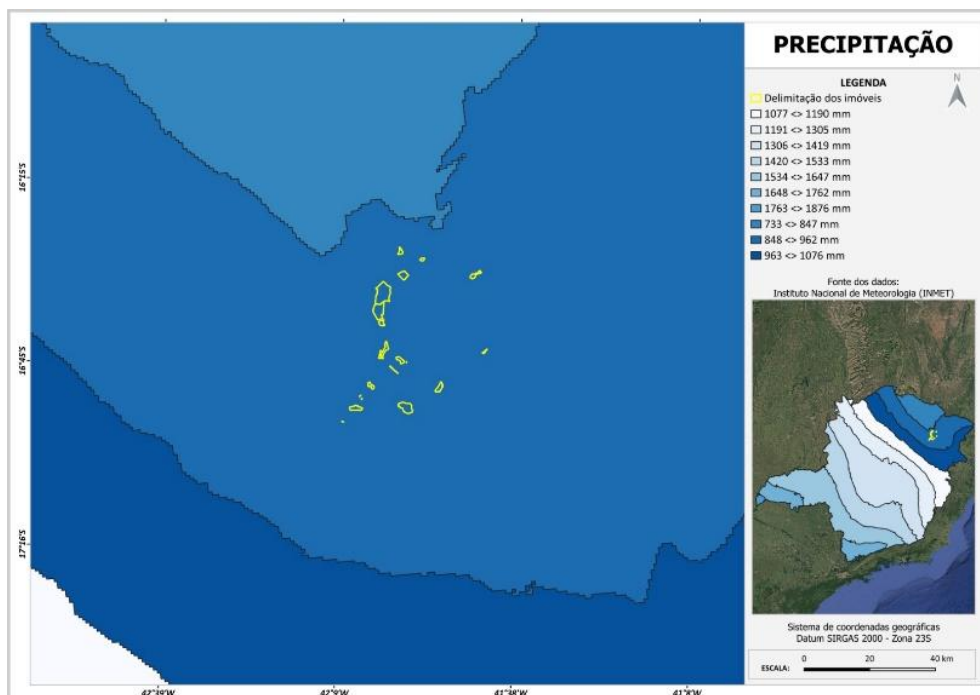


Figura 6: Precipitação média anual (Autoria própria, 2025).

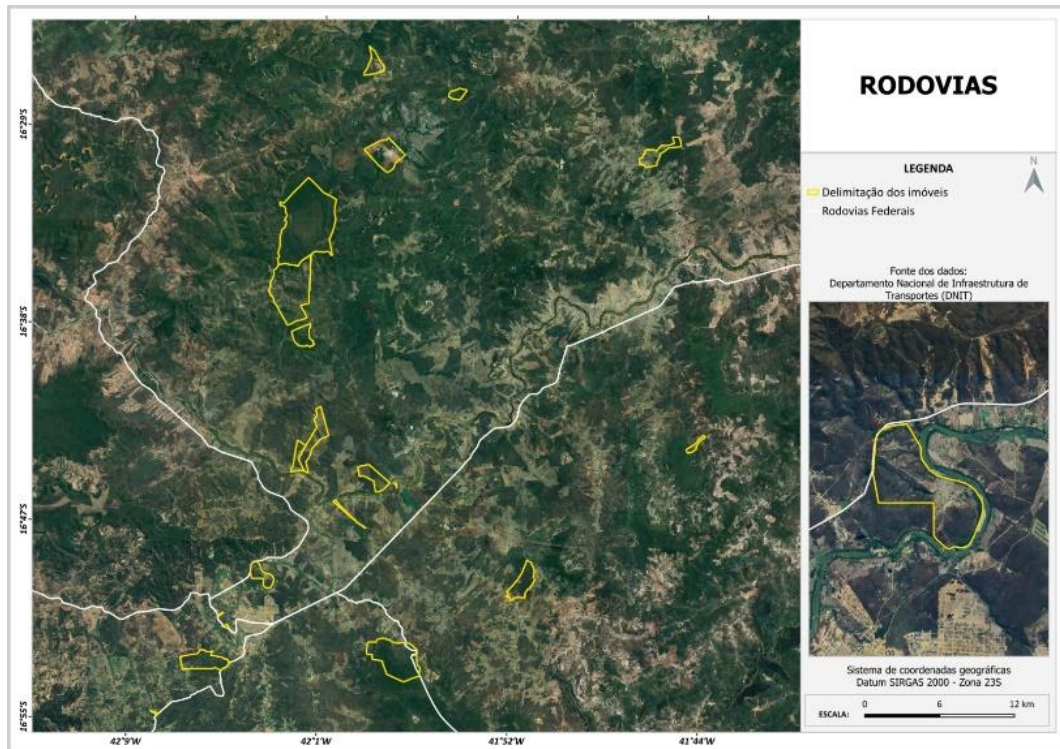


Figura 7: Malha viária para acesso aos imóveis (Autoria própria, 2025).

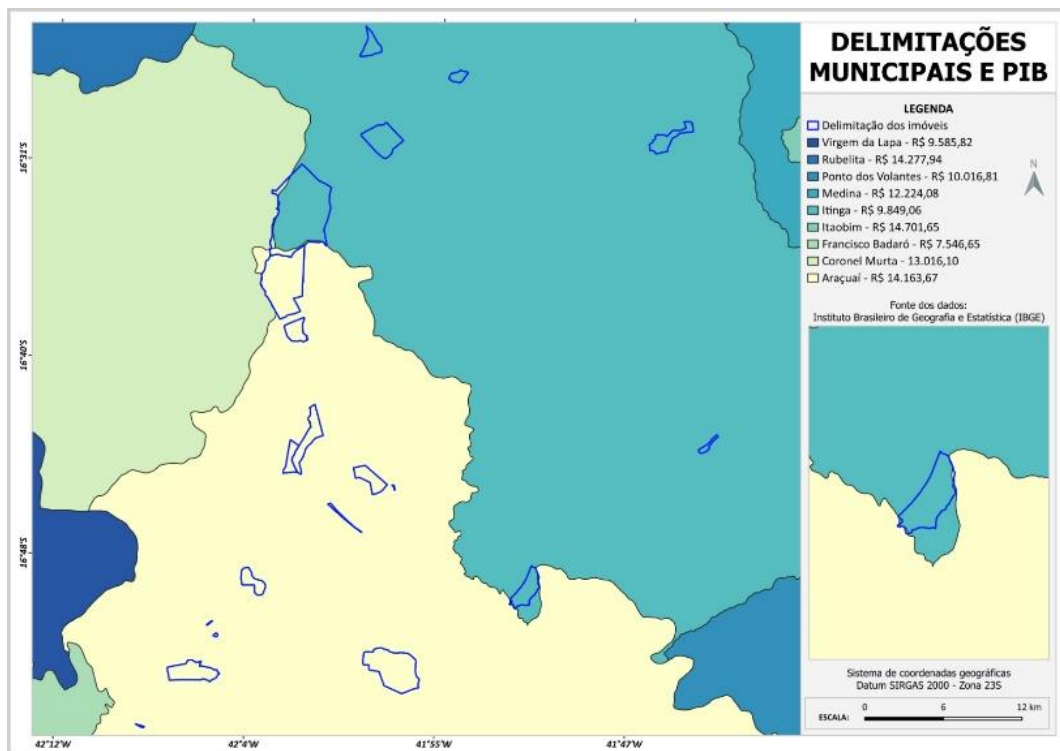


Figura 8: Produto interno bruto dos municípios (Autoria própria, 2025).

A Tabela 2 consolida as demais variáveis espaciais coletadas: distância até o curso d'água mais próximo (hidrografia), precipitação média anual, distância até a malha viária pavimentada mais próxima e PIB municipal. Estas variáveis auxiliam na caracterização locacional e climática dos imóveis.

Tabela 2 : Distâncias e variáveis climáticas e econômicas associadas aos imóveis.

ID	Hidrografia (m)	Precipitação	Rodovia (m)	PIB
1	0	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
2	13.087	848 <> 962 mm	17.838	R\$ 9.849,06
3	0	848 <> 962 mm	4.598	R\$ 14.163,67
4	0	848 <> 962 mm	2.989	R\$ 14.163,67
5	17.287	848 <> 962 mm	11.814	R\$ 9.849,06
6	0	848 <> 962 mm	2.770	R\$ 14.163,67
7	5.856	848 <> 962 mm	24.365	R\$ 9.849,06
8	0	848 <> 962 mm	2.799	R\$ 14.163,67
9	0	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
10	0	848 <> 962 mm	3.727	R\$ 14.163,67
11	13.226	848 <> 962 mm	14.008	R\$ 14.163,67
12	7.519	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
13	0	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
14	0	848 <> 962 mm	4.405	R\$ 14.163,67
15	0	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
16	11.969	848 <> 962 mm	11.418	R\$ 9.849,06
17	0	848 <> 962 mm	0	R\$ 14.163,67
18	0	848 <> 962 mm	11.029	R\$ 9.849,06
19	10.915	848 <> 962 mm	18.007	R\$ 9.849,06
20	10.523	848 <> 962 mm	11.708	R\$ 14.163,67
21	0	848 <> 962 mm	9.873	R\$ 9.849,06

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

A sistematização dos dados por meio do SIG permitiu a visualização integrada e quantitativa de variáveis que, tradicionalmente, seriam tratadas de forma fragmentada. A espacialização das informações demonstrou-se essencial para subsidiar análises mais precisas, especialmente em contextos em que a valorização imobiliária é fortemente influenciada por fatores físicos, ambientais e de infraestrutura regional.

5.2 Imóveis Urbanos

A espacialização dos imóveis urbanos permitiu a identificação de padrões locacionais associados à infraestrutura urbana, zoneamento e valor venal dos imóveis. A sobreposição dos dados cadastrais com as camadas de uso do solo e equipamentos urbanos possibilitou a análise comparativa entre imóveis em diferentes regiões da malha urbana.

Tabela 4 - Classificação das casas pesquisadas.

Nº Am.	Valor Total Venda	Área do Terreno	Área Construída	Valor Unitário	Padrão Construtivo	Idade	EC	Localização
1	4.200.000,00	1.000,00	623,00	6.741,57	3	78	3	1.700
2	4.000.000,00	1.000,00	735,24	5.440,40	4	61	1	1.000
3	5.900.000,00	1.200,00	776,00	7.603,09	2	55	1	1.800
4	4.400.000,00	1.000,00	574,00	7.665,51	4	57	2	1.800
5	3.000.000,00	1.000,00	818,00	3.667,48	3	48	2	800
6	4.200.000,00	1.118,00	557,00	7.540,39	3	57	2	1.000
7	3.200.000,00	1.000,00	481,44	6.646,73	2	65	3	800
8	900.000,00	300,00	194,00	4.639,18	1	49	3	1.320
9	1.800.000,00	400,00	300,00	6.000,00	2	19	3	1.500
10	900.000,00	304,00	189,00	4.761,90	1	52	3	1.700
11	2.300.000,00	888,95	536,34	4.288,32	1	43	2	1.500
12	1.247.000,00	350,00	270,00	4.618,52	2	48	3	1.700
13	930.000,00	150,00	201,00	4.626,87	1	9	2	1.700
14	1.600.000,00	380,00	364,00	4.395,60	2	40	3	1.500
15	980.000,00	350,00	189,00	5.185,19	1	45	1	1.700
16	700.000,00	300,00	157,00	4.458,60	1	76	2	1.700
17	1.650.000,00	720,00	315,00	5.238,10	1	53	2	1.700
18	850.000,00	400,00	222,00	3.828,83	1	77	1	1.700
19	950.000,00	400,00	287,00	3.310,10	1	76	2	1.400
20	840.000,00	340,00	271,00	3.099,63	2	77	2	1.350
21	3.500.000,00	312,00	469,00	7.462,69	2	25	3	5.500
22	990.000,00	365,00	206,00	4.805,83	2	77	3	1.600
23	1.020.000,00	280,00	228,74	4.459,21	2	7	3	1.100
24	1.200.000,00	350,00	310,00	3.870,97	3	25	3	1.100
25	950.000,00	360,00	218,00	4.357,80	2	45	1	1.350
26	1.800.000,00	555,00	516,00	3.488,37	2	40	2	1.600
27	985.000,00	360,00	218,00	4.518,35	1	45	1	1.350
28	979.710,00	360,00	300,00	3.265,70	1	43	1	2.500
29	1.700.000,00	675,00	306,00	5.555,56	1	42	1	2.500
30	1.350.000,00	560,00	317,00	4.258,68	2	77	2	1.600
31	960.000,00	400,00	296,00	3.243,24	2	77	2	1.400
32	2.400.000,00	378,00	243,00	9.876,54	4	48	3	4.000
33	2.000.000,00	408,00	216,00	9.259,26	4	57	3	4.000
34	997.500,00	242,00	219,00	4.554,79	2	42	3	1.600
35	780.000,00	360,00	114,11	6.835,51	1	53	2	1.450
36	1.120.000,00	288,00	349,00	3.209,17	3	40	2	1.400
37	1.150.000,00	450,00	384,00	2.994,79	1	65	2	1.440
38	1.350.000,00	411,00	230,00	5.869,57	3	69	3	1.600
39	2.350.000,00	360,00	270,00	8.703,70	4	57	3	2.600
40	2.050.000,00	390,00	312,00	6.570,51	2	47	1	4.000
41	1.500.000,00	360,00	412,00	3.640,78	2	43	2	2.600
42	2.350.000,00	496,00	468,00	5.021,37	3	51	2	2.600
43	800.000,00	220,00	140,00	5.714,29	1	76	1	3.500
44	1.350.000,00	400,00	242,00	5.578,51	4	42	3	1.250
45	1.197.000,00	400,00	245,00	4.885,71	3	52	3	1.250
46	2.950.000,00	860,00	429,00	6.876,46	3	57	1	1.250
47	1.197.000,00	400,00	245,00	4.885,71	3	52	3	1.250
48	1.100.000,00	300,00	175,00	6.285,71	1	52	1	2.700
49	1.000.000,00	300,00	244,34	4.092,66	1	65	2	2.700
50	1.790.000,00	188,75	200,97	8.906,80	3	25	4	2.700
51	1.500.000,00	480,00	221,41	6.774,76	1	71	3	1.650
52	1.500.000,00	450,00	316,45	4.740,09	1	76	3	2.600
53	980.000,00	374,00	240,00	4.083,33	1	42	1	1.650
54	1.500.000,00	304,00	210,00	7.142,86	1	65	3	2.700
55	2.700.000,00	480,00	553,00	4.882,46	4	41	3	1.700
56	3.700.000,00	660,00	825,00	4.484,85	4	47	4	1.700
73	699.000,00	180,00	125,00	5.592,00	2	1	5	1.250

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

5.3 Declividade

A análise da declividade é um fator crucial na avaliação de imóveis rurais, pois está diretamente relacionada à aptidão agrícola, ao potencial de mecanização e às limitações ao uso do solo. Neste estudo, a variável declividade foi obtida por meio do raster de declividade derivado do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA/INPE, com resolução espacial de 30 metros.

O raster foi reclassificado com base nos critérios da Embrapa (1979), que segmenta a declividade em seis classes geomorfológicas, conforme a tabela a seguir:

- Plano (0% a 3%)
- Suave ondulado (3% a 8%)
- Ondulado (8% a 20%)
- Forte ondulado (20% a 45%)
- Montanhoso (45% a 75%)
- Fortemente montanhoso (>75%)

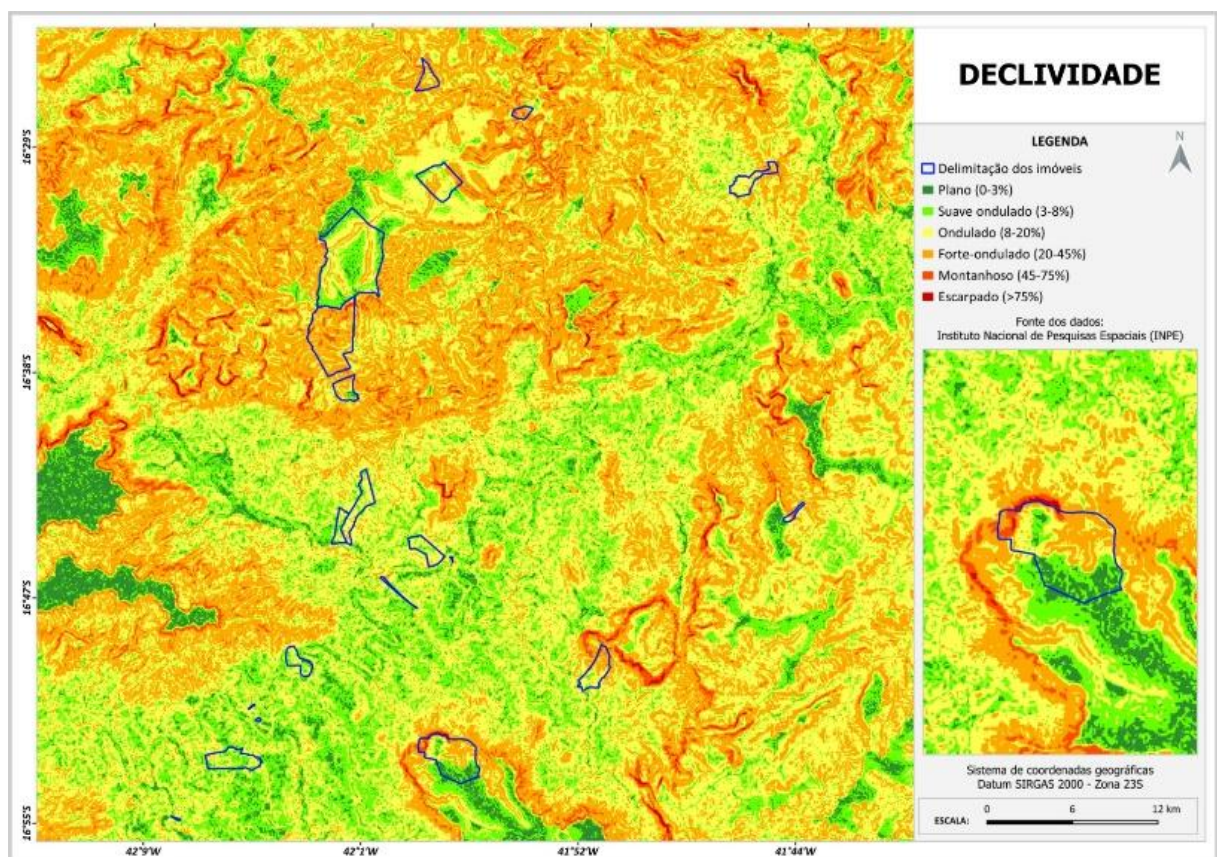


Figura 7: Mapa de classes de declividade segundo Embrapa (1979) (Autoria própria, 2025).

Para cada imóvel, foi realizada a interseção espacial entre o polígono da propriedade e o raster reclassificado. Com isso, foi possível calcular a proporção da área que se enquadra em cada classe de declividade.

Tabela 5: Percentual de área por classe de declividade

ID	Área (ha)	Área (ha) em cada classes da declividade - EMBRAPA					
		Plano	Suave ondulado	Ondulado	Forte ondulado	Montanhoso	Forte montanhoso
		1	2	3	4	5	6
1	426,03	29,59	195,76	190,25	10,43	0,00	0,00
2	481,44	4,64	78,55	246,49	146,78	4,99	0,00
3	368,48	7,42	88,07	243,87	29,13	0,00	0,00
4	144,42	7,98	58,76	75,91	1,78	0,00	0,00
5	2256,19	136,52	881,61	953,18	284,89	0,00	0,00
6	1,18	0,01	0,58	0,43	0,16	0,00	0,00
7	86,76	0,00	1,38	18,60	53,84	12,95	0,00
8	1,21	0,00	0,39	0,54	0,28	0,00	0,00
9	3,16	0,00	1,61	1,55	0,00	0,00	0,00
10	24,96	0,13	7,50	14,19	3,14	0,00	0,00
11	1254,23	0,22	24,06	249,11	861,87	113,59	5,38
12	957,06	179,75	202,56	237,95	291,37	40,39	5,03
13	6,50	0,72	3,10	2,69	0,00	0,00	0,00
14	250,00	3,86	67,91	165,60	12,62	0,00	0,00
15	5,17	0,00	1,68	3,50	0,00	0,00	0,00
16	49,44	1,46	5,52	19,77	19,14	3,55	0,00
17	192,95	17,95	77,67	96,43	0,91	0,00	0,00
18	265,41	0,16	14,20	183,68	65,83	1,55	0,00
19	174,94	0,18	5,04	63,31	101,47	4,94	0,00
20	207,30	11,94	25,71	64,07	102,55	3,04	0,00
21	341,44	1,46	35,66	157,26	135,81	11,26	0,00

Fonte: Embrapa (1979).

Esse tipo de análise permite inferências importantes. Áreas classificadas como planas ou suavemente onduladas são mais apropriadas à agricultura mecanizada e culturas intensivas. Já áreas onduladas a fortemente montanhosas apresentam maiores limitações, sendo geralmente mais adequadas para pastagens, silvicultura, conservação ambiental ou uso restrito. Terrenos com declividades acima de 45% possuem alto risco de erosão, inviabilidade de uso de maquinário agrícola e maiores restrições legais para supressão vegetal, conforme estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro.

O tratamento das informações pode fornecer diferentes variáveis para caracterização do relevo do imóvel, como:

- Área tratorável – Variável quantitativa expressa em hectares que representa a área ser considerada tratável com trator agrícola (tratorável) de cada dado pesquisado. Conforme EMPRAPA áreas classificadas como planas e suavemente onduladas são consideradas tratoráveis e áreas onduladas são consideradas tratoráveis com restrições.

- Fator declividade - Variável quantitativa expressa valores absolutos que representa a declividade média de cada dado pesquisado, o valor varia de 1 a 6, sendo obtido através da média ponderada das declividades de cada dado, sendo que quanto mais próximo de 1 mais plano é o terreno.
- Análise qualitativa – A depender da experiência do avaliador com base nas quantidades de classes de declividade pode ser criar uma variável que caracterize a topografia de forma qualitativa, exemplo: 3 – Planas e suave ondulado; 2 – ondulado e forte ondulado ; 1 – Montanhoso e forte montanhoso.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a aplicabilidade e a eficiência do geoprocessamento como ferramenta de apoio à engenharia de avaliações, por meio da aquisição, espacialização e análise de variáveis geográficas e territoriais relevantes para a valoração de imóveis rurais e urbanos.

Através da integração de dados vetoriais e matriciais em ambiente SIG (utilizando o QGIS), foi possível estruturar um conjunto robusto de informações sobre atributos físicos, ambientais, socioeconômicos e locais dos imóveis em estudo. A utilização de fontes públicas confiáveis, como o CAR, SIGEF, IBGE, INMET, IGAM, DNIT e TOPODATA, reforça a replicabilidade do método, além de demonstrar a viabilidade técnica e econômica da abordagem.

A espacialização de variáveis como hidrografia, tipo de solo, precipitação, malha viária, PIB municipal e declividade permitiu análises precisas, contribuindo para a identificação de restrições ao uso, potencial produtivo e características que influenciam diretamente o valor de mercado dos imóveis. A reclassificação do relevo segundo a Embrapa (1979), por exemplo, evidenciou as limitações físicas associadas à declividade e sua implicação na aptidão agrícola, uso do solo e mecanização.

A principal contribuição deste trabalho está na sistematização do processo de coleta e tratamento de dados espaciais para fins de avaliação, demonstrando que o geoprocessamento, quando aplicado com critérios técnicos e normas adequadas (como a NBR 14.653), é capaz de ampliar a precisão, a transparência e a fundamentação técnica dos laudos avaliativos.

Como desdobramento, o método pode ser aprimorado com a integração de variáveis adicionais (uso do solo, cobertura vegetal, restrições legais) e com a utilização de modelos estatísticos ou multicritério, permitindo análises mais profundas e aplicáveis a diferentes contextos geográficos.

Assim, conclui-se que a utilização do geoprocessamento na engenharia de avaliações representa uma abordagem inovadora e eficaz, especialmente em áreas com grande extensão territorial e variabilidade ambiental, promovendo maior objetividade e qualidade nos estudos de valor de imóveis.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. Análise topográfica e geoprocessamento na avaliação imobiliária. *Revista Brasileira de Geotecnologia*, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1 – Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2 – Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-3 – Avaliação de bens – Parte 3: Imóveis rurais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BURROUGH, P. A. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- FERRARI, A. *Avaliação de imóveis: teoria e prática*. São Paulo: Editora XYZ, 2018.
- GONÇALVES, R. *Métodos de avaliação imobiliária*. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2017.
- GONZALEZ, A. *QGIS: a complete guide*. New York: XYZ Press, 2018.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- INCRA. **Sistema de Gestão de Imóveis Rurais (SIGEF)**. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/regularizacao-fundiaria/sigef>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- LIMA, R. S.; SOUZA, F. A.; PEREIRA, T. M. **Análise de modelos digitais de terreno: comparação de métodos de interpolação**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 49, n. 2, p. 123-135, 2019.
- MAGUIRE, D. J. **An overview of geographic information systems**. *Geographical Information Systems*, v. 1, p. 1-10, 1991.
- MARTINS, L. **Tecnologias emergentes em geoprocessamento para avaliações imobiliárias**. *Revista do IBAPE*, v. 18, n. 1, p. 78-90, 2023.
- MELO, R. A. **A importância da regularização fundiária para o desenvolvimento sustentável**. *Revista de Políticas Públicas*, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2020.
- OLIVEIRA, M. *Variáveis na avaliação de imóveis: uma abordagem prática*. Curitiba: Editora GHI, 2020.
- OLIVEIRA, M. A. **Tecnologias de geoprocessamento na regularização fundiária: o papel dos drones e imagens de satélite**. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 50, n. 3, p. 123-135, 2022.
- PEREIRA, T. **Variáveis espaciais na avaliação de imóveis: uma abordagem prática**. *UPAV*, v. 10, n. 3, p. 34-50, 2021.
- SILVA, J. *Planejamento e execução de avaliações imobiliárias*. Belo Horizonte: Editora DEF, 2019.
- SILVA, J. R. *ArcGIS: ferramentas e aplicações*. São Paulo: Editora ABC, 2020.