

USO GEOPROCESSAMENTO PARA ELABORAÇÃO DE ANTEPROJETO DE LOTEAMENTO DE GLEBAS URBANIZÁVEIS E MODELO PARA CÁLCULO DE ÁREA ÚTIL LOTEÁVEL

Trabalho de Avaliação

FELIPE LOPES SILVEIRA
EDUARDO TADEU POSSAS VAZ DE MELLO
LUCAS TADEU BATISTELE ROMERO

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

USO GEOPROCESSAMENTO PARA ELABORAÇÃO DE ANTEPROJETO DE LOTEAMENTO DE GLEBAS URBANIZÁVEIS E MODELO PARA CÁLCULO DE ÁREA ÚTIL LOTEÁVEL

RESUMO

A área útil loteável é um dos principais parâmetros na avaliação de glebas urbanizáveis, por impactar diretamente a viabilidade econômica, o valor de mercado e o planejamento urbanístico do terreno. A NBR 14653-2:2011, em seu item 11.3, orienta que a avaliação dessas glebas deve ser preferencialmente realizada pelo método comparativo direto de dados de mercado. Contudo, a escassez de dados comparáveis no mercado frequentemente exige a adoção do método involutivo. Nesse contexto, muitos avaliadores ainda utilizam índices obsoletos, como a antiga taxa mínima de doação de 35% para áreas públicas, já revogada pela atualização da Lei nº 6.766/79. Este trabalho aplica técnicas de geoprocessamento na elaboração de anteprojetos voltados à avaliação de glebas urbanizáveis, bem como apresentar uma equação desenvolvida com base em modelo de regressão linear, destinada à estimativa da área útil loteável aplicável em contextos nos quais o avaliador não dispõe das condições necessárias para a elaboração de um projeto básico. O modelo contribui para maior rigor técnico e alinhamento às normas atuais, auxiliando na superação das limitações do método involutivo.

Palavras-chave: Área útil loteável; Avaliação de glebas; Método involutivo; Regressão linear

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



SUMÁRIO

1. EXPOSIÇÃO	4
2. OBJETIVO	6
3. REFERENCIAL TEÓRICO	7
3.1 O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado	7
3.2 - O Método Involutivo	8
3.3 – Legislações	9
3.4 - Geoprocessamento	9
4. METODOLOGIA	11
4.1 Método De Abordagem	11
4.2 Método De Procedimentos	11
4.2.1 Geoprocessamento Na Elaboração De Anteprojetos	12
4.2.2 Equação para estimativa da área útil loteável	16
5. RESULTADOS	19
6. CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	21

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. EXPOSIÇÃO

De acordo com a NBR 14653-2 (2011), que trata das avaliações de imóveis urbanos, uma gleba urbanizável é definida como um terreno que pode receber obras de infraestrutura urbana, com o objetivo de aproveitamento eficiente. Isso significa que essas áreas estão prontas para serem desenvolvidas, seja por meio de loteamentos (divisão em lotes), desmembramentos ou outros empreendimentos, sendo o objetivo desse trabalho a análise de casos em que o aproveitamento eficiente é realizado por meio de loteamentos.

O item 11.3 da NBR 14653-2:2011 determina os procedimentos específicos para avaliação de glebas urbanizáveis, determinando que a avaliação deve ser feita preferivelmente com a utilização do método comparativo direto de dados de mercado. Contudo, são frequentes as situações em que não existe no mercado uma amostra de qualidade, com dados de mercado semelhantes ao avaliando, suficiente para a aplicação desse método. Sendo assim, torna-se necessária a aplicação do método involutivo.

O método involutivo, de acordo com o subitem 7.2.2 da ABNT NBR 14653-1:2019, identifica o valor do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto.

Uma vez que para a avaliação da gleba será necessário a elaboração de projeto de empreendimento hipotético compatível com as características do bem, é fundamental que o profissional de Engenharia de Avaliações compreenda questões relativas ao parcelamento do solo urbano.

Áurea Maia e Quadros Maia (CEF, 2018) destacam a relevância de se considerar adequadamente o empreendimento hipotético na avaliação de glebas urbanizáveis por meio do método involutivo, assegurando sua compatibilidade com as características intrínsecas do imóvel e com as restrições legais incidentes.

Conforme a NBR 14653-2:2011 o nível de detalhamento do projeto hipotético influencia no grau de fundamentação do trabalho, sendo que para atingir o Grau III deve ser apresentado um anteprojeto ou projeto básico, Grau II um estudo preliminar e grau I aproveitamento, ocupação e usos presumidos.

A NBR 14653-2 (ABNT, 2011) admite, em seu Grau I de fundamentação, a representação do aproveitamento e da ocupação da gleba de forma presumida, ou seja, por meio de hipóteses, sem a necessidade da apresentação de um projeto específico. No entanto, autores como Cidade (2020) e Dantas (2005) defendem a elaboração de um projeto de loteamento para a gleba avaliada, não contemplando a possibilidade de presunção no delineamento do empreendimento.

Com os avanços tecnológicos, especialmente no sensoriamento remoto e nos bancos de dados geoespaciais, tornou-se mais acessível a análise das características físicas de áreas, como a presença de cursos d'água e eventuais restrições ambientais. A partir dessas informações, aliadas à legislação de parcelamento do solo e uso e ocupação do solo de cada município, é possível elaborar projetos de loteamento com o auxílio de softwares como o QGIS (Quantum GIS). O QGIS é um sistema de informações geográficas (SIG) de código aberto que oferece ferramentas para

digitalização e criação de geometrias vetoriais, como quadras, lotes, áreas verdes, Áreas de Preservação Permanente (APP) e vias de circulação.

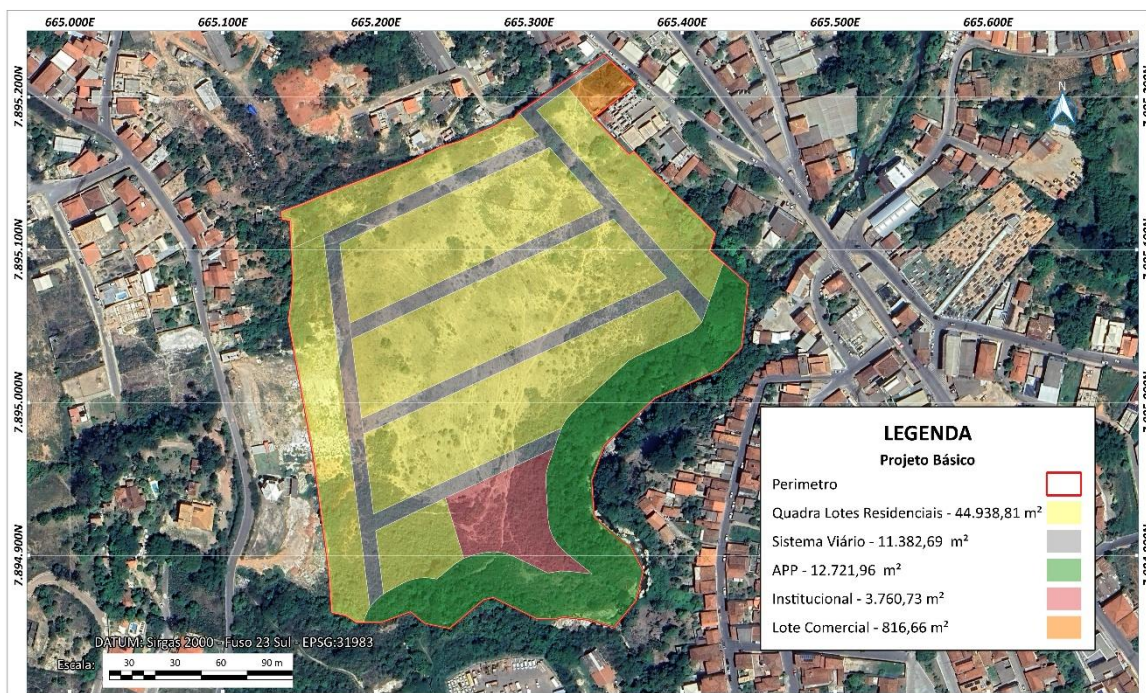


Figura 1: Modelo de Anteprojeto elaborado com Geoprocessamento (autoria própria)

Na ausência de um anteprojeto, é possível elaborar um estudo preliminar com o apoio de bases cartográficas disponíveis, como IBGE, Google Earth e OpenStreetMap, além da consideração das diretrizes estabelecidas por normativos legais, como o Código Florestal. Com base nessas informações, espera-se que o engenheiro avaliador, na condição de profissional legalmente habilitado, seja capaz de estimar áreas sujeitas a restrições legais, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou zonas com declividades acentuadas.

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) no Brasil é regida principalmente pela Lei nº 12.651/2012, conhecida como o novo Código Florestal. De acordo com o artigo 4º dessa lei, são consideradas APPs, entre outras, as faixas marginais de cursos d'água naturais, as áreas no entorno de nascentes e olhos d'água, encostas com elevada declividade, topos de morros, bordas de chapadas e veredas. A largura das faixas de preservação varia conforme as características do elemento natural, sendo, por exemplo, de 30 a 500 metros ao longo de rios, dependendo da sua largura, e de 50 metros em raio ao redor de nascentes. Essas áreas têm função ambiental relevante e devem ser preservadas, ainda que situadas em zonas urbanas, salvo exceções devidamente regulamentadas. A identificação correta das APPs é essencial em processos de parcelamento do solo e avaliação de glebas, pois influencia diretamente na definição da área útil loteável e no valor do imóvel.

A declividade do terreno é um dos fatores mais relevantes na análise de viabilidade urbanística e econômica de uma gleba, influenciando diretamente a possibilidade de parcelamento do solo. A legislação brasileira não estabelece um valor

único e nacional para a declividade máxima permitida em loteamentos, sendo essa definição de competência municipal, conforme o princípio da autonomia administrativa dos entes federativos estabelecido pela Constituição Federal.

Apesar disso, existem parâmetros técnicos amplamente utilizados como referência. De acordo com estudos urbanísticos e diretrizes do IBGE, a classificação comum das declividades é a seguinte: até 3% são consideradas planas; entre 3% e 8%, suavemente onduladas; entre 8% e 15%, medianamente inclinadas; de 15% a 30%, fortemente inclinadas; e acima de 30%, muito inclinadas, geralmente não edificáveis.

Em diversos municípios, como Belo Horizonte, conforme a Lei nº 7.165/1996, é permitido o loteamento de áreas com declividade de até 30%, desde que sejam atendidas exigências técnicas específicas. Em São Paulo, o zoneamento urbano classifica terrenos com declividade superior a 30% como não aproveitáveis, exceto nos casos em que são apresentados projetos especiais. Em Porto Alegre, a exigência de soluções de contenção se aplica a terrenos com declividade superior a 20%. Dessa forma, observa-se que o parcelamento de áreas com declividades acima de 30% é incomum e, quando admitido, geralmente depende de análises técnicas rigorosas e aprovações complementares por parte dos órgãos competentes.

Uma vez identificadas as áreas com restrições, procede-se à delimitação da área útil loteável, variável de maior importância na análise técnica e econômica de glebas urbanizáveis.

O parcelamento do solo urbano, regulamentado pela Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), passou por importantes alterações com sua revisão em 1999 e, sobretudo, com a promulgação do Estatuto da Cidade em 2001. A partir desse marco, coube aos municípios a competência para legislar sobre o parcelamento do solo urbano, o que, segundo Awad (2021), representou uma mudança de paradigma na forma de avaliar glebas urbanizáveis.

Embora a legislação tenha sido descentralizada, muitos avaliadores ainda adotam parâmetros ultrapassados, como a antiga exigência de destinação mínima de 35% da área da gleba para uso público, índice revogado com a revisão da Lei nº 6.766/79, que delegou aos municípios a definição desses percentuais. Contudo, na prática, conforme observa Awad (2021), são poucos os empreendimentos que alcançam um aproveitamento efetivo de 65% da área bruta da gleba, o que reforça a necessidade de avaliações mais alinhadas à realidade normativa e urbanística de cada localidade.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo aplicar técnicas de geoprocessamento na elaboração de anteprojetos voltados à avaliação de glebas urbanizáveis, bem como apresentar uma equação desenvolvida com base em modelo de regressão linear, destinada à estimativa da área útil loteável aplicável em contextos nos quais o avaliador não dispõe das condições necessárias para a elaboração de um projeto básico.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

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).

3.1 O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado

Conforme a NBR 14653-1:2019 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), o método comparativo direto de dados de mercado é utilizado para determinar o valor de mercado de um bem através da análise técnica dos atributos dos elementos comparáveis na amostra. Para garantir representatividade, é essencial que a amostra descreva claramente as características dos imóveis comparados, além de outros aspectos relevantes, permitindo a aplicação de análise estatística inferencial. Ainda segundo a Norma, a aplicação deste método requer um planejamento de pesquisa que inclua variáveis relevantes para explicar a tendência de formação de valor, bem como as possíveis relações dessas variáveis com a variável dependente. A Norma não especifica quais variáveis devem ser utilizadas, porém é importante que as variáveis selecionadas na amostra sejam o mais similares possível às do bem avaliado, embora algumas variáveis coletadas durante o planejamento da pesquisa possam não ter relevância para explicar o comportamento da variável em questão.

Segundo Dantas (2012), a seleção das variáveis deve ser fundamentada em teorias existentes, conhecimentos de pesquisas anteriores e estudos de mercado. Ele ressalta a importância de uma preparação adequada para a realização de uma pesquisa de mercado eficaz. Além disso, Dantas destaca que é frequentemente impossível considerar todas as variáveis influentes devido à multiplicidade de fatores que afetam a formação dos valores. Assim, cabe ao avaliador a responsabilidade de escolher as variáveis mais relevantes para a construção do modelo.

A pesquisa de mercado, descrita pela NBR 14653-1:2019 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), como o conjunto de atividades que englobam a identificação, investigação, coleta e seleção de dados de mercado. Recomenda-se que a pesquisa seja planejada com antecedência, levando em conta as características do bem a ser avaliado, a disponibilidade de recursos, informações e pesquisas prévias, plantas e documentos, o prazo para a execução dos serviços e, de modo geral, todos os fatores que possam esclarecer aspectos importantes para a avaliação.

De acordo com a NBR 14653-2:2011 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), no planejamento de uma pesquisa, busca-se compor uma amostra representativa de dados de mercado imobiliário com características o mais semelhantes possível às do imóvel a ser avaliado, utilizando toda a evidência disponível. Essa etapa, que envolve a estrutura e a estratégia da pesquisa, deve começar pela caracterização e delimitação do mercado em análise, com o auxílio de teorias e conceitos existentes ou hipóteses baseadas na experiência do avaliador sobre a formação do valor. Na estrutura da pesquisa, são selecionadas as variáveis

que, em princípio, são relevantes para explicar a tendência de formação de valor, estabelecendo-se as supostas relações entre elas e com a variável dependente.

A NBR 14653-2:2011 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011) ainda informa que, para este método é aconselhável utilizar variáveis quantitativas sempre que possível. Caso não seja viável, deve-se adotar respectivamente as variáveis qualitativas: dicotômicas (variável que possa assumir apenas dois valores), variáveis proxy (variável usada em vez de outra que é difícil de medir, mas que está relacionada a ela), códigos ajustados (Escala derivada dos elementos amostrais originais através de um modelo de regressão, utilizando variáveis dicotômicas para distinguir as características qualitativas dos imóveis) e códigos alocados (escala lógica ordenada para diferenciar as características qualitativas dos imóveis).

Ainda de acordo com a NBR 14653-2:2011 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), o processamento dos dados pode envolver métodos diversos, como o tratamento por fatores e o tratamento científico, escolhidos com base na qualidade e na quantidade das informações disponíveis. Além disso, é crucial adotar rigor científico em todas as etapas do processo, desde a preparação da pesquisa e o trabalho de campo até a análise final dos resultados, considerando que qualquer modelo é uma simplificação do mercado e não abrange todas as suas nuances.

3.2 O Método Involutivo

O método involutivo, também denominado método da técnica da engenharia reversa ou do empreendimento hipotético, é amplamente utilizado na avaliação de glebas urbanizáveis, especialmente quando o imóvel avaliado ainda não foi objeto de parcelamento do solo ou incorporação imobiliária. Sua aplicação se baseia na simulação de um empreendimento viável e compatível com as características físicas, legais e mercadológicas da gleba, permitindo estimar seu valor de mercado por meio da dedução do valor do terreno a partir do resultado econômico do empreendimento simulado.

De Mello, De Mello e Da Silva (2019) definem que o método involutivo para avaliar uma gleba urbanizável se constitui em um processo hipotético de subdivisão de lotes para implantação de loteamento, considerando os descontos referentes a área do sistema viário, verde e institucional e mantendo a área útil loteável em quantidade bem inferior a gleba bruta que, aliada a todas as demais variáveis e descontos, encontra-se o valor de mercado do imóvel

Dantas (2005) reforça que o método involutivo se baseia no valor que se obteria se a gleba fosse subdividida em lotes vendidos a valor de mercado.

Conforme a NBR 14.653-1 (ABNT, 2019), o método involutivo identifica o valor do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto. O método involutivo pode identificar o valor de mercado. No caso da utilização de premissas especiais, o resultado é um valor especial.

3.3 Legislações

De acordo com Castilho e Mancini (2018), a legislação urbanística brasileira em âmbito federal é constituída por um conjunto de normas que fundamentam o ordenamento do território urbano e orientam a atuação dos entes federativos no planejamento e na gestão das cidades. Essa base normativa é composta, essencialmente, pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que estabelece, entre outros princípios, a função social da propriedade urbana e a competência municipal para legislar sobre o uso e ocupação do solo.

O Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001) – regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição e define os instrumentos da política urbana, como o plano diretor, o parcelamento compulsório, a outorga onerosa do direito de construir e a regularização fundiária.

A Lei nº 13.465/2017 (BRASIL, 2017) trata da regularização fundiária urbana e rural, estabelecendo mecanismos para a titulação de ocupações informais e promovendo a integração de áreas irregulares ao tecido urbano formal.

A Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979), conhecida como Lei de Parcelamento do Solo Urbano, estabelece os requisitos e procedimentos para aprovação de loteamentos e desmembramentos, sendo um dos marcos legais mais relevantes para a estruturação do território.

Por fim, o Estatuto da Metrópole – Lei nº 13.089/2015 (BRASIL, 2015) – define diretrizes para o planejamento e a governança das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, promovendo a articulação entre os municípios para a gestão integrada de funções públicas de interesse comum.

Esse arcabouço legal fornece as bases para a atuação técnica e jurídica na organização do espaço urbano, sendo essencial para a formulação de políticas públicas, elaboração de instrumentos urbanísticos e realização de avaliações e perícias em glebas urbanizáveis.

3.4 Geoprocessamento

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 GeoBH, 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.

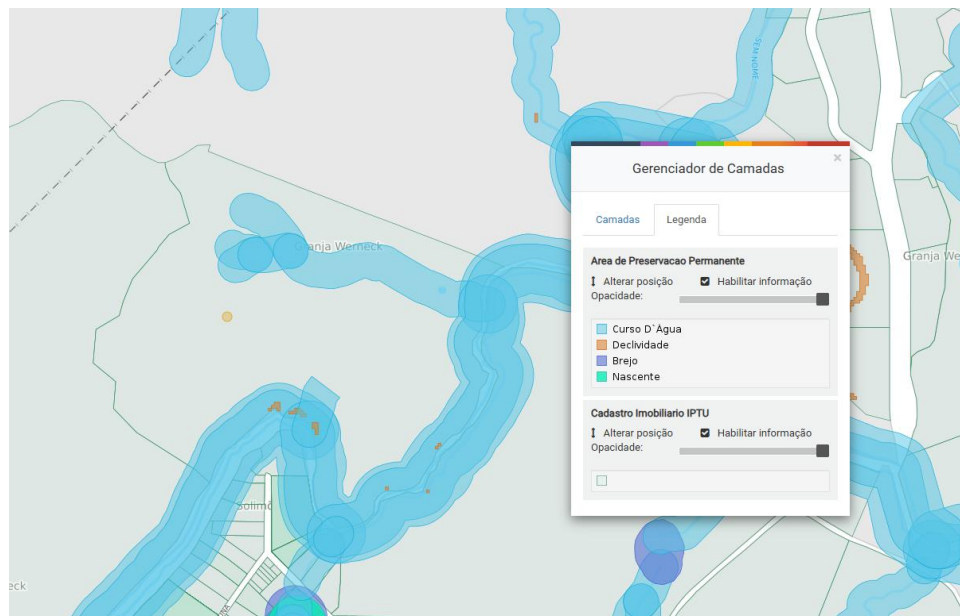


Figura 2: Exemplo de banco de dado com camada de Curso D'água e APP (BH maps)

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.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados o método de abordagem e o método de procedimentos.

4.1 Método De Abordagem

Assim como nos trabalhos de Alves Pinto (2015) e Awad (2021), esta pesquisa é classificada como exploratória, pois busca investigar um tema ainda pouco abordado na literatura acadêmica, sobre o qual não há conhecimento consolidado. O estudo propõe a utilização do geoprocessamento como alternativa para a elaboração de anteprojetos de parcelamento do solo, considerando que a confecção de projetos de loteamento por empresas especializadas costuma envolver custos elevados e prazos prolongados, o que pode inviabilizar economicamente a avaliação de glebas. Além disso, analisa-se uma metodologia alternativa para a definição da área útil loteável sem a necessidade de um anteprojeto formal, abordando uma lacuna ainda pouco explorada na literatura técnica. Nesse contexto, a proposta de uma nova abordagem para o cálculo da área útil surge como uma contribuição relevante, oferecendo subsídios para futuras pesquisas e aplicações no campo da engenharia de avaliações.

Segundo Alves Pinto (2015, p. 17), em artigo publicado no XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias - COBREAP, com o título “Método involutivo – Obtenção da Área de Lotes a Venda – O Mito dos 65% sobre a Área Total”:

(...) visa demonstrar que a aplicação do índice de 65% exige justificativas, que sua ocorrência nos parcelamentos de loteamentos depende de fatores de forma, localização, área de lote mínimo, largura de rua e relação entre ruas abertas e testadas produzidas, que, portanto, não é usual e presumida sua adoção, que se considerado somente o município de Araucária a média é de 48,11% e que o maior valor desde o ano de 1996 foi de 61,23%, ou seja, nunca ocorreu (...)

Conforme Awad (2021) em seu trabalho Avaliação De Glebas Urbanizáveis: Indicadores De Referência Para A Aplicação Do Método Involutivo Em Loteamentos, dentre as diversas análises e resultados obteve que

(...) em relação ao percentual de área líquida total, a média dos 23 empreendimentos foi de 45,37% de aproveitamento sobre a área de terreno bruta da gleba. E o percentual de área líquida vendável médio foi de 43,63% de aproveitamento sobre a área de terreno bruta. O menor percentual de área líquida total foi de 28,80%. Já o maior percentual de área líquida total foi de 56,37%, o que indicou média variabilidade das informações também apontada no cálculo do coeficiente de variação, que foi de 18%.

4.2 Método De Procedimentos

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em duas etapas complementares. A primeira visa apresentar os procedimentos empregados na

aplicação de técnicas de geoprocessamento para a elaboração de anteprojetos voltados à avaliação de glebas urbanizáveis. A segunda descreve a metodologia utilizada para o desenvolvimento de uma equação, com base em modelo de regressão linear, destinada à estimativa da área útil loteável em situações em que o avaliador não dispõe dos elementos necessários para a elaboração de um projeto básico.

4.2.1 Geoprocessamento Na Elaboração De Anteprojetos

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em quatro etapas principais: (I) coleta e organização dos dados geoespaciais e cadastrais; (II) processamento e integração dos dados em ambiente SIG; (III) análise espacial por meio de Modelos Digitais de Terreno (MDT) e delimitação das áreas de APP; e (IV) delimitação das áreas loteáveis e sistema viário conforme legislação municipal.

Etapa I

Foram analisados e realizados anteprojetos para 11 glebas urbanizáveis, com base na integração de dados geoespaciais, cadastrais e observações de campo. A delimitação das propriedades foi realizada com base em quatro fontes principais: Projetos aprovados, Memoriais descritivos das matrículas, sistemas públicos de dados como GeoBH e Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e levantamentos em campo com receptores GNSS de alta precisão (erro médio ± 2 metros).

Os dados espaciais considerados na análise foram:

- Hidrografia: Presença de cursos d'água
- Áreas de APP: identificadas por meio de bases de dados públicas ou pela sobreposição dos polígonos dos imóveis com cursos d'água, sendo a delimitação realizada conforme os critérios estabelecidos pelo Código Florestal, utilizando o software QGIS;



Figura 3: Delimitação da gleba e sobreposição de shape de zoneamento e curso d'água (Autoria própria, 2025).

- 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 das diretrizes do IBGE, a classificação comum das declividades é a seguinte: até 3% são consideradas planas; entre 3% e

8%, suavemente onduladas; entre 8% e 15%, medianamente inclinadas; de 15% a 30%, fortemente inclinadas; e acima de 30%. Sendo as áreas com declividade superior a 30% não consideradas loteáveis e assim destinadas a áreas verdes.

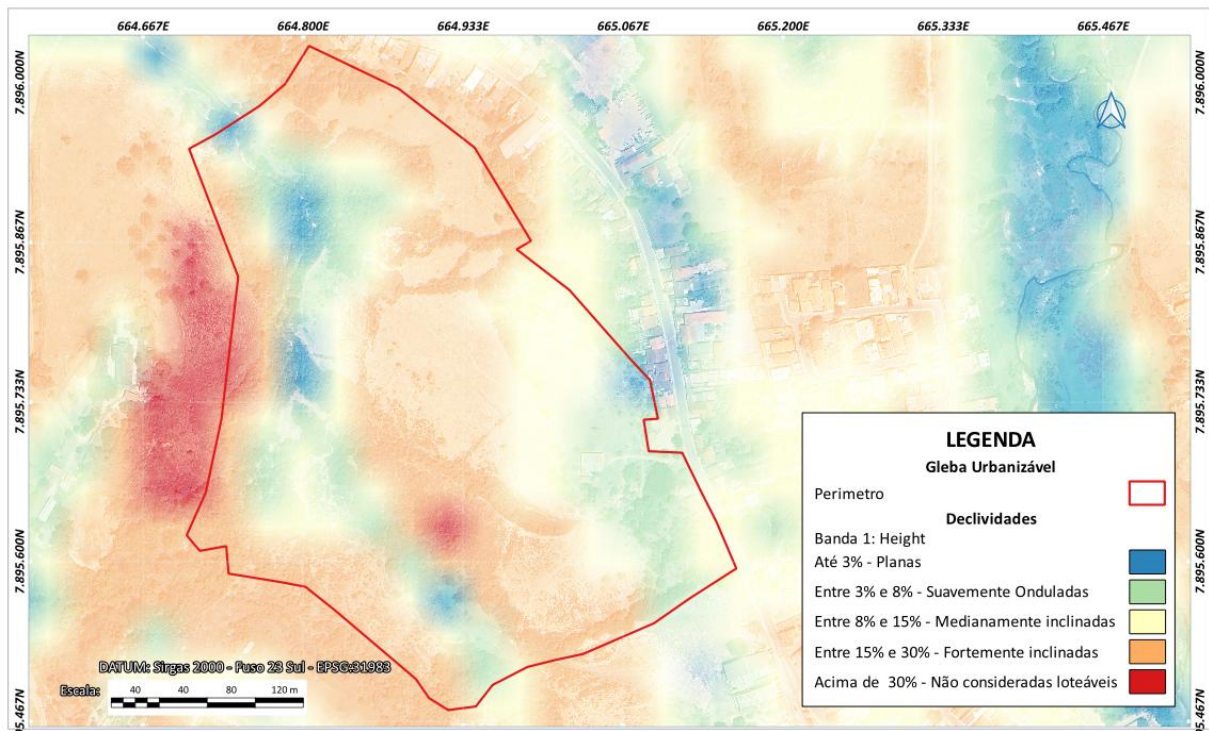


Figura 4: de Modelos Digitais de Elevação (Autoria própria, 2025).

Na figura 4 os pontos destacados de vermelho são os locais onde a declividade é superior a 30%, sendo assim não loteáveis.

Cabe ressaltar que a depender da finalidade e da precisão do trabalho a utilização de drones na geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) tem se consolidado como uma alternativa eficiente e precisa para o levantamento topográfico de áreas extensas e de difícil acesso. Por meio da aerofotogrametria, os VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) capturam imagens georreferenciadas de alta resolução que, processadas em softwares específicos, permitem a criação de modelos tridimensionais da superfície terrestre. Sua aplicação é especialmente relevante na avaliação de glebas urbanizáveis, pois permite maior precisão na definição de áreas com restrições físicas e legais, subsidiando a estimativa da área útil loteável com base em dados atualizados e compatíveis com a realidade do terreno.

Etapa II

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 das Glebas) foram vinculados a geometrias previamente digitalizadas ou obtidas de bases oficiais, permitindo sua visualização espacial no ambiente SIG.

Etapa III

- A análise da declividade foi realizada a partir do raster de declividade disponibilizado pelo projeto TOPODATA/INPE. As áreas com declividade superior a 30% foram identificadas e quantificadas, para cada gleba em estudo, obtendo a área em metros quadrados das regiões com restrição em função da sua declividade. Uma vez que essas áreas não podem ser loteadas seu uso será destinado para área verde.
- Análise das áreas de APP, com base nos polígonos obtidos em bancos de dados públicos ou na delimitação realizada conforme os critérios estabelecidos pelo Código Florestal, as áreas de APP foram identificadas e quantificadas, para cada gleba em estudo, obtendo a área em metros quadrados das regiões com restrição da legislação ambiental. No exemplo apresentado o curso d'água tem largura inferior a 10 metros sendo assim a largura da APP corresponde a 15 metros de cada lado do curso d'água conforme Código Florestal brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

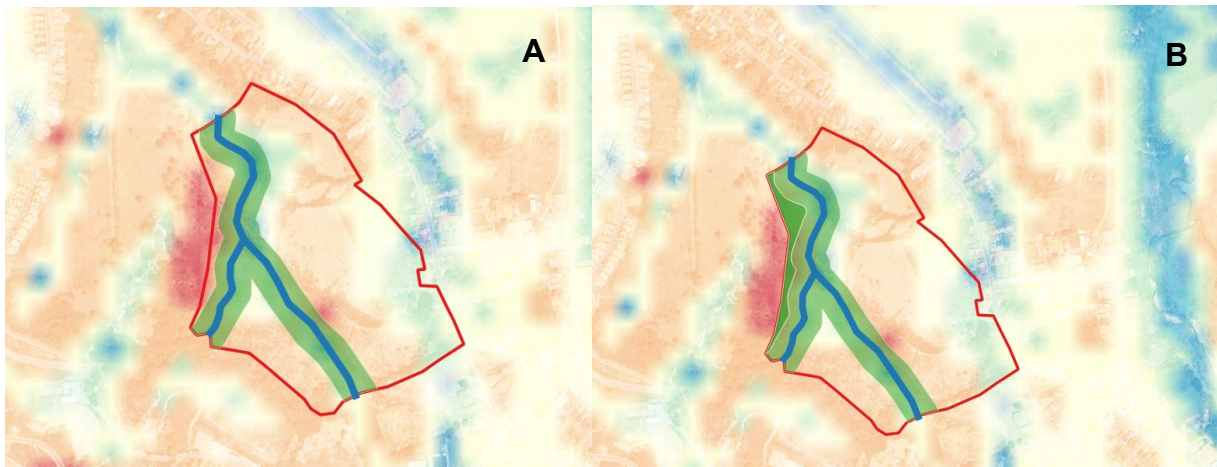


Figura 5: Delimitação da APP (A) e área com declividade superior a 30% destinada a área verde(b). (Autoria própria, 2025)

Etapa IV

Após a delimitação das áreas com restrições legais e ambientais o próximo passo é a delimitação das áreas loteáveis e sistema viário conforme legislação municipal.

A organização espacial das cidades brasileiras é, em grande medida, regulada por normas de âmbito municipal, conforme previsto no artigo 30 da Constituição Federal de 1988, que estabelece a competência dos municípios para legislar sobre assuntos de interesse local. Nesse contexto, os Planos Diretores e as Leis Municipais de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo assumem papel central na definição dos parâmetros urbanísticos que orientam o desenvolvimento urbano.

Entre os principais elementos disciplinados por essas legislações estão as dimensões mínimas de vias públicas, calçadas, quadras e lotes. Esses parâmetros variam conforme as características e diretrizes urbanísticas de cada município, sendo fundamentais para garantir a acessibilidade, a mobilidade urbana, a infraestrutura adequada e a integração com o meio ambiente.

As ruas têm sua largura mínima definida conforme a hierarquia viária (vias locais, coletoras, arteriais ou estruturais), podendo incluir faixas de rolamento, ciclovias, canteiros e estacionamento. Já as calçadas devem atender às normas de acessibilidade, com larguras mínimas que viabilizem a circulação segura de pedestres, pessoas com deficiência e mobiliário urbano. As quadras e lotes, por sua vez, têm suas dimensões mínimas estabelecidas para assegurar um parcelamento racional e a viabilidade das edificações e infraestruturas.

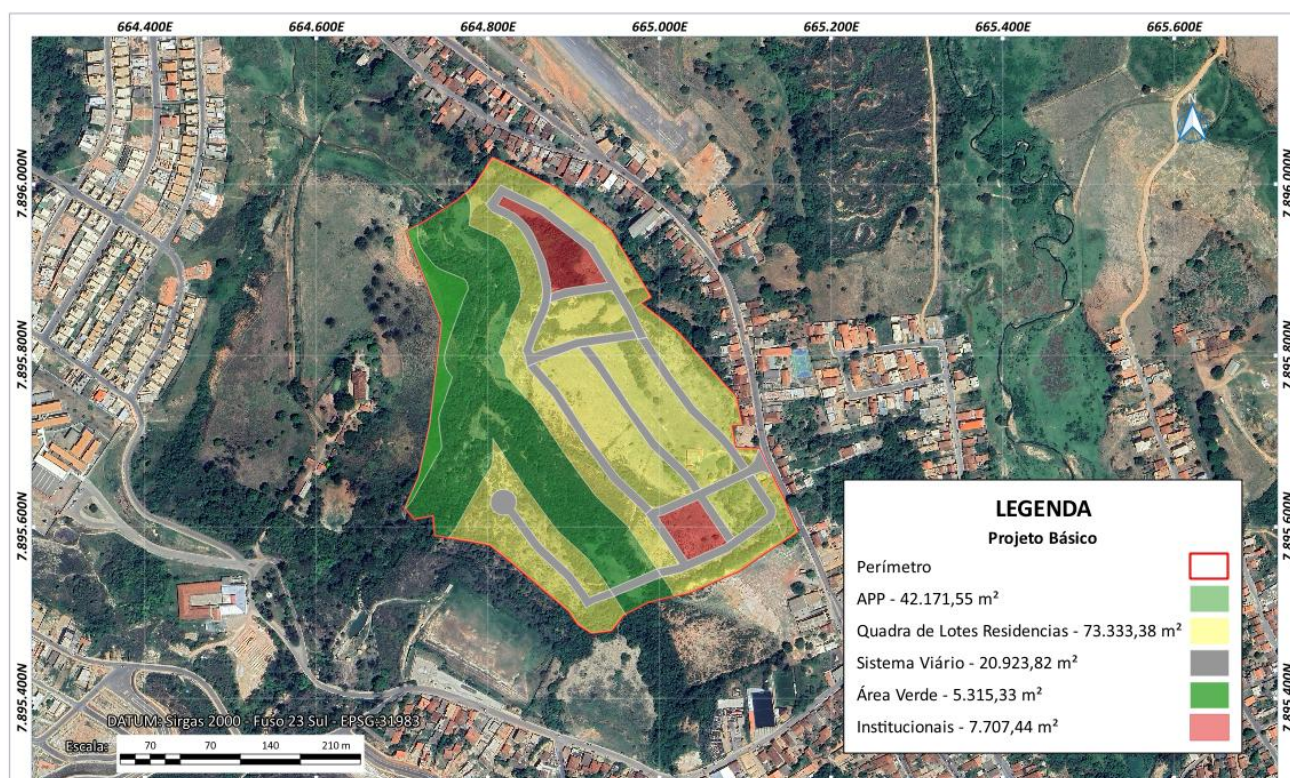


Figura 6: Anteprojeto com áreas delimitadas (Autoria própria, 2025)

4.2.2 Equação para estimativa da área útil loteável

A pesquisa foi conduzida em várias etapas. Na 1ª etapa, foi feita a pesquisa para constituição da amostra, a coleta de dados de diferentes glebas urbanizáveis e suas características, como área total, áreas com restrições legais, como APP e declividades superiores a 30% (que são convertidas em áreas verdes), área de sistema viário, área institucional e topografia, classificando em diferentes variáveis, que em princípio influenciam no valor da área útil aproveitável. Na 2ª etapa (tratamento estatístico), os dados coletados foram tratados cientificamente com o auxílio do software Infer32, gerando um modelo estatístico capaz de avaliar os dados de mercado, as curvas que explicam o comportamento das variáveis e o valor da área útil aproveitável em função das variáveis explicativas adotadas. Finalmente, a 4ª etapa (análise dos resultados) apresentou os valores proporcionais de área útil para glebas urbanizáveis em função da sua topografia, das suas áreas restritas e de suas áreas institucionais.

Pesquisa de mercado

Para este trabalho, foram analisadas as proporções de áreas de lotes, de sistema viário, áreas verde e institucional, em 23 glebas localizadas em 11 municípios distintos. Das 23 glebas analisadas 12 possuíam projetos aprovados pelos municípios e 11 foram avaliadas através da elaboração de projetos hipotéticos. Importante destacar que todas as glebas tiveram o seu valor de mercado calculado pelo método involutivo, em conformidade com as normas técnicas de avaliação anteriormente citadas.

No tratamento estatístico científico aplicado na amostra, para formação do modelo estatístico, foram adotadas as seguintes variáveis:

variável dependente:

- (área útil proporcional): área útil loteável real dividida pela área total da gleba;

variáveis independentes:

- (áreas com restrições): variável quantitativa, apresentada na forma decimal, aplicada para indicar o percentual de área restrita seja de APP, áreas com declividades superiores a 30 % (áreas verdes) da gleba.
- (área institucional): variável quantitativa, apresentada na forma decimal, aplicada para indicar o percentual de área da gleba destinada ao poder público, conforme legislação urbanística.
- (topografia): variável qualitativa (códigos alocados), aplicada para indicar as características topográficas das glebas urbanizáveis da amostra.

Opções:

1 = Topografia acidentada;

2 = Topografia ondulada;

3 = Topografia plana ou com baixa declividade constante.

Tabela 1 - Classificação das Glebas pesquisadas.

Nº Am.	Área Total (m²)	Área Útil (m²)	Área Útil Proporcional	Área Institucional	Topografia	Áreas restritas
1	275000,65	139752,58	0,51	0,05	2	0,20
2	251855,65	142604,07	0,57	0,05	3	0,22
3	109671,14	49832,00	0,45	0,09	2	0,30
4	1209604,00	637091,80	0,53	0,05	2	0,36
5	1200499,31	569756,31	0,47	0,02	2	0,39
6	1894751,18	566243,92	0,30	0,01	1	0,56
7	871256,90	380352,25	0,44	0,04	2	0,38
8	608956,83	208655,43	0,34	0,09	1	0,40
9	704427,26	332049,94	0,47	0,07	2	0,18
10	1800482,26	939244,32	0,52	0,06	2	0,27
11	2361264,00	1117216,00	0,47	0,05	2	0,33
12	103202,00	51036,00	0,49	0,05	3	0,19
13	213391,00	115754,52	0,54	0,05	3	0,23
14	805000,00	241338,76	0,30	0,05	1	0,49
15	73601,56	45755,47	0,62	0,05	3	0,17
16	149451,52	73333,38	0,49	0,05	2	0,32
17	145114,25	34409,42	0,24	0,11	3	0,62
18	265662,68	130995,73	0,49	0,05	2	0,33
19	122340,18	61442,61	0,50	0,05	2	0,19
20	206876,31	123568,90	0,60	0,05	3	0,13
21	199916,41	117878,70	0,59	0,05	3	0,12
22	30250,00	19591,18	0,65	0,05	3	0,16
23	140386,00	59914,10	0,43	0,05	3	0,30

Fonte: Autoria própria, 2025

Antes do tratamento estatístico da amostra, foi calculada a mediana de cada uma das variáveis relevantes na definição da área loteável de cada gleba urbanizável analisada. Os resultados obtidos foram os seguintes:

- Área de lotes: 49,31 %;
- Área de vias: 14,95 %;
- Áreas institucionais: 5,16 %;
- APP e áreas verdes: 30,01 %.

Pela simples análise dos resultados obtidos com o cálculo das medianas, já é possível verificar que o percentual de 65 % para área loteável de glebas urbanizáveis atualmente está totalmente fora dos parâmetros técnicos, legais e financeiros que definem o parcelamento de glebas urbanizáveis.

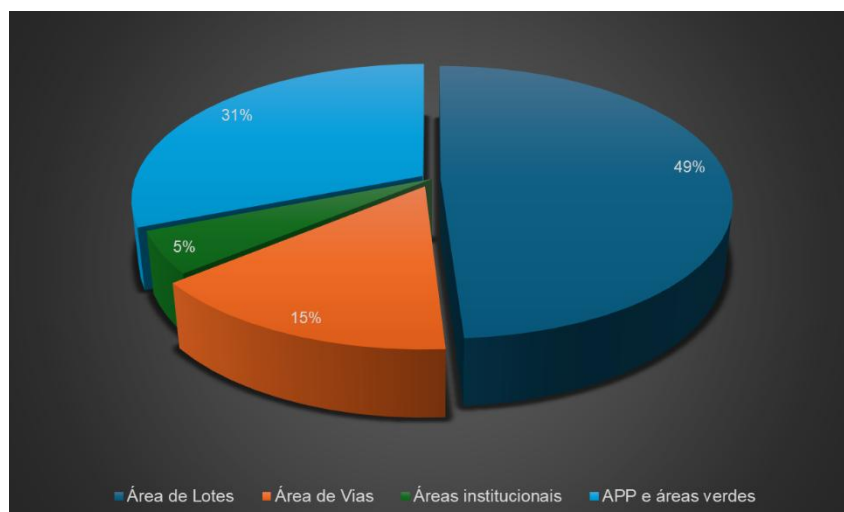


Figura 7 – Distribuição do aproveitamento de glebas urbanizáveis, de acordo com as medianas da amostra (Autoria própria, 2025).

Tratamento estatístico

Neste estudo os dados foram tratados utilizando o método científico que empregou um modelo de regressão linear com o suporte do software Infer 32, responsável pela geração do modelo, valor mínimo, médio, máximo, gráficos e tabelas. Este software é pago e de autoria da empresa Ária Informática. A escolha deste software foi uma decisão do autor por conveniência, não implicando que ele seja superior a outras opções disponíveis no mercado.

No Infer 32, os dados são lançados em uma planilha e recebem tratamento matemático – estatístico a fim de formar um modelo matemático que relacione aquelas informações segundo as técnicas convencional e científica adotadas pela Engenharia de Avaliações.

Conforme já mencionado, a variável dependente, ou variável a ser explicada, é o percentual de área parcelável em lotes de uma gleba urbanizável. Para tanto, foram adotadas três variáveis independentes explicativas: área institucional, topografia e áreas restritas.

A equação ajustada, obtida por meio de regressão linear múltipla, é expressa conforme abaixo:

$$AUP = 0,7651 - \frac{0,12471}{TOP} - 1,0928 \times AI - 0,5553 \times AR \quad (1)$$

Onde:

AUP - Área Útil Proporcional

TOP – Topografia

AI – Área Institucional

AR – Áreas restritas

O software forneceu 50 modelos para a pesquisa, com diferentes coeficientes de determinação e correlação. A escolha do modelo a ser utilizado fica a critério do avaliador. Para a escolha do modelo a ser utilizado, foram comparados o coeficiente de correlação (r) e o coeficiente de determinação (r²), com o intuito de selecionar o modelo com maior poder explicativo. Para o cálculo da área útil proporcional, o modelo escolhido possui coeficiente de correlação (r): 0,9256, coeficiente de determinação (r²): 0,8567, sendo classificado como Correlação Fortíssima. Sendo assim, a área útil da gleba será

$$\text{Área Útil} = \text{Área Total} \times \text{Área útil proporcional} \quad (2)$$

5. RESULTADOS

A tabela a seguir apresenta um resumo de área útil de gleba urbanizável em função da porcentagem de áreas com restrição e da topografia, para a formação da tabela foi utilizada a área institucional de 5%, que corresponde ao valor mais utilizado nas legislações, para outros valores de áreas institucionais ou áreas com restrições recomendamos a utilização da equação (1).

Tabela 2 – Área Útil Para Glebas Urbanizáveis

ÁREA UTIL DE GLEBA URBANIZAVEL			
ÁREAS COM REESTRIÇÕES EM %	Topografia		
	Acidentada	Ondulada	Plana
10%	0,53	0,59	0,61
15%	0,50	0,56	0,58
20%	0,47	0,54	0,56
25%	0,45	0,51	0,53
30%	0,42	0,48	0,50
35%	0,39	0,45	0,47
40%	0,36	0,43	0,45
45%	0,34	0,40	0,42
50%	0,30	0,37	0,39
55%	0,28	0,34	0,36
60%	0,25	0,31	0,33
65%	0,22	0,29	0,30
70%	0,19	0,26	0,28

Fonte: Autoria própria, 2025.

6. CONCLUSÃO

A presente pesquisa propôs a aplicação do geoprocessamento como ferramenta de apoio à avaliação de glebas urbanizáveis, aliando a tecnologia à prática da Engenharia de Avaliações. Verificou-se que, mesmo diante da inexistência de projetos básicos ou anteprojetos formais, é possível estimar de forma fundamentada a área útil loteável por meio de técnicas acessíveis e replicáveis, como a análise espacial via SIG, a delimitação de APPs conforme o Código Florestal, e a identificação de áreas com declividades impeditivas ao parcelamento.

Além disso, o modelo estatístico desenvolvido para calcular a área útil loteável de glebas urbanizáveis com base em regressão linear múltipla apresentou alta capacidade explicativa ($r^2 = 0,8567$), validando sua aplicabilidade como ferramenta complementar em avaliações realizadas pelo método involutivo. A equação gerada, ao considerar variáveis como topografia, áreas com restrições legais e área institucional, reflete com maior realismo as condições urbanísticas enfrentadas no parcelamento do solo, superando práticas obsoletas como a aplicação genérica do índice de 65% de aproveitamento.

Conclui-se que a metodologia proposta contribui significativamente para o aprimoramento técnico das avaliações de glebas, promovendo maior rigor, aderência às normas vigentes e viabilidade prática para o avaliador. Os resultados obtidos demonstram o potencial da integração entre análise espacial, legislação urbanística e estatística aplicada, configurando-se como base sólida para futuras pesquisas e práticas profissionais no campo da Engenharia de Avaliações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1: Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais.** São Paulo: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2: Avaliação de bens – Parte 2: Imóveis urbanos.** São Paulo: ABNT, 2004.

AWAD, Marcos Mansour Chebib. **Avaliação de glebas urbanizáveis: indicadores de referência para a aplicação do método involutivo em loteamentos.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Avaliações) – Universitat Politècnica de València / Fundação Espírito-Santense de Tecnologia, Vitória, 2021.

ALVES PINTO, Péricles. **Método involutivo – obtenção da área de lote à venda: o mito dos 65% sobre a área total.** Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Belo Horizonte/MG, 2015. Disponível em: <http://www.mrci.com.br/resumos/R0070-1.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 20 dez. 1979.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade).** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 6 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera e revoga diversas leis; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole).** Estabelece o Estatuto da Metrópole, dispõe sobre o planejamento e a gestão regional metropolitanos e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 jan. 2015. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/L13089.htm. Acesso em: 6 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 12 jul. 2017. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm. Acesso em: 6 jul. 2025.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford: Clarendon Press, 1986.

CASTILHO, José Roberto Fernandes; MANCINI, Marcelo Tadeu. **Legislação urbanística básica: coletânea de legislação de direito urbanístico**. São Paulo: Editora Pillares, 2018.

CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Coletânea de artigos sobre avaliação de imóveis**. Brasília, DF: CEF, 2018.

CIDADE, Arival. **Avaliação de glebas urbanizáveis: aplicação do método involutivo**. (Apostila do Curso IBAPE/BA). Bahia: IBAPE/BA, 2020.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. São Paulo: PINI, 2005.

DE MELLO, Luiz Fernando; DE MELLO, Carlos Henrique Neves; DA SILVA, Cícero Ferreira. **Avaliações de glebas – Método involutivo – Desapropriações**. São Paulo: Editora Leud, 2019.

FERRARI, A. **Avaliação de imóveis: teoria e prática**. São Paulo: Editora XYZ, 2018.

GONZALEZ, A. **QGIS: a complete guide**. New York: XYZ Press, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

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.

SILVA, J. R. **ArcGIS: ferramentas e aplicações**. São Paulo: Editora ABC, 2020