v7.n12.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ANÁLISE ESPACIAL MULTICRITÉRIO PARA IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE APTAS A LOTEAMENTOS URBANOS

MULTICRITERIA SPATIAL ANALYSIS FOR IDENTIFYING AND CLASSIFYING POTENTIALLY SUITABLE AREAS FOR URBAN LAND SUBDIVISION

ANÁLISIS ESPACIAL MULTICRITERIO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALMENTE APTAS PARA PARCELACIONES URBANAS

Luciano Aparecido Barbosa[1], Jeferson Pedro Campos da Silva[2], Leonardo de Souza Ferreira[2], Thaís Rodrigues de Oliveira[2], Henrique Candido de Oliveira[1], Fernando Feitosa Monteiro[1], Creso de Franco Peixoto[1], Lucas Jamiro Barbosa[3]

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i12.9397

PUBLICADO: 12/2026

RESUMO

O rápido processo de urbanização exige métodos estruturados de planejamento territorial para disciplinar a expansão urbana e subsidiar a prevenção de ocupações em áreas ambientalmente frágeis. O objetivo deste trabalho é identificar, classificar e hierarquizar espacialmente áreas potencialmente aptas à implantação de novos loteamentos urbanos nos municípios de Artur Nogueira (SP), Mogi Mirim (SP) e Cabo Verde (MG), configurando uma avaliação preliminar de aptidão territorial. A metodologia integrou ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), processamento digital de imagens orbitais e o método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Os critérios de análise foram divididos em restritivos (declividade > 30%, Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Proteção Ambiental, áreas externas ao perímetro urbano/expansão e glebas inferiores a 30.000 m²) e relativos (acessibilidade viária, zoneamento urbano, declividade e pedologia). A matriz de comparação par a par conferiu maior peso à acessibilidade viária (53,8%) e ao zoneamento (23,3%), apresentando Razão de Consistência de 0,06 (RC < 0,10), o que indica consistência aceitável dos julgamentos. Como resultado, identificaram-se 6.312,93 ha de áreas potencialmente aptas (nota > 7,0) em Artur Nogueira (35,46% do território municipal, com 4.558,96 ha na faixa superior a 9,0), 1.954,36 ha em Mogi Mirim (3,92% do município, sendo 640,64 ha com nota superior a 9,0) e 185,10 ha em Cabo Verde (0,50% do território, integralmente abaixo da nota 8,0). Em Artur Nogueira e Mogi Mirim, as áreas prioritárias concentram-se de forma contígua ao perímetro urbano consolidado, apresentando condições espaciais potencialmente favoráveis à expansão urbana segundo os critérios adotados, enquanto Cabo Verde apresentou severa restrição topográfica. Conclui-se que a integração entre geoprocessamento e decisão multicritério constitui um instrumento preliminar de apoio à decisão, capaz de conferir maior rastreabilidade e transparência técnica para subsidiar gestores públicos na revisão de Planos Diretores.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Parcelamento do solo. Análise multicritério. Planejamento urbano. Sistemas de informação geográfica.

ABSTRACT

The rapid urbanization process requires structured territorial planning methods to regulate urban expansion and support the prevention of occupation in environmentally fragile areas.

[1] Doutor. UNICAMP.
[2] Especialista. UNICAMP.
[3] Mestre. UFPR.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

The objective of this study is to identify, classify, and spatially prioritize potentially suitable areas for the implementation of new urban land subdivisions in the municipalities of Artur Nogueira (SP), Mogi Mirim (SP), and Cabo Verde (MG), Brazil, constituting a preliminary territorial suitability assessment. The methodology integrated Geographic Information System (GIS) tools, digital orbital image processing, and the Analytic Hierarchy Process (AHP) multicriteria method. The analysis criteria were divided into restrictive (slope > 30%, Permanent Preservation Areas, Environmental Protection Areas, areas outside the urban/expansion perimeter, and land parcels smaller than 30,000 m²*) and relative (road accessibility, urban zoning, slope, and pedology). The pairwise comparison matrix assigned greater weight to road accessibility (53.8%) and zoning (23.3%), yielding a Consistency Ratio of 0.06 (*CR < 0.10*), which indicates acceptable consistency of judgments. As a result,* 6,312.93 ha *of potentially suitable areas (score > 7.0) were identified in Artur Nogueira (35.46% of the municipal territory, with* 4,558.96 ha *scoring above 9.0),* 1,954.36 ha *in Mogi Mirim (3.92% of the municipality, with* 640.64 ha *scoring above 9.0), and* 185.10 ha *in Cabo Verde (0.50% of the territory, entirely below a score of 8.0). In Artur Nogueira and Mogi Mirim, priority areas are concentrated contiguously to the consolidated urban perimeter, presenting potentially favorable spatial conditions for urban expansion according to the adopted criteria, whereas Cabo Verde exhibited severe topographic constraints. It is concluded that the integration of geoprocessing and multicriteria decision-making constitutes a preliminary decision-support tool capable of providing greater traceability and technical transparency to assist public managers in revising Master Plans.*

KEYWORDS: *Geoprocessing. Land subdivision. Multicriteria analysis. Urban planning. Geographic information systems.*

RESUMEN

El rápido proceso de urbanización exige métodos estructurados de planificación territorial para disciplinar la expansión urbana y subsidiar la prevención de ocupaciones en áreas ambientalmente frágiles. El objetivo de este trabajo es identificar, clasificar y jerarquizar espacialmente áreas potencialmente aptas para la implantación de nuevas parcelaciones urbanas en los municipios de Artur Nogueira (SP), Mogi Mirim (SP) y Cabo Verde (MG), configurando una evaluación preliminar de aptitud territorial. La metodología integró herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), procesamiento digital de imágenes orbitales y el método multicriterio Analytic Hierarchy Process (AHP). Los criterios de análisis se dividieron en restrictivos (pendiente > 30%, Áreas de Preservación Permanente, Áreas de Protección Ambiental, áreas externas al perímetro urbano/expansión y terrenos inferiores a 30.000 m²*) y relativos (accesibilidad vial, zonificación urbana, pendiente y edafología). La matriz de comparación por pares otorgó mayor peso a la accesibilidad vial (53,8%) y a la zonificación (23,3%), presentando una Razón de Consistencia de 0,06 (*RC < 0,10*), lo que indica una consistencia aceptable de los juicios. Como resultado, se identificaron* 6.312,93 ha *de áreas potencialmente aptas (puntuación > 7,0) en Artur Nogueira (35,46% del territorio municipal, con* 4.558,96 ha *en el rango superior a 9,0),* 1.954,36 ha *en Mogi Mirim (3,92% del municipio, siendo* 640,64 ha *con puntuación superior a 9,0) y* 185,10 ha *en Cabo Verde (0,50% del territorio, íntegramente por debajo de la puntuación 8,0). En Artur Nogueira y Mogi Mirim, las áreas prioritarias se concentran de forma contigua al perímetro urbano consolidado, presentando condiciones espaciales potencialmente favorables para la expansión urbana según los criterios adoptados, mientras que Cabo Verde presentó una severa restricción topográfica. Se concluye que la integración entre geoprocesamiento y decisión multicriterio constituye un instrumento preliminar de apoyo a la decisión, capaz de conferir mayor trazabilidad y transparencia técnica para subsidiar a los gestores públicos en la revisión de los Planes Directores.*

PALABRAS CLAVE: *Geoprocesamiento. Fraccionamiento del suelo. Análisis multicriterio. Planificación urbana. Sistemas de información geográfica.*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a expansão urbana impôs desafios à gestão territorial e ao planejamento das cidades brasileiras (Polidoro; Lollo; Barros, 2012). O aumento da demanda por novas parcelas habitacionais frequentemente pressiona ecossistemas frágeis e eleva os custos de implantação de infraestruturas públicas essenciais, como vias de circulação, saneamento e redes de energia (Polidoro; Lollo; Barros, 2012; Zazyki; Marin; Moura, 2020). Nesse cenário, o parcelamento do solo urbano — regulamentado fundamentalmente pela Lei Federal nº 6.766/1979 e sustentado pelas diretrizes do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) e do Plano Diretor municipal — surge como o principal instrumento para disciplinar o crescimento urbano, exigindo conciliação entre viabilidade econômica, equidade social e preservação ambiental (Machado; Santos; Cabral, 2022).

Embora a literatura apresente aplicações integrando SIG e análise multicritério, muitos modelos convencionais de seleção de áreas tratam as restrições ambientais e os parâmetros urbanísticos de forma fragmentada ou desconsideram o recorte mínimo operacional das glebas, além de frequentemente carecerem de validação comparativa entre realidades geomorfológicas distintas. Diante dessa lacuna, a presente investigação busca responder à seguinte questão norteadora: *como a integração entre restrições normativo-ambientais e critérios locacionais ponderados via AHP comporta-se na identificação preliminar de áreas potencialmente aptas ao parcelamento urbano em municípios com características topográficas contrastantes?* Para tanto, selecionaram-se os municípios paulistas de Artur Nogueira e Mogi Mirim — caracterizados por relevo predominantemente plano a suave ondulado e dinâmicas de expansão contígua — e o município mineiro de Cabo Verde, situado no sul de Minas Gerais, selecionado por apresentar relevo acidentado e fortes condicionantes topográficas. Delimita-se o alcance desta pesquisa como uma avaliação espacial preliminar de aptidão territorial, não substituindo estudos geotécnicos, ambientais, econômicos ou procedimentos formais de licenciamento urbanístico.

A relevância e justificativa deste trabalho fundamentam-se na urgência de substituir métodos empíricos ou subjetivos de tomada de decisão por abordagens analíticas robustas, ágeis e replicáveis no planejamento espacial urbano. A decisão sobre projetos de loteamento envolve múltiplas variáveis concorrentes. Elas incluem restrições físico-ambientais (declividade do terreno e proximidade a Áreas de Preservação Permanente), condicionantes normativo-legais (zoneamento e perímetro urbano) e fatores operacionais (acessibilidade à malha viária existente). A integração de dados geoespaciais em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), combinada à técnica multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pode

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

oferecer um arcabouço científico relevante para a ponderação dessas variáveis com objetividade e rigor matemático (Omar; Raheem, 2016).

A determinação e a hierarquização espacial de áreas aptas à implantação de loteamentos urbanos constituíram o objetivo do estudo. Para tanto, foram integrados dados orbitais abertos, modelos digitais de elevação e bases cartográficas oficiais por meio de modelagem multicritério AHP em ambiente SIG.

O método proposto filtra o território municipal e identifica polígonos física e legalmente viáveis ao parcelamento. Em seguida, ranqueia as glebas por aptidão para orientar a seleção no loteamento urbano. Nos municípios com topografia predominantemente plana, as áreas prioritárias parecem ser contíguas ao perímetro urbano consolidado. Nesse sentido, elas constituem eixos de expansão que favorecem a otimização da infraestrutura existente e a prevenção da ocupação de zonas ambientais protegidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O processo de expansão urbana e o parcelamento do solo

A expansão urbana é um processo contínuo, com intensidade variável ao longo do tempo. No Brasil, a dinâmica populacional experimentou expressiva transformação a partir de meados do século XX, impulsionada por intensos fluxos migratórios internos entre a década de 1960 e o final dos anos 1980. Enquanto no século XIX a população urbana representava apenas cerca de 6% do total de habitantes, atingiu 31,2% em 1940, atingiu 84,4% em 2010 (Zazyki; Marin; Moura, 2020) e alcançou 87,4% no Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2024).

A urbanização acelerada sem planejamento territorial adequado pode intensificar a pressão socioambiental e valorizar desproporcionalmente os solos centrais. Como reflexo, as parcelas populacionais de menor renda tendem a ocupar áreas periféricas e desvalorizadas, muitas vezes expostas a riscos ambientais, tais como margens de cursos d'água, encostas declivosas, terrenos sujeitos a inundações e Unidades de Conservação (Santos; Pedroso, 2021).

O ordenamento do solo urbano insere-se no âmbito das competências municipais respaldadas pelo Art. 30 da Constituição Federal de 1988. Sob o amparo da Lei Federal nº 6.766/1979 e do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), o parcelamento do solo — efetuado via loteamento ou desmembramento — pode constituir um dos principais instrumentos estruturadores da malha urbana. Por definição, o loteamento envolve a divisão de glebas voltada à edificação com a consequente abertura ou ampliação de vias públicas de circulação. Projetos de loteamento devem equilibrar viabilidade econômica, equidade social e preservação ambiental.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Também devem prever infraestrutura básica (redes de água, esgoto, energia e vias) e espaços para equipamentos comunitários.

2.2. Sistemas de informação geográfica (SIG) e decisão espacial

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas especializados para coletar, armazenar, manipular, analisar e visualizar dados espacialmente referenciados (Chang, 2017). Conforme conceituação consolidada na literatura, a informação geográfica distingue-se por ser multidimensional, de elevado volume e dependente do nível de resolução espacial e temporal.

A hierarquização dos planos de informação organiza dados brutos em informações relevantes à tomada de decisão. A interpretação contextual, análise espacial e a experiência convertem informação em conhecimento. A integração de múltiplos bancos de dados validados gera evidências, sustentando, em última instância, a sabedoria nesse processo de tomada de decisões estratégicas e na formulação de políticas públicas (Anelli; Tajani, 2023). Os componentes essenciais que integram a estrutura anatômica de um SIG englobam: *hardware*, *software*, dados, procedimentos, redes e pessoas (Saeidi; Zardiny, 2026).

2.3. Análise multicritério de decisão (MCDM)

A tomada de decisão espacial pode exigir a ponderação simultânea de variáveis concorrentes, restrições legais e critérios ambientais. Os Métodos Multicritérios de Decisão (MCDM) podem fornecer o arcabouço matemático necessário para estruturar essa análise de forma objetiva (Ferretti; Montibeller, 2016).

Entre os métodos MCDM, destaca-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), proposto por Saaty (1990). O AHP utiliza comparações par a par entre os critérios de decisão, empregando uma escala fundamental de importância relativa que varia de 1 (igual importância) a 9 (importância extrema). A partir do preenchimento da matriz de comparação, determinam-se os pesos relativos dos critérios via normalização. A consistência lógica dos julgamentos é aferida por meio do Índice de Consistência (IC) e da Razão de Consistência (RC), aceitando-se a matriz quando RC < 0,10. Cabe destacar, contudo, que a consistência matemática dos julgamentos (RC < 0,10) assegura apenas a coerência lógica das comparações realizadas pelos especialistas, não equivalendo à robustez estatística da classificação nem comprovando, isoladamente, a validade territorial, jurídica ou ambiental do modelo. Além disso, o método apresenta limitações inerentes à subjetividade na atribuição dos pesos e à dependência da qualidade e da escala das bases cartográficas empregadas (Ferretti; Montibeller, 2016).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A combinação do método AHP com ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG pode possibilitar a geração de mapas temáticos de aptidão e adequação do solo para o planejamento imobiliário e urbano (Topuz; Deniz, 2023).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo e base de dados

A integração de dados provenientes de diferentes escalas e resoluções espaciais — especificamente os limites municipais do IBGE (escala 1:250.000) e o Modelo Digital de Elevação ALOS PALSAR (resolução espacial de 12,5 m) — impõe limitações quanto à precisão posicional e à generalização cartográfica nas bordas municipais. Para mitigar distorções topológicas, todas as camadas foram reprojetadas para um único sistema de referência (SIRGAS 2000 / UTM zona 23S) e os limites oficiais do IBGE foram utilizados estritamente como máscara de recorte macro-territorial, prevalecendo os vetores municipais locais para a delimitação dos perímetros urbanos. Reconhece-se, contudo, que a incerteza posicional inerente à escala 1:250.000 restringe o uso dos resultados à escala de planejamento regional/municipal preliminar, demandando levantamentos planialtimétricos cadastrais em nível de projeto executivo.

A inclusão de Minas Gerais decorreu de um critério relacionado ao relevo (elevação do terreno), tendo sido selecionado um município da região Sul do estado caracterizado por relevo acidentado. Para a elaboração dos critérios espaciais, foram adquiridos e processados os seguintes planos de informação:

- Limites Municipais: Base cartográfica digital contínua dos municípios brasileiros na escala 1:250.000 (IBGE, 2022), complementada pelos vetores de perímetro urbano cedidos pelas secretarias municipais.
- Modelo Digital de Elevação (MDE): Dados radiometricamente corrigidos do sensor PALSAR a bordo do satélite ALOS, com resolução espacial de 12,5 m (ASF, 2011).
- Imagens de Satélite: Mosaicos anuais medianos livres de nuvens compostos por cenas dos satélites CBERS-4A, sensor WPM (INPE, 2025), e Sentinel-2, sensor MSI (ESA, 2025), processados em nuvem na plataforma *Google Earth Engine* (Gorelick *et al.*, 2017).
- Dados Pedológicos: Mapeamento exploratório de solos em escala regional disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).
- **Hidrografia:** Base hidrográfica ottocodificada da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

- Rede Viária: Vetores da malha viária extraídos da base colaborativa *OpenStreetMap* via repositório Geofabrik (OpenStreetMap Contributors, 2025).

3.2. Estruturação e definição dos critérios espaciais

Os fatores de análise foram classificados segundo a Lei Federal nº 6.766/1979 e os parâmetros de sustentabilidade urbana em **Critérios Restritivos** (fatores de exclusão binária) e **Critérios Relativos** (fatores de aptidão graduada):

3.2.1. Critérios restritivos (exclusivos)

1. Declividade ≥ 30% (inclinação ≥ 16,7º): Embora o Art. 3º da Lei Federal nº 6.766/1979 admita o parcelamento em terrenos com declividade igual ou superior a 30% mediante o atendimento de exigências específicas das autoridades competentes, adotou-se neste modelo a exclusão integral dessas áreas como critério técnico conservador, visando mitigar riscos geotécnicos e custos elevados de terraplenagem e contenção.
2. Áreas de Preservação Permanente (APP) e Inundação: Foi aplicado um *buffer* automatizado de 30 metros ao longo da rede hidrográfica disponível na base da ANA, correspondente à faixa marginal mínima prevista no Art. 4º da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal) para cursos d'água com largura inferior a 10 metros. Ressalva-se que essa adoção representa uma simplificação operacional do modelo, uma vez que a largura real das APPs varia conforme a largura efetiva do leito regular e a legislação municipal específica.
3. Áreas de Proteção Ambiental (APA): Diferentemente das APPs (áreas *non aedificandi*), as APAs constituem Unidades de Conservação de Uso Sustentável que não proíbem integralmente o parcelamento urbano, condicionando-o ao seu Plano de Manejo e zoneamento específico. Contudo, dado o histórico de crise hídrica e proteção de mananciais nos municípios investigados, optou-se pela exclusão conservadora das zonas de APA sobrepostas no modelo preliminar.
4. Áreas Rurais: Terrenos situados externamente ao perímetro urbano ou às zonas de expansão urbana definidas pelos respectivos Planos Diretores foram excluídos, em conformidade com o Art. 3º da Lei nº 6.766/1979.
5. Dimensão Mínima da Gleba (30.000 m^2): Excluíram-se polígonos remanescentes contínuos inferiores a 30.000 m² (3 ha). Este parâmetro foi adotado como critério operacional e econômico de viabilidade do modelo, considerando que, após as doações obrigatórias de áreas públicas (sistema viário, áreas verdes e institucionais, que frequentemente alcançam 35% a 40%

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

da gleba), áreas inferiores a esse patamar tendem a apresentar baixo aproveitamento comercial para loteamentos convencionais.

3.2.2. Critérios relativos (fatores ponderados na matriz AHP)

Para manter total coerência com a matriz de comparação par a par, os quatro critérios relativos ponderados no modelo foram:

1. Acessibilidade / Proximidade à Rede Viária (C3): Calculada a partir da distância euclidiana em relação às vias principais (rodovias e vias arteriais/coletoras extraídas do OSM). Ressalta-se que a distância geométrica atua neste estudo estritamente como indicador de proximidade espacial à infraestrutura viária existente, não avaliando conectividade efetiva, barreiras físicas ou oferta de transporte coletivo.
2. Zoneamento e Proximidade ao Perímetro Urbano Consolidado (C4): Priorização de áreas inseridas nas zonas de expansão urbana e adjacentes à malha consolidada, favorecendo o adensamento contíguo.
3. Declividade (C1): Reclassificação contínua das inclinações inferiores a 30%, atribuindo-se notas máximas às áreas planas (0% a 8%) e notas decrescentes às faixas mais onduladas.
4. Pedologia / Tipo de Solo (C2): Ponderação baseada nas classes pedológicas do IBGE, privilegiando solos profundos e bem drenados (como Latossolos e Argissolos) em detrimento de solos hidromórficos ou rasos. (Nota: As camadas de uso e cobertura do solo geradas via Random Forest atuaram como filtro auxiliar/penalizador na reclassificação, priorizando áreas antropizadas/pastagens e restringindo remanescentes de vegetação nativa).

3.3. Processamento digital e classificação de imagens

O processamento das imagens multiespectrais seguiu duas etapas principais:

1. Pré-processamento e Tratamento: No QGIS (versão 3.x), os rasters foram recortados pela máscara do município e reprojetados para o Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000 / UTM zona 23S (EPSG:31983). Em seguida, foi realizada a fusão de bandas (*Pansharpening* via transformação Brovey) para obtenção de imagens com uma melhor resolução espacial.
2. Classificação do Uso do Solo: A classificação supervisionada foi executada na plataforma *Google Earth Engine* (GEE) utilizando o algoritmo *Random Forest* configurado com 10 árvores de decisão (*nTrees* = 10). Para minimizar interferências atmosféricas, empregou-se a técnica de composição temporal

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

(*compositing*), gerando um mosaico livre de nuvens a partir das cenas disponíveis ao longo do ano anterior à realização do estudo. Foram coletadas 590 amostras distribuídas entre quatro classes temáticas: água (100 amostras), vegetação (100 amostras), área construída (290 amostras, englobando malha urbana, vias asfaltadas e galpões industriais) e solo exposto (100 amostras). O conjunto amostral foi particionado aleatoriamente em aproximadamente 70% para treinamento e 30% para validação (161 amostras de validação) para avaliação de desempenho por meio de matriz de confusão, calculando-se a Acurácia Global, o Índice Kappa e os erros de omissão e comissão.

3.4. Modelagem multicritério AHP e álgebra de mapas

A atribuição dos pesos foi conduzida por meio da consulta a um painel de avaliadores composto por profissionais pós-graduandos — majoritariamente engenheiros civis — reunidos no âmbito de uma disciplina de pós-graduação dedicada à temática. Os 22 participantes foram organizados em três grupos de trabalho multidisciplinares, selecionados por sua atuação técnica nas áreas de infraestrutura urbana, geotecnologias e planejamento territorial. Cada grupo preencheu matrizes de comparação par a par com base na escala fundamental de Saaty (1 a 9). Os julgamentos individuais foram discutidos em rodadas de consenso interno até que a dispersão das avaliações se estabilizasse, sendo posteriormente consolidados por meio da **média geométrica** — procedimento recomendado para preservar a propriedade recíproca das matrizes de julgamento em grupo (Saaty, 1980; Sánchez Flores; Rodríguez Sosa, 2017). Os critérios relativos seguiram o procedimento descrito por Saaty (1980) para o Processo Analítico Hierárquico (AHP):

1. Construção da Matriz de Comparação Par a Par com base na literatura técnica e consulta a especialistas. A importância de cada variável reclassificada foi avaliada por meio de rodadas sucessivas de julgamento até que a variabilidade fosse inferior a um desvio padrão (Sánchez Flores; Rodríguez Sosa, 2017).
2. Normalização da matriz pela divisão de cada elemento pela soma de sua respectiva coluna, obtendo-se o vetor de pesos (autovetor de prioridades) por meio da média aritmética das linhas da matriz normalizada.
3. Verificação da consistência por meio do cálculo do autovalor máximo $\lambda_{máx}$, do Índice de Consistência ($IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n-1}, onde\ n\ é\ o\ número\ de\ critérios$) e da Razão de Consistência ($RC =$

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

$\frac{IC}{IA}$, *sendo IA o Índice Aleatório tabelado por Saaty para* $n = 4$, *equivalente a* $0{,}9$).

Por fim, as áreas contíguas foram reclassificadas e padronizadas em uma escala comum de aptidão (ex: de 1 a 10); em seguida, aplicou-se álgebra de mapas em ambiente SIG, mediante a multiplicação de cada camada por seu peso e a sobreposição dos filtros restritivos booleanos, o que permitiu a geração do Mapa Final de Aptidão Territorial para Loteamentos Urbanos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ponderação dos critérios e análise de consistência (AHP)

A definição dos pesos para a integração dos critérios em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi realizada mediante o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1980, 1990). A Tabela 1 apresenta a matriz de comparação par a par adotada no mapeamento dos municípios estudados. A ordenação de prioridades sugere maior peso relativo para a Acessibilidade a Vias (C3) e o Zoneamento/Perímetro Urbano (C4), enquanto a Declividade (C1) e o Tipo de Solo (C2) parecem apresentar pesos menores. Este comportamento reflete a priorização de fatores de conectividade logística e conformidade legal em detrimento das características geofísicas intrínsecas, consideradas satisfatórias na maior parte da área de estudo.

Tabela 1. Matriz de comparação par-a-par dos critérios de decisão (Escala de Saaty).

Critérios	Declividade (C1)	Tipo de Solo (C2)	Acessibilidade (C3)	Zoneamento (C4)
Declividade (C1)	1	2	1/5	1/3
Tipo de Solo (C2)	1/2	1	1/4	1/2
Acessibilidade (C3)	5	4	1	3
Zoneamento (C4)	3	2	1/3	1

Fonte: os autores (2026).

A hierarquização dos critérios fundamenta-se em fatores econômicos, jurídicos e operacionais associados ao parcelamento do solo.

1. Acessibilidade a Vias (53,8% do peso total): A proximidade ao sistema viário existente minimiza investimentos em obras de abertura de acessos e impulsiona a atratividade comercial e habitacional do empreendimento.
2. Zoneamento e Perímetro Urbano (23,3%): A localização em zona urbana, de expansão urbana ou de urbanização específica é requisito jurídico para o parcelamento urbano (Moretti, 2025) e pode favorecer o aproveitamento da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

infraestrutura já instalada (Polidoro; Lollo; Barros, 2012), enquanto a conversão de áreas rurais para finalidades urbanas exige procedimentos legais específicos.

3. Declividade (12,7%): Relevos íngremes elevam os custos de terraplenagem, contenção e drenagem pluvial (Fujihira, 2023), embora consistam em limitações superáveis, ressalvadas as restrições para terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo atendimento às exigências específicas das autoridades competentes (Freitas, 2021). Neste modelo, respeitou-se o limite de 30% estabelecido pela Lei Federal nº 6.766/1979.
4. Tipo de Solo / Pedologia (10,2%): As características pedológicas (Argissolos e Latossolos) influenciam a engenharia de fundações e devem ser consideradas na avaliação geotécnica do terreno (Santos; Nóbrega; Costa, 2023).

A normalização da matriz consolidada resultou no vetor de prioridade final: 53,8% (Acessibilidade), 23,3% (Zoneamento), 12,7% (Declividade) e 10,2% (Tipo de Solo). A verificação da consistência forneceu uma Razão de Consistência (RC) de 0,06, valor inferior ao limite estipulado de 0,10 (Saaty, 1980), indicando coerência lógica aceitável nos julgamentos. As matrizes elaboradas pelos demais grupos de avaliadores produziram razões de consistência de 0,046 e 0,077, demonstrando que todas as equipes alcançaram níveis satisfatórios de consistência interna (RC < 0,10). Contudo, ressalta-se que a consistência matemática isolada não atesta a estabilidade espacial do modelo. A adoção da matriz apresentada na Tabela 1 (RC = 0,06) fundamentou-se no alinhamento técnico de sua distribuição de pesos com os condicionantes operacionais e legais do parcelamento urbano, privilegiando a conectividade viária e a conformidade de zoneamento. Como limitação desta etapa, registra-se que não foi conduzida análise de sensibilidade espacial para quantificar as variações na extensão das áreas aptas diante das matrizes alternativas, procedimento recomendado para investigações futuras.

4.2. Mapeamento temático e análise espacial de sobreposição dos dados

O processamento digital das imagens de satélite via plataforma *Google Earth Engine* (GEE) indicou que a maior parte dos territórios dos municípios estudados é ocupada por atividades agropecuárias e solo exposto em torno do núcleo urbano consolidado. Sob a perspectiva do planejamento territorial, tais superfícies constituem a classe ideal para expansão e implantação de novos parcelamentos, reduzindo a pressão sobre remanescentes de vegetação nativa.

A análise topográfica derivada do Modelo Digital de Elevação (MDE) demonstrou que os municípios paulistas apresentam relevo predominantemente plano a suave ondulado (declividades entre 0% e 8%), com raras parcelas ultrapassando o patamar restritivo de 30%.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Entretanto, o município mineiro (Cabo Verde - MG) apresenta um percentual de apenas 8% da área do município referente à mesma classe de declividade (entre 0% e 8%), valores que indicam a característica acidentada do relevo topográfico para esta região de Minas Gerais.

O cruzamento vetorial dos limites municipais, malha viária, hidrografia (com faixas de APP de 30 metros) e Unidades de Conservação (APAs) gerou o Mapa de Critérios. Constatou-se uma expressiva sobreposição entre a zona urbana definida pelo Plano Diretor e áreas de APA. Esse cenário decorre de adequações históricas dos municípios para proteção de mananciais de abastecimento público frente a crises hídricas, exigindo critérios rigorosos de sustentabilidade no licenciamento ambiental de novos projetos.

A classificação supervisionada do uso e cobertura do solo via *Random Forest* alcançou Acurácia Global de 95,03% e Índice Kappa de 0,93, evidenciando concordância quase perfeita entre o mapeamento gerado e as amostras de referência. A Tabela 2 apresenta a matriz de confusão consolidada e os respectivos erros de omissão e comissão obtidos no conjunto de validação (161 amostras).

Tabela 2. Matriz de confusão e métricas de acurácia da classificação supervisionada (Random Forest)

Classe de Referência / Classificada	Água	Vegetação	Área Construída	Solo Exposto	Total	Erro Omissão (%)
Água	34	0	0	0	34	0,0%
Vegetação	0	24	0	0	24	0,0%
Área Construída	0	0	75	1	76	1,3%
Solo Exposto	0	0	7	20	27	25,9%
Total Classificado	34	24	82	21	161	—
Erro Comissão (%)	0,0%	0,0%	8,5%	4,8%	—	**AG: 95,03% / Kappa: 0,93**

Fonte: Os autores (2026).

Observa-se que as classes *Água* e *Vegetação* apresentaram separabilidade espectral plena (0,0% de erros de omissão e comissão), enquanto a Área *Construída* obteve erro de omissão de apenas 1,3% (erro de comissão de 8,5%). A única confusão relevante ocorreu entre *Solo Exposto* e *Área Construída* (7 amostras classificadas como área construída, gerando erro

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

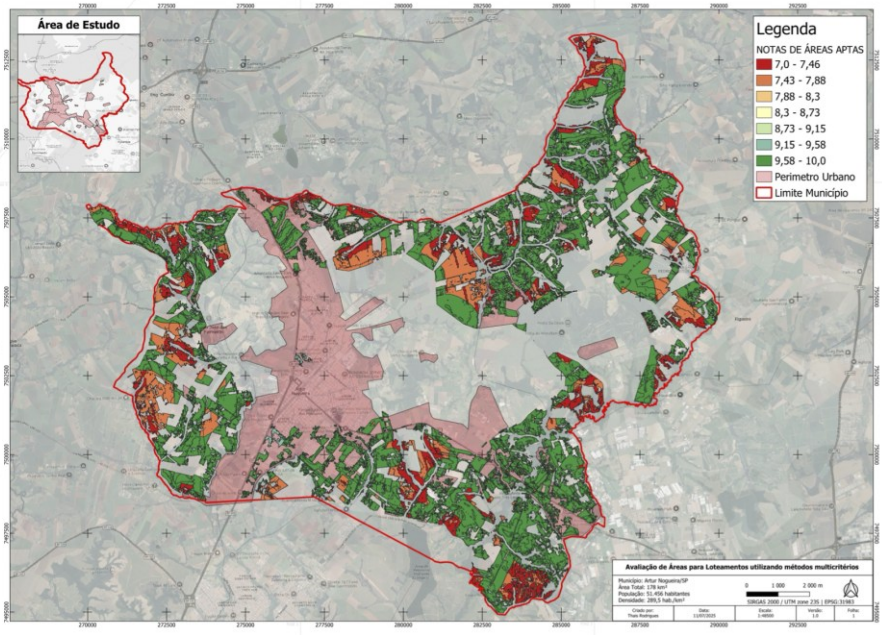
de omissão de 25,9% para solo exposto), comportamento esperado em sensores multiespectrais devido à similaridade de resposta radiométrica entre solos compactados/terraplenados e superfícies impermeabilizadas ou coberturas minerais.

4.3. Mapeamento de aptidão territorial para loteamentos

A álgebra de mapas executada em ambiente SIG sobrepôs os critérios ponderados pelo AHP aos filtros restritivos booleanos (exclusão de APPs, APAs, declividades ≥ 30% e glebas com área contínua inferior a 30.000 m²). Para a apresentação cartográfica dos resultados, elaboraram-se mapas de aptidão territorial para loteamentos urbanos. Estes mapas evidenciam:

- As classes de aptidão sobrepostas à imagem de satélite, permitindo correlacionar visualmente as glebas aptas com a infraestrutura urbana e os usos agrícolas do solo.
- Os polígonos qualificados e suas respectivas notas de aptidão, evidenciando espacialmente os setores vetados pelas restrições legais e ambientais.

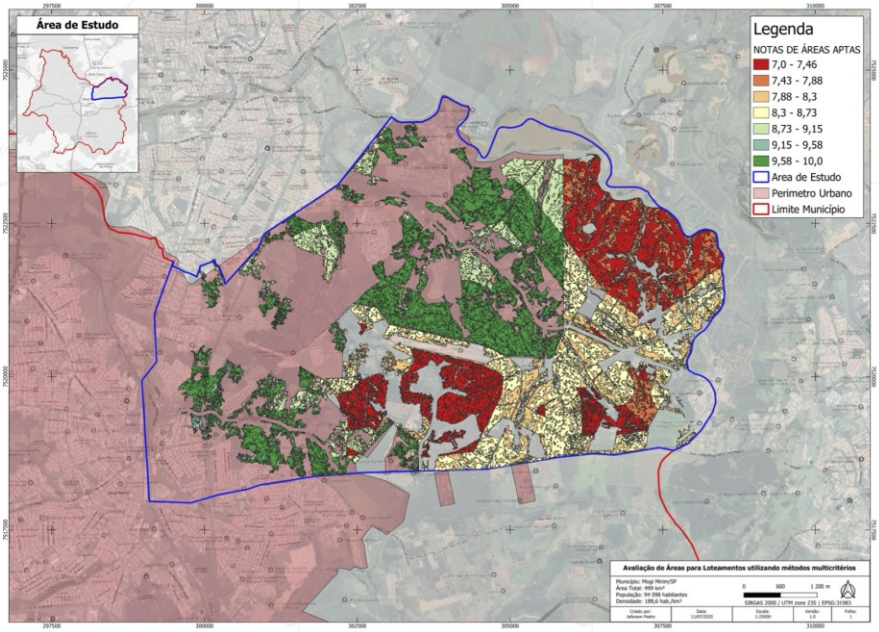
Figura 1. Mapa de áreas aptas ao loteamento no município de Artur Nogueira - SP



Fonte: Autores (2026).

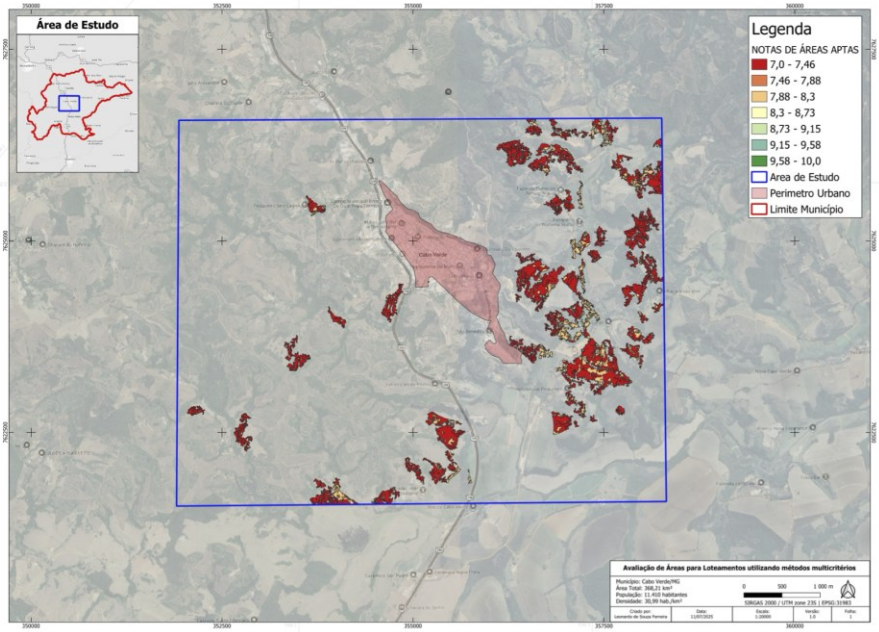
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Mapa de áreas aptas ao loteamento no município de Mogi Mirim - SP



Fonte: Autores (2026).

Figura 3. Mapa de áreas aptas ao loteamento no município de Cabo Verde - MG



Fonte: Autores (2026).

As camadas restritivas (APP, APA, declividade ≥ 30% e áreas externas ao perímetro urbano) foram aplicadas simultaneamente por meio de máscara booleana integrada antes da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

extração das feições finais. Em razão das sobreposições espaciais entre diferentes restrições legais e ambientais no mesmo território — como setores de declividade acentuada coincidentes com APPs ou zonas de APA —, optou-se por quantificar o efeito agregado das exclusões por meio da área líquida remanescente potencialmente apta (nota final superior a 7,0) em cada município, evitando dupla contagem territorial. A Tabela 3 sintetiza o balanço quantitativo entre a área territorial total, a área líquida classificada como apta e sua distribuição segundo as faixas de aptidão.

Tabela 3. Síntese quantitativa das áreas potencialmente aptas (nota > 7,0) por faixa de classificação nos municípios estudados

Município	Área Municipal Total (ha)*	Área Líquida Apta (ha)	Percentual Apto (%)	Faixa de Aptidão (Notas)	Quantidade de Feições	Área por Faixa (ha)	Participação na Área Apta (%)
Artur Nogueira	17.802,6	6.312,93	35,46%	7 a 8	707	1.753,97	27,78%
				8 a 9	0	0	0%
				9 a 10	1.539	4.558,96	72,22%
Mogi Mirim	49.900,0	1.954,36	3,92%	7 a 8	2.011	555,21	28,41%
				8 a 9	3.235	758,52	38,81%
				9 a 10	3.905	640,64	32,78%
Cabo Verde	36.821,0	185,10	0,50%	7 a 8	826	185,10	100%
				8 a 9	0	0	0%
				9 a 10	0	0	0%

Nota: Áreas territoriais oficiais segundo o IBGE. A quantidade de feições corresponde às unidades espaciais vetorizadas resultantes da álgebra de mapas após a aplicação das máscaras restritivas. Fonte: Os autores (2026).

Os dados quantitativos da Tabela 3 corroboram os padrões observados nos mapas temáticos e evidenciam contrastes expressivos entre os três municípios. Artur Nogueira destacou-se pelo maior potencial espacial absoluto e relativo, totalizando 6.312,93 ha aptos (35,46% de seu território), dos quais 72,22% (4.558,96 ha) atingiram notas superiores a 9,0. Esse desempenho reflete a predominância de relevo plano, solos de bom suporte geotécnico (Argissolos e Latossolos) e proximidade inferior a 300 metros da malha viária principal — patamar adotado como referência operacional para minimizar extensões de redes de acesso.

Em Mogi Mirim, embora o município possua a maior extensão territorial total (49.900 ha), a área líquida classificada como potencialmente apta restringiu-se a 1.954,36 ha (3,92% do território), distribuída de forma equilibrada entre as três faixas de nota (640,64 ha acima de 9,0; 758,52 ha entre 8,0 e 9,0; e 555,21 ha abaixo de 8,0). Esse comprometimento espacial decorre principalmente da extensa sobreposição entre o perímetro urbano e as zonas de Área de Proteção Ambiental (APA) destinadas à proteção de mananciais.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

No município de Cabo Verde, em Minas Gerais, a topografia acidentada apresentou-se como importante fator limitante à disponibilidade de áreas potencialmente adequadas ao parcelamento urbano, restringindo a área líquida apta a apenas 185,10 ha (0,50% do município), com todas as feições concentradas na faixa inferior (notas entre 7,0 e 8,0) e nenhuma ocorrência acima de 8,0. A expansão urbana nesse cenário implicaria maiores desafios técnicos de terraplenagem e abertura de vias de conexão, além da necessidade de atender às condicionantes legais específicas caso se opte por intervir em áreas com declividade superior a 30%.

Portanto, infere-se que a priorização de áreas com pontuação superior a 9,0 nos municípios paulistas poderá subsidiar estratégias de expansão urbana mais contígua e com menor dificuldade técnica de implantação, desde que acompanhada de avaliações urbanísticas, ambientais e de infraestrutura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método proposto no presente trabalho, fundamentado na integração entre Sistemas de Informação Geográfica (SIG), processamento de imagens orbitais e a Análise Hierárquica de Processos (AHP), demonstrou ser uma ferramenta estruturada de apoio à decisão espacial para o planejamento territorial preliminar. A modelagem desenvolvida contribui para conferir maior transparência, sistematização e rastreabilidade ao processo de identificação de áreas potencialmente vocacionadas ao loteamento urbano, embora os resultados permaneçam condicionados às escolhas metodológicas e aos julgamentos dos especialistas envolvidos na atribuição dos pesos.

Nos três estudos de caso, o fluxo de trabalho viabilizou o mapeamento e a hierarquização comparativa de glebas potenciais a partir de bases de dados abertas. A integração entre critérios restritivos e relativos permitiu evidenciar o impacto das condicionantes ambientais (APPs e APAs) e topográficas na disponibilidade de terras urbanizáveis, destacando glebas prioritárias no entorno da mancha urbana consolidada nos municípios paulistas.

Entretanto, reconhece-se que o estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados: a dependência da escala e da precisão posicional das bases cartográficas utilizadas (como os limites municipais em 1:250.000); a simplificação das faixas de APP e das restrições de APA; a ausência de validação de campo; a inexistência de análises econômicas detalhadas de custos de implantação; e a não incorporação da capacidade de suporte das redes de saneamento, drenagem e transporte coletivo. Assim, os mapas gerados constituem instrumentos preliminares de triagem territorial e não substituem

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

estudos geotécnicos, ambientais, urbanísticos ou os procedimentos formais de licenciamento. Trabalhos futuros poderão incorporar análises de sensibilidade dos pesos AHP, avaliação de conectividade viária real e indicadores socioambientais para aprimorar o modelo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas (BHO)**. Brasília, DF: ANA, 2020. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/. Acesso em: 15 maio 2025.

ALASKA SATELLITE FACILITY (ASF). **ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected (RTC) Digital Elevation Model**: 12.5 m spatial resolution. Fairbanks: University of Alaska Fairbanks / NASA, 2011. Disponível em: https://search.asf.alaska.edu/. Acesso em: 15 maio 2025.

ANELLI, Debora; TAJANI, Francesco. *Spatial decision support systems for effective ex-ante risk evaluation: An innovative model for improving the real estate redevelopment processes.* **Land Use Policy**, v. 128, p. 106595, 24 fev. 2023.

CHANG, Kang-Tsung. **Geographic Information System**. **International Encyclopedia of Geography**, 3 mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0152>. Acesso em: nov. 2025.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Copernicus Sentinel-2 Multispectral Instrument (MSI) Level-2A Surface Reflectance Dataset**. Paris: ESA, 2025. Disponível em: https://dataspace.copernicus.eu/. Acesso em: 20 maio 2025.

GORELICK, Noel *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18–27, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil**: Pedologia (escala 1:250.000). Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/. Acesso em: 10 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha Municipal Digital do Brasil**: escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html. Acesso em: 10 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2022: 87% da população brasileira vive em áreas urbanas. Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 14 nov. 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41901-censo-2022-87-da-populacao-brasileira-vive-em-areas-urbanas. Acesso em: 27 nov. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de Imagens CBERS-4A**: Sensor WPM (Wide Scan Multispectral and Panchromatic Camera). São José dos Campos: INPE, 2025. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/catalogo/. Acesso em: 20 maio 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

FERRETTI, Valentina; MONTIBELLER, Gilberto. Key challenges and meta-choices in designing and applying multi-criteria spatial decision support systems. **Decision Support Systems**, v. 84, p. 41–52, 25 jan. 2016.

FREITAS, Ruskin. O papel da legislação na promoção do conforto ambiental e da salubridade nas cidades. **Revista de Direito da Cidade**, v. 13, n. 1, 25 mar. 2021.

FUJIHIRA, Kazutoshi. Sustainable Land Development: Biodiversity, Natural Disasters, and Topographic Gradient. *In*: **IntechOpen eBooks**. London: IntechOpen, 2023.

MACHADO, Silvestre Sales; SANTOS, Ciro Meneses; CABRAL, Eloísa Helena de Souza. Planejamento urbano e política habitacional: analisando a relação entre regularização fundiária, especulação imobiliária e problemas socioambientais nas cidades brasileiras. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, 17 dez. 2022.

MORETTI, Ricardo de Sousa. **Critérios de urbanização para empreendimentos habitacionais**. 2025. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18032025-104620/pt-br.html. Acesso em: 8 out. 2026.

OMAR, Najat Qader; RAHEEM, Aram M. Determining the suitability trends for settlement based on multi criteria in Kirkuk, Iraq. **Open Geospatial Data Software and Standards**, v. 1, n. 1, 1 dez. 2016.

OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS. **OpenStreetMap Spatial Data Extracts**: Brazil / Southeast Region. Karlsruhe: Geofabrik GmbH, 2025. Disponível em: https://download.geofabrik.de/. Acesso em: 18 maio 2025.

POLIDORO, Maurício; LOLLO, José Augusto de; BARROS, Mirian Vizintim Fernandes. Urban Sprawl and the Challenges for Urban Planning. **Journal of Environmental Protection**, v. 3, n. 9, p. 1010–1019, 1 jan. 2012.

SAATY, Thomas L. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, Thomas L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9–26, 1 set. 1990.

SAEIDI, Saleh; ZARDINY, Ali Zare. Designing and Implementing a Custom Blockchain for Spatial Data Sharing. **ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences**, p. 655–660, 29 maio 2026.

SÁNCHEZ FLORES, Erick; RODRÍGUEZ SOSA, Marisol. Spatial suitability for urban sustainable densification in a borderland city. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 10, n. 10, p. 266–277, 27 set. 2017.

SANTOS, André de Castro dos; PEDROSO, Nelson Novaes. Mitigation and adaptation of cities to climate change: socio-environmental vulnerabilities and legal conflicts in the protection of urban Permanent Preservation Areas in Brazil. **Revista de Direito da Cidade**, v. 13, n. 4, 10 nov. 2021.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

SANTOS, Leilson Alves dos; NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque; COSTA, Adriana Monteiro da. Predição de solos moles no Brasil: elaboração de uma chave de classificação. **Revista Geociências - UNG-Ser**, v. 21, n. 2, p. 37, 4 set. 2023.

TOPUZ, Mustafa; DENİZ, Mehmet. Application of GIS and AHP for land use suitability analysis: case of Demirci district (Turkey). **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 10, n. 1, 18 mar. 2023.

ZAZYKI, Marco Aurélio Denis; MARIN, Solange Regina; MOURA, Gilnei Luiz de. Impactos da urbanização brasileira e o direito de propriedade. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 17, n. 3, p. 34, 21 out. 2020.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.