

IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG NA ARRECADAÇÃO DE IPTU: UM ESTUDO DE CASO EM MUNICÍPIOS GAÚCHOS

Lucimara Kurmann¹
Oderson Panosso²

Resumo:

O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto da implementação de sistemas de informações geográficas – SIG (geoprocessamento) na arrecadação de IPTU em municípios do Rio Grande do Sul. A metodologia consistiu em verificar como essa tecnologia influencia a eficiência da gestão tributária municipal. Foi aplicada uma abordagem quantitativa, com coleta de dados documentais referentes a 10 anos (2013-2023), provenientes de fontes municipais e do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (TCE/RS). A análise utilizou técnicas estatísticas, como regressão linear múltipla, para avaliar a relação entre o uso do geoprocessamento e a arrecadação de IPTU. Os resultados indicaram que os municípios que adotaram o geoprocessamento registraram um aumento na arrecadação de IPTU em comparação com aqueles que não implementaram essa tecnologia. A variável de geoprocessamento mostrou relação positiva e significativa com a arrecadação, enquanto a área territorial total não. Desta forma, foi possível concluir que a implementação do geoprocessamento é uma estratégia eficaz para melhorar a arrecadação de IPTU, contribuindo para uma gestão tributária mais eficiente e sustentável nos municípios.

Palavras-chave: IPTU, SIG, Municípios, RS.

1. Introdução

A Constituição Federal do Brasil, em seu Art. 156 (Brasil, 1988) determinou os impostos municipais, sendo eles: o Imposto Sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU; o Imposto sobre a Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis - ITBI e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza - ISS. Estes impostos possibilitam maior autonomia política, legislativa e financeira aos Municípios (GIAMBIAGI e ALEM, 2017).

Nos últimos anos, os municípios do Rio Grande do Sul enfrentaram desafios significativos, como a redução da arrecadação em decorrência de tragédias climáticas e crises econômicas. Em junho de 2024, por exemplo, um estudo da Associação de Municípios do Rio Grande do Sul (FAMURS) apontou uma queda de 30% nas transferências de ICMS, uma das principais fontes de receita dos orçamentos municipais, em comparação ao mesmo período de 2023. Esse declínio se soma à redução dos repasses do Fundo de Participação dos Municípios

¹ Pós-Graduanda do curso de Especialização em Gestão e Inovação do IFRS Campus Farroupilha. lucikurmann@gmail.com.

² Doutor em contabilidade e Docente do curso de Especialização em Gestão e Inovação do IFRS Campus Farroupilha. oderson.panosso@farroupilha.ifrs.edu.br.

(FPM), impactado por alterações demográficas registradas no censo de 2023 do IBGE. Essa conjuntura reflete a necessidade urgente dos municípios buscarem alternativas para aumentar a eficiência da arrecadação própria e fortalecer suas finanças.

Especificamente o IPTU é um recurso de caráter urbano e sua arrecadação depende da valorização das propriedades e setores econômicos como o de serviços com grande atividade econômica, beneficiando municípios mais urbanizados em regiões mais desenvolvidas (ORAIR e ALENCAR, 2010). Portanto, apesar das diferenças de arrecadação em cada cidade, estado ou região, o IPTU constitui-se numa importante fonte de financiamento, e as causas que afetam a sua arrecadação são semelhantes nos vários municípios (GERING, PINTO e VIEIRA, 2020).

De acordo com Afonso e Castro (2014) a manutenção de cadastros imobiliários atualizados e com bom grau de cobertura é fundamental à arrecadação do IPTU, já que a base de cálculo do imposto, o valor venal do imóvel, não é declaratória (como IR e ICMS), e sim de responsabilidade do município. Revisões periódicas das informações são importantes, pois só assim é possível monitorar a expansão urbana e as mudanças no uso do solo já cadastrado e, conseqüentemente, adotar políticas públicas para otimização do uso do espaço urbano. Ainda segundo Afonso e Castro (2014) nem sempre os municípios possuem os recursos (financeiros e humanos) em escala suficiente para um bom controle desse serviço

Nesta senda, os Sistemas de Informações Geográficas - SIG figuram como ferramenta estratégica para modernização da gestão pública, permitindo, através da utilização de um cadastro multifinalitário, acesso à uma gama de dados armazenados, auxiliando na tomada de decisões com mais eficiência.

Corroboram esta afirmação Marçal e Arcanjo (2016) em estudo realizado sobre o uso do geoprocessamento na fiscalização e identificação de lotes urbanos com construções irregulares onde apresentam como a utilização de software de geoprocessamento contribui de modo satisfatório na verificação das transformações dinâmicas que ocorrem na cidade, de modo que, com a elaboração de mapas e estruturação de banco de dados é possível indicar uma tomada de decisão mais precisa e fundamentada.

Assim, uma das formas de melhorar a relação dos municípios com a arrecadação do IPTU pode ser o seu cadastro imobiliário. Segundo Rodrigues, Rezende e Dalmácio (2020) o cadastro imobiliário, planta genérica de valores e cadastro para cobrança são instrumentos para auxiliar a gestão tributária municipal no recolhimento e cobrança dos impostos de sua

competência. A instituição desses recursos é uma alternativa para aumentar a arrecadação própria dos municípios sem interferência em alíquotas e base de cálculo.

Conforme Cupertino (2013) uma das causas da arrecadação ser baixa é a negligência por parte da administração pública quando se refere a arrecadação desse imposto, carência de pessoal qualificado e falta de investimento para criar processos mais eficientes para a administração e controle da arrecadação do IPTU.

Com base nesse contexto elaborou-se o problema de pesquisa: qual a influência da implementação de sistemas de informações geográficas – SIG, na arrecadação de IPTU de municípios gaúchos? Assim, o presente estudo, tem como principal objetivo analisar o impacto da implantação de sistemas de informações geográficas - SIG (geoprocessamento) na arrecadação de IPTU.

Compõem os objetivos específicos: (1) fazer uma revisão teórica para melhor compreensão do problema de pesquisa; (2) fazer um levantamento de dados relativos aos valores arrecadados de IPTU, número de habitantes, área territorial total, área territorial urbana, e dados sobre a implantação/utilização dos sistemas de informações geográficas (geoprocessamento) para o cadastro imobiliário nos municípios amostra; (3) análise e interpretação dos dados coletados.

O estudo se justifica, seguindo outros estudos como o de Gering, Pinto e Vieira (2020) e Rodrigues, Rezende e Dalmácio (2020), que buscaram avaliar o impacto dos recursos para a gestão tributária dos municípios brasileiros. Estes estudos contribuem para promover a reflexão sobre a arrecadação dos tributos de competência dos municípios para a realização das suas atividades visando o bem comum dos cidadãos.

O imposto IPTU é importante (se não a mais) fonte de receita própria do poder público municipal. O estudo de caso tomou por base na comparação entre cinco pares de municípios gaúchos que representam quatro faixas de tamanho (em quantidade de habitantes), com perfil socioeconômico e populacional semelhantes entre si: Carlos Barbosa, que possui o sistema em funcionamento desde 2015 e Garibaldi, cidade vizinha que ainda não possui a ferramenta; Farroupilha com o geoprocessamento em uso desde 2018 e Vacaria que o implantou há apenas dois anos; Montenegro que, da amostra, é quem possui o sistema em uso há mais tempo (desde 2013) e Venâncio Aires que ainda não utiliza; Sapucaia do Sul e Cachoeirinha que não trabalham com geoprocessamento; e por fim dois dos 10 municípios gaúchos mais populosos, localizados na região metropolitana de Porto Alegre: Novo

Hamburgo, que trabalha com a ferramenta desde 2018 e Alvorada que ainda não trabalha com SIG.

2. Referencial Teórico

2.1 Receitas Próprias Municipais

Segundo Resende (2006) receitas próprias municipais são definidas como: "Receitas que os municípios obtêm diretamente, por meio de sua própria capacidade de arrecadação, sem depender de transferências de outros entes federativos."

O autor destaca ainda que as receitas próprias municipais são relevantes para a autonomia financeira dos municípios, permitindo-lhes: financiar suas atividades e serviços públicos; implementar políticas públicas locais e desenvolver infraestrutura municipal. Enfatizando, ainda, que a gestão eficiente das receitas próprias municipais é crucial para o desenvolvimento local sustentável.

Resende (2006) classifica as receitas próprias municipais em:

1. Receitas tributárias:

- IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano)
- ISS (Imposto sobre Serviços)
- ITBI (Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis)

2. Receitas não tributárias:

- Taxas (que têm como fato gerador o exercício regular do Poder de Polícia ou a utilização de serviços públicos prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição como, por exemplo: taxa de licença, taxa de esgoto, taxa de limpeza)

- Contribuições (melhoria, iluminação pública)
- Aluguéis e vendas de bens públicos

3. Receitas patrimoniais:

- Juros e dividendos de aplicações financeiras
- Receitas de concessões e permissões

Também compõem as receitas próprias municipais as receitas de multas (de caráter não tributário, constituem-se de penalidade de natureza pecuniária aplicado pela Administração Pública aos administrados. Dependem de previsão em lei ou contrato, cabendo sua imposição ao respectivo órgão competente.) Conforme descrito no § 4º do art. 11 da Lei n 4.320, de 1964, as multas classificam-se como "outras receitas correntes". Podem decorrer do

descumprimento de preceitos específicos previstos na legislação, ou de mora pelo não pagamento das obrigações principais ou acessórias nos prazos previstos

Além disso, fazem parte também da receita municipal os recursos advindos de Transferências Obrigatórias da União e Estados, definidas pela Constituição Federal, através das quais o governo federal e estadual destina aos municípios uma fatia do bolo dos impostos arrecadados. Uma das principais transferências constitucionais da União aos municípios é constituída pelo: FPM - Fundo de Participação dos Municípios, constituído por 23,5% da arrecadação dos Impostos sobre a Renda (IR) e sobre Produtos Industrializados (IPI) e é distribuído para os municípios de acordo com a sua população. Já as transferências do governo Estadual são compostas pela: Quota Parte Municipal do ICMS e pelo IPVA. Porém, para fins de desenvolvimento deste trabalho não serão analisados os recursos provenientes destes repasses, uma vez que nosso objetivo é a análise da arrecadação das receitas próprias, mais especificamente o IPTU.

2.1.1 IPTU

O imposto, de competência dos Municípios, sobre a propriedade predial e territorial urbana – IPTU é regido pelo Código Tributário Nacional - CTN (Lei 5.172, de 25.10.1966) em seus artigos 32 a 34, e pelos Códigos Tributários Municipais e Leis Orgânicas de cada cidade. Sua constitucionalidade é prevista no artigo 156, inciso I, da Constituição Federal e tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de bem imóvel por natureza ou por acessão física, como definido na lei civil, localizado na zona urbana do Município.

Segundo o art.32, §1º do Código Tributário Nacional, para os efeitos deste imposto, entende-se como zona urbana a definida em lei municipal, observado o requisito mínimo da existência de melhoramentos indicados em pelo menos dois dos itens seguintes, construídos ou mantidos pelo Poder Público:

- I – meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;
- II – abastecimento de água;
- III – sistema de esgotos sanitários;
- IV – rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar;
- V – escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de 3 (três) quilômetros do imóvel considerado.

Segundo Afonso, Araújo e Nóbrega (2013) entre as ferramentas administrativas mais importantes para a arrecadação do IPTU, encontram-se o cadastro imobiliário e a planta genérica de valores. O artigo 33 do Código Tributário Nacional define que a base de cálculo do IPTU é o valor venal do imóvel. Este valor é determinado pela administração municipal com base em uma estimativa do preço pelo qual o imóvel seria vendido nas condições de mercado. Para tanto, devem ser considerados atributos físicos como dimensão, tipologia e finalidade construtiva, área e ano da edificação e, em condições ideais, também os inúmeros fatores que afetam a valorização dos imóveis.

Para De Cesare (2005), o cadastro é o principal pilar da tributação imobiliária, uma vez que qualquer estimativa de valor venal do IPTU somente pode ser realizada com base nos dados cadastrais.

Ainda para Afonso, Araújo e Nóbrega (2013) o cadastro imobiliário é o instrumento através do qual a administração municipal registra os atributos, sejam físicos ou locacionais, dos imóveis situados no seu território, e identifica os respectivos proprietários. A reunião de um conjunto amplo de informações e sua constante atualização são requisitos fundamentais para que as avaliações imobiliárias efetuadas pelo poder público sejam capazes de refletir adequadamente os preços praticados no mercado. Além disso, a utilização de imagens via satélite, para obter informações relativas ao georreferenciamento da zona urbana da cidade, podem contribuir bastante para a melhoria da capacidade do administrador local de acompanhar as constantes alterações experimentadas em seu território.

2.2 Sistemas de informação Geográfica – SIG e o Cadastro Técnico Multifinalitário Geoprocessado

De acordo com autores como Longley *et al.* (2015) entende-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como tecnologias que permitem coletar, armazenar, analisar e visualizar dados geográficos para tomar decisões informadas. Os SIG combinam informações espaciais com dados atributivos para fornecer uma visão completa de um determinado território ou fenômeno.

Ainda conforme como Longley *et al.* (2015), os SIG são compostos basicamente por:

- a) Hardware (computadores, GPS, sensores);
- b) Software (programas de SIG, como ArcGIS, QGIS)
- c) Dados (geográficos e atributivos)

d) Usuários (especialistas em SIG, analistas e decisores)

Segundo Câmara *et al.* (1997) o domínio de aplicações em SIG está se ampliando cada vez mais, acompanhando a evolução dos dispositivos de coleta e as facilidades computacionais em geral. Ele classifica as aplicações em: socioeconômicas, envolvendo o uso da terra, seres humanos e a infraestrutura existente; ambientais, enfocando o meio ambiente e o uso de recursos naturais; e de gerenciamento, envolvendo a realização de estudos e projeções que determinam onde e como alocar recursos para remediar problemas ou garantir a preservação de determinadas características.

Ainda conforme Câmara *et al.* (1997) enquadram-se na classe de aplicações socioeconômicas os sistemas de informação sobre uso da terra e os sistemas para mapeamento automático/gerência de facilidades. Exemplos típicos são o acompanhamento e inventário de cadastros imobiliários rurais ou urbanos; destinação de uma política para uso de solo; aplicações envolvendo serviços de utilidade pública (redes de telefonia, eletricidade, esgotos, transportes); sistemas de auxílio à navegação; estudos de marketing; e alocação de recursos em geral para manutenção ou expansão da infraestrutura de uma região. Os dados utilizados em aplicações socioeconômicas são frequentemente obtidos através de coletas censitárias, mapas urbanos digitalizados e fotografias aéreas.

Como nos diz Silva (2023) dentre as aplicações práticas do SIG para o IPTU estão o mapeamento de propriedades urbanas; identificação de áreas de risco ou necessidade de revisão cadastral; simulação do impacto de mudanças na legislação do IPTU; melhoria na gestão de dados cadastrais, redução de erros na tributação, o suporte a tomada de decisões para políticas públicas e principalmente a construção e operação do cadastro técnico multifinalitário geoprocessado.

Ainda segundo Silva (2023) atualmente, e de forma global, as definições de cadastro o estabelecem como um sistema de informação baseado na parcela, onde diferentes conjuntos temáticos de dados se relacionam para possibilitar múltiplos usos. Assim sendo, o cadastro passa a representar, por meio de seus registros, o arcabouço legal relacionado ao território, no que se refere aos direitos, obrigações, restrições e interesses sobre a terra, bem como identificando a pessoa, sua forma de domínio e o valor de cada uma das parcelas e das construções assentadas sobre estas.

A empresa Geometrus Sistemas e Serviços Ltda. nos traz em seu portfólio que o Cadastro Técnico Multifinalitário Geoprocessado é entendido como um conjunto de informações georreferenciadas, representados por imagens e dados alfanuméricos, estruturado

de forma a disponibilizar conhecimento para atendimento às necessidades de gestão urbana, apoiado em tecnologia de GIS – Geographic Information System. Sua implementação, baseada na tecnologia de geoprocessamento vem mostrando resultados de caráter prático, em melhoria qualitativa e quantitativa das informações, além de propiciar aprimoramento nos processos de trabalho nas áreas de tratamento da informação, eliminando redundâncias de atividades e duplicidades de informações.

Dentre suas múltiplas finalidades, destaca-se sua aplicação na área da justiça fiscal e do pleno exercício da capacidade arrecadatória, que constitui obrigação dos gestores (PINTO E TOLEDO JR., 2015).

Ainda de acordo com a empresa Geometrus Sistemas e Serviços Ltda, sua utilização permite à Prefeitura compilar um cadastro adequado, repercutindo este fato direta e positivamente nas finanças municipais, além de criar imagem positiva da administração pública. Sana as eventuais deficiências existentes, mediante a reorganização do sistema de informações cadastrais, alcançando-se os seguintes principais objetivos: facilitação da identificação de contribuintes, de avaliação e de lançamento de tributos; estabelecimento de sistemática de atualização de dados; introdução de métodos de avaliação de imóveis que minimizem a injustiça tributária e que permitam a utilização, pela Prefeitura, de todo o potencial tributário.

3. Metodologia

A pesquisa realizada neste estudo é classificada como quantitativa que, conforme Gil (2002), é um método de pesquisa que busca coletar e analisar dados numéricos para responder a perguntas específicas, utilizando técnicas estatísticas e matemáticas. A coleta de dados foi documental (fontes primárias), utilizando documentos fornecidos pelos municípios por e-mail, como documentação direta, bem como dados extraídos do site do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul – TCE/RS, abrangendo os exercícios financeiros de 2013 a 2023, ou seja, uma série de dez anos.

Os dados foram analisados e organizados para que as informações resultantes permitissem um diagnóstico adequado e fidedigno, ou seja, utilizando o método de pesquisa documental (GIL, 2002). A população desta pesquisa contemplou o conjunto de prefeituras que pudessem justificar a análise conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Municípios Analisados

Município	Nº de Habitantes	Área Territorial Urbana km ²	Geoprocessamento desde:
Carlos Barbosa	30.420	13,12	2018
Garibaldi	34.335	16,94	Não tem
Vacaria	64.197	23,59	2022
Montenegro	64.322	24,47	2013
Venâncio Aires	68.763	25,21	Não tem
Farroupilha	70.286	27,55	2018
Sapucaia do Sul	132.107	25,42	Não tem
Cachoerinha	136.258	24,72	Não tem
Alvorada	187.315	32,87	Não tem
Novo Hamburgo	227.646	56,85	2018

Fonte: dados da pesquisa.

Os municípios selecionados são do estado do RS, e a amostra pesquisada consistiu: Carlos Barbosa, Garibaldi, Novo Hamburgo, Alvorada, Farroupilha, Vacaria, Montenegro, Venâncio Aires, Sapucaia do Sul e Cachoerinha.

Carlos Barbosa é um município situado na Serra gaúcha conhecido pela sua forte influência da colonização italiana e pela qualidade de vida oferecida aos seus habitantes. A economia local é baseada na indústria, especialmente no setor metalúrgico. Garibaldi também está localizada na Serra Gaúcha. Sua economia é fortemente influenciada pela vitivinicultura, sendo a cidade famosa pela produção de vinhos e espumantes.

Novo Hamburgo, localizada na região metropolitana de Porto Alegre. É conhecida como a "Capital Nacional do Calçado". A cidade possui um forte setor industrial, especialmente no ramo calçadista, e um comércio diversificado. Em Alvorada, também localizada na região metropolitana de Porto Alegre, o setor de serviços é o principal motor da economia, com uma grande variedade de empresas e instituições financeiras. Enfrenta desafios por esta dependência do setor de serviços e a necessidade de diversificar sua economia, sendo considerada uma cidade dormitório.

Farroupilha está localizada na Serra Gaúcha e é a maior produtora de kiwi no país. Sua economia é diversificada com várias indústrias e setores fortes no ramo da metalurgia, papeis e papelão, têxteis, malharias e moveleiras. Já Vacaria, também na Serra Gaúcha, é uma cidade que combina tradição e modernidade, oferecendo qualidade de vida e oportunidades de

negócio, com economia baseada na agricultura (produção de maçãs e uva), pecuária, indústria (de alimentos, madeira e metalurgia) e turismo.

Montenegro possui uma economia diversificada, impulsionada principalmente pela agricultura, pecuária, navegação e pesca. Já Venâncio Aires, no Vale do Caí, foi classificada em 2018 como a 22ª maior economia do estado, é conhecida como a Capital Nacional do Chimarrão devido à sua produção de erva-mate. Além disso a cidade é uma das maiores produtoras de fumo do Brasil também cultiva milho, soja e mandioca em grandes quantidades.

Por fim, Sapucaia do Sul e Cachoeirinha, ambas localizadas também na região metropolitana de Porto Alegre. Sapucaia do Sul, considerada uma das cidades que mais crescem a cada ano na região, tem sua economia baseada principalmente na indústria de alimentos e metalurgia, possuindo também uma agricultura desenvolvida, com produção de frutas, legumes e hortaliças. Cachoeirinha por sua vez, foi destaque na economia do estado em 2020, ocupando a 16ª posição entre os municípios gaúchos. A cidade abriga um amplo distrito industrial e é conhecida por sediar a Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA).

Com estes municípios é possível observar que a diversidade e a tentativa de comparação podem trazer os dados necessários para verificar a proposta da pesquisa. Para delimitar a amostra, foram selecionadas as prefeituras com a sua população aproximada, excluídas as demais prefeituras do estado do RS. Sendo elas um total de 10 municípios conforme tabela 1.

As informações referentes às variáveis dependentes, independentes e de controle foram coletadas em meados de outubro de 2024 e conceituadas conforme se segue a Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis e definições operacionais

Variável Dependente	Definição Operacional	Fonte	Estudos Realizados
ArrecIPTU	Arrecadação de IPTU do município.	TCE/RS	Ganhadeiro & Monsores, 2024; Bernanrdes, 2020
Variável Independente	Definição Operacional	Fonte	Estudos Realizados
GEOP	Geoprocessamento	Pesquisa com Setor da Prefeitura	Ganhadeiro & Monsores, 2024
Variável de Controle	Definição Operacional	Fonte	Estudos Realizados
AreaTerrUrban	Área Territorial Urbana	IBGE	-
AreaTerrTotal	Área Territorial Total	IBGE	-

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A variável dependente é a arrecadação do IPTU anual de cada município. Esta variável foi selecionada para verificar o total que o município arrecadou no período de cada ano analisado (BERNARDES, 2020).

Para a variável independente utilizou-se a efetiva utilização do SIG. A coleta consistiu em aplicar variável *dummy*. O uso do Sistema de Informações Geográficas – SIG - na arrecadação de IPTU é um importante processo para geração de arrecadação de receita própria do poder público municipal (MARÇAL e ARCANJO, 2016).

A variável de controle utilizada foi a área territorial urbana e a área territorial total. A utilização desta variável se justifica, pois, quanto maior a área maior seria a arrecadação de IPTU do município. Já área territorial total tem como propósito retirar a hipótese que o município por ser maior em área espacial tem maior arrecadação. Conforme IBGE (2016) área urbana municipal possibilita identificar o imóvel de forma unívoca para fins de cobrança do IPTU.

A equação geral utilizada é a seguinte:

$$\text{ArrecIPTU}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{GEOP}_{it} + \beta_2 \text{AreaTerrUrban}_{it} + \beta_3 \text{AreaTerrTotal}_{it} + \Sigma \text{Efeito Fixo Ano} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Em que:

ArrecIPTU_{it} : Logaritmo do valor total de arrecadação municipal em IPTU do município i , no período t ;

GEOP_{it} : Variável Dummy sendo 0 para não ter geoprocessamento e 1 para quem tem o geoprocessamento;

$\text{AreaTerrUrban}_{it}$ = Logaritmo da área territorial urbana no município i , no período t ;

$\text{AreaTerrTotal}_{it}$ = Logaritmo da área territorial total do município i , no período t ;

Foi realizado um teste de sensibilidade/robustez, operacionalizou-se os modelos com as observações do período selecionado. Os pressupostos dos modelos de regressão linear múltipla (homocedasticidade, multicolinearidade, autocorrelação dos resíduos e normalidade) foram testados.

Foi aplicado, também, o processo de *Winsorize* que atribui o valor limite, caso a observação estivesse fora do limite inferior ou superior. Testou-se o *Durbin-Watson* (autocorrelação dos resíduos) que foram apresentados nas tabelas dos resultados (FÁVERO, 2013).

4. Análise dos Resultados

A estatística descritiva apresentada na Tabela 3 revela as médias e desvios padrões na sua totalidade e com mercados emergente e desenvolvidos.

Tabela 3 - Estatísticas Descritivas das Variáveis

Variável	Dados			
	Min	Ma	Média	Desvio Padrão
ArrecIPTU	14,76	18,48	16,30	0,7941
GEOP	0,0	1,0	0,44	0,4992
AreaTerrUrban _{it}	3,78	12,8	8,88	3,4522
AreaTerrTotal _{it}	11,78	13,25	12,43	0,3668
Nº de Observações	110			

Legenda: **ArrecIPTU**_{it}: é a arrecadação de IPTU do município i, no período t; **GEOP**_{it}: Implementação do Geoprocessamento ; **Area TerritUrban**_{it} = Area Territorial Urbana do Município; **Area TerritTotal**_{it} = Area Territorial Total do Município.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados evidenciam que os valores mínimos das variáveis ficaram entre 0,0 e 14,76 e os valores máximos entre 1,0 e 18,48. Para todos os valores aplicou-se o processo de logaritmar que se constitui na transformação matemática usada para facilitar a interpretação e análise de dados, especialmente em situações em que os valores das variáveis apresentam grande variação ou são altamente dispersos.

A Tabela 4 mostra as correlações entre todas as variáveis de interesse.

Tabela 4 - Análise de Correlação dos Pares

Variáveis	1	2	3	4
1	1,000	-	-	-
2	0,3558	1,000	-	-
3	-0,0704	-0,3131	1,000	-
4	0,6434	0,0435	0,0321	1,000

Legenda: **1** – **ArrecIPTU**_{it}: é a arrecadação de IPTU do município i, no período t; **2** - **GEOP**_{it}: Implementação do Geoprocessamento ; **3** - **Area TerritUrban**_{it} = Area Territorial Urbana do Município; **4** - **Area TerritTotal**_{it} = Area Territorial Total do Município.

Os dados de correlação apresentaram que a variável **ArrecIPTU** esta positivamente relacionada com o Geoprocessamento e juntamente com a área territorial urbana. Carvalho (2016) destacou que instituir recursos mais avançados, como mapas digitais georreferenciados, demandam altos investimentos o que se torna inviável a municípios menores.

Já em relação a área territorial total a análise de correlação com a arrecadação se mostrou negativamente relacionado, o que significa que não tem relação.

Iniciamos nossa análise multivariada executando uma regressão linear para testar o objetivo considerando todos os municípios selecionados. A Tabela 5 demonstra os resultados.

Tabela 5 – Resultados das análises

Variáveis	Coef. (Est. t)
Constante	-1,6388 (-1,09)
GEOP _{it}	0,1588** (1,84)
AreaTerrUrban _{it}	1,3875*** (11,35)
AreaTerrTotal _{it}	-0,1373*** (-1,21)
Significância do modelo	0,0000***
R ²	0,7450
VIF	1,71
<i>Durbin Watson</i>	0,4098
Efeito Fixo Ano	Sim
Efeito Fixo Cidade	Não
Número de Observações	110

Legenda: VIF: *Variance Inflation Factor*. ArrecIPTU_{it}: é a arrecadação de IPTU do município i, no período t; GEOP_{it}: Implementação do Geoprocessamento ; Area TerritUrban_{it} = Area Territorial Urbana do Município; Area TerritTotal_{it} = Area Territorial Total do Município. ε_{it} = Residual. * p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A equação buscou a relação da arrecadação do tributo IPTU para as prefeituras que implantaram ou não o Geoprocessamento, dos municípios selecionados do RS. O modelo se apresentou significativo apresentando 74,5% para o nível de confiança do modelo estatístico.

Com base na análise dos coeficientes, observa-se que municípios que implantaram o Geoprocessamento passaram a arrecadar mais, conforme os coeficientes evidenciam a relação significativa e positivada a nível de 5% (coef. 0,1588). Este resultado corrobora o estudo de Rodrigues, Rezende e Dalmácio (2020) que apresenta que o cadastro imobiliário informatizado tem impacto positivo e significativo no somatório arrecadação do IPTU.

Portanto, a implantação do geoprocessamento e a atualização da base cadastral esta relacionada ao aumento da arrecadação. Este processo tecnologico amplia seu espaço de utilização, particularmente nas prefeituras, onde sua aplicação pode atingir as áreas mais diversas como: ordenamento e gestão do território, otimização de arrecadação, localização de equipamentos e serviços públicos, identificação de público-alvo de políticas públicas, gestão

ambiental, gerenciamento do sistema de transportes e comunicação. (STASSUN e PRADO FILHO, 2012).

Em relação a área territorial urbana se evidenciou uma relação positiva e significativa em relação ao Geoprocessamento, conforme os coeficientes evidenciam a nível de 5% (coef. 1,3875). Isso comprova que quanto maior a área urbana maior será a arrecadação, como é de se esperar.

No entanto é importante frisar que, comparando-se entre si os pares de municípios da amostra que utilizam o SIG *versus* os que não utilizam e que possuem área territorial urbana equivalente, vê-se, por exemplo, que Carlos Barbosa, mesmo tendo bem menos habitantes e imóveis (IBGE/2022) arrecada o dobro de IPTU que Garibaldi que não possui geoprocessamento. A receita arrecadada/estimada (dados TCE) em Carlos Barbosa, chega a ser proporcionalmente maior até que em Alvorada (que possui área territorial urbana pelo menos 2 vezes maior, 5 vezes mais imóveis e 6 vezes mais habitantes segundo dados do IBGE e não possui geoprocessamento).

Orair e Alencar (2010) afirmaram que características econômicas e administrativas e capacidade de recursos financeiros e técnicos contribuem para a arrecadação e fiscalização, assim, a administração conseguiria melhorar e gerenciar cadastros (sobre imóveis e prestações de serviços) com grande volume de informações.

Por fim a análise da área territorial total se evidenciou não positiva e sem significância em relação ao Geoprocessamento. Isso comprova que quanto maior a área territorial total não melhora a arrecadação. Destaca-se que quando os cadastros estão atualizados, permitem o controle municipal e servem como fonte de informações para tomada de decisões públicas, desenvolvimento de estudos de viabilidade para futuras obras públicas, levantamento de demandas, expansão da infraestrutura urbana etc. (NADOLNY, 2016)

5. Considerações Finais

Este estudo avalia o impacto da implementação de sistemas de geoprocessamento na arrecadação de IPTU em municípios do Rio Grande do Sul. Os resultados indicam que os municípios que investiram em geoprocessamento conseguiram melhorar suas receitas tributárias, demonstrando que a modernização e atualização dos cadastros imobiliários são fatores essenciais para a melhoria da gestão fiscal.

A análise evidenciou que, além de contribuir diretamente para o aumento da arrecadação, o geoprocessamento possibilita um maior controle e transparência sobre as

propriedades urbanas, facilitando a tomada de decisões administrativas e a identificação de áreas que necessitam de revisões cadastrais. Isso reforça a importância de políticas públicas que incentivam a adoção de tecnologias avançadas para a administração

Entretanto, uma limitação do estudo foi a restrição aos municípios específicos e ao período de dados considerados. Outro ponto importante se trata das relações entre a defasagem para os valores venais e valores tributáveis dos imóveis que compõem a base de cálculo do IPTU cuja desatualização de ambos pode impactar a arrecadação (GERING, PINTO E VIEIRA, 2020).

Para aprofundar as explicações, sugere-se que pesquisas futuras investiguem como o uso do geoprocessamento pode influenciar outros aspectos fiscais, como a regularização de construções e a arrecadação de outros tributos, como o ISS sobre a construção civil e o ITBI. A ampliação do escopo para incluir diferentes estados e contextos econômicos também pode enriquecer.

A adoção do geoprocessamento não só melhora a arrecadação de impostos, mas também fortalece a capacidade de planejamento urbano, contribuindo para a sustentabilidade financeira e o desenvolvimento do município.

Referências

AFONSO, José Roberto; CASTRO, Kleber Pacheco de. **IPTU e Finanças Públicas Municipais no Brasil: Dificuldades e Potencial**. FGV IBRE, 2014. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/sites/default/files/2021-03/td63-iptu-e-financas-publicas.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2024.

AFONSO, José Roberto R.; ARAÚJO, Erika Amorim; NÓBREGA, Marcos Antonio Rios da. **O IPTU no Brasil: um diagnóstico abrangente**. Rio de Janeiro: FGV, 2013. 79p. (FGV Projetos/ IDP; v. 4). Disponível em: https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/iptu_no_brasil_um_diagnostico_abrangente_0.pdf. Acesso em: 09 set. 2024.

BERNARDES, José Flávio Felix. **Modelando a inadimplência do IPTU no Município de Fortaleza**. 2020. 42f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade - FEAAC, Programa de Economia Profissional - PEP, Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza (CE), 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/53250>. Acesso em: 12 set. 2024

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidente da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 12 out. 2024.

_____. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Brasília, DF, 1964. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11947.htm. Acesso em: 08 set. 2024.

_____. Lei nº 5.172 de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis a União, Estados e Municípios. Brasília, DF, 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15172.htm. Acesso em: 15 set. 2024.

CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; MEDEIROS, Claudia M. B.; HEMERLY, Andrea S.; MAGALHÃES, Geovani C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Curitiba, Sagres Editora, 1997. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>. Acesso em 15 set. 2024

CARVALHO JR., Pedro Humberto Bruno de. (2016). **A Administração Tributária do IPTU e seu Impacto na efetivação do Estatuto da Cidade**. Brasil: IPEA em O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana. pp. 209-231.

CTMG - Cadastro Técnico Multifinalitário Geoprocessado. Disponível em: <https://www.geometrus.com.br/pagina.php?id=16&cat=4>. Acesso em 02 set. 2024.

CUPERTINO, Sheila Arcanjo. **Avaliação da arrecadação do Imposto Sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana no Município de Viçosa – MG**. 2013.87 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

DE CESARE, Cláudia. **O Cadastro como Instrumento de Política Fiscal**. In: ERBA, Diego A.; OLIVEIRA, Fabrício L. de e LIMA JR., Pedro de Novaes (orgs.). Cadastro Multifinalitário como Instrumento de Política Fiscal e Urbana. Rio de Janeiro, 2005 Disponível em: http://www.cidades.gov.br//index.php?option=com_docman&task=docclick&bid=181, 2005.

FÁVERO, Luiz. Paulo. **Análise de Dados: Modelos de Regressão com Excel®, Stata® e SPSS®**. Rio de Janeiro: Elsevier: 2015

GANHADEIRO, Rodrigo; MONSORES, Flávia. **Georreferenciamento em Imóveis Urbanos: Uma Análise da Regularização Imobiliária Urbana no Município de Miguel Pereira/RJ**. Revista Mosaico, v. 15, n. 1, p. 40-63, 2024.

GERING, Silvia Maria Parmeggiani; PINTO, Nelson Guilherme Machado; VIEIRA, Kelmara Mendes. **A problemática da planta genérica de valores no IPTU de um município gaúcho**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, v. 9, n. 1, p. 126-145, 2020.

GIAMBIAGI, Fabio; ALEM, Ana; PINTO, Sol Garson Braule. **Finanças públicas**. Elsevier Brasil, 2017.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em:

https://drive.google.com/file/d/0B1EIl1g8FdfUOEMtQzRCdUFUX2c/view?resourcekey=0-AN4t4J2ophUPu37ItDw_Jg. Acesso em 12 set. 2024.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). **Perfil dos Municípios Brasileiros em 2015**. Recuperado de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95942.pdf>

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022): disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/novo-hamburgo.html>. Acesso em: 18 set. 2024.

LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David.J. & RHIND, David. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. Wiley

MARÇAL, Rheider Abe; ARCANJO, Evandro Gabriel. **Uso do geoprocessamento na fiscalização e identificação de lotes urbanos com construções irregulares**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 3., 2016, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Rafain Palace Hotel & Convention Center, 2016. p. 1-6

NADOLNY, Marli Lohmann. **A Importância Da Planta Genérica De Valores Na Tributação Municipal**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, n.4, p.1–12, 2016.

ORAIR, Rodrigo Octávio; ALENCAR, André Amorin. **Esforço fiscal dos municípios: indicadores de condicionalidade para o sistema de transferências intergovernamentais**. Brasília: Esaf, 2010. Disponível em: <https://premios.tesouro.gov.br/stn2010/assets/pdf/tema4/Tema%204%20-%201%20lugar%20-%20Rodrigo%20Orair%20e%20Andre%20Alencar.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

PINTO, Élide Graziane; TOLEDO JR., Flavio Corrêa de. **O Crescimento do Déficit/Dívida Municipal e a ainda mal cumprida Lei de Responsabilidade Fiscal**. Revista Controle - Doutrina e Artigos, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 14–26, 2015. DOI: 10.32586/rcda.v13i1.19. Disponível em: <https://revistacontrole.tce.ce.gov.br/index.php/RCDA/article/view/19..>. Acesso em: 16 out. 2024.

REPASSE do ICMS aos Municípios terá queda de 40,9%. Disponível em: <https://famurs.com.br/noticia/3658>. Acesso em: 24 jun. 2024.

RESENDE, Paulo Teixeira. **Finanças Públicas Municipais**. São Paulo: Atlas, 2006.

RODRIGUES, Isabelle Ribeiro; REZENDE, Amaury José; DALMÁCIO, Flavia Zoboli. **Avaliação do impacto dos recursos para a gestão na obtenção de receita tributária pelos municípios brasileiros**. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 20., 2020, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.

SILVA, Everton da (org). **Cadastro territorial multifinalitário aplicado à gestão municipal**. Ministério das Cidades. 2023. Disponível em <https://www.capacidades.gov.br/wpcontent/uploads/2024/02/Cadastro-Territorial-Multifinalitario-aplicado-a-GestaoMunicipal.pdf>. Acesso em: 02 out. 2024.

STASSUN, Cristian Caê Seemann; PRADO FILHO, Kleber. Geoprocessamento como prática biopolítica no governo municipal. **Revista de Administração Pública**, v. 46, p. 1649-1669, 2012.