

**ESTUDO ACERCA
DA APLICAÇÃO
DE UM SISTEMA
DE ALÍQUOTAS
SOCIALMENTE
MAIS JUSTO PARA
A COBRANÇA
DO IPTU**



A STUDY ABOUT APPLICATION OF A TAX SYSTEM
MORE SOCIAL-FAIR TO COLLECT THE IPTU



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Attribution 3.0.

Data de Submissão: 15/09/2022.
Data de Aprovação: 11/11/2022.

Bruno Fabrício Braga Matos¹
a226861432@fumec.edu.br

José Maurício Costa²
jose.costa@fumec.br

RESUMO

O Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), é um imposto de caráter municipal, propriedades às com construção em meio urbano. O dinheiro arrecadado por meio da cobrança do IPTU sobre os imóveis, é extremamente importante para o município, porque ele é destinado para o pagamento das despesas da prefeitura. No município de Contagem a renda dos imóveis ainda não é levada em conta a diversidade de categorias e valores dos imóveis, bem como o estabelecimento de formas de tributação. Neste caso, uma alternativa é a adoção de um modelo, baseado na definição de um conjunto de alíquotas que sejam de acordo com o tipo dos imóveis e com o objetivo de cobrar taxas mais justas para os contribuintes, mas sem prejudicar a arrecadação do município. O presente trabalho propõe o uso de um modelo matemático e de métodos de otimização para solucionar o problema de definição de alíquotas do município de Contagem-MG. O método utilizado mostrou, por meio de experimento, ser capaz de encontrar soluções de boa qualidade para o problema abordado.

Palavras-chave: IPTU; Alíquotas; Otimização.

ABSTRACT

The Urban Property and Territorial Tax (IPTU) is a municipal tax on properties built in urban areas. The money collected through the collection of IPTU on real estate is extremely important for the municipality, because it is intended for the payment of city hall expenses. In the municipality of Contagem, the income from real estate is not yet taken into account the diversity of categories and values of real estate, as well as the establishment of forms of taxation. In this one, an alternative is the adoption of a model, based on the definition of a set of rates that are in accordance with the type of properties and with the objective of charging fairer and egalitarian rates for taxpayers, but without harming the collection of the County. The present work proposes the use of a mathematical model and optimization methods to solve the problem of defining rates in Contagem-MG. The computational experiments carried out with the proposed method showed that it was able to find good solutions to the problem addressed.

Keywords: IPTU; Tribute; Optimization.

- 1 Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, Universidade FUMEC
0000-0002-7712-3717
a226861432@fumec.edu.br
- 2 Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento, Universidade FUMEC
0000-0002-0313-1335
jose.costa@fumec.br

1 INTRODUÇÃO

O Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), é um imposto de caráter municipal, que é cobrado anualmente pela prefeitura sobre o valor venal de cada um dos imóveis que a pessoa possui dentro da área urbana do município (AFONSO; ARAÚJO; NÓBREGA, 2013; FRIDRICH *et al.*, 2016). O dinheiro arrecadado com IPTU é importante, pois ele é destinado para o financiamento dos serviços públicos no nível de governo municipal como o pagamento de funcionários, execução de obras, manutenção dos serviços prestados à população, etc. (FRIDRICH *et al.*, 2016; GARCIA, 2017).

No município de Contagem-MG, o gerenciamento e a cobrança do IPTU são feitos pela prefeitura da cidade, por meio da Secretaria Municipal da Fazenda. Ele vem sendo cobrado desde de 2018 sobre os imóveis residenciais também, já que antes tal imposto era pago apenas por quem possuía imóveis não-residenciais. O valor do IPTU cobrado sobre os imóveis no município de Contagem, funciona de acordo com a sua classificação (CONTAGEM, 2021). Atualmente os imóveis em Contagem são classificados em quatro tipos: i) imóveis edificados residenciais; ii) imóveis edificados não residenciais; iii) imóveis não edificados e iv) imóveis edificados. Apenas duas alíquotas são usadas para os imóveis residenciais, e não residenciais, sendo uma para os imóveis não edificados e imóveis edificados (CONTAGEM, 2021).

O IPTU é um imposto que incide diretamente sobre o patrimônio, não depende da condição financeira do contribuinte, o que o define como um imposto de natureza real. Segundo Dhami e AL-Nowaihi (2010), dado que não há uma orientação jurídica padronizada, cada município realiza a cobrança do IPTU conforme os seus próprios critérios e interesses, fazendo com que haja diversas formas de arrecadação. Em quase todos os casos, as taxas são definidas pelos municípios, sem levar em conta a capacidade de pagamento do

contribuinte. Com isso, a tributação não é realizada de forma proporcional e igualitária, fazendo com que diversos problemas de justiça social ocorram, como a mudança de pessoas com renda baixa para moradias mais humildes, evasão fiscal, o confisco de imóveis, etc.

As duas principais formas de cálculo de alíquotas são baseadas na alíquota fixa e a variável, que variam de acordo com o valor do imóvel. De acordo com Sá *et al.* (2013), a progressividade e a isenção das alíquotas são formas para a promoção da justiça social e minimização dos problemas causados pela cobrança de taxas injustas para os contribuintes. Elas são estabelecidas pelos códigos tributários dos municípios. A aplicação de alíquotas progressivas é definida pela metodologia de cálculo adotada pelo município. O IPTU torna-se progressivo quando suas alíquotas são definidas em função da capacidade contributiva dos municípios (LEONETTI, 2011).

Dado que, no município de Contagem, a tributação dos imóveis ainda não é feita, levando-se em conta a diversidade de categorias e valores dos imóveis, bem como a renda do contribuinte, é importante o estabelecimento de novas formas de tributação. Neste caso, uma alternativa é a adoção de um modelo baseado na definição de um conjunto de alíquotas, que sejam de acordo com o tipo, e valor dos imóveis, com o objetivo de cobrar taxas mais justas e igualitárias para os contribuintes, mas sem prejudicar a arrecadação do município. Assim, a aplicação de um conjunto de alíquotas progressivas para o IPTU, consiste em um problema de decisão importante e complexo. A resolução de problemas de decisão como esse, envolve a análise de diversos fatores e variáveis. Assim sendo, a aplicação de métodos e algoritmos de otimização, é uma alternativa eficiente e o presente trabalho visa estudar a aplicação de tais modelos matemáticos e técnicas de otimização para a resolução do problema estudado (SÁ *et al.*, 2013; GOMES, 2018; SÁ, 2018; DEL FIORI; COSTA; NEVES, 2019).

O trabalho está organizado da seguinte forma. Na seção 2 é apresentada a fundamentação teórica. A metodologia empregada para a realização dos estudos é descrita na seção 3. Nas seções 4 e 5 são apresentados o modelo matemático utilizado como referência. Na última seção são feitas as considerações finais acerca resultados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O IPTU é um imposto de caráter municipal que, de acordo com a Constituição de 1946, é cobrado pelo município sobre imóveis situados em sua área urbana (BRASIL, 1988). O Código Tributário do Município de Contagem (CTMC), lei No 1.611/83, compreende os tributos e taxas cobrados pelo município, incluindo o IPTU. Este código possui o artigo 50, do capítulo X e Título I, que descreve sobre a isenção, tipo de imóvel e sua finalidade, que concede ao contribuinte a isenção do IPTU

(CONTAGEM, 2021). Ficam isentos imóveis residenciais, cujo valor venal não seja superior a R\$166.528,84, imóveis de propriedade de aposentado ou pensionista, que tenha renda líquida mensal inferior a R\$ 6.173,45, e que o único imóvel tenha o valor venal da unidade edificada menor que R\$ 713.695,05. Os artigos 51 e 54, do capítulo I e Título II, definem o fato gerador e o contribuinte do IPTU, confirmando o que é estabelecido no CTN (Código Tributário Nacional) (BRASIL, 1966). No capítulo II, os artigos de 55 a 62 descrevem sobre o lançamento e a cobrança do IPTU, em que o fato gerador é em primeiro de abril de cada exercício financeiro, que o imposto lançado é cobrado anualmente. No capítulo III, os artigos de 63 a 66, da base de cálculo do IPTU, que é o valor venal do imóvel, apurado por meio de informações, entre outras, dos dados do Cadastro Técnico Municipal, Mapa ou Planta de Valores Venais. No capítulo IV, os artigos 67 e 68 descrevem as alíquotas do IPTU praticadas. A Tabela 1 apresenta tais alíquotas.

Tabela 1 – Alíquotas vigentes em Contagem em 2021

Tipo de Imóvel	Faixa de valor venal	Alíquota
Imóvel edificados residenciais	Até R\$ 237.898,35	0,18%
Imóvel edificados residenciais	Acima de R\$ 237.898,35	0,60%
Imóvel edificados não residenciais	Até R\$ 83.264,42	0,45%
Imóvel edificados não residenciais	Acima de R\$83.264,42	0,75%
Imóvel não edificado	Acima de R\$ 0,00	2,00%
Imóvel edificado (industrial)	Acima de R\$ 0,00	2,00%

Fonte: Contagem (2021)

2.1 Trabalhos Relacionados

Pereira *et al.* (2013) buscou definir em seu trabalho novos métodos para um conjunto de alíquotas progressivas, para resolver os problemas de arrecadação do IPTU do município de Salvador, no estado da Bahia. Eles propuseram um modelo de otimização não-linear, para descrever o problema de definição do conjunto de alíquotas progressivas para o IPTU. Por meio do modelo de programação não-linear proposto, e da aplicação de técnicas baseadas em análise de sensibilidade, foi possível

obter soluções de boa qualidade para o problema. Além disso, percebeu-se que as alíquotas tinham uma diferença proporcional às diferenças sociais dos contribuintes.

Sá *et al.* (2013) trabalharam com a modernização do IPTU no município de Salvador, com o objetivo de aumentar a arrecadação e corrigir distorções da metodologia do cálculo do imposto. Neste trabalho, foi proposto um modelo de otimização matemática estruturado para n alíquotas. O modelo foi testado com diferentes conjuntos de alíquotas, e utilizou-se de análise de sensibilidade para se encontrar uma solução mais econômica. A solução apresentada, demonstrou que a arrecadação mínima foi alcançada, obtendo-se alíquotas progressivas.

No trabalho desenvolvido em Sá (2014), foi estudado o problema de determinação do conjunto de alíquotas progressivas para o IPTU, considerando os fatores de desenvolvimento sustentável. Neste trabalho, também foi proposto um modelo matemático de programação não-linear, que foi usado para auxiliar no processo de obtenção de um conjunto de alíquotas progressivas. A obtenção de soluções se deu por meio da resolução do modelo matemático e os resultados obtidos mostraram que foi possível uma redução de 50% do imposto sobre os imóveis verdes, e um incremento de 50% nos imóveis poluidores.

Sá (2018) trabalhou com a definição de alíquotas do IPTU sobre imóveis residenciais que permitiu dar suporte ao planejamento de arrecadação deste imposto para o órgão fazendário do município de Salvador, na Bahia. Visando obter eficiência na arrecadação e justiça fiscal, ele propôs um modelo de otimização matemática com objetivo de atingir o nível de arrecadação, previamente planejado, e minimizar a alíquota média do imposto. Os resultados mostraram que a solução foi satisfatória para o município e contribuintes.

Em Gomes (2018), foi estudado o problema de determinação do conjunto de alíquotas progressivas para o IPTU do município de Ribeirão das Neves em Minas Gerais. Eles propuseram o uso de alíquotas progressivas e um modelo de matemático para o problema abordado. A solução do modelo mostrou um aumento na arrecadação de 20,05%.

Del Fiori, Costa e Neves (2019) trabalharam com a aplicação de um modelo de programação linear para a arrecadação de 2012 do IPTU. Com isso, foi possível aplicar um método de resolução do problema para ajudar na tomada de decisão, para a definição de alíquotas progressivas do IPTU. A definição de doze faixas de valores venais, para a geração de número igual de alíquotas, acarretou uma arrecadação de 19,202% superior ao previsto.

3 METODOLOGIA

O tipo de pesquisa adotada, é definida como sendo uma pesquisa aplicada. O presente projeto visa estudar modelos matemáticos e métodos de otimização, para solucionar o problema, de determinação do conjunto de alíquotas para o IPTU no município de Contagem. A pesquisa possui um aspecto experimental, pois foram feitos experimentos computacionais para analisar o desempenho dos e métodos propostos para solucionar o problema estudado.

Com base nos conceitos e informações levantados sobre o problema por meio da revisão de literatura buscou-se representar o problema de definição do conjunto de alíquotas progressivas por meio de um modelo matemático. Com isso, foi possível verificar que o modelo proposto por Pereira *et al.* (2013) era, dentre os presentes na literatura, o que melhor se adequava para servir de base para a resolução do problema de arrecadação do município de Contagem-MG. Desta forma, foi

possível analisar melhor o problema estudado, e com isso, propor utilizar métodos de otimização eficientes para solucionar o mesmo, como o solver Gurobi, por exemplo.

A etapa de experimentos computacionais foi realizada em seguida com o intuito de testar e analisar os resultados obtidos pelos métodos utilizados. Neste caso, os dados acerca do IPTU, referente ao ano de 2022, e dos imóveis do município de Contagem foram utilizados pelos nos

experimentos. Os dados referentes a tributação dos imóveis de Contagem foram obtidos com o auxílio da Receita Municipal de Contagem. Assim sendo, foram obtidas as informações sobre os imóveis de Contagem como inscrição municipal, valor venal, bairros, alíquotas utilizadas, valor atual do IPTU, etc. Tais dados permitiram analisar a qualidade das soluções obtidas em relação aos valores arrecadados pelo município acerca do IPTU. A Tabela 2 mostra as informações citadas.

Tabela 2 – Valores Venais de Apartamento do município de Contagem por Faixa

Faixa	Faixas de valores Venais	Quant. De imóveis	Base de Cálculo da faixa
1	166.528,84 até 200.000,00	4.901	3.615.502.398,45
2	200.000,00 até 300.000,00	6.283	9.494.031.659,47
3	300.000,00 até 400.000,00	2.978	8.540.947.393,88
4	400.000,00 até 500.000,00	1.503	6.411.503.941,71
5	500.000,00 até 600.000,00	633	4.419.969.572,91
6	600.000,00 até 700.000,00	353	2.950.667.240,29
7	700.000,00 até 800.000,00	157	2.047.944.305,19
8	800.000,00 ou maior	162	22.223.343.686,15

Fonte: Conteúdo adaptado pelo autor

4 MODELO MATEMÁTICO

Segundo Pereira *et al.* (2013) o Problema de Definição do Conjunto de Alíquotas é definido da seguinte forma. A arrecadação total do IPTU dos imóveis residenciais é dada por Δ . A variável x_i representa o valor da alíquota referente aos imóveis que pertencem a faixa de valor venal i . Assim sendo, para cada faixa de valor venal i , o modelo deve atribuir uma alíquota única para x_i . O presente modelo trabalha com oito faixas de valor venal relativas aos imóveis residenciais, logo o conjunto de alíquotas é dado por $A = \{1, \dots, 8\}$. A variável δ_i representa o somatório dos valores

venais dos imóveis referentes à faixa de valor venal i . Além disso, o modelo utiliza os parâmetros Θ_1 , Θ_2 e α nas equações do modelo, tendo o papel de fazer o ajuste exponencial das alíquotas do IPTU de forma a induzir a progressividade do imposto.

$$\text{Maximizar } \Delta = \sum_{i=1}^{|A|} x_i \cdot \delta_i \quad (1)$$

$$x_1 = \theta_1 \cdot \epsilon^{\theta_2 \cdot \alpha} \quad (2)$$

$$x_{i+1} = x_i \cdot \epsilon^{\theta_2 \cdot \alpha}, \forall i \in A \setminus 1 \quad (3)$$

$$0,00042 \leq \theta_1 \leq 0,00098 \quad (4)$$

$$0,2667 \leq \theta_2 \leq 0,6223 \quad [5]$$

$$0,0010 \leq x_1 \leq 0,0020 \quad [6]$$

$$x_8 \leq 0,0140 \quad [7]$$

$$\alpha \geq 0 \quad [8]$$

O modelo matemático é formado pela função objetivo (1) e as restrições de (2) a (7). A Equação (2) calcula o valor da alíquota x_1 , enquanto que os valores das demais alíquotas são calculados pela Equação (3). As restrições (4) e (5) determinam os valores que os parâmetros θ_1 e θ_2 podem assumir. Já as restrições (6) e (7) determinam os limites das variáveis x_1 e x_8 . Por fim, a restrição (8) determina os valores que a o parâmetro α pode ter.

89.027.012,61 e R\$ 445.224.207,03, sendo estes maiores do que o valor esperado pelas prefeituras. Na Tabela 3 são apresentados os dados referentes à melhor solução encontrada pelo o solver do software Gurobi. Na primeira coluna da tabela são apresentados os dados das soluções como o valor do IPTU a ser arrecadado, os parâmetros θ_1 , θ_2 e α , bem como os valores das alíquotas que foram definidas, enquanto que na Coluna 2 são mostrados os seus respectivos valores que foram encontrados pelo solver.

Os resultados obtidos mostraram que apesar de não ter encontrado a solução ótima para o problema, solver mostrou que é possível definir um conjunto de alíquotas proporcionalmente mais justo para o município de Contagem-MG e obter uma arrecadação maior que a anterior.

5 RESULTADOS PARCIAIS

Os experimentos computacionais foram realizados em uma máquina com processador Intel Core i7-3770, clock de 3.4 GHz, 8 núcleos, 16 GB de RAM, sob a plataforma Windows 10. Foi utilizado o solver Gurobi, versão 9.5.2, que é capaz de lidar com problemas de programação linear e de programação não-linear, com a finalidade de utilizar o modelo apresentado em Pereira *et al.* (2013) e com isso obter soluções para o problema de definição do conjunto de alíquotas para o município de Contagem-MG. Os testes foram realizados com o auxílio do solver e usando os dados acerca dos imóveis dos municípios de Salvador-BA (PEREIRA *et al.*, 2013) e Contagem-MG.

Dado que o problema estudado é de maximização, os experimentos consistiram em verificar o quão melhores poderiam ser os valores de arrecadação do IPTU dos municípios em comparação com os dos anos anteriores. Os resultados mostraram que o valores a serem arrecadados pelos municípios de Salvador-BA e Contagem-MG com as novas alíquotas são de aproximadamente R\$

Tabela 3 - Resultados dos testes com o solver para o município de Contagem-MG

Dados	Solver
IPTU	445244987,679
θ_1	0,000980000000
θ_2	0,26670023735
α	0,00003505414
X1	0,00136640911
X2	0,00190526135
X3	0,00265672849
X4	0,00370474459
X5	0,00516540245
X6	0,00720191119
X7	0,01004127950
X8	0,014000000000

Fonte: Conteúdo adaptado pelo autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho desenvolveu um estudo acerca da aplicação de métodos de otimização para calcular o conjunto de alíquotas proporcionalmente mais justas segundo as faixas de valores às quais os imóveis pertencem, além de maximizar o valor arrecadado pelo município de Contagem-MG. O solver Gurobi foi usado para realizar o processo de cálculo das alíquotas. Com isso, foi visto que o solver foi capaz de calcular novos conjuntos de alíquotas para ambos os municípios analisados em

que os valores de arrecadação obtidos foram acima do valor de arrecadação esperado. Com isso, percebe-se que é possível a aplicação de tais métodos para auxiliar no processo de tomada de decisão acerca da tributação de imóveis pelos municípios.

Dada importância social e tributária do problema abordado, é importante a realização de trabalhos futuros que considerem o estudo de modelos matemáticos, algoritmos exatos e heurísticos (TALBI, 2009) que com o intuito de se obter soluções de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. R. R.; ARAÚJO, E. A.; NÓBREGA, M. A. R. O IPTU no Brasil: um diagnóstico abrangente. **FGV Projetos**, n. 4, p. 9-80, 2013.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 out. 1988.
- BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, 25 out. 1966.
- CONTAGEM; SEFAZ-PMC. **Lei nº 1.611/83, de 30 de março de 2021**. Código Tributário do Município de Contagem (CTMC). SEFAZ-PMC, 2021.
- DEL FIORI, Diogo; COSTA, Raphael Ribeiro; NEVES, Salomão Franco. Otimização da tributação mais justa do IPTU no município de Manaus. **Estudos do CEPE**, n. 50, p. 31-56, 2019.
- DHAMI, Sanjit; AL-NOWAIHI, Ali. Optimal taxation in the presence of tax evasion: Expected utility versus prospect theory. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 75, n. 2, p. 313-337, 2010.
- FRIDRICH, A. P. A.; SILVA BARBOSA, M.; SANTOS, S. F.; MORENO, M. G. Aspectos gerais do princípio da progressividade e sua aplicabilidade nos tributos. **JICEX**, v. 8, n. 8, 2016.
- GOMES, F. A. **IPTU – Melhoria da arrecadação do município de Ribeirão das Neves-MG**. Brasília, 2018.
- LEONETTI, Carlos Araújo. O IPTU Progressivo no tempo e os princípios da função social da propriedade e da preservação do meio ambiente. **Unisul de Fato e de Direito: revista jurídica da Universidade do Sul de Santa Catarina**, v. 1, n. 2, p. 9-22, 2011.
- PEREIRA, Álgier dos Santos; *et al.* Proposta para um IPTU socialmente mais justo (Salvador - Bahia). **Revista de Desenvolvimento Econômico**, n. 28, v. 15, p. 58-72, dez 2013.
- SÁ, José Delfino. Um modelo para o apoio à decisão no planejamento do IPTU dos imóveis residenciais. **International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM)**, v. 7, n. 17, p. 1-24, 2018.
- SÁ, José Delfino. **Um Modelo para o IPTU dos Imóveis Residenciais que visa incentivar a sustentabilidade urbana**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- SÁ, José Delfino; CAVALCANTE, Carlos Arthur Mattos Teixeira; KALID, Ricardo de Araújo; MALVEIRA, Ulisses de Araújo. Um modelo de otimização para alíquotas do IPTU socialmente mais justas. **Revista de Administração Pública**, v. 47, p. 105-132, 2013.
- TALBI, El-Ghazali. **Metaheuristics: from design to implementation**. Hoboken, Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2009.