

REVISTA **Avalia SPU**

Revista Técnica de Avaliação
de Imóveis da Secretaria do
Patrimônio da União - SPU

5ª EDIÇÃO

BRÁSILIA
2025

SPU SECRETARIA DO
PATRIMÔNIO
DA UNIÃO

Ministra de Estado da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos

Esther Dweck

Secretária de Gestão do Patrimônio da União

Carolina Gabas Stuchi

Diretora do Departamento de Caracterização e Incorporação de Imóveis

Thaís Brito de Oliveira

Coordenador-Geral de Avaliação e Contabilidade do Patrimônio

Eng. José Gustavo Barbosa Villaça

Equipe da Coordenação-Geral de Avaliação e Contabilidade do Patrimônio (CGCAV)

Eng. José Gustavo Barbosa Villaça
Engª. Clélia Olivia Aggio de Sá
Eng. Charles Wesley Angelo de Brito
Eng. Guilherme Guimarães do Amaral
Eng. Levy Paranaguá Borges
Engª. Mainara Ridiani Palcikoski
Engª. Maria Eduarda Lins Alexandre
Eng. Paulo Henrique Rodrigues Santiago
Eng. Pedro de Medeiros
Engª. Priscila Fonseca de Sousa
Eng. Victor Valerio Landim da Silva
Eng. Agr. Jonas Maurício Bertoldo Oliveira
Arq. Alexandre Marcolino Lemes
Ana. Infra. Leandro de Oliveira Coelho

Con. Kellen Gomes De Souza Almeida
Padrones
Con. André Junior de Oliveira
Con. Helinio Pereira Lopes
Con. José Augusto Barbosa de Souza Rocha

Colaboradores SPU

Camila Porto Fasolo
Claudson Moreira dos Santos
Eder Angelo Sanches
Juarez Sostena Barnosa
Eng. Bruno Henrique Félix de Souza

Colaboradores externos

Engª. Ana Carolina Valerio Nadalini (IBAPE)
Eng. Agrimensor Everton da Silva (UFSC)
Eng. Luiz Fernando Palin Droub (SOBREA)

Equipe de Comunicação

Maíra Pinheiro Alves
Bruno de Oliveira Andrade
Erike Luiz Vieira Feitosa
Lia Dias Aderaldo Mello
Patrik Rangel de Melo
Raquel Correia de Oliveira
Ana Clara Costa Gonçalves

Projeto Gráfico e Diagramação

Patrik Rangel de Melo

Fotos da capa e contracapa

Autor: Antônio Cordeiro

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA..... 2

APRESENTAÇÃO 4

ENTREVISTAS 6

JOSÉ GUSTAVO BARBOSA VILLAÇA 6

PROF. DR. EVERTON DA SILVA..... 10

ARTIGOS 16

ESTIMAÇÃO DE VALORES DE IMÓVEIS EM BOTAFOGO, RIO DE JANEIRO-RJ UTILIZANDO A RASPAGEM DE DADOS..... 16

DETECÇÃO E TRATAMENTO DE OUTLIERS O CRITÉRIO DE CHAUVENET MODIFICADO 30

AVALIAÇÃO DA GRUTA DO LAGO AZUL: UMA ANÁLISE TÉCNICA E JURÍDICA DO USO ECONÔMICO DE CAVIDADE NATURAL DA UNIÃO 46

METODOLOGIA AVALIATÓRIA PARA IMÓVEIS DA UNIÃO: ESTIMATIVA DO VALOR PATRIMONIAL DE ILHAS MARÍTIMAS E FLUVIAIS 56

DA ESTRUTURAÇÃO À APLICAÇÃO DO OBSERVATÓRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO 72

MATÉRIA..... 85

E-SPU AVALIAÇÃO - ATUALIZANDO O PATRIMÔNIO IMOBILIÁRIO DA UNIÃO 85

ENCERRAMENTO 89

A Secretaria do Patrimônio da União (SPU), ao longo de seus 171 anos de existência, tem reafirmado seu compromisso com a defesa e valorização do patrimônio público federal. Em um país de dimensões continentais, com uma diversidade geográfica e cultural imensa, o gerenciamento de quase 800 mil imóveis da União representa uma tarefa estratégica, que exige rigor técnico, sensibilidade social e responsabilidade institucional. Nesse contexto, a atuação da SPU ganha relevância não apenas por seu papel administrativo, mas por sua função essencial na promoção de justiça social, equilíbrio ambiental e fortalecimento das políticas públicas.

Entre os ativos sob responsabilidade da SPU, destacam-se os bens de uso comum do povo, como praias, margens de rios e lagos federais, e áreas costeiras, que integram o patrimônio natural e cultural do país. A preservação dessas áreas não se limita a uma função legal ou administrativa; trata-se de uma missão de interesse coletivo, que visa garantir o livre acesso, a proteção ambiental e a integridade desses espaços para as atuais e futuras gerações. A atuação da SPU nesse campo é orientada por princípios de sustentabilidade, transparência e respeito à função socioambiental da terra pública.

Ao mesmo tempo, a SPU tem ampliado sua atuação na promoção da regularização fundiária de interesse social, especialmente em áreas urbanas densamente ocupadas por populações vulneráveis. Por meio da destina-

SPU

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO

ção de imóveis da União para programas habitacionais e projetos de reurbanização, a Secretaria contribui ativamente para a redução do déficit habitacional e para a melhoria da qualidade de vida de milhares de brasileiros e brasileiras. Essa política de inclusão fundiária fortalece o direito à cidade e representa uma resposta concreta às desigualdades territoriais historicamente presentes no Brasil.

A correta avaliação dos imóveis públicos continua sendo um dos pilares fundamentais dessa política. Por meio da engenharia de avaliações, a SPU garante a identificação precisa do valor patrimonial dos bens da União, informação indispensável para a tomada de decisões estratégicas, para a destinação adequada dos imóveis e para a transparência na gestão pública. Essa prática técnica também contribui para a contabilidade patrimonial da União, alimentando um Balanço Geral mais

realista e condizente com a magnitude do patrimônio federal.

Neste cenário, a Revista AvaliaSPU se consolida como uma ferramenta essencial de disseminação do conhecimento técnico, de valorização das práticas desenvolvidas pelos servidores e de comunicação institucional com a sociedade civil e os demais entes públicos. Ao apresentar estudos, metodologias, casos práticos e reflexões sobre a avaliação de imóveis públicos, a revista cumpre seu papel de registrar e ampliar o debate sobre o

uso responsável e estratégico do patrimônio público federal.

Esta 5ª edição reafirma o compromisso da SPU com a excelência técnica e com o uso democrático e sustentável do território nacional. Ao dar visibilidade às ações voltadas à preservação das áreas de uso comum do povo, à defesa do patrimônio público e à regularização fundiária de interesse social, a SPU reforça sua identidade como órgão de Estado comprometido com a função pública da terra e com a promoção da cidadania territorial em todo o país.

Boa leitura!

**THAÍS BRITO DE
OLIVEIRA**

Diretora de Caracterização e
Incorporação do Patrimônio



JOSÉ GUSTAVO BARBOSA VILLAÇA

Engenheiro Civil

Engenheiro civil, servidor público federal no cargo de Analista de Infraestrutura, com 16 anos de atuação na Secretaria do Patrimônio da União (SPU) — dos quais 13 anos como Coordenador Geral de Avaliação e Contabilidade do Patrimônio (CGCAV).

Em um órgão cuja missão é a gestão de aproximadamente 800 mil imóveis públicos federais, a engenharia de avaliações ocupa um papel estratégico na implementação de políticas públicas com impacto direto sobre o território brasileiro. À frente dessa responsabilidade está José Gustavo Barbosa Villaça, engenheiro civil, servidor público federal no cargo de Analista de Infraestrutura, com 16 anos de atuação na Secretaria do Patrimônio da União (SPU) — dos quais 13 anos como Coordenador Geral de Avaliação e Contabilidade do Patrimônio (CGCAV).

Com uma trajetória marcada pela dedicação técnica e institucional, Villaça - como é conhecido - acompanhou de perto a consolidação da área de avaliações como eixo estruturante da gestão patrimonial na SPU. Sua atuação foi fundamental para estruturação da CGCAV, resultando na formação de equipe, implementação de metodologias, desenvolvimento de normativos, articulação com órgãos de controle e demais atores envolvidos na destinação dos bens públicos.



“Ao menos desde 2009, quando cheguei na SPU, a função socioambiental dos imóveis da União sempre esteve presente como missão institucional.”

Nesta entrevista, ele compartilha reflexões sobre os avanços e desafios da engenharia de avaliações na SPU, comenta sobre os esforços recentes para modernizar os processos e valorizar a função socioambiental dos imóveis da União, além de revelar aspectos pessoais que ajudaram a moldar sua visão de servidor público.

Mais do que uma conversa técnica, este é um olhar sobre a construção de uma cultura institucional comprometida com a responsabilidade, a transparência e o uso estratégico do patrimônio público em benefício da sociedade.

1. Com quase duas décadas de atuação na SPU, sendo a maior parte delas à frente da Coordenação-Geral de Avaliação e Contabilidade do Patrimônio, como o senhor avalia a evolução técnica e institucional da engenharia de avaliações dentro da Secretaria? Houve algum momento marcante nessa trajetória que redefiniu sua visão sobre o papel da avaliação imobiliária na gestão pública?

R - Em 2024 a SPU comemorou 170 anos de atuação enquanto órgão federal, acredito que a evolução é contínua e graduada. Podemos dizer que a secretaria se confunde com a própria história de evolução do país se considerarmos os quase 203 anos de independência. Nessa medida, do que pude testemunhar, posso assegurar que hoje a Secretaria é muito mais destacada como instituição do que era há 16 anos atrás. Em pouco tempo de casa, após compreender o desafio e potencial em se fazer gestão de uma carteira tão diversificada e valiosa, eis o meu momento marcante de reflexão: de que para a boa gestão patrimonial, torna-se imperiosa a contribuição da atividade técnica especializada da engenharia de avaliação de bens imóveis. A partir de então, com a oportunidade de assumir o cargo de Coordenador Geral, todos os meus dias de trabalho passaram a ser focados na estruturação e indução do tema na SPU, valendo-me do mantra “quem sabe quanto vale, sabe mais”.

“Falar da equipe é o que mais me orgulha nesses 13 anos à frente da Coordenação Geral, pois a estruturação do tema na SPU foi construída por todos nós.”

2. A SPU tem buscado alinhar cada vez mais a avaliação patrimonial à função social e ambiental dos imóveis da União. Como esse princípio tem sido incorporado às práticas avaliativas da CGCAV, e que desafios o senhor enxerga nesse processo?

R - Ao menos desde 2009, quando cheguei na SPU, a função socioambiental dos imóveis da União sempre esteve presente como missão institucional. Tenho cada vez mais me questionado sobre o papel da Secretaria e consequentemente na contribuição da engenharia de avaliação sobre os imóveis da União considerando-o como um ativo ambiental, aliás. O meio ambiente é uma agenda mundial, na qual cada vez mais os governos, o mercado, a academia e a sociedade se interessam na compreensão e alcance que o meio ambiente promove em nosso dia a dia. Tenho uma satisfação pessoal, por ter coordenado um produto pioneiro na SPU que envolve avaliação e meio ambiente que é a “Cartilha de Orientação de Metodologia Avaliatória – imóveis da União – Ilhas marítimas e fluviais” vale a pena sua leitura e utilização. No entanto, devo reconhecer que ainda não temos um nível satisfatório de compreensão acerca do valor econômico patrimonial dos serviços ecossistêmicos que são oferecidos pelo patrimônio da União. Eis o desafio, assunto do presente e futuro que devemos avançar.

“Uma equipe que não sabe como fazer e para que serve sua atividade, dificilmente estará motivada.”

3. Sabemos que uma avaliação precisa e bem fundamentada é essencial tanto para fins contábeis quanto para a destinação estratégica dos imóveis da União. O que tem sido feito para modernizar os processos de valoração e incorporar novas ferramentas, como a geolocalização e as bases de dados integradas?

R - A modernização é um procedimento inenarrável à boa gestão desses imóveis. Primeiro, devemos acompanhar toda inovação supralégal que nos afete para que possamos dispor de instrumentos infralégais direcionados, tanto que, quando assumimos a Coordenação Geral, usávamos uma orientação técnica que não tinha sido atualizada há 10 anos, além de um quadro técnico que contávamos nos dedos da mão, fazendo com que a capacidade de entrega fosse quase que totalmente condicionada à prestação de serviços terceirizados. A partir de então já publicamos cinco Instruções Normativas, a mais recente a IN nº 98 de março de 2025, além das duas versões do Manual de Avaliação e já vamos para a 5ª edição da Revista AvaliaSPU, um marco que reforça nosso papel institucional à toda gestão pública e sociedade.

A modernização é contínua, tanto que a partir de 2023 melhoramos tecnicamente nosso Relatório de Valor de Referência (RVR), de forma que passou a ser admitido como valor justo para atualização contábil de nosso ativo imobilizado. Também destaco a disposição georreferenciada de nossos imóveis

avaliados no GEOPortal da SPU que passa a ser uma excelente ferramenta que condiciona um banco de dados mais estruturado, facilitando a eficiência de nossos avaliadores. Estes são exemplos e contribuições que vão ao encontro da gestão e inovação do serviço público.

4. Com uma carteira tão diversa e complexa de bens públicos — de imóveis urbanos a áreas de preservação ambiental — como a equipe técnica da SPU lida com as especificidades regionais e com as diferentes realidades socioeconômicas do país no momento de avaliar um bem? Há algum caso curioso ou desafiador que o senhor tenha acompanhado de perto e que possa compartilhar?

R - Falar da equipe é o que mais me orgulha nesses 13 anos à frente da Coordenação Geral, pois a estruturação do tema na SPU foi construída por todos nós, que somos hoje aproximadamente 70 servidores distribuídos nas Superintendências. Evidente que há especificidades regionais, tanto de nossa carteira de imóveis quanto da equipe técnica, o que acreditamos suprir com a utilização de outra instância pioneira da Secretaria, que é o Comitê Consultivo de engenharia de avaliações no qual é acionado nas forças tarefas e avaliações que exige uma atuação colegiada. Quanto aos casos, o roteiro sempre é o mesmo, prazo curto, alta expectativa, “corre pra lá e pra cá”, mas no final a entrega é feita, pois como costumamos dizer “Na CGCAV não perdemos prazo”. Tenho carinho e orgulho de todas as frentes em que atuamos. Para citar dois exemplos, me recordo de dois imóveis icônicos no Rio de Janeiro que avaliamos e uma grande área no Distrito Federal, imóveis onde havia uma expectativa política acentuada, nos

deu bastante trabalho, porém conseguimos entregar com o rigor técnico adequado.

“O que mais me inspira são as pessoas.”

5. O senhor sempre foi visto por colegas como alguém comprometido com a formação técnica e o fortalecimento da cultura institucional na área de avaliações. De onde vem essa motivação? Há algo na sua formação pessoal ou familiar que tenha influenciado esse senso de responsabilidade com o patrimônio público?

R - Sempre me pautei pelo entendimento de que quando exercemos um papel de liderança, que se traduz na orientação, monitoramento e cobrança, é fundamental ofertar os recursos necessários para o bom desempenho nos trabalhos, dentre os quais o mais importante são o conhecimento e o senso de propósito. Uma equipe que não sabe como fazer e para que serve sua atividade dificilmente estará motivada, portanto nosso foco é constante tanto na capacitação técnica quanto na validação da equipe, mostrando rotineiramente a efetividade de todo trabalho realizado. Neste sentido, desde 2023 iniciamos um produto de “facilitação técnica” que tem rendido excelentes resultados onde desde então capacitamos mais de 200 servidores que, além da SPU, compreendeu 12 órgãos participantes. Já estamos com a agenda 2025 praticamente fechada, pois a demanda só aumenta. Outra ação exitosa é a Semana de Avaliação de Imóveis – SEMAVI, onde em 2025 faremos a sua 4ª edição, um evento que já se consolidou sendo requisitado por todos os servidores.

Penso que tais exemplos são ações que colocam o estado em movimento, portanto uma política pública, e quanto mais capacitados e motivados estivermos, podemos prestar um serviço de melhor qualidade, que é responsabilidade de todo órgão público e nossa enquanto servidores.

6. Para finalizar, olhando para o futuro da SPU e para as novas gerações de servidores que estão chegando, que conselhos o senhor deixaria para quem deseja atuar com avaliação de imóveis públicos? O que mais o inspira, pessoal e profissionalmente, a continuar nessa missão?

R - Quando cheguei na SPU em 2009, acreditava fazer parte da modernidade que a Secretaria precisava. Desde então, já vieram duas gerações de novos servidores, o que me coloca na condição de veterano. O que mais me inspira são as pessoas. Respeito e compreendo todos os perfis e tento extrair o melhor de cada um. Hoje somos aproximadamente 1400 servidores em toda Secretaria nesse grande e nobre desafio que é gerir esse patrimônio imobiliário tão valioso. Sou por convicção um esperançoso, pois assim como minha geração nestes quase 20 anos de casa deixa um grande legado de aprimoramento do tema da avaliação de imóveis na SPU, acredito que essa nova e as futuras gerações irão fazer mais e melhor, pois a agenda pública é dinâmica, basta ficar atento e nunca se esquecer de que “quem sabe quanto vale, sabe mais”.

nunca esquecer de que “quem sabe quanto vale, sabe mais.”

PROF. DR. EVERTON DA SILVA

Docente

Docente do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Possui graduação em Engenharia de Agrimensura, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia de Produção, todos pela UFSC.

Com uma trajetória marcada pela sólida atuação em ensino, pesquisa e extensão, o **Prof. Dr. Everton da Silva** é docente do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde desenvolve estudos nas áreas de **Cartografia, Geoprocessamento, Cadastro Territorial Multifinalitário e Avaliação em Massa de Imóveis**. Possui graduação em Engenharia de Agrimensura, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia de Produção, todos pela UFSC.

O professor coordena projetos voltados à modernização da gestão territorial e participa de redes acadêmicas nacionais e internacionais, como a **Rede Acadêmica de Cadastro para América Latina (RACAM)** e o **Grupo de Observação e Transformação do Território (GOTT)**, promovendo reflexões sobre governança da terra, justiça fiscal e inovação metodológica na avaliação de imóveis. Nesta entrevista, compartilha sua visão sobre os caminhos e desafios para consolidar práticas avaliativas mais integradas, técnicas e sustentáveis no Brasil.



“A estruturação do cadastro tendo como suporte espacial as parcelas e os objetos territoriais possibilita uma melhor integração dos temas que fundamentam as políticas públicas.”

1. Professor, o conceito de Cadastro Territorial Multifinalitário tem ganhado espaço em políticas públicas e debates acadêmicos. Na sua visão, quais são os principais fundamentos que diferenciam esse modelo de cadastro das abordagens tradicionais?

R - O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) tem como base fundamental a representação georreferenciada do território, envolvendo as parcelas e os objetos territoriais, seguindo a tendência dos avanços conceituais apresentados e discutidos nos principais fóruns relacionados ao tema, como nos eventos da Federação Internacional de Geômetras – FIG e do Congresso de Cadastro Multifinalitário e Gestão Territorial (COBRAC), por exemplo. A estruturação do cadastro tendo como suporte espacial as parcelas e os objetos territoriais possibilita uma melhor integração dos temas que fundamentam as políticas públicas, fortalecendo a linha que define a necessidade de interoperar bases de dados e as ações intersetoriais. Preceitos estes que pavimentam o caminho para a multifinalidade do cadastro. Esta visão pode ser implementada mesmo nos casos em que se encontra estabelecido o cadastro tradicional, definido como aquele estruturado prioritariamente para os fins fiscais e com poucos recursos relacionados ao uso dos dados geoespaciais. No Brasil temos bons exemplos dessa transformação, como são os casos dos municípios de Fortaleza (CE), Florianópolis (SC) e Joinville (SC), por exemplo, que disponibilizam geoportais com diversos serviços automatizados a partir do relacionamento dos cadastros temáticos com

o cadastro territorial, reduzindo tempos e eliminando processos analógicos. Essa é uma mostra dos benefícios do CTM e de sua relação com os objetivos do desenvolvimento (urbano) sustentável.

2. A avaliação em massa de imóveis é frequentemente apontada como uma solução eficiente para fins tributários e de planejamento urbano. Que fatores considera essenciais para garantir a precisão e a credibilidade dessa metodologia no contexto brasileiro?

R - De fato a avaliação em massa de imóveis é estratégica para qualificar a cobrança dos tributos imobiliários (IPTU e ITBI) e para apoiar o planejamento urbano, especialmente os instrumentos de política urbana indicados pelo Estatuto da Cidade (Outorga Onerosa, IPTU progressivo no tempo, entre outros), que guardam estreita relação com o comportamento do mercado imobiliário. Idealmente, a avaliação em massa dos imóveis deveria ser uma atividade rotineira, principalmente em cidades com expressiva dinâmica no mercado imobiliário. Com isso, seriam evitados os impactos na carga tributária decorrentes de longos intervalos sem a atualização dos valores cadastrais, como os aumentos relativos que ultrapassam substancialmente os índices inflacionários, e, por vezes, inviabilizam avanços nessa área de atuação dos governos municipais, como a melhoria da arrecadação com equidade fiscal ou o suporte ao planejamento urbano. Recentemente tivemos um avanço importante neste sentido, com a promulgação da Lei Complementar N. 214/2025 (reforma tributária), que estabeleceu a dispensa de aprovação dos modelos de avaliação em massa dos imóveis (Planta de Valores e demais elementos) pelo legislativo municipal. Este era um anseio antigo, que finalmente se

“Idealmente, a avaliação em massa dos imóveis deveria ser uma atividade rotineira, principalmente em cidades com expressiva dinâmica no mercado imobiliário.”

“Com os dados geoespaciais padronizados, um segmento importante que vem ganhando espaço são as soluções de sistema voltadas à administração dos dados cadastrais.”

concretizou. Entretanto, é necessário que alguns movimentos sejam iniciados e intensificados. Um deles, que considero essencial para os trabalhos de avaliação em massa dos imóveis, é a implementação do Observatório do Mercado Imobiliário (OMI), definido como uma das Diretrizes do CTM, conforme a Portaria N. 3242/2022/MDR. O OMI pode ser iniciado de forma simples, seja empregando planilhas eletrônicas, ou com plataformas livres, banco de dados (ex: PostGre/PostGIS) e sistema de informação geográfica (ex: QGIS). O acompanhamento e registros dos eventos de mercado (transações e ofertas) permitem monitorar o desempenho dos modelos de avaliação e indicam o momento adequado para atualizar os valores cadastrais. Por fim, vale destacar que está em discussão, na ABNT, uma proposta de norma para avaliação em massa de imóveis para fins tributários e políticas urbanas, desenvolvida pelo IBAPE e pela SOBREA, com apoio de especialistas e da academia.

3 - Sabemos que a geotecnologia tem um papel central na construção de cadastros mais completos e atualizados. Quais inovações tecnológicas o senhor destacaria como transformadoras nesse campo nos últimos anos?

R: Um dos aspectos que considero chave no uso das geotecnologias é a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), sobretudo suas normas e padrões para aquisição e estruturação dos dados geoespaciais, que influenciaram de modo significativo os ajustes nos métodos e na tecnologia empregados pelas empresas e profissionais que atuam neste ramo de atividades. Com os dados geoespaciais padronizados, um segmento importante que vem ganhando espaço são as soluções de sistema voltadas à administração dos dados cadastrais, o que podemos denominar de Sistema de Informação Territorial (SIT). O desenvolvimento e a implementação de um SIT têm sido favorecidos pelas ferramentas tecnológicas que a cada dia oferecem novas possibilidades de avanços, como são os bancos de dados com extensão espacial, os servidores de mapas, frameworks para desenvolvimento de códigos, entre outros. Espera-se que essas soluções tecnológicas continuem avançando em direção à interoperabilidade das bases de dados, aspecto vital para a multifinalidade do cadastro, para a redução de custos e para a escalabilidade do uso das informações relacionadas ao território. De forma complementar, as imagens aéreas e ao nível de logradouro, com resoluções espaciais em constante aprimoramento, são fundamentais para a atualização gestão dos dados cadastrais. Neste sentido, o acesso facilitado por provedores de imagens possibilita que avancemos na implementação do cadastro em municípios que ainda não o possuem de forma georreferenciada, balizando-se nas

“O entendimento de que o CTM é um instrumento-chave para a gestão territorial deve ser parte da agenda de preparação dos tomadores de decisão.”

Diretrizes do CTM (Portaria N. 3242/2022/MDR) e nos marcos conceituais internacionais do cadastro, como o Cadastro Fit-For-Purpose, o STDM (Social Tenure Domain Model) e o FELA (Framework Effective Land Administration).

4 - Em sua experiência com municípios e instituições públicas, quais têm sido os principais entraves para a implementação de sistemas cadastrais integrados e como superá-los?

R: Como expressei no livro de cadastro que publicamos em 2023, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) vem se constituindo nos últimos tempos num instrumento essencial à gestão territorial, seja nos âmbitos municipal (urbano e rural) e regional, ou na composição de uma base de dados mais ampla envolvendo todo o país, como preconizado pelo SINTER (Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais). Esta condição ocorre, entre outras razões, pelo nível de interoperabilidade propiciado pelo avanço tecnológico. Evidentemente que a tecnologia é um dos componentes deste cenário, já que dentre eles deve-se também ressaltar o fator humano capacitado e as parcerias que podem se estabelecer entre os diferentes atores como pri-

mordial para a materialização do CTM. Ao se analisar estes aspectos descritos no livro, pode-se afirmar que os principais entraves são de contorno político, embora tenhamos fragilidades de cunho técnico e administrativo (fator humano capacitado). O entendimento de que o CTM é um instrumento-chave para a gestão territorial deve ser parte da agenda de preparação dos tomadores de decisão, pois a capacitação das pessoas para atuarem com o cadastro é, acima de tudo, uma decisão política. Sabemos que em nosso país temos uma evidente assimetria nas condições de administração dos entes federados. No entanto, existem caminhos para transformar esse cenário, apontados tanto por estudos acadêmicos quanto pela própria legislação do país. É curioso observar que um instrumento como o CTM, que embora tenha custos para implementação e manutenção, mas que tem potencial de gerar recursos e reduzir gastos, seja tão difícil de ser considerado como uma ação estratégica pelos tomadores de decisão.

5 - Além dos aspectos técnicos, a governança e a articulação entre entes federativos são cruciais para a gestão territorial. Como o senhor enxerga o papel da academia nesse diálogo e na formação de profissionais que atuem com responsabilidade sobre o território?

R: Parece-me fundamental a participação da academia nesse diálogo, seja pela promoção de pesquisas que iluminem o caminho para os procedimentos de governança e administração do território, seja com ações extensionistas que auxiliem na capacitação de pessoas vinculadas aos entes federados, mas principalmente pela formação, em seus diferentes níveis, de alunos que futuramente poderão atuar profissionalmente em atividades relacionadas à gestão territorial. Neste senti-

do, é importante que órgãos governamentais com competência para desenvolvimento de ações junto aos entes federados busquem apoio das universidades, demandando soluções para problemas específicos ou ações de capacitação. Nos últimos tempos a aproximação da academia com as instituições do governo promoveu importantes resultados que se refletem na gestão territorial, como foi a elaboração da Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais e as Diretrizes para o CTM no âmbito dos municípios brasileiros (Portarias N. 511/2009/MCidades e N. 3242/2022/MDR). Recentemente, professores de diferentes instituições atuaram para atender uma demanda do BNDES e do Ministério das Cidades, coordenada pela GIZ, que resultou no desenvolvimento de termos de referência para a implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios. O produto final, conhecido como Pacote CTM, está disponível para acesso público. Esses exemplos reforçam o potencial da relação entre os entes federados e a academia. Não posso deixar de destacar o Congresso de Cadastro Multifinalitário e Gestão Territorial, promovido pela UFSC desde 1994, com apoio de outras instituições públicas de ensino, órgãos governamentais e municípios. Este evento é um dos caminhos para construção do diálogo sobre a governança e a articulação entre os entes federados, e que vem contribuindo para a formação de profissionais. É de suma importância que as instituições do governo continuem oferecendo apoio a essas iniciativas.

6 - Por fim, professor, que conselhos daria a jovens profissionais e servidores públicos que desejam se especializar nas áreas de avaliação de imóveis e cadastro territorial, considerando os desafios e as oportunidades atuais no Brasil?

R: temos muito por fazer nas áreas de avaliação de imóveis e de cadastro territorial. Isto significa muito trabalho pela frente. Ainda que pareçam áreas adormecidas, se considerarmos o cenário de pouco movimento pelos entes federados na implementação do CTM (que envolve avaliação de imóveis e cadastro territorial), temos confiança que a percepção de sua importância aflore de uma forma mais ampla. A recente reforma tributária, que passa a exigir o CIB (Cadastro Imobiliário Brasileiro) para determinadas operações que resultam na cobrança do IBS (Imposto sobre Bens e Serviços) e do CBS (Contribuição sobre Bens e Serviços), e que, portanto, exigirão a integração dos cadastros de origem (urbanos e rural) no SINTER, meu ver que pode ser a alavanca para impulsionar essas áreas de atuação pelos jovens profissionais e pelos servidores públicos. Assim, esperamos que a valorização dessas atividades abra espaço para que jovens profissionais e servidores sejam formados e capacitados com o apoio da academia.

“é importante que órgãos governamentais com competência para desenvolvimento de ações junto aos entes federados busquem apoio das universidades, demandando soluções para problemas específicos ou ações de capacitação.”

1 - Lauro Cavalcanti de Sá

Engenheiro Civil graduado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 2006, mestrado em Engenharia Aero-náutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e especialização em Análise e Ciência de Dados pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente, ele é Capitão de Corveta engenheiro na Secretaria-Geral da Marinha do Brasil (SGM).

ESTIMAÇÃO DE VALORES DE IMÓVEIS EM BOTAFOGO, RIO DE JANEIRO-RJ UTILIZANDO A RASPAGEM DE DADOS

Lauro Cavalcanti de Sá¹ (SGM)

Resumo

Este trabalho buscou ampliar a capacidade de obtenção de dados imobiliários por meio de um programa da Raspagem de Dados (*Web Scraping*) de forma ágil e eficiente a fim de contribuir para as predições de valores de imóveis, por regressão linear múltipla, dentro da área de Engenharia de Avaliações, mostrando as vantagens e as limitações dessa tecnologia. Esse programa foi capaz de obter 4.933 dados de ofertas imobiliárias do bairro de Botafogo no Rio de Janeiro-RJ, que foram sanitizados, classificados e anonimizados, resultando em 4.082 registros. Eles foram analisados utilizando o programa *Python* e, por meio de uma equação linear múltipla, foi possível estimar o valor do imóvel desejado após a exclusão dos dados discrepantes. Assim, o valor médio para o tipo de apartamento escolhido apresentou 9,0% e 7,5% de diferença com o índice FipeZap+, da FIPE, e do site Agentemovel, respectivamente. Foram verificados também os resíduos padronizados, a heterocedasticidade, a autocorrelação e a multicolinearidade, validando o modelo apresentado. Com isso, mostraram-se viáveis outras abordagens nas áreas pública e privada, seja em avaliações imobiliárias, ou em estudos mercadológicos.

Palavras-chave: avaliação imobiliária, raspagem de dados, regressão linear múltipla.

BOTAFOGO NEIGHBOURHOOD IN RIO DE JANEIRO CITY REAL ESTATE VALUE ESTIMATION USING WEB SCRAPING

Lauro Cavalcanti de Sá² (SGM)

Abstract

This work aimed to expand the capacity for obtaining real estate data through agile and efficient data scraping (*Web Scraping*) to support property value predictions using multiple linear regression within the field of Appraisal Engineering, highlighting the advantages and limitations of this technology. The program was able to collect 4.933 data on real estate offers of Botafogo neighborhood in Rio de Janeiro city, which were sanitized, classified, and anonymized, resulting in 4.082 records. These were analyzed using *Python*, and through a multiple linear regression equation, it was possible to estimate the value of the desired property after excluding the outlier's data points. The average value for the selected apartment type showed a difference of 9.0% and 7.5% compared to the FipeZap+ index from FIPE and the Agentemovel website, respectively. Standardized residuals, heteroscedasticity, autocorrelation, and multicollinearity were evaluated, validating the proposed model. As a result, other approaches in the public and private sectors have proven to be viable, whether in real estate appraisals or in market studies.

Keywords: real estate appraisal, web scraping, multiple linear regression.

1 - Lauro Cavalcanti de Sá

Civil Engineer graduated from the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) in 2006, master in Aeronautical Engineering from the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) and specialist in Analysis and Data Science from the Universidade de São Paulo (USP). Currently is Lieutenant Commander engineer at the Secretaria-Geral da Marinha do Brasil (SGM).

1) INTRODUÇÃO

A estimativa do valor de um imóvel faz parte da área de conhecimento denominada "Engenharia de Avaliações", especificamente da subárea "Avaliações Imobiliárias", que se dedica ao cálculo do valor de mercado de bens imóveis. No Brasil, o primeiro livro sobre avaliação de terrenos foi publicado por Ber-rini, L.C. (1941), tornando-o um pioneiro nesse campo. Atualmente, essa prática é regulamentada pela Norma Brasileira (NBR) 14.653, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cujas partes foram publicadas entre 2011 e 2019.

Ao longo das décadas, as técnicas e definições utilizadas nas avaliações evoluíram significativamente. Hoje, os trabalhos da área se baseiam no conceito de Valor de Mercado, conforme definido na ABNT NBR 14.653-1 (2019): *"Valor de mercado é a quantia mais provável pela qual se negociaria voluntariamente e conscientemente um bem, em uma data de referência, dentro das condições do mercado vigente."*

Para obtenção desse valor, diversas metodologias foram desenvolvidas e aperfeiçoadas ao longo de todo esse tempo para cada tipo de situação mercadológica do imóvel, sendo estas as mais utilizadas atualmente: Método Comparativo Direto de Dados do Mercado (MCDDM), Método da Quantificação do Custo, Método Evolutivo e Método Involutivo.

Segundo o item 6.6 da Parte 1 dessa NBR, o avaliador deve, sempre que possível, priorizar o uso do MCDDM, baseando-se em transações efetivamente realizadas ou em ofertas do mercado como base estatística para estimar o valor do imóvel avaliado.

Entretanto, devido à escassez de dados confiáveis sobre transações efetivas, é comum que os avaliadores recorram à coleta manual de anúncios em sítios da internet, o que torna o processo lento e limitado. Essa limitação impacta diretamente os resultados, pois a coleta manual está sujeita a um alto grau de subjetividade, como apontam Steiner, M. T. A. et al. (2008) e González, M. A. S. (2002).

Para contornar essas dificuldades, a tecnologia de Raspagem de Dados — ou Web Scraping — surge como uma alternativa promissora. Trata-se de uma técnica computacional que desenvolve programas capazes de simular a navegação de um usuário, extraindo automaticamente as informações desejadas de páginas na internet.

Devido à rapidez que pode ser utilizada nesse tipo de simulação, Silva, C. B.; Longo, E. S.; Silva, E. da (2020) sugeriram que as requisições de páginas para a Raspagem de Dados sejam realizadas em horários com baixa demanda pelos usuários e que utilizem temporizadores, de forma a não sobrecarregar o servidor de administração web dos anúncios.

Posteriormente, Tavares, L. da S. (2021) revisou sete trabalhos científicos sobre essa tecnologia e identificou que sua aplicação no campo das avaliações imobiliárias teve início apenas em 2018, demonstrando que ainda há um vasto campo a ser explorado.

Nesse contexto, RCruz, B. H. S. G.; Tamietti, L. F. de M. (2023) realizaram um estudo de caso e concluíram, entre outros aspectos, que a tecnologia de raspagem de dados mostra-se mais apropriada para a geração de conhecimento sobre o mercado imobiliário do que para a aplicação direta em modelos de avaliação. Os autores também recomendaram a realização de pesquisas com amostras ampliadas, a fim de aprofundar os resultados obtidos.

Dessa forma, apesar desse potencial da aplicação da raspagem de dados como uma solução eficiente para as coletas das amostras das avaliações imobiliárias, deve-se destacar que ela sozinha, em geral, é mais aplicável para estimação do valor dos imóveis não sendo suficiente para a avaliação de imóveis específicos. Isso ocorre porque, geralmente, os dados disponíveis nos sítios de anúncios imobiliários não contêm detalhes dos imóveis essenciais em campos padrões nas respectivas páginas na internet para essa avaliação específica como, por exemplo, a testada, se é de frente para rua, andar do apartamento e gabarito, o que impede a coleta automatizada dessas características, obrigando o avaliador a seguir o padrão manual de coleta da informação.

Diante do que foi apresentado, este trabalho teve como objetivo aplicar a técnica de raspagem de dados para tornar mais eficiente o processo de coleta de informações e, por consequência, aprimorar a estimação dos valores dos imóveis na região analisada. Com isso, espera-se que novas possibilidades de aplicação dessas análises se mostrem viáveis tanto no setor governamental quanto no setor privado, em estudos voltados ao mercado imobiliário.

2) DESENVOLVIMENTO

2.1) MATERIAL E MÉTODOS

De forma a implementar a Raspagem de Dados, foi necessário definir o escopo para a coleta dos dados imobiliários, contendo três informações: o local, o tipo de imóvel desejado e o portal de anúncios. É importante ressaltar que o portal de anúncios deve ser selecionado de acordo com a quantidade de imóveis ofertados para o local desejado, com a disponibilidade de dados padronizados dos imóveis e com a estrutura do portal, de forma a possibilitar a execução do programa de raspagem. Cabe destacar que alguns portais não foram selecionados por proibirem a Raspagem de Dados em seus respectivos Termos de Uso.

O programa responsável pela obtenção das páginas do portal de anúncios imobiliários da internet foi configurado para extração dos campos "Endereço", "Área", "Quantidade de Quartos", "Quantidade de Banheiros", "Quantidade de Vagas", "Preço de Compra/Venda" e "Link para o Anúncio".

Em seguida, os dados imobiliários foram coletados no portal em massa e de forma automatizada, que resultou em um arquivo de extensão "csv" com os campos separados por vírgulas, onde cada linha correspondeu a um dado imobiliário e cada coluna, a um campo desse dado. Os dados foram obtidos em ordem do mais recente para o mais antigo de forma a possibilitar a verificação do atendimento de contemporaneidade (até dois anos), conforme especifica o item XIII do Art. 3º da Instrução Normativa SPU/MGI nº 98.

Para a criação do campo "Preço Unitário", foi utilizada a versão 7 do programa *Libre-Office*, que consiste na divisão do campo "Pre-

ço" pelo campo "Área", comumente utilizado na área de avaliações imobiliárias como variável dependente, e foi inserido o valor zero no campo "Quantidade de Vagas" para os imóveis que não apresentavam valor no mesmo.

Em um primeiro momento, os dados imobiliários obtidos foram sanitizados utilizando a biblioteca *Pandas* do programa *Python*, que:

- importou e definiu corretamente os tipos dos dados, possibilitando que os valores não numéricos fossem convertidos para "N/A" (valores ausentes) nos campos "Área", "Quantidade de Quartos", "Quantidade de Banheiros", "Quantidade de Vagas", ou "Preço de Compra/Venda";
- excluiu os dados com valores "N/A", já que não seria possível aproveitá-los no modelo estatístico; e
- verificou e confirmou que não havia dados repetidos.

É importante destacar que este trabalho seguiu rigorosamente as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) na coleta e no tratamento dos dados, uma vez que todos eles foram manifestamente tornados públicos pelo(s) titular(es) ao disponibilizarem nas plataformas de anúncios imobiliários sem necessidade de cadastramento de usuário ou senha para acesso aos mesmos, inclusive podendo ser obtidos pelas ferramentas de busca na internet, o que dispensa a exigência do consentimento, conforme o §4º do Art. 7º, da LGPD. Outro ponto importante que foi atendido, refere-se a finalidade do uso dos dados, neste caso amparado no item IV do mesmo artigo, já que este

estudo teve seu foco na pesquisa. Ainda no mesmo item, de forma a garantir a anonimização dos dados pessoais solicitada pela LGPD, foram utilizados os meios técnicos razoáveis e disponíveis no momento do tratamento, por meio dos quais os dados perderam a possibilidade de associação, direta ou indireta, a um indivíduo. Por esse motivo, foram excluídos os campos "Endereço" e "Link para o Anúncio" para a composição do banco de dados a ser analisado.

Após o tratamento, foi realizada a análise estatística dos dados por regressão linear múltipla utilizando as bibliotecas *itertools*, *matplotlib*, *pickle*, *scipy*, *seaborn*, *statsmodels*, *math*, *numpy* e *pandas* no programa *Python*. Para a rejeição da hipótese nula e para explicar o comportamento dos preços unitários em função das demais variáveis, foi considerado um nível de significância (*p-valor*) igual a 0,05 para o teste "t" dos parâmetros e "F" para o modelo.

Na parte de resultados e conclusões, os valores por m² por bairros e para cada categoria de atributos foram comparados com aqueles constantes no índice *FipeZap+*, da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) e com os índices do site Agentemovei.

2.2) RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, para a definição de local e tipo de imóvel desejado foram escolhidos apartamentos no bairro de Botafogo na cidade do Rio de Janeiro-RJ e, para a escolha do portal de anúncios, foi escolhido o site da internet Imovelweb por apresentar uma quantidade relevante de 5.861 imóveis ofertados para o local desejado com dados em estrutura padronizada.

O programa de Raspagem de Dados *webscraper.io* foi configurado e executado, possibilitando a obtenção de 4.993 dados imobiliários encontrados no portal escolhido. É comum haver uma diferença entre a quantidade informada pelo portal de anúncios e o que, de fato, é encontrado ao se navegar por ele, mostrando-se como um efeito negativo da coleta.

Posteriormente, no LibreOffice foi criado o campo "Preço Unitário" e foi inserido o valor zero no campo "Quantidade de Vagas" para os imóveis que não apresentavam valor no mesmo.

Logo após, a sanitização de valores não numéricos nos campos "Área", "Quantidade de Quartos", "Quantidade de Banheiros", "Quantidade de Vagas" e "Preço de Compra/Venda" reduziu-se os dados imobiliários para 4.184 registros, devido aos valores ausentes.

Cabe destacar que essa redução foi ocasionada pela incompletude dos anúncios, demonstrando uma vulnerabilidade da utilização de anúncios como fonte de dados, sendo um efeito negativo dela. Foram também removidos 102 dados duplicados, restando, por fim, 4.082 registros. Outro efeito negativo não investigado neste trabalho é uma possível repetição dos imóveis por anunciantes diferentes.

Finalmente, como preparação dos dados, foram removidas as variáveis "Endereço" e "Link para o Anúncio" de forma a garantir a anonimização dos mesmos, conforme determinado pela LGPD, resultando na distribuição mostrada na Figura 1. Salienta-se que somente os anúncios com indicação de criação há mais de um ano não puderam ter o requisito de contemporaneidade verificado devido à imprecisão dessa indicação temporal.

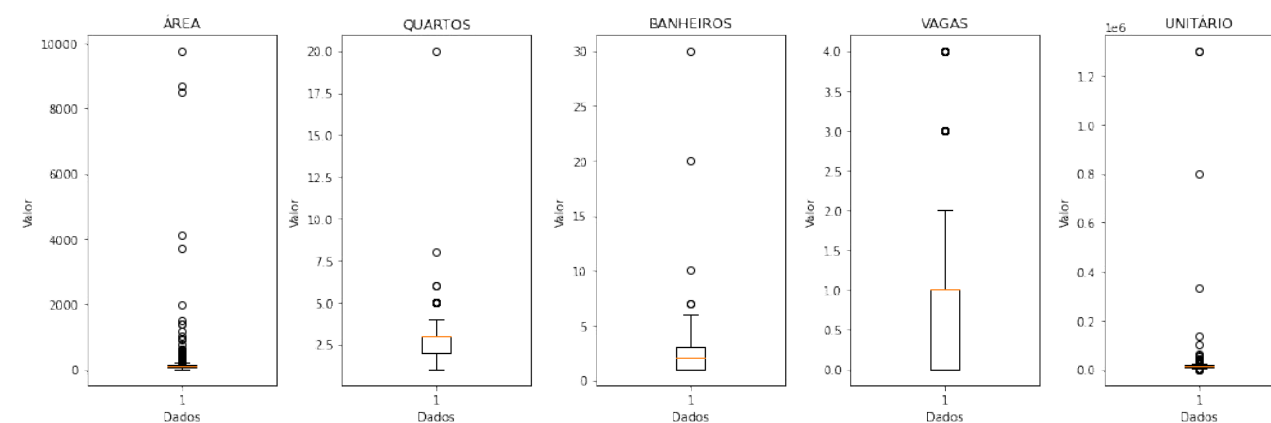


Figura 1. Distribuição dos dados imobiliários iniciais por variáveis.
Fonte: Original da pesquisa.

Como se pode visualizar na Figura 1, existiam dados discrepantes iniciais com áreas acima de 2.000 m², mais de 10 quartos ou banheiros, e valores unitários acima

de R\$ 100.000,00. Tentou-se, mesmo assim, analisar estatisticamente os dados com a presença desses discrepantes iniciais, mas todas as análises resultaram em modelos que pio-

ravam ao se os excluir ou apresentavam comportamentos das variáveis “Quartos” e “Banheiros” invertidos, demonstrando que esses dados iniciais estavam influenciando negativamente os modelos.

Por esse motivo, por se considerar como um erro de inserção nos anúncios, optou-se por retirar todos os dados discrepantes iniciais da seguinte forma:

- com áreas menores do que 15m² ou maiores do que 500 m²;
- com quantidade de quartos maior do que 10;
- com quantidade de banheiros maior do que 10; e
- com valores unitários menores do que R\$ 1.000,00 ou maiores do que R\$ 100.000,00.

Dessa maneira, obteve-se a distribuição dos 4.051 dados mostrada na Figura 2

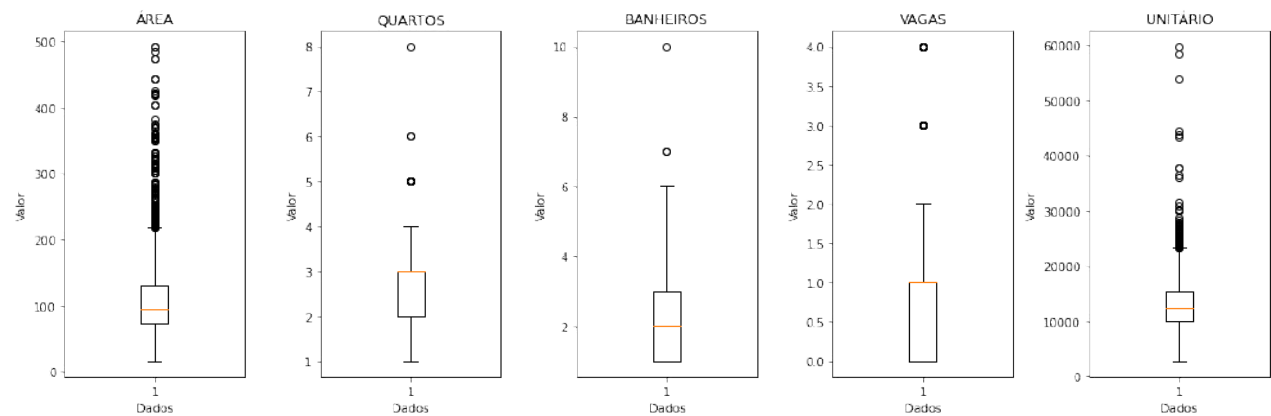


Figura 2. Distribuição dos dados imobiliários após exclusão dos discrepantes iniciais.
Fonte: Original da pesquisa.

das quatro variáveis numéricas independentes (“Área”, “Quartos”, “Banheiros” e “Vagas”) e da variável numérica dependente “Preço Unitário”, resultando no resumo estatístico da Tabela 1.

De acordo com o painel de distribuições entre variáveis mostrado na Figura 3, pôde-se constatar os seguintes comportamentos entre elas, os quais eram esperados em virtude da natureza das mesmas perante os imóveis:

- “Área” varia positivamente com “Banheiros”, “Quartos” e “Vagas”;
- “Quartos”, “Banheiros” e “Vagas” variam positivamente entre si;
- “Valor Unitário” varia positivamente com “Vagas”, “Área” e “Banheiros”; e
- “Valor Unitário” varia inversamente com a área.

Tabela 1 - Resumo dos dados imobiliários iniciais.

	Área	Quartos	Banheiros	Vagas	Unitário
Quantidade	4.051	4.051	4.051	4.051	4.051
Média	110,08	2,53	2,15	0,97	12.883,61
Desvio Padrão	61,24	0,89	1,02	0,79	4.367,54
Mínimo	16	1	1	0	2.722,22
25%	73	2	1	0	9.907,32
50%	95	3	2	1	12.209,30
75%	131	3	3	1	15.231,79
Máximo	492	8	10	4	59.750,00

Fonte: Original da pesquisa.

Após a visualização dos dados iniciais, os mesmos foram testados em um modelo de regressão linear múltipla sem transformações, que apresentou um Coeficiente de Determinação igual a 0,205, além dos resultados mostrados na Tabela 2, dos quais se destacam os valores de significância todos menores do que 5% (valor $p < 0,05$), indicando a representatividade das variáveis “Área”, “Quartos”, “Banheiros” e “Vagas” para explicar o “Preço Unitário”.

Com a finalidade de confirmar a representatividade das variáveis independentes, foi executado uma análise *Step Wise*, que atestou as mesmas, mantendo as características do modelo inicial.

Sendo assim, cada uma das variáveis numéricas independentes “Área”, “Quartos”, “Banheiros” e “Vagas”, assim como a variável dependente, foram testadas com as transformações “ $1/x$ ”, “ $\ln(x)$ ”, “ x^2 ”, “ \sqrt{x} ”, “ $1/x^2$ ” e “ $\sqrt{1/x}$ ”, além das combinações sem transformação, totalizando 16.807 análises.

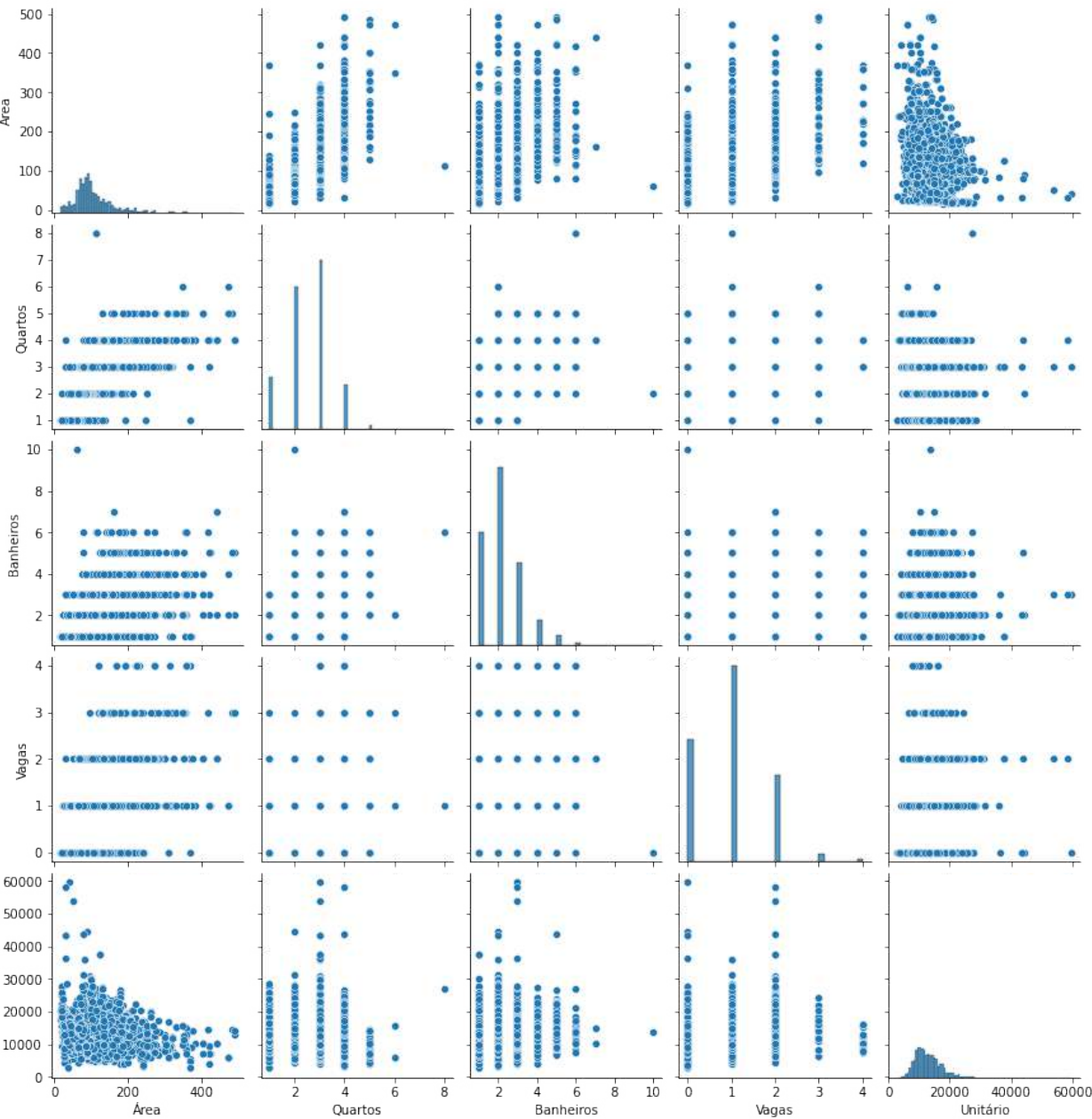


Figura 3. Painel de distribuição dos dados iniciais entre variáveis.
Fonte: Original da pesquisa.

Tabela 2. Resultados do modelo de regressão múltipla linear inicial.

Dep. Variable:	Unitário	R-squared:	0.205			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.205			
Method:	Least Squares	F-statistic:	261.5			
Date:	Fri, 16 May 2025	Prob (F-statistic):	3.88e-200			
Time:	13:41:02	Log-Likelihood:	-39237.			
No. Observations:	4051	AIC:	7.848e+04			
Df Residuals:	4046	BIC:	7.852e+04			
	Df Model:	4				
	Covariance Type:	nonrobust				
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]

const	1.308e+04	194.975	67.091	0.000	1.27e+04	1.35e+04
Área	-28.2871	1.489	-18.997	0.000	-31.206	-25.368
Quartos	-256.8565	104.615	-2.455	0.014	-461.959	-51.754
Banheiros	454.3976	72.227	6.291	0.000	312.794	596.001
Vagas	2670.7567	95.656	27.921	0.000	2483.219	2858.294
=====						
Omnibus:	2185.852	Durbin-Watson:	1.840			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	37507.756			
Skew:	2.185	Prob(JB):	0.00			
Kurtosis:	17.252	Cond. No.	430.			

Fonte: Original da pesquisa.

Após isso, a melhor combinação de transformações que resultou em um Coeficiente de Determinação igual a 0,313 foi a seguinte equação:

Fórmula 1

$$\sqrt{1/\text{UNITARIO}} \sim \text{const.} + a \ln(\text{AREA}) + b \frac{1}{\text{QUARTOS}^2} + c \text{BANHEIROS}^2 + d \text{VAGAS}$$

Com a finalidade de aumentar o grau de explicação do modelo, optou-se pela análise dos resíduos e exclusão de 783 dados com os resíduos padronizados acima de dois

em módulo. Após cada exclusão, foi realizada uma nova análise do modelo, resultando em um Coeficiente de Determinação igual a 0,571. E, por fim, com o intuito de atingir pelo menos um Coeficiente de Determinação igual a 0,750, foram removidos 822 dados com os maiores resíduos padronizados, resultando na seguinte equação e na Tabela 3:

Fórmula 2

$$\sqrt{1/\text{UNITARIO}} = 0,002 + 0,0019 \ln(\text{AREA}) + 0,0005 \frac{1}{\text{QUARTOS}^2} - 2,651\text{e-}05 \text{BANHEIROS} - 0,0014 \text{VAGAS}$$

Tabela 3. Resultados do modelo de regressão múltipla linear final.

Dep. Variable:	Unitário	R-squared:	0.750			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.750			
Method:	Least Squares	F-statistic:	1831.			
Date:	Sat, 17 May 2025	Prob (F-statistic):	0.00			
Time:	21:32:14	Log-Likelihood:	15065.			
No. Observations:	2446	AIC:	-3.012e+04			
Df Residuals:	2441	BIC:	-3.009e+04			
	Df Model:	4				
	Covariance Type:	nonrobust				
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]

const	0.0020	0.000	12.418	0.000	0.002	0.002
Área	0.0019	3.49e-05	53.546	0.000	0.002	0.002
Quartos	0.0005	5.06e-05	9.278	0.000	0.000	0.001
Banheiros	-2.651e-05	2.24e-06	-11.839	0.000	-3.09e-05	-2.21e-05
Vagas	-0.0014	1.69e-05	-79.800	0.000	-0.001	-0.001
=====						
Omnibus:	868.856	Durbin-Watson:	1.883			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	120.343			
Skew:	-0.047	Prob(JB):	7.38e-27			
Kurtosis:	1.917	Cond. No.	138.			
=====						
=====						

Fonte: Original da pesquisa.

multicolinearidade. Os dados terminaram distribuídos conforme a Figura 4. Todos os resíduos padronizados resultantes se encontravam dentro do intervalo de -2 a +2, conforme mostrado na Figura 5. Os resíduos apresentaram uma distribuição igual a 59%, 91% e 100% nos intervalos de ± 1, ± 1,64 e ± 1,96 desvios padrão. Os valores da variável dependente se encontravam bem distribuídos em relação aos valores preditos, conforme mostra a Figura 6. O teste de Breusch-Pagan **não confirmou a heterocedasticidade, apresentando um p-value** igual a 0,427, validando o modelo

proposto. O teste de Durbin-Watson apresentou um valor igual a 1,88, afastando a hipótese de autocorrelação entre as variáveis independentes, corroborando o modelo proposto. E, por fim, a hipótese de multicolinearidade entre variáveis foi afastada com a verificação dos valores do Fator de Inflação da Variância (em inglês, Variance Inflation Factor – VIF) menores que 5, conforme a Tabela4.

Por esses motivos, concluiu-se que o modelo calculado podia ser utilizado para estimar os preços de imóveis residenciais dentro dos limites das características mostradas.

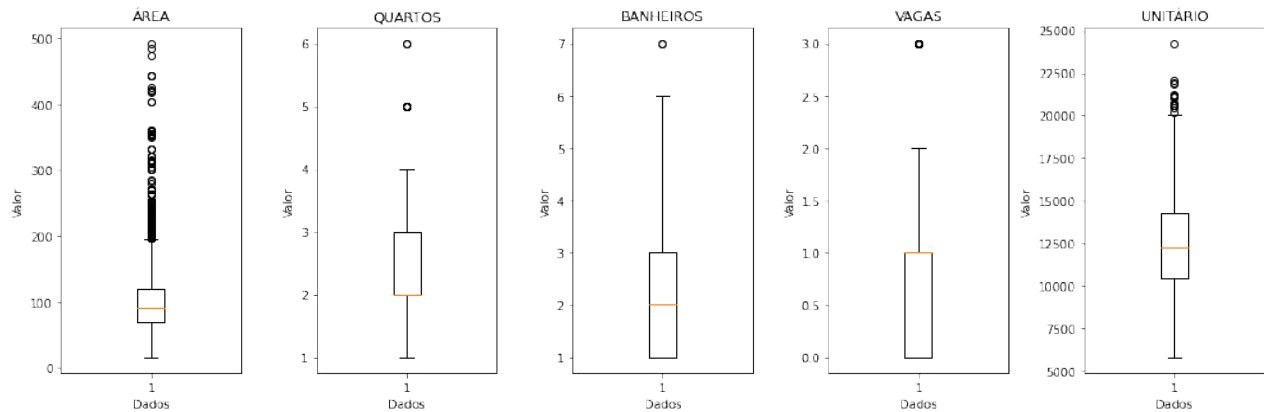


Figura 4. Distribuição dos dados finais.
Fonte: Original da pesquisa.

Dessa forma, optou-se pela equação encontrada como a que melhor explicaria o comportamento da amostra imobiliária, podendo estimar o valor de outros imóveis.

Utilizando a ferramenta de predição para um imóvel de 100 m² com 2 quartos, 2 banheiros e 1 vaga de garagem, pôde-se estimar o valor unitário médio igual a R\$ 11.726,62/m².

Comparativamente, o índice FipeZap+, da FIPE, e o site AgentImovel apresentaram

o preço unitário igual a R\$ 12.888,00/m² e **R\$ 10.912/m²**, respectivamente, para um imóvel residencial independentemente da quantidade de dormitórios no mesmo mês, ou seja, 9,0% maior e 7,5% menor, do que a estimativa realizada.

De forma a validar o modelo, também foram verificados: a distribuição dos dados, os resíduos padronizados, a normalidade dos resíduos, os valores da variável dependente, a heterocedasticidade, a autocorrelação e a

3) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma obtenção de dados imobiliários manual, dificilmente são utilizadas mais do que poucas dezenas deles devido ao tempo gasto para coleta deles. Em contrapartida, este trabalho demonstrou que a tecnologia de Raspagem de Dados, também conhecida em inglês como *Web Scraping*, contribuiu de maneira relevante para a etapa de obtenção de dados imobiliários ao ampliar a quantidade de imóveis para milhares, de maneira ágil e eficiente, mesmo com a vulnerabilidade aos efeitos da repetição dos imóveis e da incompletude deles.

Considerado esse fator, aliado às técnicas e aos procedimentos, estatísticos da Ciência de Dados, a tecnologia de Raspagem de Dados se mostrou uma ferramenta eficaz e eficiente na estimação de valores imobiliários, mesmo considerando as dificuldades de se trabalhar com grandes amostras, seja na sanitização ou no processamento delas.

Obteve-se um modelo capaz de estimar os preços dos imóveis residenciais dentro dos limites mostrados, tendo sido comparados às médias apresentadas pelos índices FipeZap+, da FIPE, e do sítio Agentemovel ao apresentar as diferenças de 9,0% e 7,5%, respectivamente, em relação a um imóvel com as mesmas características.

Dessa forma, abrem-se novas possibilidades de utilização das análises mostradas neste trabalho, seja na área governamental como um auxílio na tomada de decisões, ou na área privada em estudos imobiliários para portais de anúncios, imobiliárias, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ABNT. 2019. Avaliação de bens. Parte 1: Procedimentos gerais. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN 978-85-07-08096-1.

Berrini, L.C. 1941. Avaliações de Terrenos. 1ed. São Paulo, SP, Brasil.

Cruz, B. H. S. G.; Tamietti, L. F. de M.. 2023. Raspagem de Dados para Avaliação Imobiliária um Estudo de Caso para Mapeamento de Riscos e Oportunidades. (). .

González, M. A. S. (2002): González, M. A. S. Aplicação de Técnicas de Descobrimento de Conhecimento em Bases de Dados e de Inteligência Artificial em Avaliação de Imóveis, Porto Alegre, RS, Brasil.

Silva, C. B.; Longo, E. S.; Silva, E. da. 2020. Coleta de Dados de Imóveis de Forma Automatizada para Fins de Políticas Públicas. Anais do 14º Congresso de Cadastro Multifinalitário e Gestão Territorial p. 1-8.

SPU. 06/03/2025. Instrução Normativa SPU/MGI nº 98. (). .

Steiner, M. T. A. et al. 2008. Métodos estatísticos multivariados aplicados à engenharia de avaliações. Revista Gestão e Produção 1 (15): 23-32.

Tavares, L. da S.2021 . Framework Automatizado para Avaliação de Imóveis Urbanos utilizando Técnicas de Mineração de Dados. Dissertação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

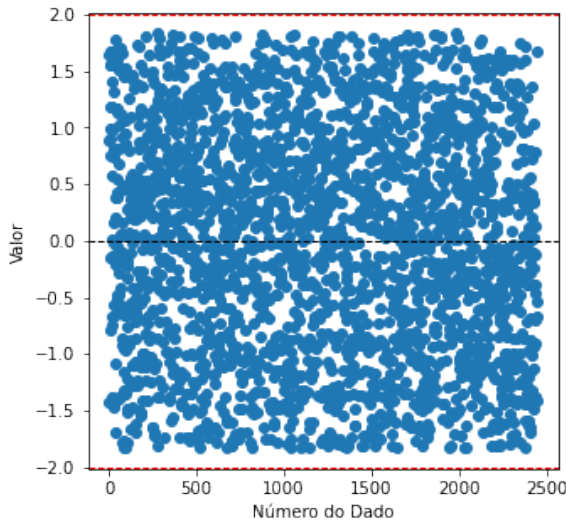


Figura 5. Resíduos padronizados.
Fonte: Original da pesquisa.

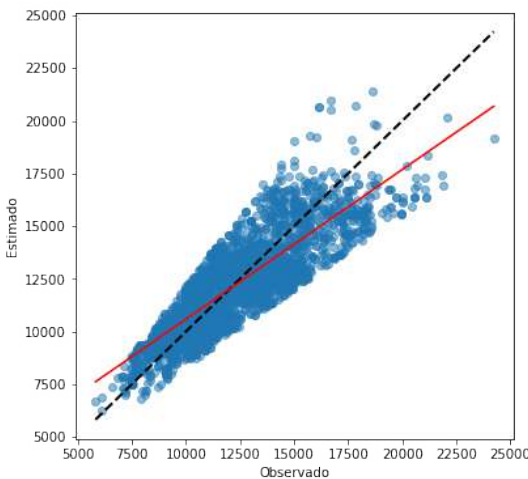


Figura 6. Valores da variável dependente x
Valores preditos.
Fonte: Original da pesquisa.

Tabela 4. Fator de Inflação da Variância.

	Área
const	-----
Área	3,308951
Quartos	2,108419
Banheiros	1,347878
Vagas	2,090571
Unitário	1,456246

Fonte: Original da pesquisa.

1 - Luiz Fernando Palin Droubi

Engenheiro civil (2003), formado na Escola de Engenharia de São Carlos (USP), mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela UFSC (2021). Pós-graduado em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia pelo IPOG (2016). Possui formação em Ciência de dados pela Datacamp (2017). Atua como consultor em Engenharia de Avaliações na Droubi Engenharia e Avaliações Ltda. É Vice-Presidente Técnico da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações (SOBREA).

2 - Everton da Silva

Graduado em Engenharia de Agrimensura pela União das Faculdades de Criciúma, mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenou trabalhos de levantamentos cadastrais e avaliação em massa de imóveis para fins fiscais em diversos municípios brasileiros. É professor da Universidade Federal de Santa Catarina junto ao Departamento de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, onde atua na linha de pesquisa em Cadastro Territorial Multifinalitário. Foi professor associado do Lincoln Institute of Land Policy, onde colaborou em cursos à distância e presenciais. É líder do Grupo de Observação de Transformação do Território – GOTT (<https://gott.ufsc.br>).

DETECÇÃO E TRATAMENTO DE OUTLIERS O CRITÉRIO DE CHAUVENET MODIFICADO

Luiz Droubi¹ e Everton da Silva²

Resumo

Este trabalho buscou ampliar a capacidade de obtenção de dados na Engenharia de Avaliações, na qual a detecção de outliers é etapa crítica. Critérios tradicionais, como o dos dois desvios-padrões e o de Chauvenet, embora amplamente utilizados devido à sua simplicidade, baseiam-se em estatísticas sensíveis à presença de valores aberrantes, podendo mascarar a real discrepância dos dados extremos. Este trabalho discute a fragilidade desses métodos frente ao fenômeno do mascaramento e apresenta alternativas mais robustas, como o uso da mediana, da média aparada e do estimador de Gastwirth para posição, bem como do IQR e do desvio mediano absoluto (MAD) para dispersão. A partir dessas medidas, são explorados critérios robustos de detecção de outliers, com destaque para o critério de Chauvenet modificado, proposto por Lin, Zhang e Tong (2025), que ajusta os limites admissíveis com base nos quantis e no tamanho da amostra. Estudos de caso demonstram a superioridade desse novo critério frente aos métodos tradicionais, inclusive em situações de assimetria moderada. Conclui-se que o critério de Chauvenet modificado representa um avanço metodológico promissor, merecendo maior investigação para casos de distribuições fortemente assimétricas, comuns na prática avaliatória.

Palavras-chave: Outliers, Estimadores robustos, Engenharia de Avaliações, Critério de Chauvenet modificado.

DETECÇÃO E TRATAMENTO DE OUTLIERS O CRITÉRIO DE CHAUVENET MODIFICADO

Luiz Droubi¹ e Everton da Silva²

Abstract

In Property Valuation Engineering, outlier detection is a critical step, particularly when dealing with small and potentially contaminated samples. Traditional criteria, such as the two standard deviations rule and Chauvenet's criterion, are widely used due to their simplicity but rely on statistics that are sensitive to the presence of outliers, potentially masking the true deviation of extreme values. This paper discusses the weaknesses of these methods in the presence of masking and presents more robust alternatives, such as the use of the median, trimmed mean, and Gastwirth's estimator for central tendency, as well as the interquartile range (IQR) and median absolute deviation (MAD) for dispersion. Based on these robust statistics, more reliable outlier detection criteria are explored, with special emphasis on the modified Chauvenet's criterion proposed by Lin, Zhang, and Tong (2025), which adjusts admissible data limits using quantiles and sample size. Case studies demonstrate the superiority of this new criterion over traditional methods, even under moderate asymmetry. The study concludes that the modified Chauvenet's criterion is a promising methodological advancement, warranting further investigation in highly skewed distributions, which are common in valuation practice.

Keywords: Outliers, Robust estimators, Valuation Engineering, Modified Chauvenet's critérios.

1 - Luiz Fernando Palin Droubi

Engenheiro civil (2003), formado na Escola de Engenharia de São Carlos (USP), mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela UFSC (2021). Pós-graduado em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia pelo IPOG (2016). Possui formação em Ciência de dados pela Datacamp (2017). Atua como consultor em Engenharia de Avaliações na Droubi Engenharia e Avaliações Ltda. É Vice-Presidente Técnico da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações (SOBREA).

2 - Everton da Silva

Graduado em Engenharia de Agrimensura pela União das Faculdades de Criciúma, mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenou trabalhos de levantamentos cadastrais e avaliação em massa de imóveis para fins fiscais em diversos municípios brasileiros. É professor da Universidade Federal de Santa Catarina junto ao Departamento de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, onde atua na linha de pesquisa em Cadastro Territorial Multifinalitário. Foi professor associado do Lincoln Institute of Land Policy, onde colaborou em cursos à distância e presenciais. É líder do Grupo de Observação de Transformação do Território – GOTT (<https://gott.ufsc.br>).

1) INTRODUÇÃO

É comum na Engenharia de Avaliações que trabalhemos com poucos dados, especialmente no caso de avaliações pontuais de imóveis, que muitas vezes estão situados em bairros ou cidades com pequeno número de anúncios/transações. Assim, para estas avaliações, parece sensata a utilização do critério dos dois desvios-padrões: coletada uma amostra, calcula-se a média e o desvio-padrão amostrais e calculam-se os Escores-Z dos desvios em relação à média amostral. Detectadas observações com Escores-Z maiores do que 2, em módulo, classificam-se estas observações como outliers e então elas são descartadas da amostra e um novo par de média e desvio-padrão amostrais são calculados. É usual que este procedimento se repita até que não reste na amostra nenhum dado com Escore-Z maior ou igual a 2.

O critério de Chauvenet é também baseado numa verificação de um Escore-Z, porém conta com a vantagem de considerar o tamanho da amostra no estabelecimento de um valor crítico acima do qual um dado é

considerado um outlier, sendo menos rigoroso com amostras de maior tamanho, o que é desejável, haja vista que a probabilidade de observar pontos mais distantes da média aumenta com o tamanho da amostra.

Ambos os critérios citados podem ser considerados racionais e foram popularizados devido a simplicidade com que eles podem ser aplicados. Porém, o ponto fraco de ambos é que eles são baseados em duas estatísticas sensíveis à outliers: a média e o desvio-padrão amostrais. Isto significa que, ainda que existam outliers na amostra, eles podem não ser classificados como tal, pois podem estar sofrendo o fenômeno do mascaramento: uma vez que no primeiro passo todos os dados são utilizados para o cálculo da média e do desvio-padrão amostrais, inclusive eventuais outliers, estas medidas encontram-se viesadas pela presença do(s) próprio(s) outlier(s), o que pode levar à conclusão errônea de que inexistente na amostra qualquer ponto aberrante.

Como exemplo, destacamos a seguinte amostra homogênea composta de dez elementos (imóveis), com os preços unitários conforme mostrados na **Tabela 1**:

Tabela 1: Amostra de dados homogênea.

950	2.671,4	3.191,8	4.669,5	4.703,4	4.900	5.196,6	5.734,6	6.102,5	7.353,8
-----	---------	---------	---------	---------	-------	---------	---------	---------	---------

O avaliador então calcula a média e o desvio-padrão da amostra, chegando aos resultados R\$ 4.547,36/m² e 1.843,52/m². É fácil perceber, dado que a amostra encontra-se ordenada na **Tabela 1**, que o menor desvio será igual a R\$ -3.597,31/m² e o maior desvio será igual a R\$ 2.806,47/m². Para encontrar o Escore-Z correspondente de cada desvio basta dividi-lo pelo desvio-padrão amostral, chegando a -1,95 e 1,52 para os valores mínimos e máximos dos Escores-Z. Como a amostra conta com apenas dez dados, o critério de Chauvenet apresenta 1,961.

1 Os critérios clássico e modificado de Chauvenet serão exibidos na seção Detecção de outliers.

$d/s_{crit} = 1,96^1$

O avaliador, portanto, seja pelo critério dos dois desvios-padrões, seja pelo critério de Chauvenet, concluiria pela validação da amostra, sem necessidade de saneamento amostral. No entanto, o que o avaliador não leva em conta, ao fazer este procedimento, é que a média e o desvio-padrão amostrais utilizados para o cálculo dos Escores-Z podem estar distorcidos pela presença de um ou mais outliers, o que, conforme já argumentado, pode mascarar a verdadeira distância dos dados extremos à média real da variável.

Apenas a título de exemplo: se o primeiro (mínimo) e o último (máximo) dado da amostra forem classificados como outliers e removidos da amostra, antes de qualquer análise mais aprofundada, então a média amostral dos dados remanescentes² será igual a R\$ 4.646,22/m², com desvio-padrão igual a 1.176,68. Ainda que a média amostral não se tenha alterado muito com esse procedimento, a redução do desvio-padrão amostral é drástica! Calculando-se os novos Escores-Z para esses potenciais outliers baseados em e , estes resultam -2,55 e 1,87, o que justificaria a classificação de um deles como outlier.

Mas, então, se os dados extremos influenciam os Escores-Z, comprometendo essa análise, como saber a priori se um dado é ou não um outlier para justificar o seu eventual descarte da amostra? Este é o objetivo deste trabalho!

2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção trataremos de um conjunto de estimadores, denominados estimadores robustos, tanto para a estimativa de tendência central, quanto para a dispersão da amostra.

A partir destas estatísticas, critérios robustos para a identificação de outliers serão apresentados, como o novo critério de Chauvenet modificado.

2.1) MEDIDAS ROBUSTAS DE POSIÇÃO

As medidas de posição de uma amostra são as denominadas estimativas de tendência central, que incluem a moda, média e a mediana amostrais. Cada uma destas medidas citadas apresenta vantagens e desvantagens no que diz respeito à robustez (resistência à outliers) e à eficiência estatística. Por exemplo, a média amostral é a medida de posição com maior eficiência estatística se a distribuição dos dados é normal. A mediana amostral, por outro lado, apresenta uma eficiência estatística gaussiana muito abaixo da eficiência da média², porém ela apresenta uma robustez muito maior. Existem outros estimadores, contudo, que combinam moderadas eficiência e robustez, como veremos. Estes estimadores podem ser convenientes quando a amostra pode estar contaminada com pontos aberrantes.

2.1.1) A MÉDIA ARITMÉTICA

A média aritmética é a medida de posição que minimiza o desvio médio quadrático da amostra. Assim, a média amostral é o valor do parâmetro que minimiza a **Equação 1**:

2 Pode-se demonstrar que, para a distribuição normal, a eficiência estatística relativa assintótica (ARE) da mediana, em relação à média amostral, é de apenas $ARE_{\ast} = 2/\pi \approx$

$$\bar{x} = \underset{v}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} (X_i - v)^2 \quad (1)$$

Uma análise mais detalhada da **Equação 1** nos revela porque a média é sensível a outliers: um único dado localizado à grande distância do centro da amostra terá um peso muito maior no cálculo da média amostral do que a maior parte dos outros dados localizados mais ao centro. Uma solução para esse problema é a média aparada, que será vista a seguir.

2.1.2) A MEDIANA

A mediana amostral é o dado localizado no centro de uma amostra ordenada, no caso de uma amostra de tamanho ímpar, ou a média aritmética dos dois elementos centrais de uma amostra ordenada de tamanho par. Por exemplo, a mediana de uma amostra ordenada de tamanho 3 será o segundo elemento da amostra, e a mediana de uma amostra ordenada de tamanho 4 será a média aritmética do segundo e do terceiro elementos desta amostra. Como a mediana tem essa característica de ser o elemento central de uma amostra ordenada, os valores extremos não exercem influência sobre o seu cálculo. Por exemplo, seja uma amostra $X = \{1, 2, 3\}$: a sua mediana será 2, mesmo que o terceiro elemento da amostra seja substituído por um valor muito maior, por exemplo, o valor 1000. Por isso é comum dizer que a mediana é uma medida robusta da tendência central de uma amostra.

Apesar de robusta, no entanto, o erro cometido ao utilizar a mediana pode ser muito maior: basta imaginar que uma amostra de

uma determinada distribuição foi coletada e ordenada, apresentando os elementos $X = \{5, 10, 30\}$: então a sua mediana será igual a 10. Porém, o elemento 10 foi determinado unicamente por ser o elemento central da amostra. Como a amostra é aleatória, no lugar do elemento central coletado poderia ter sido coletado outro dado, com valor igual a 20 ou 25, e ainda assim este dado seria a mediana da amostra. Este problema não ocorre com a média, que é computada com a influência maior ou menor de todos os elementos da amostra.

2.1.3) A MÉDIA APARADA

A média aparada é a média aritmética de um conjunto de dados remanescentes após o aparaamento de uma porcentagem dos seus dados extremos. Por exemplo, a média aparada a 10% é a média de 80% dos dados remanescentes após o descarte de 10% dos dados em cada extremo da amostra. Já a média aparada a 20% é a média aritmética de 60% dos dados restantes após o descarte de 20% de cada extremo da amostra. Pode-se entender a mediana como uma média aparada em que aproximadamente 50% dos dados da amostra foram descartados em ambos os lados, restando apenas o elemento central (ou os dois elementos centrais, se o tamanho da amostra for par). A média aparada, assim, é uma espécie de compromisso entre a média e a mediana amostrais.

Segundo R. Wilcox e Keselman (2003) a média aparada a 20% é "um bom compromisso entre a média e a mediana", pois esta mantém alto poder (de teste) tanto sob normalidade tanto quanto com a presença de dados extremos. Por exemplo, para os dados da **Tabela 1**, a média aparada a 20% é de R\$

4.732,65/m², valor que é muito próximo da mediana amostral (R\$ 4.801,70/m²), que é considerada uma medida robusta de posição.

2.2) O ESTIMADOR DE GASTWIRTH

O estimador de Gastwirth é um estimador da família dos L-Estimadores, ou seja, é um estimador que é computado como uma combinação linear de estatísticas de ordem da amostra ou população.

Simulações mostram que a média de Gastwirth proporciona um trade-off interessante entre robustez e eficiência estatística e computacional (Akinshin 2022).

A média de Gastwirth é computada através da **Equação 2**:

$$GWM(X) = \frac{3 \cdot Q_{1/3} + 4 \cdot Q_{1/2} + 3 \cdot Q_{2/3}}{10}$$

Em que $Q_{1/3}$, $Q_{1/2}$ e $Q_{2/3}$ são as estimativas para os quantis de 1/3 (primeiro tercil), 1/2 (mediana) e 2/3 (segundo tercil) da amostra.

Para a amostra da **Tabela 1**, a média de Gastwirth é um pouco superior à mediana amostral, igual a R\$ 4.880,50/m².

2.2) MEDIDAS ROBUSTAS DE DISPERSÃO

Assim como a média aritmética é uma medida de posição sensível à presença de

3 Tercis e (ou quantis e) são medidas separatrizes que dividem a amostra em terços: um terço dos dados encontra-se abaixo do primeiro tercil e um terço dos dados encontra-se acima do segundo tercil, restando um terço dos dados entre eles.

outliers na amostra, o desvio-padrão é também uma medida de dispersão sensível à presença de outliers. Assim como no caso das medidas de posição, portanto, medidas de dispersão robustas se fazem necessárias para uma melhor descrição dos dados.

2.2.1) O IQR

O intervalo interquartis, ou IQR, é uma medida de dispersão robusta de uma amostra. O IQR pode ser obtido através da simples diferença entre o primeiro e o terceiro quartis da amostra, e 4:

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad (3)$$

Para poder ser comparado ao desvio-padrão amostral, o IQR deve ser modificado com um fator de correção de viés, conforme a **Equação 4**:

$$IQR_n = 0,7413 \cdot IQR \quad (4)$$

Para a amostra da **Tabela 1**, R\$ 1.939,92/m².

2.2.2) DESVIO MEDIANO ABSOLUTO

4 Quartis são estatísticas de ordem que dividem a amostra em quatro partes. O primeiro quartil é o valor que divide 25% dos dados mais baixos da amostra dos 75% dos dados superiores. Já o terceiro quartil divide os 75% dos dados mais baixos dos 25% dos dados mais altos da amostra.

O desvio mediano absoluto (MAD) é também uma medida robusta de dispersão, em relação à mediana da amostra, :

$$MAD = \text{med}(|X_i - \bar{X}|) \quad (5)$$

A mediana do erro absoluto pode ser comparada ao desvio-padrão assim:

$$MAD = \Phi^{-1}(0,25) \cdot \sigma = 0,6745 \cdot \sigma$$

Assim, é usual dividir a **Equação 5** por 0,6745, obtendo-se assim um estimador robusto para o parâmetro 1 da distribuição normal:

$$MAD_n = \frac{MAD}{0,6745} \approx 1,48 \cdot MAD \quad (6)$$

Verificada a normalidade, obviamente, o estimador da **Equação 6** é um estimador não viesado do parâmetro de escala i.e (R. R. Wilcox e Rousset 2023, 12).

$$\sigma, \text{ i.e } E[MAD_n] = \sigma$$

Pode-se mostrar que a robustez do MAD é maior do que a do IQR. No entanto, MAD depende da mediana amostral, enquanto o IQR é baseado em quartis. Assim, para distribuições assimétricas, o IQR é uma medida mais interessante da dispersão amostral.

Para os dados da **Tabela 1**, R\$ 1.655,89/m².

2.3) DETECÇÃO DE OUTLIERS

Existem diversos métodos robustos para a detecção de outliers. Alguns deles são mais adequados para dados com distribuições simétricas, enquanto outros são mais adequados para dados assimétricos. Neste trabalho, vamos explorar melhor um critério mais propício para a análise de dados assimétricos, o critério das cercas de Tukey, e outro critério mais adequado para a análise de dados simétricos, o critério do Escore-Z robusto. Ainda vamos explorar os critérios tradicionais e modificado de Chauvenet: o primeiro, adequado somente na presença de dados simétricos, com distribuição normal, e o segundo, que é um critério misto, que utiliza as cercas de Tukey, porém com critérios de classificação baseados na distribuição normal (simétrica).

2.3.1) O CRITÉRIO DE TUKEY

A detecção de outliers deve, preferencialmente, ser feita através de medidas robustas de posição e escala. Uma regra muito comum, utilizada nos diagramas de caixa, é o critério de Tukey (Tukey 1977, 44): qualquer ponto que diste 1,5 vezes o IQR (**Equação 3**), seja do primeiro, seja do terceiro quartil, pode (não necessariamente) ser classificado como um outlier. Tukey (1977) ainda estabelece um segundo limite acima do qual os pontos são classificados como outliers extremos, qual

seja, o limite de 3 vezes o IQR de distância do primeiro ou terceiro quartil.

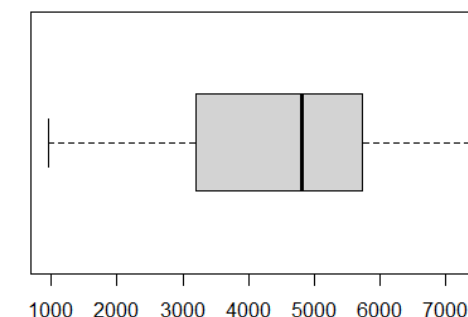


Figura 1: Diagrama de Caixa.

Apesar de utilizar medidas mais robustas, o critério de Tukey também pode sofrer do fenômeno do mascaramento, como no caso da amostra utilizada na seção introdutória deste trabalho. O diagrama de caixa para aqueles dados pode ser visto na **Figura 1**: percebe-se que o diagrama de caixa não acusou a presença de nenhum outlier na amostra (estes teriam sido plotados acima ou abaixo das linhas verticais nos extremos da figura).

2.3.2) O CRITÉRIO DE CHAUVENET

O critério de Chauvenet, como observamos, se baseia no uso de medidas não robustas, a saber, a média e o desvio-padrão amostrais. Assim, o critério de Chauvenet pode funcionar se essas medidas não estiverem altamente distorcidas pela presença de outliers na amostra.

O critério de Chauvenet consiste em computar primeiramente os desvios absolutos de cada dados amostral à média amostra através da **Equação 7**:

$$D_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (7)$$

Depois, Chauvenet estabelece um limite crítico para os desvios igual a:

$$c_n = \Phi^{-1}(1 - 0,25/n)$$

em que

$$\Phi$$

é a função de probabilidade acumulada da distribuição normal padrão,

$$\Phi^{-1}$$

portanto, é a função quantil). Deve-se perceber que, ao contrário do critério de Tukey, o critério de Chauvenet leva em consideração o tamanho da amostra, o que é um ponto forte deste critério.

2.3.3) O CRITÉRIO DO ESCORE-Z ROBUSTO

O Escore-Z robusto é um tipo de Escore-Z que, ao invés de ser computado utilizando-se a média e o desvio-padrão da amostra, é computado utilizando-se medidas mais robustas de posição e dispersão, a saber, a mediana e o desvio mediano absoluto.

Segundo R. Wilcox e Keselman (2003, 263–64), melhor do que detectar outliers segundo a **Equação 8**, que corresponde ao critério dos dois desvios-padrões, como é comum em diversas áreas, ou com o critério de Tukey (ou ainda com o critério de Chauvenet), é detectá-los com a **Equação 9**.

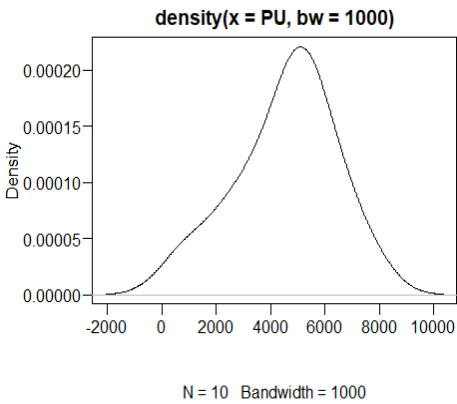
$$\frac{|X_i - \hat{\mu}|}{\hat{\sigma}} > 2,0 \tag{8}$$

$$\frac{|X_i - \hat{X}|}{MAD_n} > 2,24 \tag{9}$$

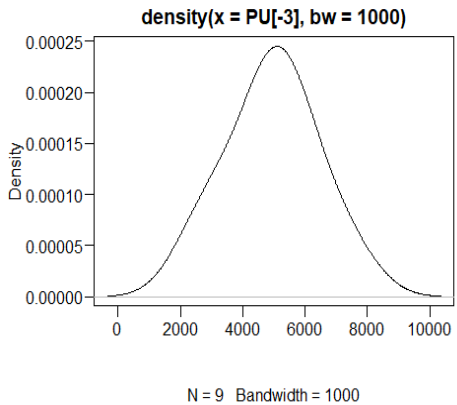
Segundo R. R. Wilcox e Rousselet (2023, 12), o ponto de corte igual a 2,24 (ao invés de 2, como na **Equação 8**) é para evitar a identificação de muitos pontos como outliers de maneira desnecessária.

Para ilustrar, foi efetuado o cálculo dos Escores-Z e Escores-Z robustos para a amostra da Tabela 1. Na Tabela 2 pode-se perceber que um dado da amostra (ponto 3) tem um Escore-Z robusto menor do que -2,24, o que é um indicativo de que este ponto pode ser um outlier. Analisando-se as medidas de tendência central, nota-se que a mediana (4.801,70) e a média de Gastwirth (4.880,50) encontram-se afastadas da média amostral, igual a **r Reais(mean(PU))/m²**, que está provavelmente influenciada pelo ponto 3. Também o desvio padrão amostral (1.843,52) encontra-se majorado por conta da presença do ponto 3, pois pode-se compará-lo ao Desvio Mediano Absoluto, igual a 1.655,89. Em relação ao IQRn = 0,7413 x 2.038,94 = 1.939,92, o desvio-padrão é menor. No entanto, como argumentamos, o IQR é uma medida mais adequada para dados assimétricos. A **Figura 2 (a)** mostra que a distribuição de PU é pouco assimétrica, e a **Figura 2 (b)** mostra que isso se deve justamente à presença do ponto outlier inferior, pois após a

sua retirada a distribuição dos dados é quase perfeitamente simétrica.



(a) Com todos os dados.



(b) Com a retirada do valor mínimo.

Figura 2: Densidade Empírica da amostra da Tabela 1.

Retirando-se, então, o ponto 3 da amostra obtemos as estatísticas da **Tabela 3**, em que é possível notar que, após o saneamento da amostra, média, mediana e média de Gastwirth convergiram para um valor comum, em torno de R\$ 4.950,00/m².

Tabela 3: Escores-Z e Escores-Z robustos. Amostra saneada.

	PU	Desvio	Z	Desvio 2	Z Robusto	Outlier
3	950,05	-3.597,31	-1,95	-3.851,65	-2,33	
9	2.671,38	-1.875,99	-1,02	-2.130,33	-1,29	
8	3.191,76	-1.355,61	-0,74	-1.609,95	-0,97	
6	4.669,48	122,11	0,07	-132,23	-0,08	
4	4.703,36	155,99	0,08	-98,35	-0,06	
7	4.900,05	352,69	0,19	98,35	0,06	
10	5.196,58	649,22	0,35	394,88	0,24	
5	5.734,65	1.187,28	0,64	932,94	0,56	
1	6.102,52	1.555,16	0,84	1.300,82	0,79	
2	7.353,83	2.806,47	1,52	2.552,13	1,54	
P10/Q1/Q2/Q3/P90	2.499,24	3.561,19	4.801,70	5.600,13	6.227,65	
Mean/SD/CV	4.547,36	1.843,52	40,54			
Median/MADn/RCVm	4.801,70	1.655,89	34,49			
GW/IQRn/RCVq	4.880,50	1.939,92	40,40			
OS Skew/Moors Kurt.	-0,24	1,43				

Percebe-se na **Tabela 3** que, após o descarte do ponto 3, nenhum outro ponto foi classificado como um outlier, seja pelo crité-

rio dos dois desvios-padrões, seja pelo critério robusto de identificação.

Tabela 3: Escores-Z e Escores-Z robustos. Amostra saneada.

	PU	Desvio	Z	Desvio 2	Z Robusto	Outlier
8	2.671,38	-2.275,69	-1,60	-2.228,67	-1,80	
7	3.191,76	-1.755,31	-1,23	-1.708,29	-1,38	
5	4.669,48	-277,59	-0,20	-230,57	-0,19	
3	4.703,36	-243,71	-0,17	-196,69	-0,16	
6	4.900,05	-47,02	-0,03	0,00	0,00	
9	5.196,58	249,52	0,18	296,53	0,24	
4	5.734,65	787,58	0,55	834,60	0,67	
1	6.102,52	1.155,45	0,81	1.202,47	0,97	
2	7.353,83	2.406,76	1,69	2.453,78	1,98	
P10/Q1/Q2/ Q3/P90	3.087,68	4.669,48	4.900,05	5.734,65	6.352,78	
Mean/SD/ CV	4.947,07	1.423,41	28,77			
Median/ MADn/RCVm	4.900,05	1.237,38	25,25			
GW/IQRn/ RCVq	4.980,42	1.245,66	25,42			
OS Skew/ Moors Kurt.	-0,17	2,27				

2.3.4) O CRITÉRIO DE CHAUVENET MODIFICADO

Lin, Zhang, e Tong (2025) propõem uma modificação no critério de Chauvenet para que este se torne mais robusto. Como discutido anteriormente, o critério de Tukey estabelece dois limites, um inferior e outro superior para os dados. Fora destes limites, os dados podem (não necessariamente), serem classificados como outliers. Os limites inferior (LF) e

superior (UF) do critério de Tukey podem ser escritos:

$$LF = Q_1 - k_n \cdot IQR \text{ e } UF = Q_3 + k_n \cdot IQR$$

Em que K_n , segundo Tukey, é usualmente feito igual a 3,0 (limite acima do qual estão os outliers extremos) e/ou igual a 1,5. Os valores com distância superior a 1,5 vezes o IQR e inferior a 3 vezes o IQR do primeiro e do terceiro quartis da amostra e são possíveis outliers, ou outliers “moderados”.

O critério de Chauvenet modificado por Lin, Zhang, e Tong (2025) consiste em estabele-

cer um valor para k_n inspirado no critério original de Chauvenet. Assim, segundo Lin, Zhang, e Tong (2025), os limites inferior (LF) e superior (UF) além dos quais encontram-se os outliers, segundo o critério de Chauvenet modificado, são:

$$LF = Q_1 - k_n^{Chau} \cdot IQR \text{ e } UF = Q_3 + k_n^{Chau} \cdot IQR \quad (11)$$

Com:

$$k_n^{Chau} = \frac{\Phi^{-1}(1 - 0,25/n)}{1,35} - 0,5$$

Em que Φ^{-1}

é a função quantil da distribuição normal padrão.

Segundo Lin, Zhang, e Tong (2025), “é evidente que nosso novo critério para a confecção de diagrama de caixa fornece uma versão mais robusta do critério de Chauvenet, de tal maneira que os limites inferior e superior não são mais sensíveis aos pontos extremos presentes na amostra”. Como o critério estabelecido por Lin, Zhang, e Tong (2025) depende exclusivamente dos quantis e de um fator baseado na distribuição normal, realmente este critério pode ser considerado robusto, pois ele independe da média e do desvio-padrão amostrais.

3) ESTUDO DE CASO

Na Tabela 4 podem ser vistos os dados de uma amostra homogênea de imóveis.

Tabela 4: Dados para estudo de caso.

2.050,54	3.541,74	4.127,72	4.577,25	5.163,68	5.289,15	5.636,11	5.978,79	6.665,22	19.936,01
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

A Tabela 5 mostra os Escores-Z comuns para esta tabela, tendo sido encontrado pelo critério dos dois desvios-padrões apenas um dado discrepante, a saber, o dado 2 da amostra, seu valor máximo.

A média amostral (6.296,62) é claramente superior à mediana amostral (5.226,42) e do estimador de Gastwirth (5.154,57), o que indica que estamos tratando de uma distribuição assimétrica. O desvio-padrão amostral (4.969,73), no entanto, é claramente uma medida inflada para esta amostra, pois é muito maior (~4x) do que as suas medidas robustas correspondentes, como o IQRn da Equação 4 (1.450,80).

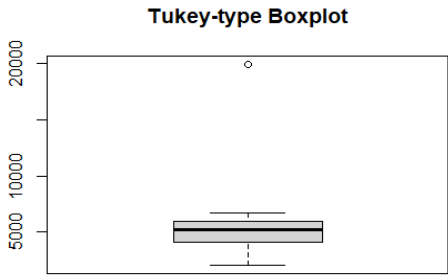
A análise dos dados pela Tabela 5, portanto, não nos traz quase nenhuma informação: seria possível pré-classificar o outlier identificado pela simples análise da Tabela 4. O ponto mínimo da amostra, porém, também causa alguma desconfiança numa primeira análise informal. No entanto, o Escore-Z calculado para este dado não justificaria a sua classificação como outlier neste caso. Ou seja, a análise dos dados pelo critério dos dois desvios-padrões (ou mesmo pelo critério de Chauvenet) pode ser totalmente (como no caso dos dados da Tabela 1) ou parcialmente enganosa, como no presente caso.

Tabela 5: Escores-Z para os dados da amostra.

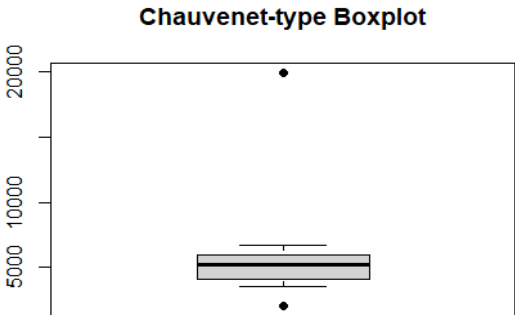
	PU	Desvio	Escore-Z	Outlier
8	2.050,54	-4.246,08	-0,85	
3	3.541,74	-2.754,88	-0,55	
10	4.127,72	-2.168,90	-0,44	
9	4.577,25	-1.719,37	-0,35	
4	5.163,68	-1.132,94	-0,23	
1	5.289,15	-1.007,47	-0,20	
6	5.636,11	-660,51	-0,13	
7	5.978,79	-317,83	-0,06	
5	6.665,22	368,60	0,07	
2	19.936,01	13.639,39	2,74	
T1/Q2/T2	4.577,25	5.226,42	5.636,11	
Mean/SD/CV	6.296,62	4.969,73	78,93	
GW/IQRn/RCVq	5.154,57	1.450,80	27,76	
OS Skew/Moors Kurt.	-0,09	1,36		

Os diagramas de caixa das Figuras 3 (a) e 3 (b) são construídos com o critério de Tukey e de Chauvenet modificado, respectivamente.

Fica claro que apenas o critério de Chauvenet modificado foi capaz de identificar os dois pontos discrepantes, um em cada extremo.



a) Padrão



b) Chavenet

Figura 3: Diagrama de caixa.

A Tabela 6 mostram os Escores-Z robustos para os dados da Tabela 4: nota-se que também ambos os dados extremos são classificados como outliers segundo o critério da Equação 9.

Com o descarte dos dois pontos extremos (pontos 2 e 8 da amostra), a média amostral passa a ser de R\$ 5.122,46/m², muito próxima da mediana amostral, de R\$ 5.226,42/

m² e do estimador de Gastwirth, igual a R\$ 5.178,52/m². Além disso, o desvio-padrão amostral também converge para R\$ 1.013,63/m², muito próximo do desvio mediano absoluto da Equação 6, igual a R\$ 1.038,96/m². Por fim, o IQR da amostra saneada resulta R\$ 1.127,50, também muito próximo das outras estimativas para σ .

Tabela 6: Escores-Z para os dados da amostra.

	PU	Desvio	Z	Desvio 2	Z Robusto	Outlier
8	2.050,54	-4.246,08	-0,85	-3.175,88	-2,31	*
3	3.541,74	-2.754,88	-0,55	-1.684,68	-1,23	
10	4.127,72	-2.168,90	-0,44	-1.098,70	-0,80	
9	4.577,25	-1.719,37	-0,35	-649,16	-0,47	
4	5.163,68	-1.132,94	-0,23	-62,74	-0,05	
1	5.289,15	-1.007,47	-0,20	62,74	0,05	
6	5.636,11	-660,51	-0,13	409,69	0,30	
7	5.978,79	-317,83	-0,06	752,37	0,55	
5	6.665,22	368,60	0,07	1.438,80	1,05	
2	19.936,01	13.639,39	2,74	14.709,59	10,72	*
P10/Q1/Q2/ Q3/P90	3.392,62	4.240,10	5.226,42	5.893,12	7.992,30	
Mean/SD/CV	6.296,62	4.969,73	78,93			
Median/MADn/ RCVm	5.226,42	1.372,20	26,26			
GW/IQRn/RCVq	5.154,57	1.450,80	27,76			
OS Skew/Moors Kurt.	-0,09	1,36				

4) CONSIDERAÇÕES FINAIS

O critério proposto por Lin, Zhang, e Tong (2025) é interessante, pois proporciona maior robustez na detecção de outliers se comparado ao critério de Chauvenet original de 1863.

Comparado aos outros métodos para a identificação de outliers, como o critério de Chauvenet original e o critério dos dois desvios-padrões, o critério modificado de Chauvenet, proposto por Lin, Zhang, e Tong (2025) é indubitavelmente melhor, devido ao fato de que o novo critério utiliza medidas robustas da amostra, tal como os quartis (posição) e a distância interquartis (dispersão) para a definição dos limites máximo e mínimo admissíveis. A utilização do critério de Chauvenet ainda permite ajustar os limites aceitáveis para os dados baseado no tamanho da amostra, o que não ocorre com o método do Escore-Z Robusto.

O critério de Chauvenet modificado mostrou-se eficaz mesmo na presença de dados assimétricos, ainda que este critério não tenha sido concebido para tal. Na Engenharia de Avaliações é frequente a análise de amostras com distribuição aproximadamente log-normal, que é assimétrica e possui cauda pesada, muito diferente da distribuição normal. Deve-se ressaltar, portanto, que o critério de Chauvenet modificado pode não funcionar bem em algumas amostras muito assimétricas, o que deve ser melhor investigado.

REFERÊNCIAS

Akinshin, Andrey. 2022. «Gastwirht's location estimator». <https://aakinshin.net/posts/gastwirth/>.

Lin, Hongmei, Riquan Zhang, e Tiejun Tong. 2025. «When Tukey meets Chauvenet: a new boxplot criterion for outlier detection». <https://arxiv.org/abs/2506.06491>.

Tukey, J. W. 1977. Exploratory Data Analysis. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Wilcox, Rand R., e Guillaume A. Rousselet. 2023. «An Updated Guide to Robust Statistical Methods in Neuroscience». Current Protocols 3 (3): e719. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cpz1.719>.

Wilcox, Rand, e Harvey Keselman. 2003. «Modern Robust Data Analysis Methods: Measures of Central Tendency». Psychological methods 8 (setembro): 254–74. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.8.3.254>.

1 - Nícollas Milani Simões Silva
Trabalha na Coordenação-Geral de Demarcação da Secretaria de Patrimônio da União do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – nicollas.silva@gestao.gov.br - CREA 19818/D-DF

2 - Bruno Soares de Sousa Silva
Engenheiro Civil na Superintendência do Patrimônio da União no Mato Grosso do Sul do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – bruno.s.sousa@gestao.gov.br - CREA 181106/D-MG

AVALIAÇÃO DA GRUTA DO LAGO AZUL: UMA ANÁLISE TÉCNICA E JURÍDICA DO USO ECONÔMICO DE CAVIDADE NATURAL DA UNIÃO

Nícollas Milani Simões Silva¹ & Bruno Soares de Sousa Silva²

Resumo

Este artigo aborda o processo de avaliação e cessão onerosa da cavidade natural denominada Gruta do Lago Azul, localizada no município de Bonito, Mato Grosso do Sul. O objetivo é apresentar a metodologia técnica utilizada na avaliação do bem, classificado como imóvel dominial da União, de acordo com o art. 20, inciso X, da Constituição Federal, e discutir o regime jurídico da cessão de uso sob a ótica da legislação patrimonial federal. A metodologia empregada seguiu a NBR 14.653-1 e 14.653-4, adotando o método da Capitalização da Renda, tendo como base a atividade turística-comercial controlada e contínua desenvolvida no local.

Palavras-chave: avaliação de imóveis públicos, cavidade natural, cessão onerosa, método da capitalização da renda.

AVALIAÇÃO DA GRUTA DO LAGO AZUL: UMA ANÁLISE TÉCNICA E JURÍDICA DO USO ECONÔMICO DE CAVIDADE NATURAL DA UNIÃO

Nícollas Milani Simões Silva¹ & Bruno Soares de Sousa Silva²

Abstract

This article addresses the appraisal process and the onerous concession of the natural cavity known as Gruta do Lago Azul, located in the municipality of Bonito, Mato Grosso do Sul. The objective is to present the technical methodology used in the valuation of the asset, classified as federal dominial property according to Article 20, item X, of the Federal Constitution, and to discuss the legal framework of the concession of use from the perspective of federal property legislation. The methodology employed followed NBR 14.653-1 and 14.653-4, adopting the Income Capitalization Method, based on the controlled and continuous tourist-commercial activity carried out on site.

Keywords: public property appraisal, natural cavity, onerous concession, income capitalization method.

1 - Nícollas Milani Simões Silva
Trabalha na Coordenação-Geral de Demarcação da Secretaria de Patrimônio da União do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – nicollas.silva@gestao.gov.br - CREA 19818/D-DF

2 - Bruno Soares de Sousa Silva
Engenheiro Civil na Superintendência do Patrimônio da União no Mato Grosso do Sul do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – bruno.s.sousa@gestao.gov.br - CREA 181106/D-MG

1) INTRODUÇÃO

A gestão de bens dominiais da União é atividade essencial para o uso racional e eficiente do patrimônio público. Entre os bens de interesse da União destacam-se as cavidades naturais subterrâneas, cuja propriedade é expressamente prevista no art. 20, inciso X, da Constituição Federal de 1988. A Gruta do Lago Azul, em Bonito/MS, é uma dessas cavidades, sendo reconhecida não apenas por sua beleza cênica, mas também por seu valor geológico, espeleológico, ecológico, turístico e científico.

Este artigo tem como objetivo analisar tecnicamente o processo de avaliação com desdobramento na cessão onerosa da Gruta do Lago Azul, destacando os fundamentos legais, metodológicos e operacionais adotados. A análise parte do exarado no Laudo de Avaliação nº 405/2019 e na Nota Técnica nº 13384/2019, ambos elaborados no âmbito da Superintendência do Patrimônio da União em Estado de Mato Grosso do Sul.

2) DESENVOLVIMENTO

2.1) CONTEXTO PATRIMONIAL

A Gruta do Lago Azul é um bem da União, conforme Inciso X do Art. 20 da Constituição Federal de 1988. Esta cavidade natural localiza-se na subsuperfície do imóvel de matrícula nº 206, registrado no Cartório de 1º Ofício de Registro de Imóveis, Títulos e Documento da Comarca de Bonito/MS, cuja superfície pertence ao Estado de Mato Grosso do Sul.

Essa distinção decorre do dispositivo constitucional que atribui à União a propriedade das cavidades naturais subterrâneas, independentemente da titularidade da superfície em que se localizam.

A Gruta do Lago Azul tem acesso a partir de Bonito/MS por estrada de terra cascalhada relativamente plana por onde se percorre cerca de 19 Km até a entrada do empreendimento (Figura 1).

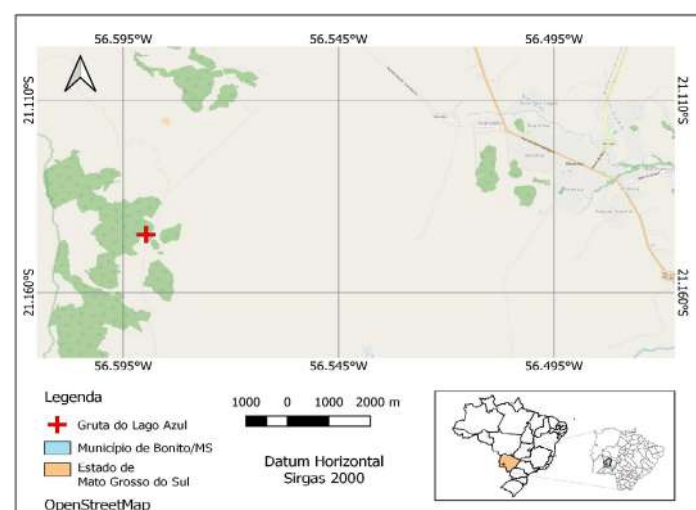


Figura 1: localização da cavidade natural denominada Gruta do Lago Azul no município de Bonito Mato Grosso do Sul.

Lino *et al.* (1984; *apud*, IMAP, 2007) caracteriza a cavidade natural Gruta do Lago Azul como tendo se desenvolvido em dolomitos puros da Formação Bocaina (Grupo Corumbá), devido a presença unicamente do mineral dolomita.

Estas rochas sofreram bastante intemperismo químico ao longo de milhões de anos que geraram sua dissolução e o surgimento de diversas feições cársticas que evoluíram para a impressionante paisagem espeleológica atual.

A Gruta do Lago Azul apresenta entrada circular com aproximadamente 40 m de diâmetro, o que permite a entrada de luz até o lago. Com incidência direta dos raios solares no lago, nos meses de setembro a fevereiro, as águas atingem coloração azul intensa, motivo do nome da gruta. A cavidade é constituída por diversos ambientes: um salão principal, denominado Salão do Lago, de cerca de 143 m por 80 m com lago subterrâneo ao fundo de aproximadamente 50 m de profundidade e volume estimado de 450 000 m³ (Kholer *et al.*, 1998; *apud*, IMAP, 2007), e galerias superiores e laterais (IMAP, 2007).

O Salão do Quartinho e Salão Superior são galerias menores, onde o primeiro é ornamentado por estruturas espeleológicas com cerca de 10 m de comprimento, e o segundo, de onde se avista todo o Salão Principal da caverna, existem inúmeras estalactites, estalagmites e colunas cobertas por espeleotemas do tipo “couve-flor”, que dá origem ao Salão dos Corais (IMAP, 2007).

A Gruta do Lago Azul apresenta bioespeleologia complexa com troglóbios aquáticos de espécies de crustáceos restrita a porção subterrânea (Pires, 1987; *apud*, IMAP, 2007). Além de observação de ossadas de mamíferos pleistocênicos (Auler & Boller, 1992a,b; *apud*, IMAP, 2007).

2.2) METODOLOGIA AVALIATÓRIA

Em casos especiais e a critério do Secretário do Patrimônio da União, o Valor do Preço Público Anual da Cessão de Uso Onerosa (Vcuo) ou em condições especiais, em regime de arrendamento, pode ser realizado por laudo de avaliação utilizando-se o método da renda, elaborado conforme a NBR 14.653. O avaliador mediante justificativa, e confeccionando um Laudo de Avaliação para definição de locações e arrendamentos, pode adotar outra metodologia prevista na NBR 14.5653, que não aqueles fixados de acordo com o mercado imobiliário local. (SPU, 2018)

Nestas condições, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela NBR 14.653-6, sugere que sempre que os recursos naturais e ambientais que puderem ser objeto de exploração econômica assemelhada à de um empreendimento, pode-se utilizar o método da Capitalização da Renda.

A NBR 14.653-7 versa que sempre que o patrimônio histórico e artístico apresentar possibilidades para exploração econômica assemelhada à de um empreendimento, também pode ser utilizado o método da Capitalização da Renda.

Assim, a escolha pela aplicação do método de **Capitalização da Renda**, que está prevista na NBR 14.653-4, se justificou pela inviabilidade de aplicação de métodos comparativos diretos, dada a singularidade do bem da União em comento.

Conforme predispõe o item 5.1.2, “a” e “b”, o empreendimento foi classificado como de base imobiliária, com exploração turística na área de serviços.

Com dados coletados para este fim, foram considerados os seguintes aspectos: a visitação à Gruta funciona durante quase todos

os dias na semana, sendo interrompida apenas quando ocorre chovas torrenciais e a movimentação do lençol freático devido a variação energética levanta sedimentos e eleva o risco de queda de estalactites.

O custo de visitação da gruta em 2019 era de R\$ 60,00 à todos, com elevação do preço para R\$ 85,00 nos dias de alta temporada (janeiro, julho e dezembro) (Tabela 1). A entrada na Gruta é permitida a no máximo 4

grupos de 15 pessoas, incluindo o guia (obrigatório), por vez, com horário de funcionamento de 7 às 14 horas. A partir das 14h, a luz do sol não entra na cavidade natural, impossibilitando a visualização do fenômeno ótico que torna azul a água. Havia um limite diário de visitantes, num total de 320 pessoas, contabilizados pelo sistema de voucher da prefeitura de Bonito/MS.

alizaram investigações relativas às considerações legais de mérito concernentes a títulos, invasões, hipotecas, superposição de divisas, áreas de preservação, servidões, áreas *non edificandi*, etc, providências estas que são consideradas de caráter jurídico.

Imposto de renda e Contribuição social sobre lucro tributável não foram aplicados pelo fato de o empreendimento ser público.

Equação 1: Valor do Imóvel = renda líquida / taxa de capitalização

Aplicando-se aos valores estimados para o fluxo de caixa hipotético médio (Tabela 3), a partir dos parâmetros estabelecidos na Equação 1, tem-se:

Valor do Imóvel = 101.848,90 / 0,06 = R\$ 1.697.481,68

O valor médio mensal obtido pela metodologia de Capitalização da Renda, com fluxo de caixa hipotético médio foi de R\$ **101.848,90 (cento e um mil, oitocentos e quarenta e oito reais, e noventa centavos)**. Sendo utilizada a taxa Selic vigente à época (6% ao ano) como taxa de capitalização, obteve-se o valor do imóvel correspondente a **R\$ 1.697.481,69 (1 milhão, seiscentos e noventa e sete mil, quatrocentos e oitenta e um reais, e sessenta e oito centavos)**

Assim, definiu-se a metodologia de Capitalização da Renda, para estimativa de valor do empreendimento econômico, com fluxo de caixa hipotético médio, considerando como rendimento/atualização monetária de aplicação financeira mediante taxa Selic. Devido ao valor turístico ser inestimável, existe uma dificuldade de se conseguir um modelo de avaliação para o tipo empreendimento analisado. Entretanto elaborou-se a seguinte fórmula (Equação 1).

Tabela 1: Valor do custo de visitação a Gruta do Lago Azul durante a baixa temporada e na alta temporada (janeiro, julho e dezembro)

	Baixa Temporada	Alta Temporada
Custo de Visitação	R\$ 60,00	R\$ 85,00

Descontos programados do preço total de entrada são aplicados. Estes correspondem: a 20% pagos ao guia, mais 20% pagos à agência que vende a entrada e R\$ 0,44 de seguro obrigatório. Custo

mensal de mão de obra para pagamento de dois servidores que atendem os turistas no local, no valor de R\$ 12.000,00 - doze mil reais (R\$ 6.000,00 – seis mil reais para cada servidor) (Tabela 2).

Tabela 2: Valor dos descontos programados por cada entrada da Gruta do Lago Azul, o custo de mão de obra mensal, e o custo com despesas administrativas mensais

	Guia	Agência	Seguro Obrigatório
Descontos (por entrada)	20%	20%	R\$ 0,44
Custo de Funcionários (2) - Despesas Administrativas		R\$ 12.000,00	

A taxa de capitalização a ser escolhida foi a taxa Selic, haja vista se tratar de bem da União, sendo esta taxa utilizada nas transações do Tesouro Nacional. Na data do Laudo de Avaliação, a taxa Selic correspondia a 6% ao ano.

Os itens dispostos na tabela 4 da NBR 14.653-4, não foram analisados em sua totalidade, por se tratar de empreendimento úni-

co, sem similaridade, cujo risco principal é um evento de cunho natural tornar inviável a visitação turística na Gruta, tal como a queda de rochas.

Não foram considerados no valor de empreendimento as benfeitorias de apoio, por entender que estas estão em área fora do monumento Gruta do Lago Azul, não sendo propriedade da União. Assim como não se re-

2.3) CESSÃO ONEROSA E DEFINIÇÃO DA RETRIBUIÇÃO

A exploração do bem por parte da municipalidade de Bonito/MS há décadas vinha ocorrendo sem formalização legal. Com intuito da regularizar a utilização da cavidade natural Gruta do Lago Azul, houve uma reunião conjunta perante o Ministério Público Federal na qual a Superintendência de Patrimônio da União no Estado de Mato Grosso do Sul - SPU-MS firmou o compromisso de destinação a municipalidade de Bonito/MS.

Outrossim, por meio do Instituto Ambiental do Mato Grosso do Sul – IMASUL o Estado do Mato Grosso do Sul que havia solicitado a cessão da Gruta do Lago Azul, declinou desse interesse e do acesso a referida cavidade por ser proprietário do imóvel de matrícula nº 206 no qual a cavidade encontra-se em sua subsuperfície.

Assim, restou pacificado que o beneficiário da destinação deste bem imóvel da União seria a o município de Bonito/MS que já utilizava e explorava turística e comercialmente o bem imóvel da União.

Acerca da dispensa de licitação, a Consultoria Jurídica da União se manifestou pelo PARECER n. 01594/2017/DPC/CGJPU/CONJUR-MP/CGU/AGU que “nas cessões de uso em benefício de entes federativos, onerosas ou não, pode ser aplicada a dispensa prevista no art. 17, parágrafo 2º, inciso I, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.”

Logo, o entendimento realizado por associação ao dispositivo legal de dispensa a licitação nos casos de concessão do direito real de uso de imóveis da Administração, restaria evidente que ele também dispensaria a licitação para a mera cessão de uso, por ser muito menos gravosa ao cedente.

Tabela 3: Fluxo de caixa hipotético relacionando receitas e despesas da Gruta do Lago Azul para um período de 1 ano

Fluxo de caixa		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Quantitativo de Visitantes		8632	5476	6004	5774	4079	3851	7710	5858	6953	6730	6146	6416
Valor em R\$		85,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	85,00	60,00	60,00	60,00	60,00	85,00
Receita líquida													
1.1	Receita bruta	733.720,00	328.560,00	360.240,00	346.440,00	244.740,00	231.060,00	655.350,00	351.480,00	417.180,00	403.800,00	368.760,00	545.360,00
1.2	Deduções da receita Bruta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	Total de Receita Líquida	733.720,00	328.560,00	360.240,00	346.440,00	244.740,00	231.060,00	655.350,00	351.480,00	417.180,00	403.800,00	368.760,00	545.360,00
Custo direto													
2.1	Custo de mão de obra	152.744,00	71.712,00	78.048,00	75.288,00	54.948,00	52.212,00	137.070,00	76.296,00	89.436,00	86.760,00	79.752,00	115.072,00
2.2	Custo de matéria prima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3	Custo de utilidades	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	Custo de manutenção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	custo direto de vendas	146.744,00	65.712,00	72.048,00	69.288,00	48.948,00	46.212,00	131.070,00	70.296,00	83.436,00	80.760,00	73.752,00	109.072,00
Resultado Bruto		434.232,00	191.136,00	210.144,00	201.864,00	140.844,00	132.636,00	387.210,00	204.888,00	244.308,00	236.280,00	215.256,00	321.216,00
Custo indireto		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Despesas administrativas	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00
4.2	Despesas com marketing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3	Despesas gerais	5.380,61	2.409,44	2.641,76	2.540,56	1.794,76	1.694,44	4.805,90	2.577,52	3.059,32	2.961,20	2.704,24	3.999,31
4.4	Resultado de operações financeiras (simulação)	1.037,51	878,82	1.133,40	1.452,49	2.227,95	2.958,45	3.330,97	2.628,67	1.815,79	2.042,03	1.971,51	1.996,67
Resultado operacional		415.813,88	175.847,74	194.368,84	185.870,95	124.821,29	115.983,11	367.073,13	187.681,81	227.432,89	219.276,77	198.580,25	303.220,02
Resultado não operacional													
6.1	Receitas não operacionais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.2	Despesas não operacionais (SPU e outros)	228.697,63	96.716,26	106.902,86	102.229,02	68.651,71	63.790,71	201.890,22	103.225,00	125.088,09	120.602,22	109.219,14	166.771,01
Resultado antes de tributação		187.116,24	79.131,48	87.465,98	83.641,93	56.169,58	52.192,40	165.182,91	84.456,81	102.344,80	98.674,55	89.361,11	136.449,01
Deduções da base tributária													
8.1	Depreciação contábil do ativo imobilizado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.2	Outras deduções da base tributária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável		187.116,24	79.131,48	87.465,98	83.641,93	56.169,58	52.192,40	165.182,91	84.456,81	102.344,80	98.674,55	89.361,11	136.449,01
Impostos e contribuições													
10.1	Imposto de renda	empreendimento público											
10.2	Cotribuição social sobre lucro tributável	empreendimento público											
Resultado após a tributação		187.116,24	79.131,48	87.465,98	83.641,93	56.169,58	52.192,40	165.182,91	84.456,81	102.344,80	98.674,55	89.361,11	136.449,01
Investimentos													
12.1	Implantação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.2	Ampliação e melhorias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.3	Reposição/substituição/exaustão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.4	Necessidade de capital de giro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Renda Líquida		187.116,24	79.131,48	87.465,98	83.641,93	56.169,58	52.192,40	165.182,91	84.456,81	102.344,80	98.674,55	89.361,11	136.449,01
Total			1.222.186,81										
Média			101.848,90										

Tendo em vista que a atividade tem suma importância a receita municipal e a existência de manifesto interesse na regularização, não existe o que ser analisado no que pese a condição de competitividade quando o ente que manifestou interesse anteriormente, Estado de Mato Grosso do Sul, nada opôs a cessão ao município de Bonito/MS.

Haja vista que a critério da Secretaria de Patrimônio da União tal valor pode ser calculado e considerado pelo método da Capitalização de Renda, este cálculo se mostrou mais adequado dada a especificidade do bem da União, propôs-se que o instrumento de destinação seria a Cessão de Uso, sob regime de arrendamento, conforme já firmado em Ata junto ao Ministério Público Federal e considerando o disposto no artigos 67 e 96 do Decreto Lei 9760/1946 e no artigo 18 da Lei nº 9.636/98.

Nesta linha, e considerando a exploração turística do bem com fins lucrativos, definiu-se que a retribuição mensal de **30% da arrecadação bruta com a visitação pública**. Essa retribuição será recolhida via Guia de Recolhimento da União (GRU), conforme estabelecido em ata firmada junto ao Ministério Público Federal.

O valor da retribuição não se baseia no valor venal do imóvel, mas sim na arrecadação mensal, o que garante proporcionalidade entre uso econômico e retorno à União.

3) CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da Gruta do Lago Azul e a proposta de cessão onerosa revelam um modelo eficiente de gestão do patrimônio público, especialmente diante da natureza singular do bem. A adoção do método de Capitalização da Renda permitiu uma estimativa tecnicamente fundamentada do valor do imóvel, respeitando suas características únicas e o regime jurídico especial que lhe é aplicável, tendo sido estimada em **R\$ 1.700.000 (um milhão e setecentos mil reais)**.

A cessão foi estruturada como arrendamento oneroso, com retribuição mensal à União correspondente a 30% da arrecadação com visitas, conforme previsto em ata firmada junto ao Ministério Público Federal.

Frente às especificidades da cavidade e à sua importância turística e ambiental, a formalização da cessão ao Município de Bonito representa solução juridicamente adequada e financeiramente justa. Assegura à União uma retribuição financeira adequada, ao mesmo tempo em que preserva a exploração sustentável e o acesso público à gruta.

O caso da Gruta do Lago Azul pode servir de referência para outras iniciativas de regularização fundiária e patrimonial envolvendo bens dominiais singulares da União como as cavidades naturais que possuem exploração turística-comercial.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14.653-7: Avaliação de bens – Parte 7: Empreendimentos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14.653-1: Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14.653-4: Avaliação de bens – Parte 4: Empreendimentos. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14.653-6: Avaliação de bens – Parte 6: Empreendimentos. Rio de Janeiro, 2019.

AULER, A. & BOLLER, A. 1992a. Expedição Franco-Brasileira Bonito 92. O Carste – Informativo do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte, MG, 4(11):77-78.

AULER, A. & BOLLER, A. 1992b. Expedição Franco-Brasileira Bonito 92. O Carste – Informativo do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte, MG, 4(12):81-87.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.760, de 5 de setembro de 1946.

BRASIL. Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998.

BRASIL. Instrução Normativa SPU nº 5, de 28 de novembro de 2018.

KHOLER, H. C.; AULER, A.; CATTANIO, M. B. 1998. The Subtropical Karst of Bonito, Western Brazil. Yuan Daixian and Liu Zaihua (eds) Global Karst CORrelation, chapter 14, p. 257-267, Scienc Press and VSP BV.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO PANTANAL – IMAP. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Plano de Manejo Espeleológico da Gruta do Lago Azul – Monumento Natural da Gruta do Lago Azul. Relatório Técnico. 3ª Versão. 163 p. 2007.

LINO, C. F.; BOGGIANI, P. C.; CORTESÃO, J.; GODOY, N. M.; KARMANN, I. 1984. Projeto Grutas de Bonito. Diretrizes para um plano de manejo turístico. Relatório inédito, SPHAN/MS-TUR. 212 p., mapas.

PIRES, A. M. S. 1987. *Potiicoara brasilienses*: a new genus and series of Spelaeogriphacea (Crustacea: Peracarida) from Brazil with a phylogenetic analyses of Peracarida. Journal of Nature History, 21: 225-238.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Superintendência do Patrimônio da União no Mato Grosso do Sul. Laudo de Avaliação SEI nº 3544819/2019.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Superintendência do Patrimônio da União no Mato Grosso do Sul. Nota Técnica SEI nº 5265353/2019.

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO - SPU. Instrução Normativa nº 5 - Dispõe sobre as diretrizes de avaliação dos imóveis da União ou de seu interesse, bem como define os parâmetros técnicos de avaliação para cobrança em razão de sua utilização. Brasília, 28 de novembro de 2018.

1 - Ana Carolina Valerio Nadalini

Engenheira civil, doutora em Energia e Ambiente (UFBA), mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFS), especialista em Engenharia Ambiental (FAAP/SP). Perita Judicial, Diretora de Eventos do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE NACIONAL), Coordenadora da Câmara Ambiental do IBAPE/SP e Diretora Cultural do IBAPE/SE.

2 - José Gustavo Barbosa Villaça

Engenheiro Civil, Especialista de Engenharia de Avaliações, Coordenador Geral de Avaliação e Contabilidade do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – MGI, na Secretaria do Patrimônio da União – SPU. E-mail: jose.villaca@gestao.gov.br.

3 - Pedro de Medeiros

Engenheiro Civil, atua na Coordenação-Geral de Avaliação e Contabilidade do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – MGI, na Secretaria do Patrimônio da União –SPU, Pedro.medeiros@gestao.gov

METODOLOGIA AVALIATÓRIA PARA IMÓVEIS DA UNIÃO: ESTIMATIVA DO VALOR PATRIMONIAL DE ILHAS MARÍTIMAS E FLUVIAIS

Ana Carolina Valerio Nadalini ¹

José Gustavo Barbosa Villaça ²

Pedro de Medeiros ³

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta metodológica para a avaliação de imóveis da União, com ênfase em ilhas marítimas e fluviais. Considerando a singularidade desses bens e a inexistência de mercado formal que permita comparações diretas, a metodologia propõe a segmentação do terreno em áreas disponíveis e indisponíveis, seguida da aplicação de um modelo híbrido que integra variáveis ambientais, ecológicas e de uso. A abordagem adota métodos diretos e indiretos de valoração, em conformidade com a NBR 14.653-6, incorporando o conceito de Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) por meio da análise emergética, além dos coeficientes de raridade e dos fatores de correção associados à atratividade e à funcionalidade dos imóveis. São apresentados estudos de caso para validar a aplicabilidade do modelo, demonstrando seu potencial para a atualização dos valores patrimoniais das ilhas no Balanço Geral da União. Os resultados indicam que a metodologia proposta gera estimativas mais condizentes com a natureza pública e singular desses bens, promovendo maior assertividade na valoração e contribuindo para a eficiência da gestão patrimonial e para a transparência na administração pública, em consonância com os princípios da sustentabilidade.

Palavras-chave: Avaliação patrimonial, Ilhas públicas, Valoração ambiental, Gestão imobiliária.

METODOLOGIA AVALIATÓRIA PARA IMÓVEIS DA UNIÃO: ESTIMATIVA DO VALOR PATRIMONIAL DE ILHAS MARÍTIMAS E FLUVIAIS

Ana Carolina Valerio Nadalini ¹

José Gustavo Barbosa Villaça ²

Pedro de Medeiros ³

Abstract

This article presents a methodological proposal for the valuation of federal properties in Brazil, with an emphasis on maritime and fluvial islands. Given the uniqueness of these assets and the absence of a formal market that allows for direct comparisons, the methodology proposes segmenting the land into available and unavailable areas, followed by the application of a hybrid model that integrates environmental, ecological, and land use variables. The approach combines direct and indirect valuation methods, in accordance with NBR 14.653-6, incorporating the concept of Environmental Resource Economic Value (VERA) through emergy analysis, as well as rarity coefficients and correction factors related to the attractiveness and functionality of the properties. Case studies are presented to validate the applicability of the model, demonstrating its potential for updating the patrimonial values of islands in the Brazilian Federal Government's General Balance Sheet. The results indicate that the proposed methodology produces estimates that are more consistent with the public and unique nature of these assets, promoting greater accuracy in valuation and contributing to the efficiency of patrimonial management and to transparency in public administration, in alignment with the principles of sustainability.

Keywords: Property valuation, Public islands, Environmental valuation, Real estate management

1 - Ana Carolina Valerio Nadalini

Engenheira civil, doutora em Energia e Ambiente (UFBA), mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento (UFS), especialista em Engenharia Ambiental (FAAP/SP). Perita Judicial, Diretora de Eventos do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE NACIONAL), Coordenadora da Câmara Ambiental do IBAPE/SP e Diretora Cultural do IBAPE/SE.

2 - José Gustavo Barbosa Villaça

Engenheiro Civil, Especialista de Engenharia de Avaliações, Coordenador Geral de Avaliação e Contabilidade do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – MGI, na Secretaria do Patrimônio da União – SPU. E-mail: jose.villaca@gestao.gov.br.

3 - Pedro de Medeiros

Engenheiro Civil, atua na Coordenação-Geral de Avaliação e Contabilidade do Ministério da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos – MGI, na Secretaria do Patrimônio da União –SPU, Pedro.medeiros@gestao.gov

1) INTRODUÇÃO

A União Brasileira é detentora de uma vasta e diversificada carteira imobiliária, que ultrapassa os 700 mil imóveis. A correta valoração desses bens é fundamental para sua adequada evidenciação contábil, permitindo que o Balanço Geral da União reflita de forma fidedigna a real dimensão do patrimônio público e da riqueza imobiliária do país. A mensuração precisa do valor patrimonial dos imóveis da União contribui diretamente para a transparência das informações fiscais, a responsabilidade na gestão dos ativos e o planejamento estratégico da administração pública.

Além disso, grande parte dos imóveis da União está diretamente vinculada a questões ambientais, dada a ampla extensão de áreas não urbanas sob domínio federal. Esses imóveis incluem terrenos marginais de rios federais, ilhas fluviais e marítimas, faixas de fronteira, florestas públicas, áreas de proteção ambiental e zonas costeiras, abrangendo todos os biomas do território nacional. Muitas dessas áreas possuem relevante valor ecológico e desempenham papel estratégico na conservação da biodiversidade, no equilíbrio climático e na manutenção de serviços ecossistêmicos. Portanto, a metodologia de avaliação deve ser sensível a essas características e refletir os múltiplos valores associados a esses bens singulares.

O presente estudo, fruto da cooperação entre a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), a Marinha do Brasil e o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), propõe um modelo orientativo de valoração para essas ilhas, considerando tanto os atributos tangíveis quanto os intangíveis,

com foco na melhoria da qualidade da informação contábil dos ativos públicos.

2) DESENVOLVIMENTO

2.1) A CARTEIRA IMOBILIÁRIA DA UNIÃO

Segundo dados da SPU, existem mais de 228 mil cadastros de ilhas sob a classificação de domínio da União, totalizando mais de R\$ 53 bilhões em valor contabilizado. Os imóveis classificados como de uso especial somam 225 cadastros e representam aproximadamente R\$ 4,1 bilhões. A maior parte desses bens está sob gestão do Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos (70%), seguido do Ministério da Defesa (20%) e do Ministério do Meio Ambiente (7%).

O processo de incorporação desses imóveis ao patrimônio da União ainda apresenta desafios, sobretudo no que se refere à regularização fundiária, atualização cadastral e delimitação geoespacial precisa. Muitos imóveis ainda não estão plenamente incorporados ao Sistema de Gestão do Patrimônio Imobiliário da União (SPIUnet), o que compromete a completude da informação contábil e a eficiência da gestão.

Com relação à classificação fundiária, observa-se que a maioria das ilhas está registrada como área rural, o que indica sua localização em regiões mais remotas e isoladas. Essa condição geográfica tende a influenciar diretamente as possibilidades de uso desses imóveis, que, em geral, estão associados a atividades específicas, como conservação ambiental ou aproveitamento de recursos naturais. Tais características exigem um tipo de gestão territorial mais cuidadoso, adaptado às condições particulares do terreno.

No que diz respeito à sua distribuição territorial, os registros demonstram presença em diversas unidades federativas, com destaque para os estados de Mato Grosso do Sul, Pará, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Essa maior concentração pode refletir uma atuação mais estratégica da política fundiária nessas localidades, influenciada tanto pela grande extensão de áreas rurais quanto pela existência de unidades de conservação ou reservas naturais. Esse padrão regional pode interferir diretamente na valoração dos bens e

nas diretrizes de planejamento territorial e desenvolvimento sustentável.

Em termos de área, os imóveis da União ocupam mais de 74 milhões de hectares, distribuídos entre áreas rurais, urbanas e de preservação ambiental. Mais de 75% do universo de dados tem área de até 1km², enquanto pouco mais de 20% está entre 1 e 100km² e menos de 1% tem esse atributo maior que 1mil Km², conforme mostrado no gráfico da Figura 1.

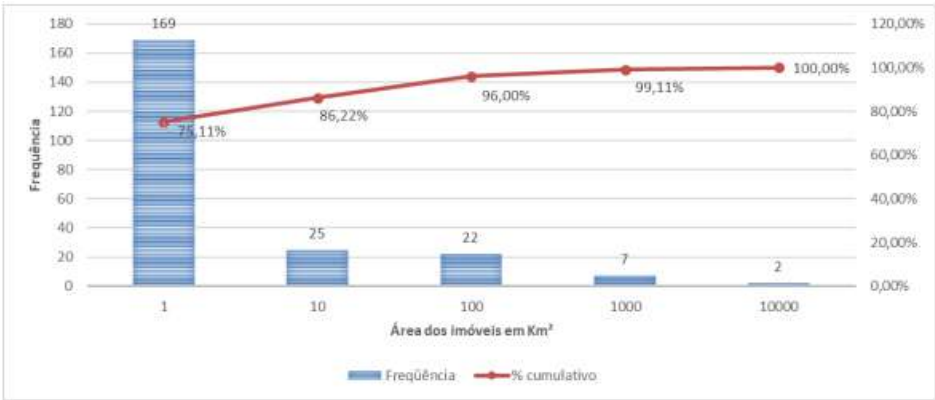


Figura 1: Distribuição de frequência de área das ilhas cadastradas como de uso especial
Fonte: SPU et al. (2024).

Grande parte desses imóveis não possui benfeitorias registradas ou, quando as tem, não possui área construída significativa, uma vez que quase 90% dos imóveis têm área de benfeitoria menor que 10m², evidenciando o caráter conservacionista ou de uso institucional.

Quanto ao valor cadastrado dessas ilhas, pouco mais de 65% da base contabiliza no BGU valores que variam entre R\$ 1 e R\$ 10 milhões, enquanto 13,33% têm valores superiores a R\$ 10 milhões o que demonstra a relevância contábil e estratégica da correta valoração desses ativos (Figura 2).

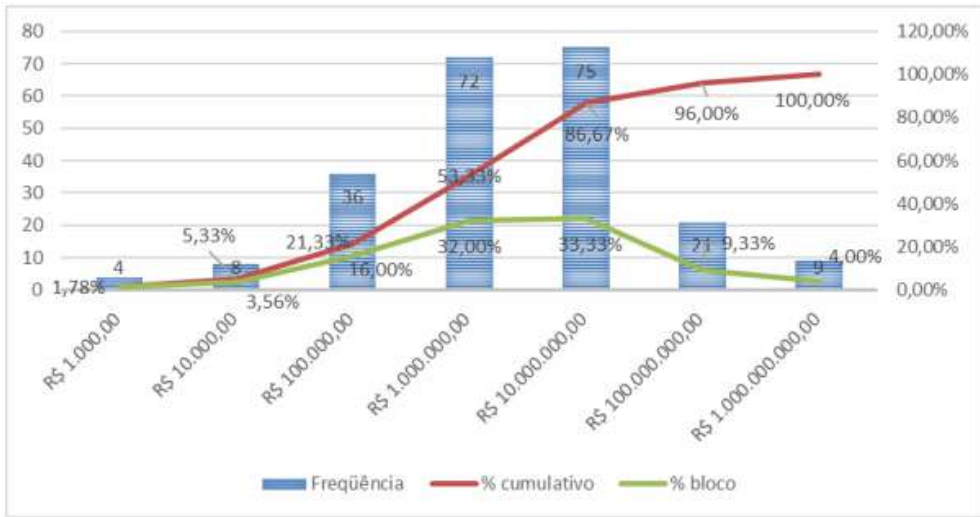


Figura 2: Distribuição de frequência do valor contabilizado das ilhas cadastradas como de uso especial.
Fonte: SPU et al. (2024).

2.2) ABORDAGEM DE VALOR

O objetivo e a finalidade da avaliação determinam a abordagem de valor a ser adotada, a qual, por sua vez, orienta a identificação do valor de mercado ou de outros valores com características específicas.

Além do valor de mercado (obtido diretamente via comparação com dados de imóveis similares), a metodologia reconhece outros tipos de valor com características específicas que podem ser aplicáveis à realidade de ilhas públicas:

- Valor de uso: relacionado ao benefício direto do bem, mesmo sem finalidade comercial, como o uso institucional ou científico.
- Valor de não uso: associado à existência e preservação da ilha como bem ambiental ou cultural, independentemente de sua exploração econômica.

- Valor patrimonial: valor de um bem, partes de um bem ou conjunto de bens de pessoas físicas ou jurídicas, determinado conforme o objetivo, a finalidade e a abrangência da avaliação.

A metodologia proposta fundamenta-se na NBR 14.653, especialmente nas partes 2, 3 e 6 que tratam respectivamente dos métodos tradicionais de avaliação imobiliária (Parte 2 – Avaliação de Imóveis Urbanos e Parte 3 – Avaliação de Imóveis Rurais e seus componentes) e da valoração de recursos naturais e ambientais (Parte 6). O Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) é adotado para o terreno disponível e, a valoração indireta com base em serviços ecossistêmicos, para a parcela indisponível.

O valor do terreno disponível (Vtd) refere-se à avaliação da porção da ilha que apresenta algum grau de antropização ou uso consolidado, com possibilidade de aproveitamento, mesmo que restrito, por atividades humanas: como edificações existentes, áreas desmatadas, trilhas, acessos ou qualquer in-

tervenção que indique uso ativo. Essa área é avaliada por meio da comparação com dados de mercado de imóveis com características similares, especialmente em regiões costeiras ou no continente.

Por outro lado, o valor do terreno indisponível (Vti) corresponde à avaliação da porção da ilha que permanece em estado natural ou com cobertura vegetal nativa, sem qualquer tipo de intervenção humana e cujo uso é, por razões legais e ambientais, restrito à preservação (Figura 3). Como não há mercado formal para esse tipo de bem, a valoração é realizada indiretamente com base nos serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes, utilizando-se especialmente a abordagem emergética, que permite mensurar o valor ambiental do bem em termos econômicos.



Figura 3: Parcela de terreno disponível e indisponível
Fonte: SPU et al. (2024).

É oportuno destacar que, conforme os levantamentos realizados, quase 90% da base de imóveis de uso especial dessa tipologia não possui área construída cadastrada, registrando um baixo impacto na sua proposição de valor.

Assim, o Valor da Benfeitoria (Vb) deve ser calculado pelo Método Comparativo Direto de Dados de Mercado (MCDDM) ou pelo custo de reedição, conforme a NBR 14.653, podendo tomar como base o continente mais próximo, e considerado uma “vantagem da coisa feita” pela edificação em ilha, representada pela aplicação de um fator, ora arbitrado, de 1,3.

Esses valores específicos são essenciais para assegurar uma valoração justa e adequada à natureza jurídica e funcional dos imóveis públicos, em especial nos casos em que o mercado não reflete sua importância estratégica, ambiental ou social.

O modelo de cálculo que se propõe busca aferir um valor patrimonial do imóvel ilha, sendo de caráter especial e tratado como o valor a ser atualizado nos sistemas administrativos da União, assim teríamos:

Vpi = (Vtd × RA × FC) + Vti + Vb

Onde:

- Vpi é o Valor patrimonial da ilha;
- Vtd é o Valor do terreno disponível da ilha e que considerada base imobiliária na sua aferição;
- Vti é o Valor do terreno indisponível da ilha aferido observando o ecossistema presente e a sua preservação;
- RA trata de um coeficiente de raridade;
- FC sendo um fator de correção;
- Vb o valor das benfeitorias.

2.3) A ANÁLISE EMERGÉTICA NA AVALIAÇÃO DE ECOSSISTEMAS

A análise emergética quantifica a energia utilizada direta ou indiretamente na geração dos serviços ecossistêmicos, podendo ser expressa em “emjoules” e convertida em valores monetários ao ser utilizada em conjunto com outras metodologias. Essa abordagem permite estimativas mais precisas e abrangentes na valoração de atributos ambientais, assegurando compatibilidade com os princípios da contabilidade patrimonial.

Valores unitários por m²/ano são estabelecidos para diferentes biomas (como mangues, recifes de corais, estuários, etc.), com base em dados internacionais (Costanza *et al.*, 2014) ajustados à realidade brasileira (Nadalini, 2023). Essa valoração é válida para estimar

o Vti, especialmente quando o uso do terreno tem limitações legais.

Assim, se propõe a utilização de valores unitários específicos para cada ecossistema presente na ilha, sendo esses calculados com base na quantidade de emergia que corresponde, em média, a uma unidade monetária (em US\$) produzida pelo meio ambiente, medido em unidades de emergia, conforme metodologia proposta por Nadalini (2023).

Os valores dos serviços ecossistêmicos (VSE) apresentados na Tabela 1, foram calculados a partir do produto da Densidade Emergética (ED) para os biomas globais calculada por Coscieme *et al.* (2011) em seJ/(ha ano), pela razão entre o valor global desses serviços calculado por COSTANZA *et al.*, 2014 (VSEg = 1,25 x 1014US\$/Ano) e a Emergia Global aferida por BROWN *et al.*, 2016 (GEB2016 = 12 x 1024seJ/Ano).

Tabela 1: Valor dos Serviços Ecossistêmicos por hectare ano

Ecossistema	^(a) Densidade Emergética (ED)	^(b) VSE por hectare (US\$/(ha·ano))	^(c) VSE por hectare (US\$/(m²·ano))
Recifes de coral	2,94E+19	305.760.000,00	30.576,00
Cobertura vegetal	4,52E+16	470.080,00	47,01
Estuário e praias	8,84E+16	919.360,00	91,94
Mangue	1,09E+16	113.360,00	11,34
Rios e Lagos	4,97E+16	516.880,00	51,69
Rochas e Banco de areia	1,55E+15	16.120,00	1,61
Oceano Aberto	3,88E+14	4.035,00	0,4
Região Pantanosa/Alagado	3,21E+15	33.384,00	3,34

(a) Densidade emergética (ED) para os biomas globais calculada por Coscieme et al. (2011) em seJ/(ha ano)
(b) Valor do serviço ecossistêmico em Dólares por hectare ano, com referência ao dólar em 2007, sendo (b)= (a) x (VSEg / GEB₂₀₁₆)
(c) Valor do serviço ecossistêmico em Dólares por metro quadrado ano, com referência ao dólar em 2007, sendo (c) = (b) / 10.000

Fonte: SPU et al. (2024).

Conforme mostrado na Tabela 1, os valores de VSE estão referenciados ao Dólar do ano de 2007, assim, para sua aplicação efetuou-se a correção de seu valor por meio do

índice inflacionário daquele país com posterior conversão para moeda nacional.

Assim, adotando como índice inflacionário o Consumer Price Index (CPI) entre agosto

de 2007 e 2024, e a cotação do Dólar em R\$ 5,60 para agosto de 2024, tem-se os valores atualizados para R\$ /m², conforme Tabela 2:

Tabela 2: VSE em Real por metro quadrado ano

Ecossistema	^(b) VSE por hectare (US\$/(ha·ano))	^(c) VSE por hectare (US\$/(m²·ano))	^(f) VSE por hectare (R\$/(m²·ano))
Recifes de coral	305.760.000,00	30.576,00	224.270,44
Cobertura vegetal	470.080,00	47,01	375,55
Estuário e praias	919.360,00	91,94	734,47
Mangue	113.360,00	11,34	90,56
Rios e Lagos	516.880,00	51,69	412,93
Rochas e Banco de areia	16.120,00	1,61	12,88
Oceano Aberto	4.035,00	0,4	3,22
Região Pantanosa/Alagado	33.384,00	3,34	26,67

(f) VSE em Real por metro quadrado ano adotando como índice inflacionário o Consumer Price Index (CPI) entre agosto de 2007 e 2024, e a cotação do Dólar em R\$5,60 para agosto de 2024

Fonte: SPU et al. (2024).

2.4) COEFICIENTE DE RARIDADE (RA) E FATOR CORREÇÃO (FC)

A aplicação do Coeficiente de Raridade (RA) e do Fator de Correção (FC) visa incorporar ao modelo de valoração atributos qualitativos e circunstanciais que influenciam a atratividade, a singularidade e a possibilidade de uso de uma ilha, não sendo capturados exclusivamente por métodos diretos ou pela análise emergética.

O Coeficiente de Raridade (RA) é um índice que qualifica a escassez relativa do bem, considerando sua singularidade em diferen-

tes escalas geográficas, assim, busca-se traduzir em números a unicidade daquele imóvel em relação a região na qual está inserido.

O Fator de Correção (FC) agrega componentes de avaliação com base em atributos físicos e funcionais da ilha, a fim de ajustar o valor base do bem, levando em conta características intangíveis que não estão presentes em bens comuns.

Sua classificação é referenciada nos estudos de Nasser Junior (2020), que discute a avaliação de bens singulares, e permite ponderar o valor do terreno disponível com base em sua raridade relativa., assim teríamos:

$$RA = \frac{(1 * RAm + 2 * RAe + 3 * RAn + 4 * RAi)}{10}$$

Sendo:

- RAm a raridade em nível municipal
- RAe a raridade em nível estadual
- RAn a raridade em nível nacional
- RAI a raridade em nível internacional

Quanto ao enquadramento do coeficiente de raridade (RA), objetivamente, foram adotados os seguintes critérios de classificação:

- Muito Comum (Código 1): Caracteriza a ilha que não possui aspectos diferenciados no contexto no qual está inserida, havendo muitas ilhas semelhantes naquele nível de observação, não apresentando atributos notáveis ou diferentes, sendo uma entre várias similares em aspectos geológicos, ecológicos ou culturais. De forma objetiva, a classificação se enquadra nos casos em que, mais de 10 ilhas, têm características semelhantes. Exemplo: Pequenas ilhas fluviais sem características geográficas ou históricas marcantes.
- Comum (Código 2): Nesse grupo estaria a ilha que possui algumas distinções, mas que são compartilhadas por uma diversidade de outras ilhas, ou seja, embora tenha algum valor ecológico, histórico ou cultural, há outras ilhas com características semelhantes naquele nível. Essa classificação aplica-se aos casos em que há mais de 5 e menos de 10 ilhas com características semelhantes. Exemplo: Ilhas costeiras com vege-

Para:

- 1 - Muito Comum
- 2 - Comum
- 3 - Raro
- 4 - Exclusivo

tação nativa típica da região, mas sem elementos singulares.

- Raro (Código 3): Aqui a ilha apresenta características diferenciadas e que a destacam dentre as demais por seus elementos geológicos, ecológicos ou históricos únicos, encontrados em poucos outros pares. Essa categoria contempla situações em que há mais de uma e menos de 5 ilhas com características semelhantes. Exemplo: Ilhas com espécies endêmicas ou relevância histórica significativa para a nação, mas que encontram similares em outros locais.
- Exclusivo (Código 4): Nesse grupo se enquadraria a ilha que é única em suas características, sendo insubstituível no seu nível de referência, suas características geológicas, ecológicas ou culturais não são compartilhadas por outras ilhas. Essa classificação aplica-se aos casos em que há apenas um exemplar com tais características. Exemplo: Ilhas com biodiversidade ou formações geológicas completamente únicas, ou com um valor histórico-cultural sem paralelo no mundo.

$$FC = \frac{[(Ac + Rt) + (Fu + Vp)]}{15}$$

Sendo:

Ac - fator de acessibilidade

1	Muito difícil
2	Difícil
3	Razoável
4	Boa
5	Excelente

Rt - fator de reputação turística na região

1	Nenhuma
2	Pouca
3	Razoável
4	Boa
5	Muito boa

Fu - fator de facilidade de uso

1	Muito difícil
2	Difícil
3	Razoável
4	Boa
5	Excelente

Vp fator de visual paisagístico

1	Fraco
2	Regular
3	Interessante
4	Muito interessante
5	Magnífico

Para o enquadramento do fator de correção (FC), os critérios objetivos de classificação adotados foram:

- Fator de Acessibilidade (Ac): Mede a facilidade de acesso à ilha, levando em conta a disponibilidade de meios de transporte e infraestrutura:
 1. Muito Difícil: Acesso extremamente limitado, apenas por embarcações pequenas ou trilhas de difícil navegação. Pode exigir longas viagens ou condições específicas.
 2. Difícil: Acesso é possível, mas com limitações significativas, como horários res-

tritos ou necessidade de autorizações especiais.

3. Razoável: A ilha pode ser acessada regularmente, mas os meios de transporte disponíveis são limitados ou irregulares (por exemplo, barcos em horários específicos).
4. Boa: A ilha tem acesso por transporte regular (barco, balsa, ou pequeno aeroporto), com infraestrutura adequada para receber visitantes.
5. Excelente: Acesso extremamente fácil, com múltiplas opções de transporte (estradas, aeroportos, portos bem desenvolvidos) e serviços frequentes.

- Fator de Reputação Turística (Rt): Avalia o grau de reconhecimento e interesse turístico da ilha, considerando o fluxo de visitantes e sua popularidade:
 - Nenhuma: A ilha não possui qualquer relevância turística, sendo desconhecida e sem estrutura voltada ao turismo.
 - Pouca: A ilha é pouco conhecida e atrai poucos visitantes, sem grande reconhecimento fora de seu entorno imediato.
 - Razoável: A ilha tem algum nível de notoriedade, atraindo turistas regionais ou nacionais com um fluxo moderado.
 - Boa: A ilha é um destino turístico consolidado em nível nacional, atraindo turistas de diferentes regiões e oferecendo infraestrutura turística.
 - Muito Boa: A ilha é internacionalmente conhecida.
- Fator de Facilidade de Uso (Fu): Mede o potencial e a facilidade de uso da ilha para fins comerciais, residenciais, turísticos ou de preservação:
 - Muito Difícil: O uso da ilha é extremamente limitado por barreiras legais, ambientais ou geográficas, sendo praticamente inviável seu aproveitamento econômico.
 - Difícil: O uso da ilha é possível, mas com restrições sérias, como zonas de proteção ambiental ou ausência de infraestrutura básica.
- Razoável: O uso é viável, mas com desafios como falta de infraestrutura completa, limitação de acesso ou restrições ambientais moderadas.
 - Boa: A ilha possui infraestrutura suficiente para uso turístico, comercial ou residencial moderado, com poucas restrições.
 - Excelente: A ilha oferece grande potencial de uso, com infraestrutura completa e poucos impedimentos para o desenvolvimento econômico ou turístico.
 - Fator de Visual Paisagístico (Vp): Avalia a qualidade estética da ilha, considerando sua beleza natural, harmonia visual e conservação ambiental:
 - Fraco: A ilha não apresenta elementos visuais atrativos, sendo sua paisagem pouco diferenciada e sem destaque.
 - Regular: A ilha possui uma paisagem aceitável, mas sem grande interesse visual ou elementos que a tornem particularmente bonita.
 - Interessante: A ilha tem uma paisagem atraente com características naturais ou culturais interessantes, como praias ou formações rochosas agradáveis.
 - Muito Interessante: A ilha oferece uma paisagem visualmente impactante, com elementos naturais impressionantes e bem preservados.
 - Magnífico: A paisagem da ilha é excepcional, sendo reconhecida como uma das mais belas do mundo, com um vi-

sual paisagístico único e de grande relevância.

2.5) ESTUDOS DE CASO

O modelo de cálculo proposto foi aplicado em 12 amostras de ilhas, coletadas da base de imóveis de uso especial dos sistemas corporativos da Secretaria do Patrimônio da União - SPU.

A aplicação da metodologia teve início com a segmentação do terreno da ilha em duas parcelas: disponível e indisponível. Para essa etapa, utilizou-se como ferramenta auxiliar o Google Earth, por meio do qual foi possível estimar os valores aproximados de cada parcela.

A parcela classificada como indisponível foi enquadrada conforme os serviços ecossistêmicos prestados, sendo então atribuído o

respectivo valor unitário com base nesse enquadramento. No caso da parcela disponível do imóvel, visando conferir maior celeridade à execução dos testes, adotou-se como valor unitário aquele constante no último registro do imóvel no sistema corporativo da Secretaria do Patrimônio da União (SPU).

Da mesma forma, para as ilhas que apresentavam benfeitorias registradas em seus respectivos cadastros, os valores atribuídos no registro foram utilizados como referência para a aplicação do modelo proposto.

Por fim, foram calculados os respectivos valores do coeficiente de raridade (RA) e o fator de correção (FC) relativos ao imóvel.

Para fins de análise dos resultados, conforme mostrado na Tabela 3 e Tabela 4, foram utilizados como elementos de comparação os valores totais atribuídos a cada uma das ilhas e registrados no cadastro do sistema corporativo da SPU.

Tabela 3: Dados de entrada para aplicação do modelo de cálculo proposto.

AMOSTRA	ÁREA TOTAL DA ILHA (m²)	VALOR R\$ (SPU)(a)	RA	FC	Vb (R\$)(b)
1	87.449,80	18.423.019,00	1,40	0,80	0,00
2	133.631,00	19.545.077,72	1,00	0,27	0,00
3	40.000,00	10.325.768,88	1,10	0,80	1.418.356,95
4	313.000,00	3.758.359,65	1,50	0,47	0,00
5	63.281,23	15.221.667,06	1,10	0,67	0,00
6	61.850,00	108.011,31	1,00	0,40	11.461,02
7	17.349,00	43.776,25	1,40	0,40	9.772,21
8	1.574,15	26.838,05	1,00	0,47	23.736,97
9	225.000,00	750.000,00	1,30	0,67	300.000,00
10	29.800,00	100.518,04	1,00	0,27	6.321,89
11	632.896,10	131.036.671,92	1,00	0,33	55.089.139,92
12	87.200,00	406.960,97	1,10	0,40	16.304,97

Valor total do imóvel registrado na base do sistema corporativo da SPU, (b) Valor da benfeitoria registrado na base do sistema corporativo da SPU.
Fonte: SPU et al. (2024).

Tabela 4: Resultados da aplicação do modelo de cálculo proposto.

AMOSTRA	Vtd (R\$)	Vti (R\$)	Vtd (R\$) x RA x FC	Vpi (R\$)
1	3.268.755,72	36.636.810,03	3.661.006,41	40.297.816,44
2	0,00	50.184.458,13	0,00	50.184.458,13
3	5.446.843,08	7.097.801,10	4.793.221,91	13.734.887,05
4	1.031.183,42	85.294.538,69	721.828,39	86.016.367,08
5	5.027.526,54	15.915.684,82	3.686.852,79	19.602.537,61
6	36.938,65	15.283.931,70	14.775,46	15.313.606,48
7	0,00	223.423,95	0,00	236.127,83
8	0,00	301.030,75	0,00	331.888,81
9	0,00	19.217.603,06	0,00	19.607.603,06
10	0,00	5.823.772,89	0,00	5.831.991,34
11	72.029.432,82	107.030.334,03	24.009.810,94	202.656.026,87
12	0,00	23.499.522,64	0,00	23.520.719,11

Fonte: SPU et al. (2024).

Os resultados indicam uma defasagem significativa nos valores atualmente registrados na base de dados da SPU. A atualização desses valores com base na metodologia proposta, representada pela diferença entre o Valor Patrimonial Imobiliário (Vpi) estimado e os registros existentes, apontaria para um acréscimo de R\$ 277.587.361,00 em relação aos valores atualmente cadastrados, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5: Impacto dos valores apurados com a metodologia proposta e percentual de Vti em relação a Vpi.

AMOS-TRA	VALOR R\$ (SPU)(a)	Vti (R\$)	Vpi (R\$)	Impacto (R\$)	% Vti
1	18.423.019,00	36.636.810,03	40.297.816,44	21.874.797,44	90,92%
2	19.545.077,72	50.184.458,13	50.184.458,13	30.639.380,41	100,00%
3	10.325.768,88	7.097.801,10	13.734.887,05	3.409.118,17	51,68%
4	3.758.359,65	85.294.538,69	86.016.367,08	82.258.007,43	99,16%
5	15.221.667,06	15.915.684,82	19.602.537,61	4.380.870,55	81,19%
6	108.011,31	15.283.931,70	15.313.606,48	15.205.595,17	99,81%
7	43.776,25	223.423,95	236.127,83	192.351,58	94,62%
8	26.838,05	301.030,75	331.888,81	305.050,76	90,70%
9	750.000,00	19.217.603,06	19.607.603,06	18.857.603,06	98,01%
10	100.518,04	5.823.772,89	5.831.991,34	5.731.473,30	99,86%
11	131.036.671,92	107.030.334,03	202.656.026,87	71.619.354,95	52,81%
12	406.960,97	23.499.522,64	23.520.719,11	23.113.758,14	99,91%

O gráfico mostrado na Figura 4, compara os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia proposta com os valores atualmente registrados na base de dados da SPU, evidenciando uma diferença média de quase 140% entre ambos.

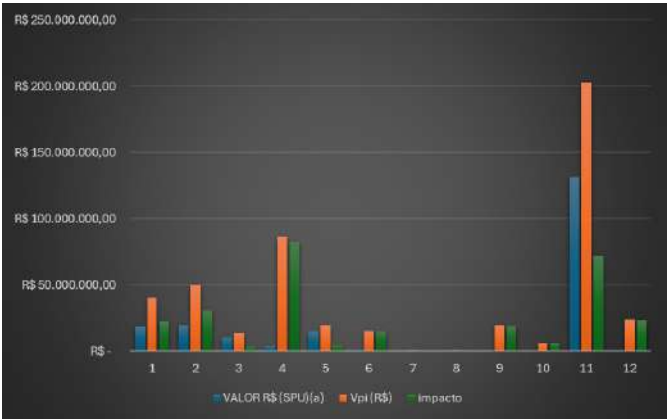


Figura 4: Valores registrados na base da SPU x Valores calculados com a metodologia e impacto.

Conforme ilustrado na Figura 5, essa discrepância está fortemente associada ao Valor dos Serviços Ecosistêmicos (VSE) das amostras analisadas. Em média, 77% do Valor Patrimonial Imobiliário (Vpi), calculado segun-

do a metodologia adotada, é composto pelo valor atribuído ao terreno indisponível (Vti), estimado com base no VSE correspondente ao ecossistema de cada ilha.

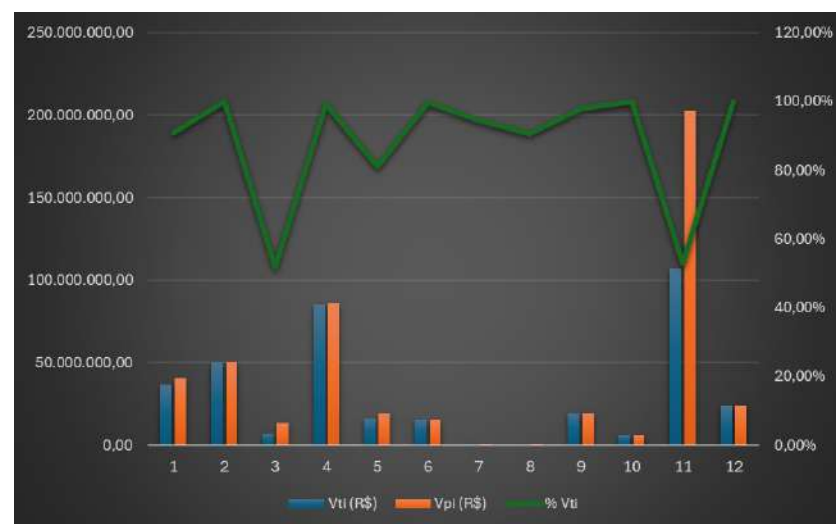


Figura 5: Comparação entre o valor do terreno indisponível e o valor patrimonial da ilha.
Fonte: Adaptado de SPU et al. (2024).

Essa discrepância significativa (Figura 5) evidencia uma subavaliação nos registros patrimoniais da SPU, especialmente no que se refere às porções dos imóveis classificados como indisponíveis. Isso se deve, em grande parte, à ausência de mecanismos de valoração que incorporem o valor dos serviços ecossistêmicos prestados por tais áreas, os quais são essenciais para a manutenção dos processos ecológicos e para o equilíbrio ambiental do ecossistema no qual estão inseridos.

3) CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta configura-se como uma alternativa inovadora para a avaliação de ilhas da União, ao incorporar variáveis mercadológicas e ambientais em um mode-

lo escalável e replicável. Por meio da incorporação da análise emergética, bem como dos fatores de raridade e correção, a abordagem respeita a singularidade dos bens avaliados e contribui para uma contabilidade patrimonial mais realista, transparente e alinhada aos princípios da sustentabilidade.

Conforme mostrado pelos resultados obtidos, a aplicação da metodologia proposta resultaria em um impacto médio da ordem de R\$ 23 milhões por dado analisado, promovendo um acréscimo de 140% em relação aos valores atualmente registrados pela SPU.

Importante destacar que, a metodologia permite que as atividades avaliativas sejam realizadas em uma escala temporal compatível com as exigências da gestão patrimonial federal. Isso é fundamental diante do volume expressivo de bens sob responsabilidade da

União, garantindo agilidade na produção de informações, sem comprometer a qualidade técnica dos resultados.

Ressalta-se ainda que, a prática metodológica apresentada é específica e foi desenhada para responder às particularidades das ilhas públicas. Assim, qualquer extrapolação dos resultados para outros tipos de imóveis deverá ser precedida por novo estudo, fundamentado em critérios científicos adequados e adaptado às características do objeto de análise. Dessa forma, assegura-se o rigor técnico e a coerência das estimativas patrimoniais, contribuindo para a evolução contínua das práticas de avaliação no setor público.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14.653 Avaliação de bens Parte 1: Procedimentos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14.653 Avaliação de bens Parte 2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14.653 Avaliação de bens Parte 6: Recursos Naturais e Ambientais. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BROWN, M. T. et al. The geobiosphere emergy baseline: A synthesis. *Ecological Modelling*, v. 339, p. 92–95, 10 nov. 2016.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, v. 26, 2014.

NADALINI, Ana Carolina Valério. Valoração emergética e econômica de serviços ecossistêmicos com análise da incerteza: o caso da Ponte Salvador-Itaparica/BA. Tese (Doutorado): Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica, Salvador, 2023.

NASSER JUNIOR, Radegaz. Introdução à Avaliação de Bens Singulares. Ed. Leud, São Paulo/SP, 2019.

SECRETARIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO (SPU), MARINHA DO BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). Cartilha de orientação de metodologia avaliatória – imóveis da união – ilhas marítimas e fluviais. Versão 1.0. Brasília/DF, 2024

SPU/MGI. Portarias nº 1275/2024 e nº 4393/2024.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Caderno de instrução sobre avaliação de imóveis com valor histórico-cultural do exército brasileiro (EB-50-CI-04.008). Brasília – DF, 24 de fevereiro de 2023. 1ª Edição.

¹**Felipe Pilleggi de Souza**, Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008) e Técnico em Agrimensura pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2010). Possui Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela UFSC. Atuou como responsável técnico em diversos projetos de finalidade cadastral para Municípios e Órgãos Governamentais. Pesquisador e Membro do Grupo de Observação e Transformação do Território - GOTT. (felkis@gmail.com)

²**Tiago Umberto Pazolini**, Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (GCN/CFH/UFSC) e Mestre em Gestão Territorial pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. (tiago_pazolini@hotmail.com)

³**Everton da Silva** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil everton.silva@ufsc.br é Graduado em Engenharia de Agrimensura pela União das Faculdades de Criciúma, mestre em Cadastro Técnico Multifinalitário e doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Coordenou trabalhos de levantamentos cadastrais e avaliação em massa de imóveis para fins fiscais em

DA ESTRUTURAÇÃO À APLICAÇÃO DO OBSERVATÓRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO

Felipe Pilleggi de Souza¹
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
felkis@gmail.com

Tiago Umberto Pazolini²
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
tiago_pazolini@hotmail.com

Everton da Silva³
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
everton.silva@ufsc.br

Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni⁴
Universidad de la República (UDELAR), Uruguay
carlos.peruzzo@gmail.com

Resumo

o presente trabalho propõe um método para a implementação e operacionalização de um Observatório do Mercado Imobiliário (OMI), empregando soluções de software livre e mecanismos de validação e qualificação de dados. O objetivo principal é fornecer um instrumento de apoio ao monitoramento dos valores cadastrais nos municípios como subsídio para contribuição das políticas públicas. A abordagem inclui a análise do cadastro imobiliário, a modelagem, a coleta e o tratamento de dados de eventos de mercado. São avaliados os resultados da coleta automatizada de dados e o georreferenciamento por geocodificação. Adicionalmente, são realizados procedimentos para o relacionamento entre eventos do mercado imobiliário e dados cadastrais. Por fim, o trabalho evidencia o potencial da análise de desempenho na supervisão dos valores cadastrais.

Palavras-chave: observatório do mercado imobiliário; avaliação em massa de imóveis; valores cadastrais.

DA ESTRUTURAÇÃO À APLICAÇÃO DO OBSERVATÓRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO

Felipe Pilleggi de Souza¹
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
felkis@gmail.com

Tiago Umberto Pazolini²
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
tiago_pazolini@hotmail.com

Everton da Silva³
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil
everton.silva@ufsc.br

Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni⁴
Universidad de la República (UDELAR), Uruguay
carlos.peruzzo@gmail.com

Abstract

this paper proposes a method for implementing and operationalizing a Real Estate Market Observatory using open-source software solutions and data validation and qualification mechanisms. The primary goal is to offer a tool that aids in tracking cadastral values in municipalities, serving as a foundation for the development of public policies. The approach includes real estate cadastral analysis, modeling, collection, and processing of market event data. The results of automated data collection and geocoding are evaluated. Additionally, procedures are implemented to correlate real estate market events with cadastral data. Finally, the paper highlights the potential of performance analysis in monitoring cadastral values.

Keywords: real estate market observatory; real estate mass appraisal; cadastral values.

diversos municípios brasileiros. Professor da Universidade Federal de Santa Catarina junto ao Departamento de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, onde atua na linha de pesquisa em Cadastro Territorial Multifinalitário. Foi professor associado do Lincoln Institute of Land Policy, onde colaborou em cursos à distância e presenciais. Líder do Grupo de Observação de Transformação do Território - GOTT (<https://gott.ufsc.br>).

⁴**Carlos Alberto Peruzzo Trivelloni**, Graduado em Engenharia Civil pela Universidad de la República - UDELAR, Uruguai, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Doutor em Engenharia Civil pela UFSC. Pesquisador no Grupo de Observação e Transformação do Território - GOTT, atua como Professor no Instituto de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, UDELAR e como pesquisador nas áreas de Inferência Estatística, Análise Espacial e Inteligência Espacial aplicadas à avaliações. (imobiliarias.carlos.peruzzo@gmail.com)

1) INTRODUÇÃO

A gestão municipal se beneficia da compreensão da dinâmica imobiliária e dos valores dos imóveis, impactando aspectos fiscais, de planejamento e de ordenamento territorial e social. Em um Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), informações sobre o valor dos imóveis são cruciais para a definição de políticas públicas, especialmente as tributárias (De Cesare *et al.*, 2023). A estimativa do valor cadastral para tributos como IPTU e ITBI, e o apoio a instrumentos de política urbana como a Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC), dependem de métodos de avaliação em massa que gerem modelos aplicáveis a todos os imóveis.

A eficácia desses modelos requer um conjunto de dados do mercado imobiliário estruturado, normalizado e representativo. O avanço tecnológico tem impulsionado o surgimento de sistemas de informação como o Observatório do Mercado Imobiliário (OMI), recomendado para avaliação em massa e monitoramento do mercado. A Portaria Nº 3242/2022 do Ministério do Desenvolvimento Regional define o OMI como um sistema aberto para coleta e armazenamento contínuo de dados de mercado. Sua utilidade é ampla, sendo um instrumento crescente de apoio a estudos fiscais em jurisdições latino-americanas (SILVA, 2020).

A importância dos OMI transcende a justiça fiscal. Iniquidades nas avaliações tributárias violam o Artigo 150 da Constituição Federal, que proíbe tratamento desigual a contribuintes em situação equivalente. O baixo desempenho das avaliações fiscais frequentemente decorre de acesso limitado a informações de mercado, técnicas de estima-

ção inadequadas e omissão de atributos fundamentais (DE CESARE, 2005).

Diante desses desafios, municípios brasileiros buscam implementar OMI baseados na parcela cadastral, permitindo integração e interoperabilidade com outros sistemas. Esta pesquisa propõe um método para tal implementação e operacionalização, utilizando soluções de software e mecanismos de validação de dados. O estudo de caso em Florianópolis, SC, com apoio do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF) e do Grupo de Observação e Transformação do Território (GOTT) da Universidade Federal de Santa Catarina, resultou na estruturação inicial de um OMI, mantido e alimentado por técnicos e estagiários. Trabalhos anteriores, como o artigo no COBRAC de 2018 (Pazolini *et al.*, 2018) e a dissertação de Pazolini (2019), já abordavam a modelagem de dados e integração com cadastros territoriais.

O presente trabalho propõe um método para implementação e operacionalização de um observatório do mercado imobiliário, baseado em soluções de software livre e mecanismos de validação e qualificação dos dados, de modo a: i) contribuir para um processo de monitoramento dos valores cadastrais quanto à sua relação com o comportamento dos preços do mercado imobiliário; ii) analisar e propor procedimentos baseados em software livre que possibilitem a coleta e validação sistemática de dados do mercado imobiliário; e iii) oferecer um mecanismo de apoio à implementação ou à qualificação das políticas urbanas que se relacionam com o mercado imobiliário.

2) ESTADO DA ARTE (REFERENCIAL)

2.1) OBSERVATÓRIOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO (OMI) E EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Eguino e Erba (2020) apontam a falta de padronização no cadastro econômico, resultando em iniquidade fiscal. A solução seria unificar valores em um sistema único, referenciado no mercado imobiliário, onde anúncios e transações assumem protagonismo. De Cesare *et al.* (2023) recomendam o OMI para coleta contínua de dados de mercado, que deve ser compartilhado com diversos atores. Eguino e Erba (2020) distinguem observatórios territoriais de OMIs sendo estes últimos focados em gerar mapas de valores para política tributária. O uso de dados de oferta é comum, apesar dos desafios de qualidade, e a colaboração com agências imobiliárias pode mitigar a assimetria de informações (DE CESARE *et al.*, 2023).

Algumas experiências consideradas exitosas na implementação e utilização do OMI são apresentadas a seguir:

Projetos de observatórios na América Latina e Espanha:

- **Fortaleza – CE:** exemplo de sucesso na implementação de um observatório fiscal. Em 2009, modernizou seu cadastro para um modelo multifinalitário com um Sistema de Informações Territoriais (SIT), tornando o cadastro central na gestão territorial. O Observatório de Valores (OUV) foi reestruturado como módu-

lo do SIT, incorporando *web scraping* e *machine learning*, resultando em mapas de valores imobiliários e automatização do ITBI (SILVA e OLIVEIRA, 2020).

- **Córdoba – Argentina:** o IDECOR promove o desenvolvimento da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). O OMI de Córdoba, uma plataforma web do IDECOR, registra e sistematiza dados de mercado para analisar a dinâmica de preços de imóveis urbanos e rurais (IDECOR, 2021). Em 2021, o OMI registrou mais de 9.000 dados urbanos. A infraestrutura de nuvem do IDECOR inclui servidores para aplicações web (OMI), serviços geoespaciais (GeoServer, GeoWebCache) e um servidor dedicado para *data science* com RStudio, acessando um banco de dados unificado PostgreSQL + PostGIS (IDECOR, 2019).
- **Colômbia:** Em Bogotá, a Unidad Administrativa Especial del Catastro Distrital – UAECDD é a entidade executora do cadastro e administra o Observatorio Inmobiliario Catastral - OIC, que é tido como um modelo para o país (Restrepo, 2008). O OIC é estruturado por diferentes instituições, públicas e privadas, que geram informações para diferentes usuários e finalidades (Erba, 2013), principalmente para monitorar o comportamento do mercado imobiliário e os atores envolvidos na prática imobiliária (Restrepo, 2008), onde promove estudos e pesquisas com o intuito de apoiar a gestão cadastral e a tomada de decisões mediante a coleta de dados atualizados do mercado imobiliário (UAECD, 2013). Outro caso concreto em território colombiano é o Observatorio Inmobiliario

Catastral de Medellin – OIME, organizado e administrado pela subsecretaria de cadastro do município (Erba, 2013), que é composto por uma equipe multidisciplinar de profissionais que visam monitorar, documentar e analisar o mercado imobiliário da região (Nery, 2014). Tanto o OIME quanto o OIC são referências no âmbito dos Observatórios.

- **Espanha:** a Dirección General del Catastro (DGC) criou o Observatorio Catastral del Mercado Inmobiliario (OCMI) para reduzir a falta de informações do mercado, utilizando inteligência artificial para extrair valores e dados estatísticos (FERNÁNDEZ, 2011; ALVAREZ, 2010).
- **América Latina (Valores del Suelo):** A plataforma “Valores del Suelo en América Latina”, iniciativa da UNC e UFSC, é um observatório colaborativo que estrutura um banco de dados georreferenciado de valores de terras, com mais de 45.000 registros (VDSEAL, 2020).

3) ESTRUTURAÇÃO DO OMI

A estruturação do OMI envolveu a análise do cadastro imobiliário de Florianópolis, a modelagem conceitual e física, a coleta e tratamento de dados de eventos de mercado, e a validação por equipe técnica.

3.1) ANÁLISE DA ESTRUTURA DO CADASTRO IMOBILIÁRIO DE FLORIANÓPOLIS – SC

A análise da estrutura cadastral de Florianópolis visou padronizar campos entre informações municipais e tabelas de eventos de mercado para um observatório funcional. Foram obtidas características dos imóveis cadastrados, focando na tabela COTR_IMOBILIARIO (472.574 unidades autônomas), principal tabela da base cadastral integrada ao IPUF e ao sistema de informação territorial. Casos de múltiplas unidades por lote foram considerados para evitar vinculações equivocadas. A tabela “lotes” (120.744 registros), com dados geográficos, foi usada para relacionar a COTR_IMOBILIARIO com as geometrias. A tabela de Distritos Administrativos de Florianópolis foi empregada para agregar eventos por localidade, dado que bairros em anúncios nem sempre coincidem com limites oficiais.

3.2) MODELAGEM CONCEITUAL E CONVERGÊNCIA DE DENOMINAÇÃO

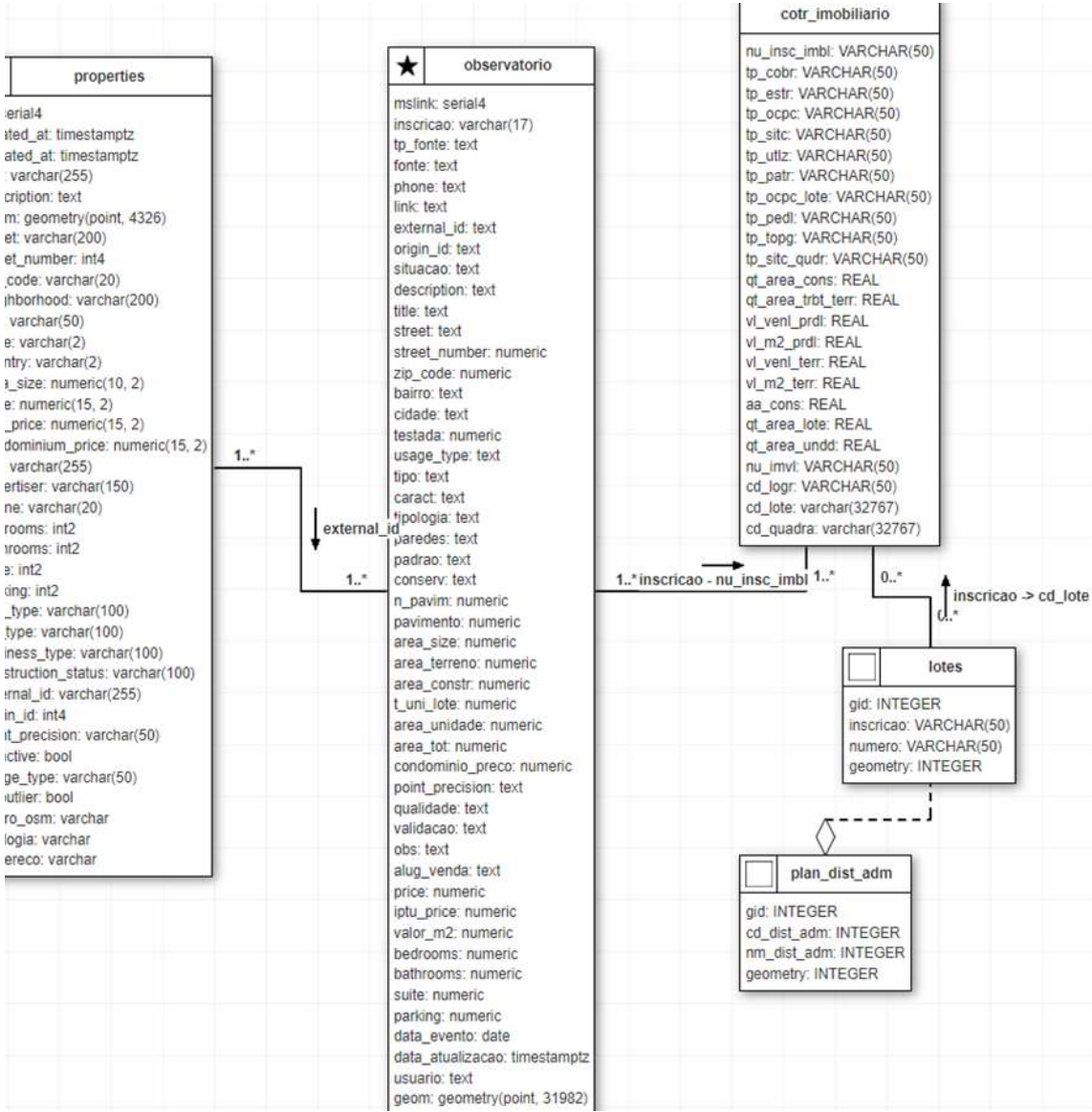
Esta etapa visou compreender a estrutura da base cadastral do município para desenvolver uma modelagem do banco de dados geográfico do observatório do mercado imobiliário, contemplando as particularidades da administração territorial e integrando este instrumento no sistema cadastral municipal. O trabalho foi realizado a partir de adaptações do modelo conceitual de Pazolini (2018) e Souza (2023), que serviu como base inicial para a estruturação. A Figura 1 é resultado da modelagem conceitual e apresenta o rela-

cionamento entre os eventos de mercado e a base cadastral.

Posteriormente, e como uma sequência desse esforço de modelagem e compreendendo a estrutura de informação do Município de Florianópolis, foi realizada a convergência de denominação (“De-Para”), que equiparou os campos da estrutura de dados cadastrais

dos imóveis do município com os dados dos eventos do mercado imobiliário, resultando na padronização das informações e na elaboração de um dicionário de relacionamento com os campos equivalentes em cada tabela (SOUZA, 2023).

Figura 1 – Modelagem conceitual da proposta de um observatório do mercado imobiliário com os diferentes relacionamentos.



Fonte: Souza (2023).

3.3) COLETA SISTEMATIZADA DE EVENTOS DO MERCADO

Os dados do mercado imobiliário foram obtidos principalmente de sites de imobiliárias e portais especializados, utilizando mecanismos de busca automatizada via API REST. Campos de interesse foram capturados e então filtrados com base na modelagem conceitual e na estrutura de dados de Florianópolis. Um *script Python* com a biblioteca *requests* foi desenvolvido para coletar dados em formato JSON, seguido de tratamento para selecionar e formatar informações relevantes. Os dados foram armazenados em uma tabela PostgreSQL ("properties") com colunas correspondentes e tipos de dados definidos, usando a biblioteca *psycopg2* para inserção. A coleta mensal em Florianópolis (Set/2020 a Mar/2021) totalizou 61.365 eventos, com 11.425 de aluguel e 49.933 de venda. Apartamentos (60,88%) e casas (22,14%) foram as tipologias mais frequentes, seguidas por terrenos (6,76%).

3.4) GEOCODIFICAÇÃO DE ENDEREÇOS

O processo de georreferenciamento foi realizado em três etapas: coleta de endereços alfanuméricos em CSV; geocodificação via *API Google Geocoding*; e unificação dos resultados (precisão, latitude, longitude) com a tabela de anúncios. Endereços foram padronizados conforme o Google Maps para maior precisão. O *script Python* utilizou uma *API KEY* do Google e bibliotecas como *Pandas* e *Requests*. A API retornou campos como *formatted_address*, *location_type* (precisão), *lat* e *long* (WGS84), cruciais para validação. Dos 61.365 anúncios, 39,83% tiveram precisão

"ROOFTOP" e 37,32% "GEOMETRIC_CENTER". Para terrenos (segmento de foco), a precisão "ROOFTOP" caiu para 24,75%, e "GEOMETRIC_CENTER" foi de 41,28%. Essa menor precisão em terrenos é atribuída à falta de números de porta físicos e à declaração incompleta de endereços pelos anunciantes. A metodologia e os resultados detalhados sobre a aplicação da API Google Geocoding para verificar a acurácia dos dados do mercado imobiliário, incluindo a análise dessas precisões, foram estabelecidos em um estudo prévio, no qual esta seção se baseou (PAZOLINI *et al.*, 2020b).

3.5) MODELO FÍSICO E OPERAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO DOS DADOS

A infraestrutura do OMI foi implementada em uma base de dados municipal existente, configurando um banco de dados geográfico com PostgreSQL Server e PostGIS. O Dbeaver foi usado para gerenciar a conexão, criação de base de dados, esquemas, usuários, extensão espacial, tabelas e funções (Pazolini *et al.*, 2020a). A materialização do modelo conceitual no ambiente físico permite visualização e compartilhamento integrados de dados, aumentando segurança e produtividade (Rob, 2010; Romano, 2011). Tabelas foram criadas conforme o modelo conceitual, com relações via chaves estrangeiras, funções e gatilhos (*triggers*). Usuários e grupos de usuários foram definidos para organização e segurança (PAZOLINI *et al.*, 2020a).

3.6) MECANISMOS PARA DEPURAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS DADOS

Foram definidos procedimentos para correção e validação de dados de anúncios imobiliários, utilizando *scripts SQL* de correção em massa e o QGIS para correção específica. Três procedimentos principais foram realizados:

- 1. Análise de casos atípicos (outliers):** *Scripts SQL* com desvio padrão (função "STDDEV" do PostgreSQL) identificaram valores atípicos em preço, área e valor por metro quadrado.
- 2. Análise do nível de georreferenciamento:** Avaliou-se o georreferenciamento usando *scripts SQL* espaciais e a precisão retornada pela *API Google Geocoding*. Inconsistências na qualidade "ROOFTOP" foram observadas devido a imprecisões entre bases cartográficas e o posicionamento do ponto na fachada do imóvel, ressaltando a importância da validação humana.
- 3. Higienização em massa:** Correção de informações alfanuméricas inconsistentes (e.g., vírgula por ponto, caracteres especiais) e alteração de tipo de campo, utilizando *scripts SQL*.
- 4. Validação e qualificação dos dados pelo grupo técnico do IPUF:** A validação e qualificação dos dados pela equipe técnica do IPUF foi crucial, enfatizando a necessidade de uma equipe permanente e capacitada (De Cesare *et al.*, 2023). A equipe validou campos

como "inscricao" (vinculação com parcelas cadastrais), "situacao", testada, "area", "qualidade" (precisão posicional validada), "validação" (controle de revisão) e "observacao". A associação de eventos de mercado a parcelas cadastrais, especialmente para terrenos (foco da pesquisa), foi fundamental. Apenas 463 (11,16%) dos 4.149 eventos de terrenos foram vinculados, e discrepâncias de área ou vendas de posse são motivos comuns para a incorreta vinculação, reforçando a importância do CTM.

Para uma análise mais aprofundada dos mecanismos de depuração e validação dos dados, incluindo a aplicação de *scripts SQL* específicos, recomenda-se a consulta à dissertação de SOUZA (2023).

4) APLICAÇÕES DO OMI

O OMI, uma vez estruturado, permite diversas aplicações práticas, com destaque para o monitoramento de valores cadastrais e a análise de desempenho, fornecendo subsídios cruciais para a gestão territorial e políticas públicas.

4.1) MONITORAMENTO DE VALORES CADASTRAIS E ANÁLISE DE DESEMPENHO

Para garantir uma avaliação de desempenho consistente, foram estabelecidos critérios de filtragem e validação de dados, com o objetivo principal de assegurar a qualidade das informações utilizadas. Nesta etapa, foram selecionados exclusivamente imóveis territoriais (terrenos) que apresentassem da-

dos completos e consistentes, incluindo valor venal na tabela cadastral, preço e área na tabela de eventos de mercado, e ausência de dados nulos. Além disso, foi definido como critério mínimo a existência de pelo menos cinco casos por Distrito para viabilizar a análise. Como resultado, os Distritos de Ratoles, Pântano do Sul, Ribeirão da Ilha, Barra da Lagoa, São João do Rio Vermelho e Sede Continental foram excluídos por não atenderem a esses requisitos.

No sistema cadastral, um único lote pode conter múltiplas unidades autônomas e unidades de avaliação. Assim, para assegurar a correspondência entre os imóveis anunciados no mercado imobiliário e aqueles registrados na base cadastral, foi adotado um fator

de tolerância de variação de área, calculado pela divisão da área do terreno cadastrado pela área do terreno do evento de mercado, com variação máxima permitida de 20% (para mais ou para menos) em relação à área de referência.

Após os processos de relacionamento, filtragem e validação dos dados, foram desenvolvidas fórmulas de análise de desempenho. Essas fórmulas, implementadas por meio de scripts SQL calcularam indicadores como média aritmética, mediana, média ponderada, coeficiente de dispersão, uniformidade e diferencial de preço por Distrito. Os resultados obtidos foram consolidados e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos cálculos obtidos na análise de desempenho para os Distritos Administrativos com no mínimo 5 casos.

Distrito	Número de eventos	Média Aritmética	Mediana	Média Ponderada	Coeficiente de Dispersão	Diferencial Relacional Preço
Cachoeira Do Bom Jesus	25	0,77	0,53	0,39	86,24	1,96
Campeche	10	1,00	0,48	0,42	148,29	2,36
Canasvieiras	11	0,99	0,86	1,09	52,74	0,91
Inglesees Do Rio Vermelho	10	1,05	1,12	0,35	26,68	3,05
Lagoa Da Conceição	7	0,89	0,88	0,78	43,	1,14
Santo Antônio De Lisboa	10	0,54	0,14	0,51	352,92	1,07
Sede Insular	66	0,51	0,51	0,43	54,86	1,16

Fonte: Souza (2023).

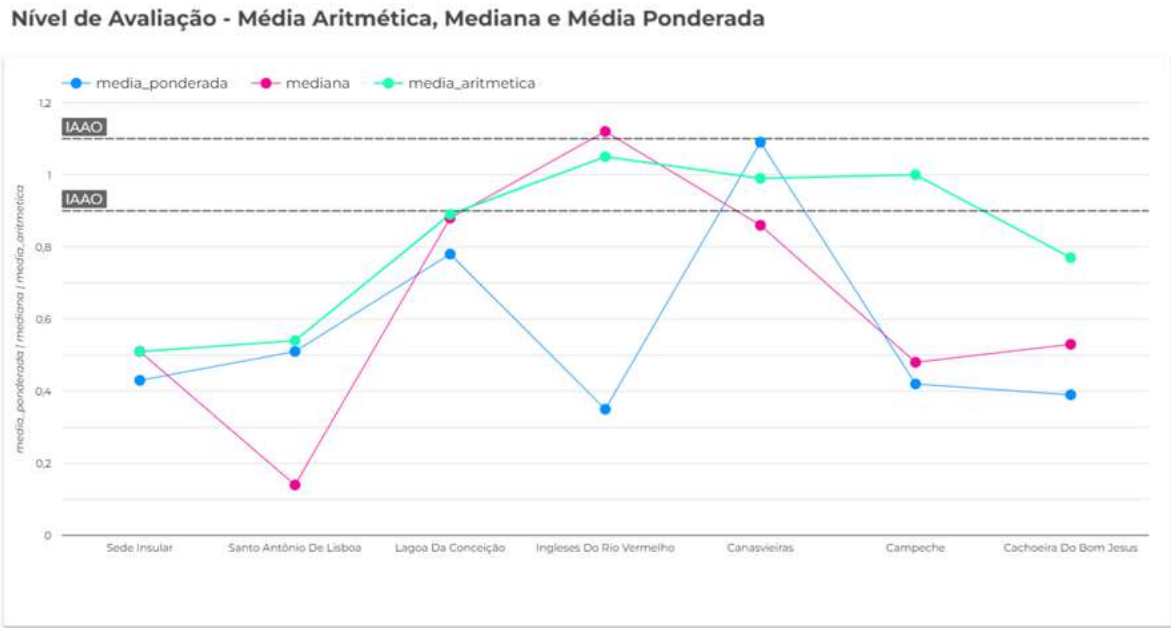
Os resultados da análise de desempenho foram comparados aos limites aceitáveis da IAAO. Destaca-se que a Portaria nº 3.242/2022 do CTM indica a importância do monitoramento dos valores cadastrais pelo emprego das medidas de desempenho, porém não estabelece os limites aceitáveis, ficando a critério de cada município ou instituição esta definição. Para o efeito de exercício, fez-se a análise considerando os limites estabelecidos pelo IAAO, que são: i) 0,90-1,10 para o nível de avaliação (Média Aritmética, Mediana, Média Ponderada); ii) coeficiente de dispersão (CD) < 10-15% para o segmento residencial e CD < 15-20% para os demais segmentos; e iii) diferencial relacionado ao preço (DRP) < 0,98 indicando progressividade e DRP > 1,03 indicando regressividade.

Pelos resultados apresentados na Tabela 1, ainda que com um número baixo de dados amostrais, somente três distritos estão com o nível de avaliação próximo ao li-

mite indicado pela IAAO: Canasvieiras (0,86), Inglesees do Rio Vermelho (1,12) e Lagoa da Conceição (0,88). Porém, em relação à uniformidade, medida pelo coeficiente de dispersão, nenhum distrito se enquadra nos limites da IAAO. Neste sentido, duas considerações podem ser feitas: i) que é necessário avançar na busca de dados de mercado para melhorar a representatividade nas análises; e ii) que o modelo de avaliação em massa que define os valores cadastrais deve ser revisado/atualizado.

Além da apresentação analítica, os resultados podem ser apresentados de forma gráfica, facilitada pelo uso de um BI. No estudo desenvolvido por Souza (2023), um conjunto de gráficos foi desenvolvido e apresentado em dashboard do BI customizado para as análises. A seguir exemplifica-se a representação gráfica do nível de avaliação dos terrenos não construídos por distrito administrativo.

Figura 2 - Gráfico do BI que apresenta a análise de desempenho de acordo com Nível de Avaliação, Mediana e Média Ponderada, além da linha de referência aceitável do IAAO (1991).



Fonte: Souza (2023).

5) CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um OMI requer uma base de dados confiável e atualizada, com procedimentos e soluções de software para sua operacionalização e interoperabilidade. Esta pesquisa propôs um método para implementar e operacionalizar um OMI com softwares livres e gratuitos, visando apoiar o monitoramento dos valores cadastrais e contribuir para políticas urbanas.

A coleta automatizada de eventos do mercado imobiliário oferece um monitoramento contínuo, sistemático e ágil, sendo uma alternativa menos onerosa que os modelos tradicionais. No entanto, exige sistemas de correção, higienização e validação de dados, tanto computacionalmente quanto com um grupo técnico especializado.

A geocodificação de endereços mostrou-se importante para validar a qualidade posicional de eventos coletados automaticamente. A utilização de mecanismos que dispõem o nível de precisão (além das coordenadas) é fundamental para a validação visual. A dificuldade no georreferenciamento de terrenos é um desafio, com a precisão "ROOF-TOP" caindo de 40% (amostra total) para 24,75% (terrenos). Isso se deve à falta de números de porta físicos e à declaração incompleta de endereços pelos anunciantes.

A constituição de um grupo técnico para gestão e manutenção do OMI é essencial, devido às particularidades dos sistemas cadastrais municipais. O conhecimento do sistema cadastral, legislações de parcelamento do solo e modelos de cálculo de tributos imobiliários é fundamental para conectar eventos de mercado e parcelas cadastrais.

A utilização de soluções de software de código aberto e gratuito é fundamental para a

viabilização e operacionalização do OMI, oferecendo as funcionalidades necessárias desde a coleta até a análise de dados, sem altos custos de infraestrutura e licenças. Essa abordagem democratiza o acesso e permite aproveitar a comunidade de desenvolvedores para melhorias contínuas.

O OMI é um instrumento capaz de colaborar no monitoramento dos valores cadastrais. Esta pesquisa demonstrou que, mesmo em um estágio inicial de implementação em Florianópolis, é possível realizar diversas análises e validações sobre dados cadastrais e seus valores venais. Os resultados abrem oportunidades para aprimorar análises de desempenho, corrigir inconsistências cadastrais, realizar estudos de avaliação em massa, gerar PVGs e promover um planejamento territorial mais eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, Luis Arijón. Dirección General del Catastro, Gobierno de España. Introducción Observatorio Catastral del Mercado Inmobiliario. XIII Seminario Catastro Inmobiliario. Santa Cruz de la Sierra, Bolívia. 13 al 17 de septiembre, 2010.

DE CESARE, C. M. O Cadastro como Instrumento de Política Fiscal. In: Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana. Orgs: Diego Alfonso Erba; Fabricio Leal de Oliveira; Pedro de Novais Lima Junior. Rio de Janeiro, 2005. pg 15-40.

DE CESARE, C. M., SILVA, E., SILVA, L. R. Avaliação de Imóveis. In: SILVA, E (org). Cadastro territorial multifinalitário aplicado à gestão municipal. 1. ed. Florianópolis: Universidade

Federal de Santa Catarina, 2023. Cap. 5, p. 101-126.

ERBA, Diego Alfonso. O Cadastro Territorial: Disposições gerais, benefícios e desafios. Seminário Regional Norte "Diretrizes Nacionais para o Cadastro Territorial Multifinalitário. Macapá, AP. Program on Latin America and the Caribbean. Lincoln Institute of Land Policy, Maio de 2014.

ERBA, DIEGO ALFONSO; PIUMETTO, MARIO. Cadastro Territorial Multifinalitário. Documento de trabajo del Lincoln Institute of Land Policy. Lincoln Institute of Land Policy, 2013. Disponível em: http://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/erba-wp14de1sp-full_o.pdf. Acesso em: 19/11/2021.

FERNÁNDEZ, Luis González Carpio. Observatorio catastral del mercado inmobiliario. Revista CT: Catastro, Espanha, n.º. 73, p.85-105, dez. 2011.

IDECOR (2019). DECOR... en "la nube"! In: IDECOR. Disponível em <https://www.idecor.gob.ar/idecor-en-la-nube/>. Acesso em: 02/03/2023.

IDECOR (2021). Estudio del Mercado de Suelo Urbano de la Provincia de Córdoba 2021. Recuperado em 10 de setembro de 2022, de https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2021/12/Informe-Final_Valores-Tierra-Urbana-2021_GobCba.pdf.

IGAC (Instituto Geográfico Augustín Codazzi). Resolución n.º 1.008, de 2012.

NERY, Ana Maria Cavalcanti. Proposta de Estruturação de um Observatório de Valores de Imóveis Urbanos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Cen-

tro de Tecnologia e Geociências. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2014.

NERY, J. R. Observatório do mercado imobiliário: Conceito e aplicações. In: Anais do COBRAC, 2014.

UAECD, Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. Generación de conocimiento catastral multiplatópico que apoye la gestión misional y la toma de decisiones de ciudad. In: Informe de Gestión y Resultados 2013. Cuenta anual contraloría de Bogotá - CBN 1090. Bogotá, Colômbia - 2013

PAZOLINI, Tiago Umberto; SILVA, Everton da; SILVA, Liane Ramos da. OBSERVATÓRIO DE VALORES IMOBILIÁRIOS: levantamento das características do setor de imobiliárias para subsidiar a estruturação de bases de dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITARIO E GESTÃO TERRITORIAL, 13., 2018, Florianópolis. Anais do COBRAC. Florianópolis: UFSC, 2018. p. 1-19.

PAZOLINI, Tiago Umberto; SILVA, Everton da; SOUZA, Felipe Pilleggi de; KOEHLER, Guilherme Diogo. BANCO DE DADOS DO OBSERVATÓRIO DO MERCADO IMOBILIÁRIO COM SOFTWARES LIVRES. In: Anais do COBRAC 2020 - Florianópolis - SC-Brasil - UFSC, 2020a.

PAZOLINI, T. OBSERVATÓRIO DE VALORES IMOBILIÁRIOS: MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA EM OMT-G, 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG).

PAZOLINI, T. U. ; SOUZA, F. P. ; MEURER, S. A. ; SILVA, E. Aplicação do API Google Geocoding

para verificar a acurácia dos dados do mercado imobiliário. In: XI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2020, Curitiba. XI Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2020b.

RESTREPO, Liliana Bustamante; ERBA, Diego Alfonso. El Catastro Territorial en la República de Colombia. in: El Catastro Territorial en América Latina y el Caribe. Org: Diego Alfonso Erba. Lincoln Institute of Land Policy. 2008. Pág. 125 - 141.

ROB, PETER; CORONEL, Carlos. Sistemas de Banco de Dados: Projeto, implementación e administración. 2010.

ROMANO, Simone Maria Viana. Banco de Dados I. Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, 2011.

SILVA, E. Mercado de Suelo y Valuaciones Masivas. LINCOLN INSTITUTE OF LAND POLICY. Red Acadêmica de Catastro Multifinalitario. 2020.

SILVA, EVERTON DA; OLIVEIRA, Antônio A. Catastro multifinalitario en la práctica: el caso del municipio de Fortaleza (Brasil). In: Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal: Experiências para mejorar su articulación y efectividad. Organizado por: EGUINO, Huascar; ERBA, DIEGO, 2020, p. 32-39. Ed: Banco Interamericano de Desarrollo.

SOUZA, Felipe Pilleggi (2023). Observatório do Mercado Imobiliário como Instrumento de Apoio ao Monitoramento dos Valores Cadastrais no Âmbito Municipal. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

VDSEAL, VALORES del Suelo en América Latina. 2020. Universidade Nacional de Córdoba e Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://valorsueloamericalatina.org/>. Acesso em: 19 abr. 2020.

E-SPU AVALIAÇÃO - ATUALIZANDO O PATRIMÔNIO IMOBILIÁRIO DA UNIÃO

Por Guilherme Guimarães do Amaral, Chefe da Divisão Virtual de Avaliação da SPU.

Programa reduz passivo contábil de imóveis defasados, fortalece a governança patrimonial e impulsiona a eficiência da gestão pública

A carteira imobiliária da União é vasta e complexa. Reúne imóveis das mais diversas tipologias, espalhados por todo o território nacional, com diferentes formas de ocupação, uso e finalidade. Nesse contexto, o estudo e a gestão desses bens públicos se tornam uma fonte riquíssima para o planejamento de ações que visem sua utilização eficiente e seu retorno à sociedade.

Partindo dessa premissa, torna-se essencial manter os valores dessa carteira imobiliária atualizados. Essa prática assegura que o patrimônio da União esteja corretamente refletido nas demonstrações contábeis, evita a subavaliação de ativos e fortalece a tomada de decisões baseadas em dados patrimoniais reais.

Além disso, a atualização dos valores amplia a transparência na administração pública, facilita o controle interno e externo —

por órgãos como TCU, CGU e pela própria sociedade — e fornece à gestão pública um retrato fiel e estratégico de seus ativos.

Nasce o E-SPU Avaliação: um novo marco na avaliação de imóveis da União

Foi com essa visão estratégica que, em abril de 2023, nasceu o **E-SPU Avaliação**. O programa tem como foco prioritário os imóveis sob gestão das Superintendências do Patrimônio da União (SPUs) nos Estados e no Distrito Federal que estavam há mais tempo sem atualização contábil.

Com uma equipe de até cinco servidores, o E-SPU vem contribuindo de forma significativa para o **Plano Anual de Avaliações da SPU**, reduzindo de forma acelerada a base de imóveis defasados em termos de valor patrimonial.

Desde sua criação, o programa já realizou **mais de 2200 avaliações**, distribuídas por **26 Estados da Federação** e por mais de **260 municípios**, com destaque para as ações executadas nos estados de **São Paulo, Rio de Janeiro** e no **Distrito Federal** — regiões que concentram grande quantidade de imóveis com necessidade de atualização.



Figura 1: Quantidade de ações de avaliação realizadas pelo E-SPU em cada UF até o fim de 2024.

Imagem: Quantidade de ações de avaliação realizadas pelo E-SPU até o fim de 2024.

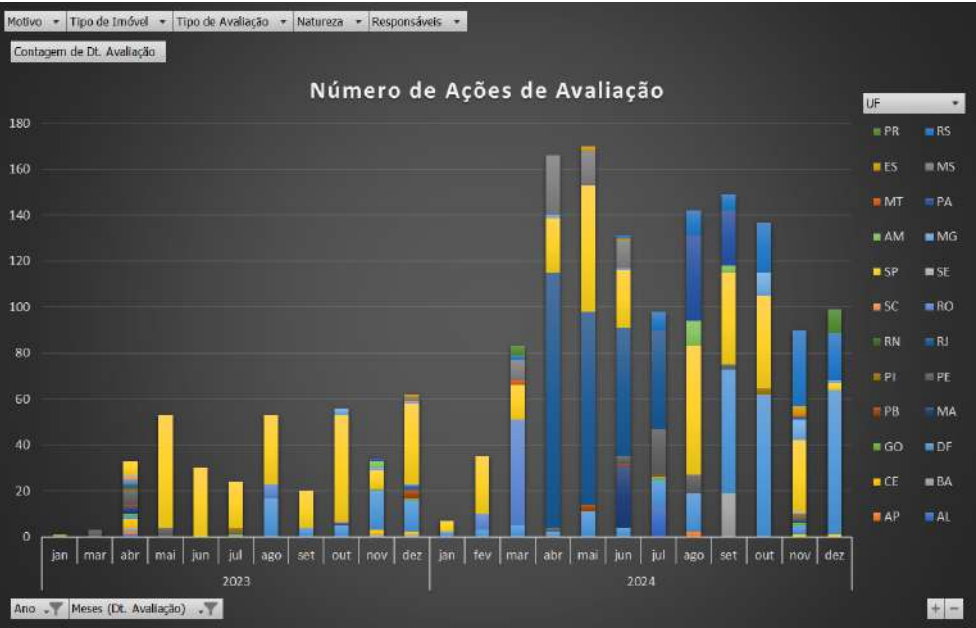


Figura 2: Quantidade de ações de avaliação realizadas pelo E-SPU até o fim de 2024.

AVALIAÇÃO REMOTA E EFICIÊNCIA EM ESCALA

Um dos diferenciais do E-SPU está em sua metodologia de trabalho. Atuando de forma **essencialmente remota**, o programa utiliza o **Relatório de Valor de Referência (RVR)**

como ferramenta principal de avaliação. Esse modelo dispensa a necessidade de vistoria física e permite a atualização contábil de imóveis espalhados por todo o país com eficiência e agilidade. Essa abordagem inovadora tem resultado em um aumento expressivo na escala das avaliações, otimizando recursos e reduzindo

custos operacionais — sem comprometer a qualidade técnica das avaliações. Além das avaliações dos imóveis defasados, o E-SPU também realiza **revalidações e homologações de avaliações**, além de prestar apoio direto às SPU's locais e disponibilizar membros da equipe para darem apoio em eventos de capacitação. A atuação conjunta em **forças-tarefa**, por exemplo, tem sido essencial para suprir ausências temporárias ou dificuldades operacionais regionais.



Figura 3 e 4: Força-tarefa realizada em Rio Grande -RS.



Figura 5 e 6: Treinamento de Avaliação de Imóveis em Fortaleza/CE e Brasília/DF, respectivamente.

IMPACTO NACIONAL E PROJEÇÕES PARA O FUTURO

Com base nas ações realizadas desde 2023, um estudo interno projetou que, mantido o ritmo atual, o passivo contábil de imóveis defasados pode ser **reduzido a níveis mínimos em até cinco anos**. Isso representaria a atualização contábil da quase totalidade da carteira imobiliária sob gestão da SPU, em conformidade com a **Instrução Normativa nº 98, de 6 de março de 2025**, e demais normativos contábeis vigentes.

Ano	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Base Defasada em jan	12404	4513	5807	4281	2642	696	0	-
Realizado/Projeção	2619	2400	2400	2400	2400	1215	-	13434
Novos Defasados	0	3694	874	761	454	519	-	6302
Saldo Líquido	2619	-1294	1526	1639	1946	696	-	7132
Base Total em jan	17739	18002	18002	18002	18002	18002	18002	
Base Total tx de cresc em jan	17739	18002	18269	18540	18815	19094	19377	
% base defasada em jan	70%	25%	32%	24%	15%	4%	0%	
% base defasada tx de cresc em jan	70%	25%	33%	26%	18%	9%	7%	

Tabela 1: Projeção da quantidade de imóveis defasados no início de cada ano em valores totais e percentual da base total de imóveis da SPU.

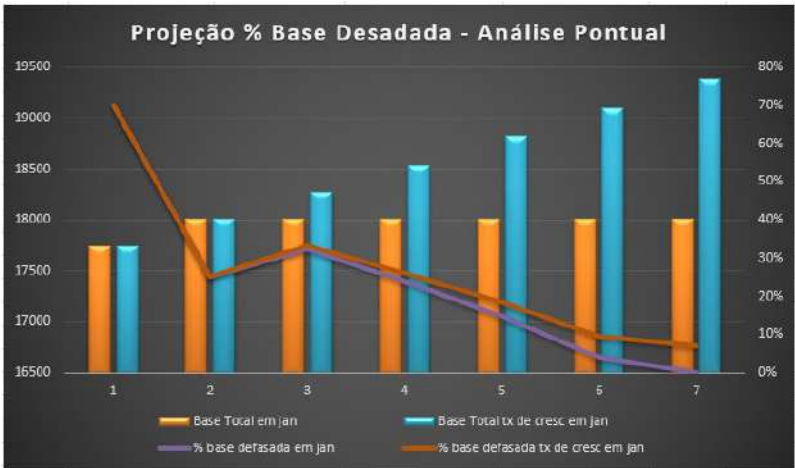


Figura 7: Projeção da base defasada da SPU, sendo o ano inicial relativo a 2024.

Além dos ganhos técnicos e operacionais, os números impressionam: até o final de 2024, já se estimava um **impacto contábil superior a R\$ 25,8 bilhões**, evidenciando o valor estratégico do programa e a relevância da avaliação periódica dos imóveis da União.

Governança, eficiência e transparência para o futuro do patrimônio público

O sucesso do E-SPU nesses pouco mais de dois anos de implementação reforça a importância da iniciativa no contexto da gestão pública moderna. Sua continuidade represen-

ta não apenas a diminuição do passivo contábil dos imóveis da União, mas também o **fortalecimento da governança patrimonial, maior eficiência na alocação de recursos públicos e mais transparência diante dos órgãos de controle e da sociedade**.

O E-SPU é, portanto, mais do que um programa de avaliação — é um instrumento de modernização da administração pública e de valorização do patrimônio coletivo dos brasileiros.

Compromisso que se renova

Com esta quinta edição da Revista AvaliaSPU, seguimos fortalecendo um espaço que nasceu para valorizar o conhecimento técnico e dar voz aos profissionais que, todos os dias, trabalham para proteger e qualificar o patrimônio da União. A cada número, a revista cresce, amadurece e se reafirma como um importante canal de diálogo entre a SPU, os avaliadores e a sociedade.

O trabalho dos nossos técnicos, presente nos artigos, entrevistas e estudos aqui reunidos, é o que dá vida à revista. São experiências, metodologias, desafios e soluções que refletem a realidade de uma carteira imobiliária tão diversa quanto o próprio Brasil. Da avaliação de um imóvel urbano à preservação de uma área costeira, cada ação tem um impacto

direto na forma como o patrimônio público é cuidado e destinado.

Manter a continuidade dessa publicação é, acima de tudo, reconhecer o valor de quem atua nos bastidores: os servidores que se dedicam com seriedade e compromisso à boa gestão dos bens públicos. É também acreditar que compartilhar conhecimento é uma das formas mais potentes de construir políticas públicas mais justas, eficientes e conectadas com a realidade do país.

Agradecemos a todos que contribuíram com esta edição — e já começamos a preparar a próxima. Porque o trabalho não para, as ideias não faltam, e o compromisso com o patrimônio público segue firme. Até a próxima edição!

Que venha logo a sexta edição, até breve!

JOSÉ GUSTAVO BARBOSA VILLAÇA

Coordenador Geral de Contabilidade e Avaliação do Patrimônio



SPU SECRETARIA DO
PATRIMÔNIO
DA UNIÃO

MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO
EM SERVIÇOS PÚBLICOS

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO