



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL**

**Imposto Predial Territorial Urbano: tratando espacialmente desafios
econômicos, sociais e políticos.**

Matheus Pereira Libório

Belo Horizonte - MG
2015

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia
(Tratamento da Informação Espacial)

Imposto Predial Territorial Urbano: tratando espacialmente desafios econômicos, sociais e políticos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Matheus Pereira Libório

Orientador: Prof. Dr. Sandro Laudares

Belo Horizonte - MG
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L696i Libório, Matheus Pereira
Imposto predial territorial urbano: tratando espacialmente desafios econômicos, sociais e políticos / Matheus Pereira Libório. Belo Horizonte, 2015. 53 f. : il.

Orientador: Sandro Laudares
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial.

1. Imposto predial e territorial urbano. 2. Análise espacial (Estatística). 3. Fiscalização tributária - Aspectos sociais. 4. Eficiência (Serviço público). I. Laudares, Sandro. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 336.211.2

Matheus Pereira Libório

Imposto Predial Territorial Urbano: tratando espacialmente desafios econômicos, sociais e políticos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Laudaes (Orientador)

Prof. Dr. João Francisco de Abreu (PUC Minas)

Prof. Dr. Clodoveu Davis Jr. (Dep. de Ciência da Computação - UFMG)

Prof. Dr. Manoel Emílio de Lima Torres (PUC Minas)

Belo Horizonte - MG
2015

RESUMO

Os impostos são inevitáveis porque, como cidadãos, esperamos que o poder público nos proporcione vários bens e serviços e aumente o bem-estar. A utilização de modelos para o cálculo do imposto predial e territorial urbano que utilizam informações dissociadas do espaço geográfico acaba por conceber inadequadamente uma alíquota de imposto ineficiente do ponto de vista arrecadatório, e desigual do ponto de vista social. Maximizar a arrecadação do IPTU observando a restrição da capacidade de pagamento do contribuinte, aplicando modelos de análise espacial para a justa distribuição do ônus tributário, é a contribuição deste trabalho.

Palavras-Chave: análise espacial, otimização, imposto predial e territorial urbano.

ABSTRACT

Taxes are inevitable because, as citizens, we expect the government providing various goods and services, increasing the welfare. The use of quantitative models to calculate the property tax that uses information dissociated from the geographical space turns out improperly designing an inefficient tax rate of revenue collection and uneven perspective from the social point of view. Maximize the collection of property tax observing the restriction of taxpayer's capability applying spatial analysis models for fair distribution of the tax burden is the expected contribution for this work.

Keywords: spatial analysis, optimization, property tax.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise de componentes principais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPC	Índice de Preços ao Consumidor Fipe
IPCA-E	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial
IPTU	Imposto predial e territorial urbano
PIB	Produto interno bruto
SIG	Sistema de Informações Geográficas

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Variáveis presentes nos setores censitários extraídos do censo 2010 – IBGE
- Tabela 2: Variáveis selecionadas que constituem e explicam a presença do Bem Público nos setores censitários analisados
- Tabela 3 Correlação das variáveis Bem Público
- Tabela 4 Variáveis selecionadas que constituem e explicam a presença do Bem Imóvel nos setores censitários analisados
- Tabela 5 Correlação das variáveis Bem Imóvel
- Tabela 6 Variável de rendimento por setor censitário
- Tabela 7 Aplicação da função de otimização para cálculo de minimização do sacrifício tributário e equidade fiscal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivo geral e específicos.....	8
1.2. Relevância e Justificativa.....	9
1.3. Estrutura do trabalho	10
2. DISCUSSÃO TEÓRICA	11
2.1. Espaço urbano, segregação social e planejamento da cidade.....	11
2.2. Mercado imobiliário e zoneamento fiscal	12
2.3. Métodos de análise espacial.....	14
3. METODOLOGIA.....	18
3.1. Área de estudo	19
<i>Caracterização de São Sebastião do Paraíso.....</i>	<i>19</i>
<i>Representação geográfica</i>	<i>20</i>
<i>A Contextualização do IPTU</i>	<i>20</i>
3.2. Materiais	23
3.3. Métodos e Técnicas.....	25
<i>Seleção de variáveis (análise de agrupamento)</i>	<i>25</i>
<i>Normalização de variáveis (representação geográfica em diferentes escalas)..</i>	<i>26</i>
<i>Correlação de variáveis (medida de associação).....</i>	<i>26</i>
<i>Redução de variáveis (explicação espacial)</i>	<i>27</i>
<i>Ajuste do erro gráfico</i>	<i>27</i>
3.4. Métodos de Otimização (equidade e eficiência fiscal)	28
<i>Equidade Fiscal.....</i>	<i>29</i>
<i>Eficiência Fiscal</i>	<i>30</i>
4. RESULTADOS	31
4.1. Seleção, representação e correlação de variáveis.....	31
4.2. Explicação espacial.....	39
4.3. Experimentos	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com a lei de responsabilidade fiscal, o imposto predial e territorial urbano - IPTU tem se tornado uma das formas mais importantes de arrecadação na administração pública municipal. Os governos municipais enfrentam altos custos para administração desse tributo, mas a autonomia legal o tornou o mais usado na esfera municipal. O tributo envolve interesses políticos, conflitos sociais e princípios constitucionais.

Neste contexto o imposto urbano demanda a compreensão do espaço que ele se insere (PANERAI; DEMORGON; DEPAULE, 1999) que se dá através de definições gerais abstratas e termos específicos para diferenciar o meio urbano em zonas geográficas (GEORGE, 1953) a fim de promover eficiência e justiça fiscal.

As pesquisas sobre as relações entre eficiência e equidade relacionadas à cidade é evidenciada por dificuldades conceituais, teóricas, disponibilidade dos dados e limitações de comparação. Alguns estudos procuram soluções onde o mérito fundamental é equilibrar o desempenho econômico urbano e a equidade dentro da cidade (JENSEN-BUTLER, 1999).

A análise dos processos que formam a desigualdade urbana requer conhecer a organização social no âmbito espacial e assim relacionar transformações e movimentos sociais no espaço (MENDONÇA, 2002). A obsolescência dos aparatos instrumentais atuais e a base teórica do modelo racionalista limitam a compreensão da organização social no âmbito do espaço da cidade (GOMES, 2008).

O contexto urbano e social envolve relações que são reproduzidas no espaço-tempo entre estas, a renda e os impostos; os governantes precisam tomar decisões atentando simultaneamente tanto para a receita quanto para a aceitação das políticas tributárias (HARVEY, 1999), (GLOBO, 2013).

A Geografia aplicada encarrega de realizar o planejamento urbano (GEORGE, 1965) que é um processo permanente de organização sistemática para o desenvolvimento de melhorias (FERRARI JÚNIOR, 2007) da infraestrutura e dos serviços urbanos para as cidades.

1.1. Objetivo geral e específicos

O objetivo geral do trabalho é propor um fator para aumentar a eficiência e equidade do IPTU dos municípios de Minas Gerais, analisando a distribuição espacial

dos bens públicos, imóveis privados e da renda. Os objetivos específicos de caracterizar o município do ponto de vista da Geografia urbana, diagnosticar relações do espaço urbano com a distribuição espacial dos bens públicos e imóveis e formular o fator de otimização do IPTU sintetizam o conteúdo para sustentação da pesquisa.

1.2. Relevância e Justificativa

Os formuladores de políticas públicas podem incentivar mudanças de comportamento da sociedade alterando a fórmula para tributação de um imposto (MANKIW, 2001). As políticas fiscais devem procurar a eficiência tributária equanimemente, ou seja, a maximização da arrecadação observando a capacidade contributiva da sociedade (LONGO; LIMA, 1982). No âmbito do planejamento e da gestão urbana, as decisões desencadeiam ações que interferem diretamente no espaço da cidade e na sua dinâmica (SABOYA, 2013).

A carga de um imposto é assumida como aquilo que diminui o bem-estar, por isto, a intervenção do poder público através de uma distribuição equitativa da cobrança de impostos pelo método de alíquotas progressivas contribui para a justa distribuição da prosperidade econômica, enquanto investimentos que valoram a propriedade imobiliária contribuem para se receber o máximo possível dos recursos escassos (MANKIW, 2001).

O imposto sobre a propriedade nos países em desenvolvimento pela equivalência do produto interno bruto do país (PIB) é de aproximadamente 0,6% (BAHL; WALLACE, 2008). A reforma tributária poderia alçar a arrecadação do IPTU para 2% a 3% do PIB. A atualização da planta genérica de valores, a revisão dos benefícios fiscais e a aplicação de taxas de imposto crescentes formam os três pilares desta reforma. As ações promoveriam a eficiência e equidade na tributação de imóveis proporcionando o financiamento para políticas de desenvolvimento da infraestrutura urbana, transportes públicos entre outros (CARVALHO, 2014).

Os esforços das prefeituras para melhorar a arrecadação do IPTU desconsideram ações de reforma tributária privilegiando ajustes do imposto pelos índices de inflação. No caso de Belo Horizonte, essa porcentagem foi calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre janeiro de 2011 a dezembro de 2014, a partir do IPCA-E (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial) (Folha, 2015), (MARTINS, 2014), (TUDOBH, 2014).

1.3. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo esta introdução, em que se apresentam as considerações gerais do trabalho, o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa para sua realização. No segundo capítulo, aborda-se a discussão teórica. A metodologia da pesquisa é exposta no terceiro capítulo, apresentando a área de estudo, fundamentos, conceitos e técnicas utilizadas no desenvolvimento. O quarto capítulo apresenta e discute os resultados do trabalho. O quinto capítulo traz as considerações finais apresentando as limitações e sugestões para trabalhos futuros.

2. DISCUSSÃO TEÓRICA

2.1. Espaço urbano, segregação social e planejamento da cidade

As cidades são lugares constituídos de elementos ativos, com implicações e interdependências contínuas entre fenômenos (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012). A passagem dos fenômenos no espaço e tempo concebem um espaço flexível no ambiente geográfico (GEORGE, 1965).

O estudo desses fenômenos caracteriza uma zona geográfica de choques de interesses e enfatizam a necessidade de estudar o uso do solo considerando fatores temporais, variações históricas correlacionando-os com a presença de investimentos públicos e imóveis privados (BEAUJEU-GARNIER, 1965).

A observação geral da fragmentação urbana induz correlações e probabilidades de aspectos urbanos (morfologia dos imóveis, sociedade e espaço) na explicação de fatores e causas dos efeitos das desigualdades à medida que surgem padrões espaciais (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012). A percepção de padrões espaciais no meio urbano requer primeiramente abstração (ANGEL; HYMAN, 1972) de um lugar de contradições onde os habitantes usufruem do espaço de forma desigual. A presença dos padrões espaciais conferirá ao planejamento urbano os meios informacionais para diminuição da desigualdade, construindo no espaço urbano a justiça social (OLIVEIRA CRUZ, 2012).

Ao incorporar a técnica como caminho científico, o planejamento urbano se aproxima da solução de problemas (SABOYA, 2013), mas deve-se incorporar a tradição histórica, conservando e / ou restaurando a originalidade do espaço urbano (GEORGE, 1958), pois nas inter-relações de fenômenos, as relações de causa e efeito convivem com processos urbanos peculiares e diferenças, frutos de desdobramentos das ações sociais no tempo e no espaço, e cujos caminhos são imprevisíveis (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012).

O direcionamento histórico do poder econômico e a competição social condiciona a localização do indivíduo no espaço físico urbano (MENDONÇA, 2002) reproduzindo a desigualdade no tempo e lugar, fragmentando o solo urbano de acordo com os interesses privados (CARLOS, 1996). A apropriação econômica, a segregação do espaço, a histórica luta de classes, o conflito social dá a Geografia Urbana um caráter de ciência humana muito além da descrição do espaço (VILLAÇA, 2011), pois a segregação da zona urbana decorre também de processos temporais (LOPES

JÚNIOR; DOS SANTOS, 2010). A inequidade na apropriação dos recursos urbanos se propaga distintamente no tempo e espaço (MENDONÇA, 2002).

O uso de modelos quantitativos frente às complexidades constituidoras do espaço urbano é visivelmente insuficiente para retratar realidade. No entanto, somente reconhecendo as limitações da modelagem é que se progride na direção de cidades melhores e mais justas (SABOYA, 2013).

O modelo quantitativo retrata as ligações entre fluxos socioeconômicos e atividades imobiliárias, revelando relações de causa e efeito entre as variáveis socioeconômicas e a especulação imobiliária no espaço urbano (CARLOS, 1996). Esta quantificação reafirma a ideia de injustiça social e confirma que a fragmentação do espaço urbano é fruto do zoneamento socioeconômico (VILLAÇA, 2011).

A produção e o crescimento da cidade resultantes do processo evolutivo da urbanização, concebem, portanto, tais zonas e centros de mercado que reestruturam e reconfiguram o espaço urbano e suas inter-relações (LOPES JÚNIOR; DOS SANTOS, 2010), tanto nas atividades sociais e econômicas como na morfologia imobiliária (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012).

A morfologia imobiliária é fruto da atuação de construtores formando padrões urbanísticos como por exemplo a proximidade de edifício com o passeio, distancias entre edifícios e permeabilidade (SOUZA, 1998). Esses padrões analisados por técnicas estatísticas e probabilidades indicam por sua vez que os efeitos socioeconômicos causam alterações na morfologia do espaço urbano (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012).

O espaço urbano é deste modo construído e sua dinâmica dependente da capacidade de atração da demanda e da produção de bens e serviços (JENSEN-BUTLER, 1999). A diferenciação da demanda da oferta favorecerá o surgimento de espaços, instalações, equipamentos e bens públicos diferenciando o espaço urbano (GEORGE, 1965).

2.2. Mercado imobiliário e zoneamento fiscal

A compreensão das zonas de concentração de mercado imobiliário está relacionada à análise dos processos envolvidos na reprodução dos investimentos em bens públicos do espaço urbano, concebendo zonas de crescimento, adensamento e concentração da produção (LOPES JÚNIOR; DOS SANTOS, 2010), levando a escolha do local da residência a ser um produto da utilidade dos benefícios públicos

(OATES, 1969), das preferências individuais (TIEBOUT, 1956) e seu reflexo é a segregação social no meio urbano independente da formação de zoneamentos fiscais excludentes ou políticas explícitas de habitação (BERRY, 2001).

A dinâmica desses mercados imobiliários que fragmentam o espaço em zonas fiscais e segregam o meio social (LYNCH; RASMUSSEN, 2004) define e projeta nas zonas urbanas um tecido espacial com padrões e similaridades, possibilitando quantificar e analisar espacialmente influências de aspectos sociais e econômicos no domínio urbano (FURTADO, 2011). A estas análises soma-se o estudo das relações de causas e efeitos, positivos ou negativos, e que podem ser percebidos pelas características dos elementos contidos nessas zonas, como por exemplo, valores das propriedades ou a proximidade geográfica das edificações (LYNCH; RASMUSSEN, 2004).

O solo urbano notadamente envolto de sistemas legais, sociais e econômicos incumbe o planejador do espaço humanizado a perceber e analisar os padrões, similaridades e contradições urbanas para compreender as causas que conduzem a especulação no mercado imobiliário de terrenos (GEORGE, 1965) e os efeitos do acesso diferenciado das classes sociais junto ao mercado imobiliário (CARLOS, 2011).

As zonas constituídas por imóveis das classes econômicas mais privilegiadas desenvolvem uma morfologia que contribui para aumentar os valores das propriedades das áreas ao seu redor (LEVEN, 1976), outorgando às famílias a escolha entre o benefício da vizinhança abastada e o tributo maior (LYNCH; RASMUSSEN, 2004).

A utilização de instrumentos como o IPTU progressivo alavanca a distribuição de bens e infraestrutura pública pelo espaço da cidade equitativa, minimizando as diferenças de acesso a equipamentos de consumo coletivo existentes entre as classes de imóveis (SOUZA, 1998).

A construção e a morfologia dos imóveis, traduzem na paisagem o produto físico da urbanização, que complementada pela abordagem histórica, cartográfica, arquitetônica, e estilos de vida fundamenta o entendimento sistêmico da cidade (PANERAI; DEMORGON; DEPAULE, 1999).

Do ponto de vista da urbanização modernista espaço urbano é segregado em zonas sendo equipadas por habitações, comércio, serviços, equipamentos para

mobilidade e recreação (SOUZA, 1998) que propiciam o desenvolvimento de atividades econômicas em torno de centros. Estes centros urbanos por sua vez produzem espaços com funções de produção específicas e influenciam o valor das zonas urbanas (LOPES JÚNIOR; DOS SANTOS, 2010). Do mesmo modo, no longo prazo, os preços dos imóveis são influenciados com magnitudes e direções diversas pelo zoneamento fiscal (MARK; GOLDBERG, 1986). As zonas de forte atuação econômica ou grande peso fiscal, imprimem no fragmento urbano a oferta de bens e serviços públicos e privados de alta qualidade (TIEBOUT, 1956).

2.3. Métodos de análise espacial

Os estudiosos Harvey, Hagerstrand, Haggett e tantos outros contribuíram para expansão da consciência do espaço social na ciência da Geografia (VILLAÇA, 2011). Algumas aplicações de métodos de análise espacial foram associadas a problemas da Geografia urbana (ADAMS, 2001) bem como propostas de modelos a partir de dados estatísticos e econométricos (FLORAX; VAN DER VLIST, 2003). A conclusão é que a análise quantitativa contribui para fortalecer a discussão qualitativa do espaço urbano e não substituí-la (FURTADO, 2011).

O avanço na modelagem econométrica espacial tem sido fundamental para exaltar o significado e o uso da técnica na explicação das interações sociais e econômicas no espaço (FLORAX; VAN DER VLIST, 2003) e seu uso para o planejamento urbano comporta a participação da sociedade evitando a submeter o espaço urbano às normas e aos padrões que reproduzem os anseios do poder político (FERRARI JÚNIOR, 2007).

A interação espacial representa um avanço na abstração da quantificação geográfica. A associação geométrica a dados contínuos produz resultados representativos na explicação dos efeitos de continuidade espacial e a associação de dados discretos à demonstração dos efeitos produzidos por zoneamentos de regiões geográficas (ANGEL; HYMAN, 1972). A aplicação da técnica de análise multivariada correlacionando dados do mercado imobiliário urbano e a tipologia dos bairros exemplifica o uso da econometria para compreender interações espaciais do meio urbano (FURTADO, 2011).

Os dados e as técnicas conjugados a conhecimentos alcançados pela percepção, memória, bom senso, reflexão ou pensamento, favorece a análise espacial do espaço urbano ao transportar sua compreensão para além de abstrações

deduzidas pela distância (FURTADO, 2011). Os aspectos cognitivos relacionados à formação sócioespacial, por exemplo, contribuem para a implementação de políticas públicas (LOPES JÚNIOR; DOS SANTOS, 2010) para aumentar a qualidade de serviços públicos em zonas fiscais, reduzindo as desigualdades sociais no espaço urbano.

A diferenciação sócioespacial, introduz qualidade à compreensão do processo e movimento das descontinuidades espaciais produzidas pela repartição, especialização, concentração e descontinuidade do espaço social (CARLOS, 2011) e permite distribuir igualmente os investimentos públicos, priorizando áreas desaparelhadas e sem infraestrutura (SOUZA, 1998).

A popularização das geotecnologias tornou os modelos de análise espacial parte da metodologia em pesquisas que propõem soluções nas áreas econômicas, sociais e políticas (ABREU; BARROSO, 2003). A aplicação dos modelos de análise espacial no planejamento da administração pública vem apresentando resultados que permitem a melhor alocação dos recursos escassos, no tratamento da dinâmica das cidades (LAUDARES, 2014).

A conjugação das teorias da Geografia com a linguagem matemática em múltiplos e complexos modelos, contribuem objetivamente na explicação e previsão de fenômenos geográficos (HARVEY, 1960) representando uma importante área de conhecimento da Geografia (BERRY, 1968) a fim de compreender a complexidade das cidades, as relações entre a forma espacial e os processos sociais (CRUZ LIMA; SIMÕES; MONTE-MÓR, 2014).

O diálogo articulado das características socioculturais e históricas reproduzidas na realidade urbana e das quais a sociedade é herdeira com os avanços tecnológicos que caracterizam modelos de análise espacial depende da circunstância de onde cada método é considerado e aplicado, de forma a contribuir para a Geografia (GOMES, 2008).

Modelos de análise espacial trazem contribuições e impactos notáveis em diversas áreas da Geografia. A análise espaço-tempo que se fundamenta no conceito de distância, postula que a presença de atributos semelhantes próximos geograficamente, sugere a ocorrência de uma dependência espacial, ou seja, que existe uma provável relação de causa e efeito entre os atributos, sejam eles fatos ou fenômenos (MIRANDA JUNIOR; ABREU 2013), pois em essência “tudo se relaciona

com tudo, mas coisas próximas são mais relacionadas que coisas distantes” (TOBLER, 1970).

Desde que se respeitem as particularidades do desenvolvimento histórico das cidades, em todas as escalas envolvidas, os modelos de análise espacial unificam o caminho para a construção de uma coerência que favorece as políticas sociais e econômicas no território, com vista à redução das desigualdades (GOMES, 2008).

Os modelos de análise espacial tratam da descrição, explicação e diferenciação de áreas na superfície terrestre explorando conexões entre as teorias geográficas e matemáticas, apresentando alternativas para a investigação na ciência geográfica (HARVEY, 1960). A combinação dos elementos cartográficos e estatísticos, produzem o conhecimento necessário para a compreensão da complexa realidade do espaço geográfico, numa perspectiva isolada ou sistêmica (ROSA, 2011).

Os espaços urbanos são sistemas dinâmicos e complexos nos quais a forma espacial e o processo social estão em contínua interação (CRUZ LIMA; SIMÕES; MONTE-MÓR, 2014). Os sistemas de informação geográfica – SIG como ArcGIS, Geomedia e QGIS, simplificam as interações dos processos sociais e o espacial pela conexão geográfica-matemática, aumentando a eficiência das análises espaciais nas ciências sociais e humanas (ABREU; BARROSO, 2003) permitindo a exploração empírica das dimensões espaciais (LYNCH; RASMUSSEN, 2004).

A exploração destes sistemas no planejamento urbano equitativo exige a interação com os instrumentos legais, econômicos, políticos e técnicos na formulação de decisões (OLIVEIRA CRUZ, 2012), pois as decisões baseadas na intuição, senso comum ou acaso, produzem conflitos de interesses dados os diferentes objetivos e metas (MIETTINEN, 2012).

O uso de técnicas contribui para mitigar conflitos e representa a dinâmica da organização espacial através de modelos quantitativos, orientando a análise de variáveis que se alteram ao longo do espaço-tempo (BERRY, 1968) sendo a aplicação do conceito de vizinhança um exemplo para exprimir as variações de efeitos de fenômenos nos entornos espaciais (LYNCH; RASMUSSEN 2004) ou a aplicação de teorias na condução dos modelos econométricos espaço-tempo ou de risco espaciais (FLORAX; VAN DER VLIST, 2003).

As variações de efeitos de fenômenos na natureza muitas vezes não podem ser explicadas por uma relação linear de causa e efeito. Este fato exige o emprego de

ferramentas de programação não lineares capazes de lidar com vários conflitos ou objetivos incomensuráveis precisando de novas formas de pensar novos conceitos e novos métodos de otimização caracterizados como não-lineares de múltiplos objetivos (MIETTINEN, 2012).

Os modelos econométricos espaço-tempo ou de risco espaciais formulados pela estatística espacial procura estabelecer regularidades empíricas a partir dos dados observados (ANSELIN, 2013) como o índice de Moran (MACEDO; SIMÕES, 1998). A econometria espacial busca validar estatisticamente teorias ou modelos preestabelecidos, avaliando determinantes que configuram o espaço urbano, descrevendo padrões de ocupação deste espaço, fundamentada nos conceitos de correlação espacial, vizinhança geográfica e tempo (MACEDO; SIMÕES, 1998).

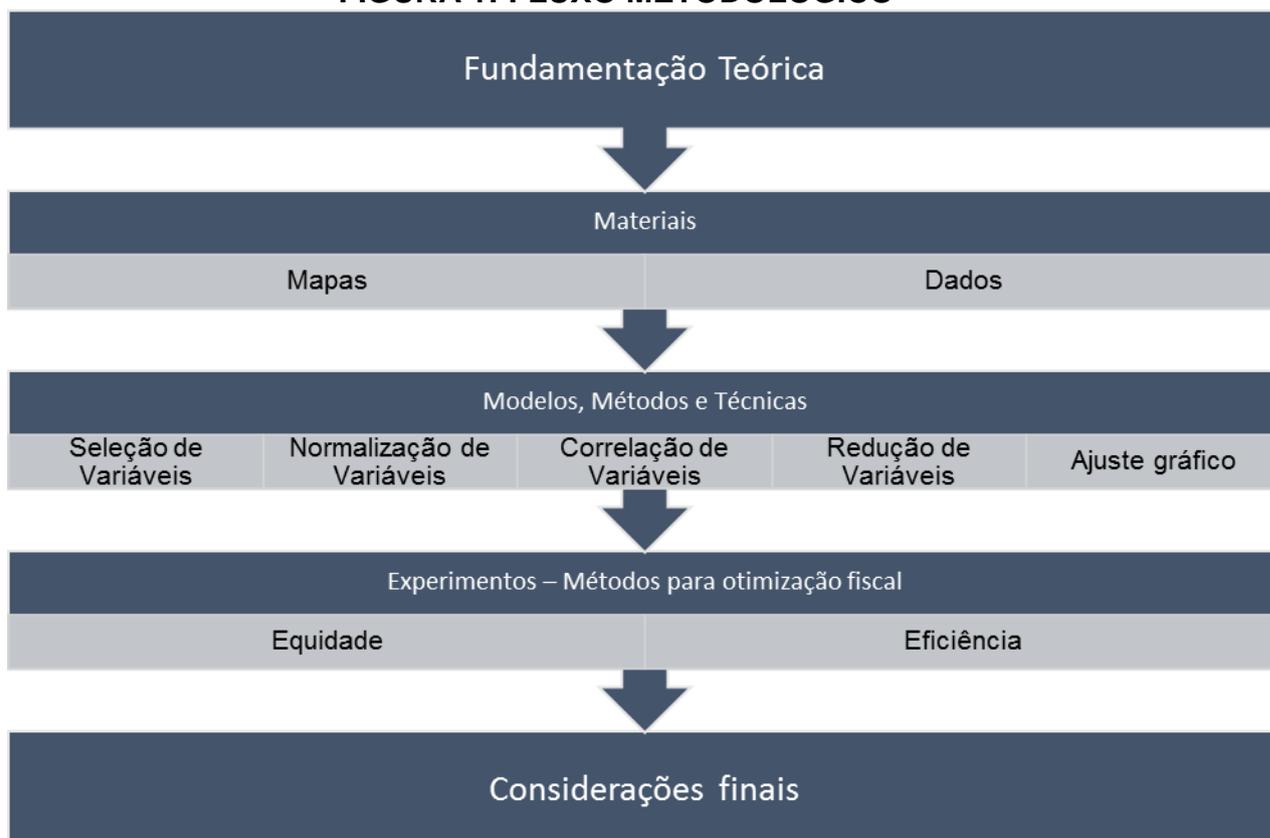
O geógrafo na qualidade de planejador observa toda esta complexa multidisciplinaridade para identificar e classificar processos operacionais para a gestão da cidade (GEORGE, 1965) fazendo distinções e traduzindo espacialmente as diversificadas configurações urbanas (PANERAI; DEMORGON; DEPAULE, 1999), uma vez que a complexa realidade urbana não revoga a presença de regularidades e a ocorrência de padrões (NETTO; VARGAS; SABOYA, 2012). Em síntese, a compreensão dos processos urbanos sociais pela ótica marxista, unida às técnicas da análise espacial, enriquece o entendimento da dinâmica da Geografia urbana (FURTADO, 2011).

3. METODOLOGIA

A pesquisa se baseia na Geografia quantitativa e aplica métodos científicos na investigação de causas e efeitos no espaço geográfico utilizando o método dedutivo, como modelos de análise espacial (FLORAX; VAN DER VLIST, 2003).

A área de estudo, os materiais, os métodos e técnicas presentes para elaboração dos experimentos está detalhada neste capítulo da seguinte forma: **Etapa1:** a coleta de materiais é representada pela obtenção dos mapas e dados tendo como fonte o censo 2010. **Etapa2:** os métodos e técnicas representam os passos de seleção, representação e correlação das variáveis; explicação, autocorrelação e interação espacial; e ajuste do erro gráfico. **Etapa3:** os experimentos estão organizados nos passos de equidade e eficiência fiscal. A este conjunto de etapas, adicionam-se as considerações finais sintetizando o fluxo metodológico conforme figura 1.

FIGURA 1: FLUXO METODOLÓGICO



Fonte: Elaborado pelo autor

3.1. Área de estudo

Nesta seção serão apresentados elementos para introdução das principais características que compõem o recorte espacial para a caracterização da Cidade de São Sebastião do Paraíso, sua representação geográfica e a contextualização do IPTU na pesquisa.

A cidade faz parte de um conjunto de 153 municípios com população entre 20 mil e 100 mil habitantes e por esta população se torna o público alvo dos experimentos da pesquisa. A escolha é baseada na relevante arrecadação do IPTU nestes municípios e ao mesmo tempo pelas dificuldades das administrações locais em despender altos recursos para investimentos em sistemas computacionais de arrecadação mais complexos, como é o caso de grandes centros como Belo Horizonte, Uberlândia ou Juiz de Fora.

Caracterização de São Sebastião do Paraíso

A cidade São Sebastião do Paraíso está localizada no sul do estado de Minas Gerais. O município possui extensão territorial de 814,9 km² (Mapa 1), sendo delimitado pelas latitudes -21°07'46" e -20°73'19" sul e pelas longitudes -47°24'00" e -46°79'85" oeste de Greenwich. Em sua porção norte, São Sebastião do Paraíso estabelece divisas com os municípios de São Tomás de Aquino e Capetinga; a leste, com Jacuí e Fortaleza de Minas e Pratápolis; na porção sul, com os municípios de Itamogi e Monte Santo de Minas; e, a oeste, com os municípios paulistas Altinópolis e Sando Antônio da Alegria. Os principais rios pertencentes à bacia do Rio Grande são: Ribeirão Fundo, Ribeirão São Domingos e Rio Santana (IBGE, 2010a).

O município pertence à microrregião de Passos, composta por 24 municípios, sendo que São Sebastião do Paraíso é sede da microrregião Paraíso, composta pelas cidades de Itamogi, Jacuí, Monte Santo de Minas, São Tomás de Aquino e Pratápolis (IBGE, 2010a).

A cidade abriga um hospital regional, uma Unidade de Pronto Atendimento e dezenas de Unidades de Saúde da Família. Na parte educacional, diversos cursos superiores e técnicos que trazem estudantes de toda a região. Também funcionam quatro varas da justiça estadual, uma da Justiça do Trabalho e uma da Justiça Federal, o que gera uma forte demanda de profissionais da área e serviços indiretos.

O comércio da cidade oferece uma gama diversificada de empresas que atraem compradores das cidades circunvizinhas interessadas nos mais variados produtos e

preços convidativos. Nos últimos anos São Sebastião do Paraíso tem se destacado como polo industrial principalmente nos setores de material cirúrgico e confecção.

A cidade de São Sebastião do Paraíso em síntese:

População residente urbana: 953 pessoas

Taxa de urbanização: 92,3%

Domicílios particulares permanentes urbanos: 19.229 domicílios

Total de endereços urbanos: 25.033 endereços

Rendimento per capita médio mensal domicílio urbano: 890,04 reais.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

IDHM 2010 (Índice de desenvolvimento humano): 0,722

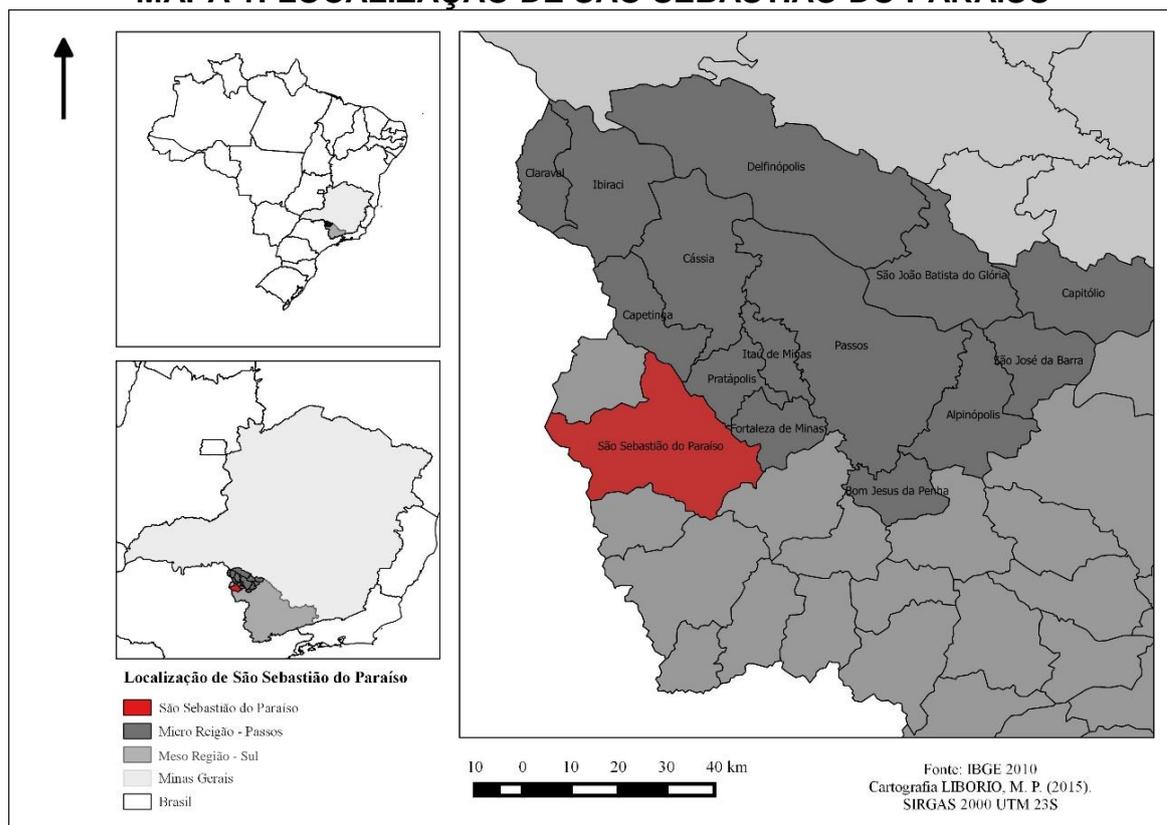
Fonte: Atlas Brasil 2013 (Nações Unidas para o Desenvolvimento).

PIB 2012 (per capita a preços correntes): 18.658,41 reais

Fonte: IBGE, e Órgãos de Estatística e Secretarias Estaduais.

Representação geográfica

MAPA 1: LOCALIZAÇÃO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO



A Contextualização do IPTU

A primeira aparição do imposto sobre a propriedade imobiliária registrada no Brasil foi chamada de décima predial e ocorreu em 1815. O tributo de cobrança anual, instituído pela Coroa Portuguesa, tinha como base de cálculo o rendimento líquido

dos proprietários de prédios urbanos das cidades, vilas e lugares do Brasil (CARRARA, 2006).

O imposto predial, hoje chamado de IPTU, se tornou o tributo mais utilizado pela administração pública municipal. A imunidade às oscilações de curto prazo da atividade econômica e a imobilidade tributária garantem a previsibilidade arrecadatória e elimina a evasão do pagamento do imposto pela mudança de domicílio dada à impossibilidade física de transferência de propriedade (REZENDE, 2010).

Em São Sebastião do Paraíso a receita tributária auferida com o IPTU de 2014 foi de R\$ 4,35 milhões de reais conforme o relatório consolidado do município do Sistema de Informações Municipais. Esta arrecadação representa mais de 30% da receita tributária total do município.

O IPTU é de competência municipal; seu fato gerador é a propriedade localizada na zona urbana, com dimensão prevista em lei ordinária municipal, observado o requisito mínimo da existência de melhoramentos construídos ou mantidos pelo Poder Público do Município. A propriedade é o domínio útil ou a posse de Bem Imóvel por natureza ou por acessão física, sendo esta a base do cálculo do imposto caracterizado como valor venal, com base na planta genérica de valores (BRASIL, 1966). Apesar de desfrutar de um nível relativamente elevado de autonomia, os municípios enfrentam dificuldades significativas políticas, administrativas, jurídicas e financeiras, para melhorar a administração do tributo sobre a propriedade (CARVALHO, 2014).

A formulação geral do IPTU pode ser descrita como: $I = \text{valor do imóvel} \times \text{alíquota}$, e sofre intervenções de cada município criando inúmeras variações. A fórmula de cálculo do IPTU em São Sebastião do Paraíso é descrita na Lei Municipal n.º 1.773/89. A base de cálculo do imposto é o valor venal do Bem Imóvel e que; em se tratando de prédio é dado pela multiplicação do valor do metro quadrado referente ao seu padrão de construção, para cada tipo de edificação, aplicados os fatores corretivos dos componentes do imóvel, pela área construída, somando-se o resultado ao valor do terreno, observado o padrão da construção (ótima R\$120,00; boa R\$ 84,00; regular R\$ 62,00; e má R\$ 56,00); ou em se tratando de terreno, pela multiplicação do valor do metro quadrado do logradouro que o imóvel faz frente e constantes da Planta Genérica de Valores (PGV), pela sua área e medidas, aplicados os fatores corretivos (SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, 1989)

A estrutura complexa de cálculo torna os custos administrativos e políticos do IPTU maiores do que os de outros tributos. A administração pública municipal evita atacar o problema, se empenhando exclusivamente em estratégias mais simples, porém exaustivas, como no recadastramento e na reavaliação de imóveis (CARVALHO, 2014). O reajuste do IPTU em São Sebastião do Paraíso no ano de 2013, não diferente do exposto acima foi baseado no índice de inflação da IPC-FIPE que foi de 4,92%.

O uso da análise espacial no enfrentamento do problema atribui ao espaço geográfico informações suficientes para os mais variados modelos matemáticos e aproxima o problema de uma proposta aplicável, capaz de distribuir justamente o ônus do tributo sem prejuízo à governança municipal (KELLY, 2003).

A distribuição justa do ônus tributário abarca a ideia de que os mais capazes devem pagar mais impostos (princípio da eficiência e progressividade tributária); pessoas semelhantes devem pagar impostos semelhantes (princípio da equidade horizontal); e quem se beneficia dos bens públicos, deve contribuir mais (princípio do benefício) (GLOBO, 2013). A tributação ideal procura na sua coleta valorizar o bem-estar social e dividir a carga tributária entre os indivíduos, conforme suas respectivas capacidades individuais de contribuição. A cobrança do tributo deve incorporar o ônus dos benefícios que ele usufrui dos bens públicos (REZENDE, 2010).

O modelo de otimização para alíquotas do IPTU socialmente mais justas (SÁ, 2013), procura maximizar a arrecadação tributária municipal restringindo as alíquotas à capacidade contributiva da população. O modelo aplica programação matemática não linear alterando as alíquotas do IPTU observando a distribuição de renda na procura da equidade social. Apesar de apresentar resultados positivos no âmbito do aumento da arrecadação (eficiência) com melhor distribuição do ônus tributário (equidade), o trabalho negligencia o espaço geográfico como agente ativo nas relações de causa e efeito dos fenômenos urbanos. Adicionalmente a apresentação cartográfica é comprometida dado que as informações estão dissociadas do espaço geográfico impedindo aplicar as alíquotas encontradas diferenciadamente no espaço urbano (SÁ, 2013).

A aplicação da metodologia de avaliação de preços de imóveis e terrenos através de Modelos estatísticos aditivos generalizados para posição, escala e forma, apresentou resultados positivos para a melhoria da qualidade do cadastro de imóveis.

A técnica empregada estatística é capaz de descrever com maior grau de adequação as inter-relações entre variáveis e conseqüentemente uma maior uniformidade dos níveis de avaliação entre imóveis distintos. O modelo contribui tanto na promoção da justiça fiscal entre os desiguais (equidade vertical) como para eficiência tributária. Na ótica da eficiência, os resultados implicam ajuste da planta genérica de valores para preços de mercado (FLORENCIO; CRIBARI-NETO; OSPINA, 2011a), (FLORENCIO; CRIBARI-NETO; OSPINA, 2011b). A aplicação do princípio da dependência espacial, se fosse aplicada, produziria ajustes necessários em razão da notória interação espacial entre os bens imóveis em função da distância de sua vizinhança.

A dimensão do estudo torna o problema uma fonte de abordagens concretas nas questões da eficiência e equidade (JENSEN-BUTLER, 1999). As abordagens sobre eficiência e equidade tributária formuladas com métodos econométricos e estatísticos (CARVALHO, 2014), (SÁ, 2013), (FLORENCIO; CRIBARI-NETO; OSPINA, 2011a), (FLORENCIO; CRIBARI-NETO; OSPINA, 2011b), (BAHL; WALLACE, 2008), (LYNCH; RASMUSSEN, 2004), (BERRY, 2001), (LEVEN, 1976), (TIEBOUT, 1956) utilizam informações sem possibilidade de representação geográfica.

3.2. Materiais

A pesquisa utiliza o Censo Demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o mapa da malha municipal e os setores censitários do município de São Sebastião do Paraíso, o contorno do estado de Minas Gerais e micro dados censitários do ano de 2010.

O Censo Demográfico é uma fonte única de informações do país, onde todos os domicílios são visitados formando a mais complexa operação estatística do país. O setor censitário é “a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural” (IBGE 2010a).

As bases cartográficas utilizam como referência geodésica e cartográfica o Sistema Geográfico – Sistema de Coordenadas Latitude/Longitude, Sistema Geodésico – SIRGAS 2000. As bases cartográficas estão na escala original de trabalho - 1: 250.000, sem supressão de pontos, de acordo com critérios técnicos preestabelecidos pelo IBGE (IBGE, 2010c). Adicionalmente foi utilizado o mapa de

arruamento da cidade de São Sebastião do Paraíso que está disponível na escala de 1: 10.000 (DIGIBASE, 2008).

Os micros dados (IBGE 2010b) apresentam a situação do setor em rural ou urbana, sendo nesta pesquisa selecionada os códigos: 1 (área urbanizada de cidade ou vila), 2 (área não-urbanizada de cidade ou vila) ou 3 (área urbana isolada). A informação do código “tipo do setor”, indica uma característica fundamental da usabilidade daquele setor na pesquisa: a existência de domicílios. Deste modo são excluídos os setores especiais (bases militares, alojamentos, acampamentos, embarcações, aldeia indígena, penitenciárias, asilos, orfanatos, conventos, hospitais, e projetos de assentamentos rurais).

Foram utilizadas 53 variáveis extraídas do registro de domicílios, do entorno e da renda, conforme tabela 1 abaixo:

TABELA 1: VARIÁVEIS PRESENTES NOS SETORES CENSITÁRIOS EXTRAÍDOS DO CENSO 2010 – IBGE

Classificação da Informação	Variáveis
Espécie	Domicílio particular permanente ocupado / Domicílio particular permanente ocupado sem entrevista realizada / Domicílio particular improvisado ocupado e Domicílio coletivo com morador.
Tipo de espécie	Casa / Casa de vila ou em condomínio: Casa de vila / Apartamento: quando localizado em edifício.
Domicílio condição de ocupação	Próprio de algum morador / Alugado / Cedido por empregador e Cedido de outra forma.
Cômodos como dormitório número	Número de quartos ou de qualquer outro cômodo que estiver servindo habitualmente de dormitório aos moradores.
Banheiro	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores / Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial / Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário / Domicílios particulares permanentes com 1 / 2 / 3 / ...9 banheiros de uso exclusivo dos moradores.
Esgotamento sanitário	Rede geral de esgoto ou pluvial / Fossa séptica e Fossa rudimentar.
Abastecimento de água	Domicílio particular permanentes do tipo casa com abastecimento de água da rede geral.
Lixo	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado / Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza / Domicílios particulares permanentes com lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza / Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade / Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade.
Energia elétrica	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica de companhia distribuidora / Domicílios particulares permanentes com

	energia elétrica de outras fontes / Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica / Domicílios particulares permanentes com energia elétrica de companhia distribuidora e com medidor de uso exclusivo.
Moradores	Domicílios particulares permanentes com 1 / 2 / 3 /... 10 ou mais moradores.
Rendimento	Rendimento nominal mensal obtido.
Informações do Entorno foram coletadas para 96% dos setores urbanos.	Iluminação Pública / Pavimentação / Arborização / Bueiro/boca de lobo / Lixo acumulado nos logradouros / Esgoto a céu aberto / Meio-fio/guia / Calçada / Rampa para cadeirante e Cobertura.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3. Métodos e Técnicas

A aplicação de métodos e técnicas permite examinar grandes conjuntos de informações, explicar fenômenos geográficos, bem como tendências e padrões espaciais para formular soluções e modelos (ALENCAR; BARROSO; ABREU, 2014). A identificação de variáveis dependentes ou explicativas, e conseqüentemente da relação de causas e efeitos dos fenômenos elevam a compreensão das interações do espaço urbano possibilitando a tomada de decisões ótimas que promovem a equidade e justiça.

Seleção de variáveis (análise de agrupamento)

A criação de grupos de indivíduos ou objetos significativamente semelhantes tem como base as similaridades de atributos, padrões ou comportamentos, que formam agrupamentos mutuamente excludentes contribuindo para verificar relações de dependência entre atributos (ALENCAR; BARROSO; ABREU, 2014).

Os agrupamentos feitos por algoritmos hierárquicos procuram selecionar o grupo de variáveis que compõe o entorno e os domicílios com maior dependência espacial. O objetivo é selecionar as variáveis que melhor explicam a presença do Bem Público e imóvel nos setores censitários.

A aplicação do método hierárquico permite estimar um número adequado de agrupamentos de acordo com as características das observações avaliadas, sem que o pesquisador tenha de fazer esta escolha previamente (AZEVEDO; ANZANELLO, 2015). O emprego da técnica não assegura, por si só, a melhor explicação do fenômeno espacial, cabendo ao geógrafo analisar e verificar os resultados encontrados frente à realidade do problema geográfico testando sua usabilidade para compor uma nova e mais rica representação ou explicação do fenômeno (ALENCAR;

BARROSO; ABREU, 2014). Estes testes de usabilidade são trabalhados nas duas técnicas a seguir.

Normalização de variáveis (representação geográfica em diferentes escalas)

A normalização é um mecanismo de transformação utilizada para converter as escalas das variáveis escolhidas, pois estas têm significado físicos diferentes e, conseqüentemente, expressas em unidades diferentes e suas escalas não são comensuráveis. Tomando esta consideração uma comparação de qualidade entre as variáveis é impossível. A operação para unificação das escalas das variáveis é chamada de normalização (PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011). Assim a normalização das variáveis é dada pela fórmula:

$$x_n = \frac{x_1 - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$$

Onde,

x_n = Variável normalizada

x_1 = Variável observada

$\min x_{ij}$ = Variável de menor valor

$\max x_{ij}$ = Variável de maior valor

O resultado da normalização permitirá representar no mapa as variáveis de diferentes escalas de forma que possam ser comparadas e analisadas.

Correlação de variáveis (medida de associação)

A aplicação da técnica de correlação é útil para validar os resultados da etapa de agrupamento de variáveis, pois se deseja confirmar a afirmativa de que o agrupamento de variáveis pode explicar o espaço. Para isto é necessário que estas variáveis estejam correlacionadas de acordo com os setores censitários e seu grau de explicação estatisticamente significativo.

A correlação é o coeficiente que indica a força da associação entre as variáveis. O sinal positivo ou negativo indica a direção da relação. O valor pode variar de menos um (-1) a mais um (+1). Valores iguais ou próximos de -1 e +1 indicam que a relação é perfeita ou quase perfeita. A direção ou sinal da correlação indica se a relação é inversa ou não (HAIR et al. 2009). A fórmula de cálculo do coeficiente de correlação é apresentada abaixo:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(x, y)}{\sqrt{var(x) \times var(y)}}$$

Onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis, e $\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$ e $\bar{y} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n y_i$ são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

A confirmação das variáveis que melhor explicam a infraestrutura pública e privada nos setores censitários permite iniciar a fase explicativa, quando se procura identificar relações de causa e efeito e testá-las.

Redução de variáveis (explicação espacial)

A técnica de análise de componentes principais (ACP), largamente associada a modelos de análise espacial (PANAGOPOULOS; DE JESUS; BEN-ASHER, 2015), (GAO et al. 2009), (DENIS; PEREIRA, 2014), é muito usada para eliminar a redundância de variáveis criando uma nova variável, chamada de componente principal (ALENCAR; BARROSO; ABREU, 2014).

A função da ACP é estabelecida pela notação onde x é um vetor de p aleatório de variáveis com matriz Σ de covariância. O componente principal k th, para $k = 1; 2; \dots; p$, é a função linear de x , $\alpha_k^1 x$, o que maximiza $var[\alpha_k^1 x] = \alpha_k^1 \Sigma \alpha_k$ sujeito a $\alpha_k^1 \alpha_k = 1$, e $(k > 1), \alpha_k^1 \alpha_j = 0, j < k$. Deste modo os pesos fornecem composição em relação às variáveis, pois decorrem da maximização da variância entre as variáveis latentes z (JOLLIFFE, 2000).

Ao fim desta etapa uma nova variável é gerada para cada setor censitário e que é utilizada no cálculo de autocorrelação espacial ou Índice de Moran, na avaliação de existência de interação espacial. A função matemática obtida pela transformação linear que maximiza a variabilidade dos dados é ao mesmo tempo capaz de sintetizar nesta função explicativa o conjunto de variáveis do componente principal (ALENCAR; BARROSO; ABREU, 2014). Esta função da ACP inclui todas as variáveis e seus respectivos coeficientes representando o máximo de explicação destas variáveis, tornando-se a base da fórmula de maximização da arrecadação.

Ajuste do erro gráfico

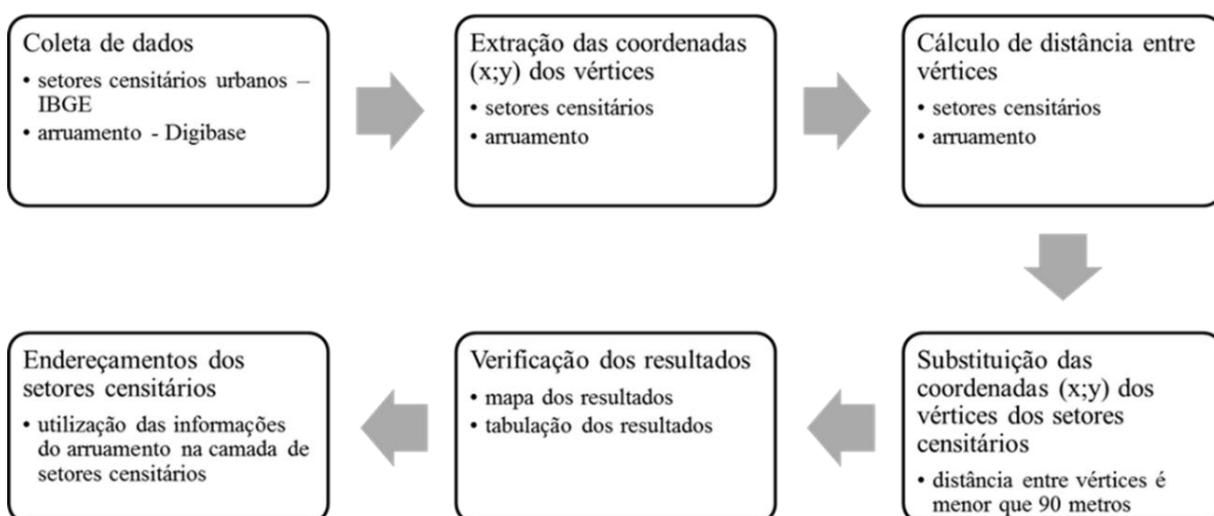
As operações espaciais com sobreposições multicamadas devem respeitar princípios de escala, sistema de coordenadas e projeção cartográfica, evitando o erro gráfico. O erro gráfico aumenta de intensidade com a diminuição da escala levando a

deslocamentos que ficam evidentes entre mapas com escalas muito diferentes (ROSA, 2011), (FITZ, 2008).

A elaboração de mapas de áreas pequenas, por exemplo, o arruamento do espaço urbano, provoca distorções negligenciáveis de erro gráfico (ROSA, 2011); fato contrário ocorre em recortes de grandes áreas como é o caso dos mapas censitários. Desta forma a sobreposição das camadas censitárias e de arruamento urbano provoca erros que impactarão no contexto desta pesquisa em valores distorcidos do tributo a pagar (LIBÓRIO, 2014).

O método de ajuste gráfico analisa as distâncias dos vértices das camadas sobrepostas, alterando os pares de coordenadas do mapa de menor escala pelos pares de coordenadas correspondentes do mapa de maior escala (LIBÓRIO, 2014). A figura 2 resume as etapas para correção do erro gráfico.

FIGURA 2: MÉTODO DE AJUSTE DO ERRO GRÁFICO



Fonte:(LIBÓRIO, 2014).

3.4. Métodos de Otimização (equidade e eficiência fiscal)

A formulação da solução é composta da aplicação de métodos de otimização para construir uma decisão estratégica correta consolidada por uma função de ajuste do IPTU que maximiza a arrecadação (eficiência fiscal) e minimiza a injustiça tributária (equidade fiscal).

A decisão estratégica correta significa a alternativa de um possível conjunto de alternativas, em que, considerando todos os fatores diversificados e restrições, um valor global será encontrado favorecendo a realização do objetivo desejado (POSPELOV; PUSHKIN, 1972 *apud* PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011). A tomada de decisões corretas acerca do dilema fruto da inter-relação entre eficiência e

equidade é importante para gerar o crescimento da economia urbana concomitantemente com as transformações em benefício da igualdade e justiça (JENSEN-BUTLER, 1999).

Equidade Fiscal

A função de equidade fiscal procura minimizar a situação de injustiça e inequidade fiscal que está associada a dois princípios fundamentais do direito tributário: a capacidade contributiva e a progressividade fiscal (PAYERAS; CUNHA, 2004).

O problema de otimizar a equidade pode ser formalmente apresentado por uma função objetivo do tipo em que L é um conjunto de soluções viáveis definidas por restrições e que para resolver o problema deve se encontrar um vetor $x^0 = \arg \text{extr}_{x \in L} F(x)$, em que este vetor atenda argumentos numéricos do problema para obtenção de uma solução única, sem orientação ou assistência do tomador de decisão (PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011).

A distribuição dos benefícios e dos custos dos impostos em diferentes grupos de renda e áreas dentro da cidade exige definições e adequações nas políticas e novas abordagens no combate à desigualdade social (JENSEN-BUTLER, 1999). O problema pode ser abordado, por exemplo, como um caso de alocação de recursos de múltiplos objetivos e tratado por funções lineares (EKEL; GALPERIN, 2003). A aplicação de métodos de otimização lineares ou não lineares a problemas com múltiplos objetivos procura estabelecer uma decisão ótima (MIETTINEN, 2012).

A função objetivo do sacrifício tributário minimiza a desigualdade baseada no princípio da capacidade contributiva e progressividade fiscal procurando a melhor distribuição do ônus tributário sem impactos negativos na arrecadação total (CARVALHO, 2014). A função observa as restrições da arrecadação mínima, os limites superiores e inferiores das alíquotas, alocando a repartição proporcional dos recursos, ignorando interesses individuais, buscando no conjunto de soluções o equilíbrio ideal que minimiza as perdas (EKEL; GALPERIN, 2003). A função de sacrifício tributário é obtida a partir do conjunto de dados de renda coletados do censo 2010 em cada um dos setores censitários.

Eficiência Fiscal

A otimização da eficiência tributária pode ser definida como a maximização da alocação ótima de recursos ao longo do tempo, estando relacionada à distribuição da demanda ou renda (ou utilidade) entre os membros da sociedade, ou em uma interpretação mais abstrata, ao bem-estar como uma expressão de satisfação (JENSEN-BUTLER, 1999). Para atingir este objetivo técnicas de otimização e tomada de decisões racionais são utilizadas para auxiliar o administrador público em decisões mais corretas (PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011).

A relação da urbanização como causa do aumento da demanda por bens públicos teria como efeitos o alargamento da base tributária em três ordens. O aumento da densidade de imóveis, as valorizações ocorridas pela infraestrutura pública e pela valorização imobiliária. O produto final é um crescimento equilibrado entre recursos e necessidades de serviços urbanos (MANKIW, 2001), (REZENDE, 2010).

A eficiência tributária, sendo requisito fundamental para o financiamento dos encargos governamentais demanda otimizar a arrecadação para enfrentar o crescente aumento dos gastos públicos (REZENDE, 2010). O problema de otimização está associado com a busca de um extremo (mínimo ou máximo) de uma função, que reflita um objetivo observando restrições (PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011). No caso da presente pesquisa podemos inventariar para fins didáticos as restrições financeiras, legais, normativas ou tecnológicas.

A função obtida pela ACP é submetida à formulação geral da maximização linear indicando os passos para maximizar a arrecadação através de intervenções do governo municipal no aparelho público.

4. RESULTADOS

A partir da observação do lugar e das coisas desse lugar, o geógrafo é capaz de descrever, definir, agrupar e analisar o espaço observado (ALENCAR; BARROSO; ABREU, 2014) maximizando a eficiência e equidade social através de políticas públicas advindas de decisões estratégicas corretas (JENSEN-BUTLER, 1999).

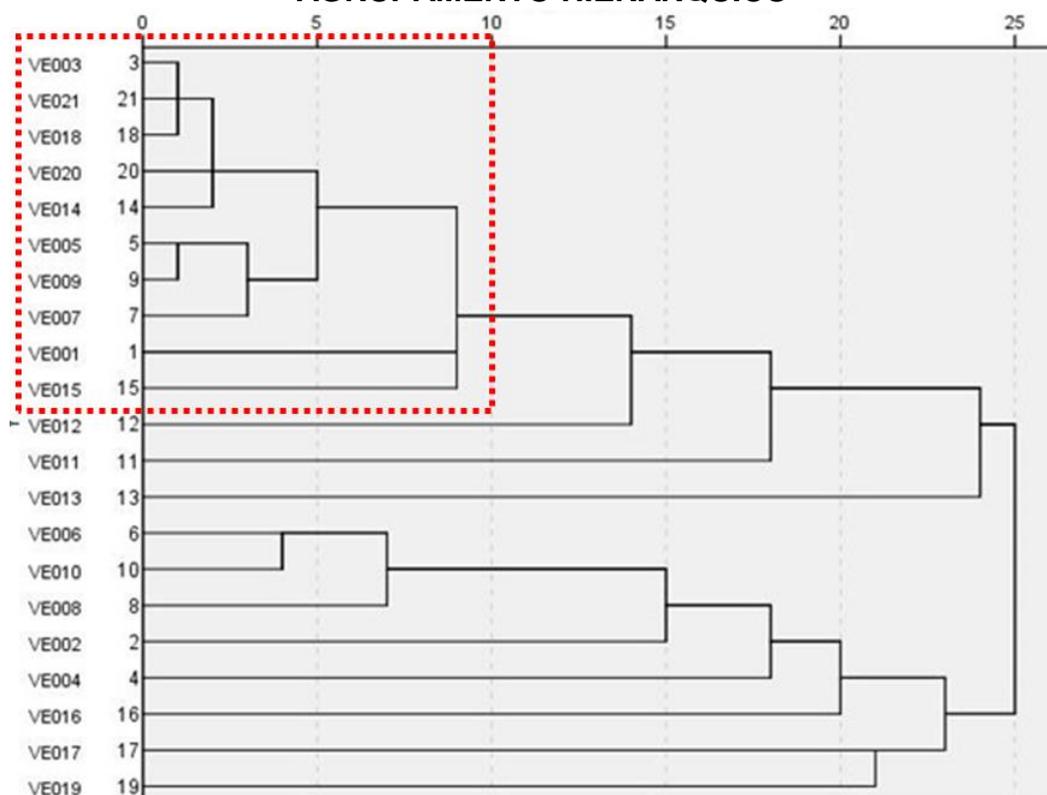
Os resultados de cada etapa após testados por técnicas de correlação e autocorrelação são analisados através de mapas. A visualização de mapas traz vantagens na obtenção de análises da classificação mapeada pelas intensidades em cartogramas coropléticos que permite identificar os imóveis pertencentes a cada determinada classificação (LAUDARES, 2014). O cartograma coroplético é uma representação gráfica de informações discretas no espaço por critérios propiciando a análise cartográfica de uma realidade (CASTRO; DINIZ, 2013).

4.1. Seleção, representação e correlação de variáveis

Os dados estão divididos e classificados em três conjuntos de informações de acordo com a característica de divisibilidade e imobilidade. As informações do entorno ou Bem Público permitem que várias pessoas se desfrutem dele sem prejuízo de nenhuma, pois uma pessoa que se beneficia de um Bem Público não diminui o benefício de qualquer outra. (MANKIW, 2001). As informações do domicílio ou Bem Imóvel por vez é indivisível e imóvel pois uma pessoa não pode levar consigo seu imóvel para outro município como faz com sua renda.

A estrutura de grupos visualizada nos gráficos de dendrograma e destacadas por recortes permite analisar a forma de ligação entre as variáveis com maiores semelhanças que foram selecionadas para sintetizar o Bem Público e imóvel (LINDEN, 2009). O gráfico 1 apresenta as variáveis do entorno utilizadas na análise bem como indica as variáveis selecionadas para explicar o Bem Público.

GRÁFICO 1: SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DO BEM PÚBLICO – MÉTODO DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO



Fonte: Elaborado pelo autor

As variáveis do Bem Público (entorno) dos setores urbanos selecionadas pelo método de agrupamento hierárquico são apresentadas e sua descrição detalhada na tabela 2.

TABELA 2: VARIÁVEIS SELECIONADAS QUE CONSTITUEM E EXPLICAM A PRESENÇA DO BEM PÚBLICO NOS SETORES CENSITÁRIOS ANALISADOS

Variável	Descrição
Iluminação pública	existia pelo menos um ponto fixo (poste) de iluminação pública.
Pavimentação	no trecho do logradouro, na face percorrida, existia pavimentação, ou seja, cobertura da via pública com asfalto, cimento, paralelepípedos, pedras etc.
Arborização	existia arborização na rua ao longo da calçada ou canteiro central, mesmo que apenas em parte mesmo quando existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio
Bueiro/boca de lobo	existia abertura de acesso às caixas subterrâneas, por onde escoam a água proveniente de chuvas, as regas etc. Bueiro/boca de lobo não se confunde com tampões para acesso a galerias subterrâneas.
Lixo acumulado nos logradouros	existia local de depósito e acúmulo de lixo.
Esgoto a céu aberto	existia vala, córrego ou corpo d'água onde habitualmente ocorria lançamento de esgoto doméstico; ou valeta, por onde escorria, na superfície, o esgoto doméstico a céu aberto.
Meio-fio/guia	existia meio-fio/guia, ou seja, borda ao longo do logradouro.

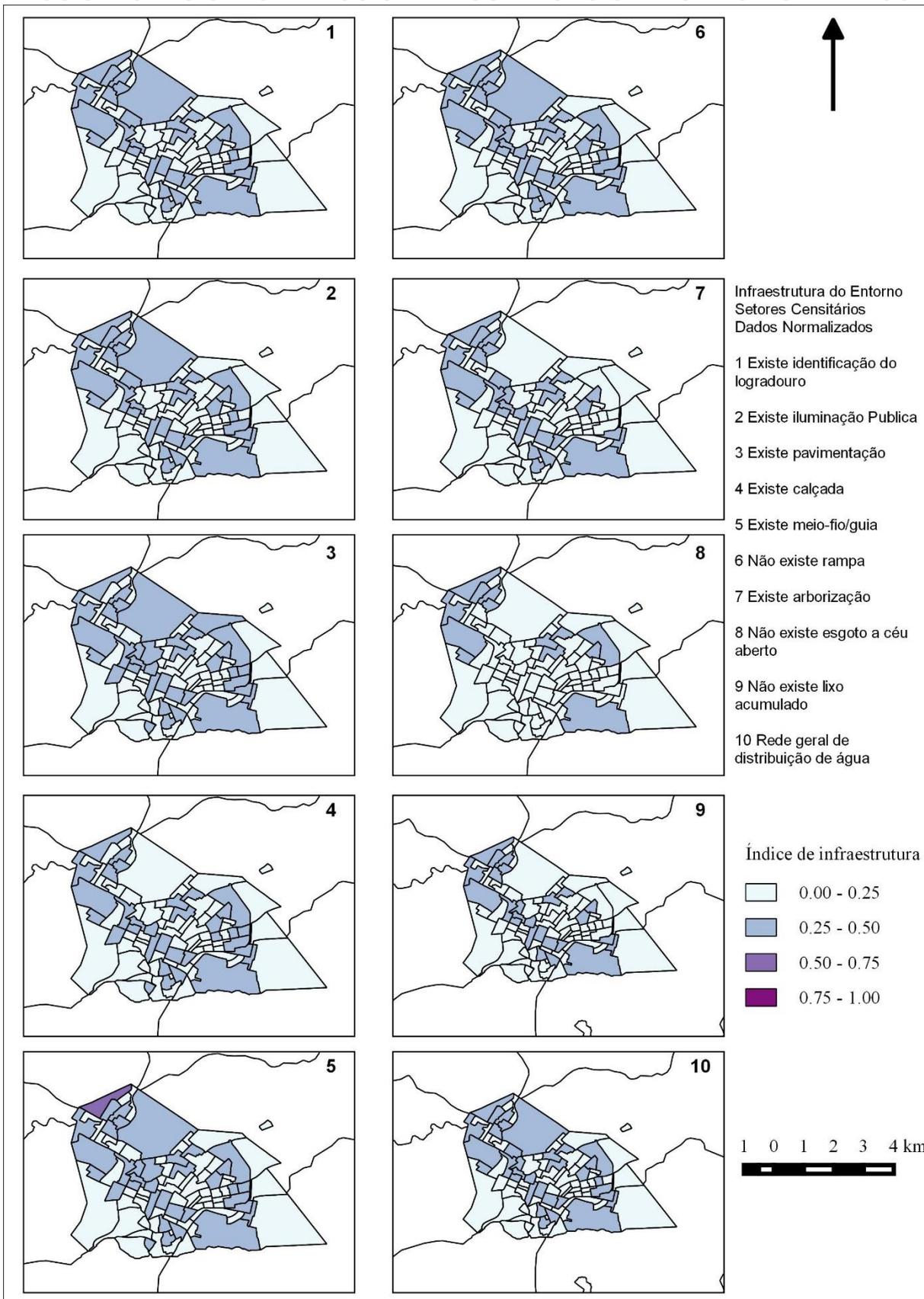
Calçada	existia calçada/passeio, ou seja, caminho calçado ou pavimentado, destinado à circulação de pedestres, quase sempre mais alto que a parte do logradouro em que trafegam os veículos.
Rampa para cadeirante	existia rampa, ou seja, rebaixamento da calçada ou meio-fio/guia, geralmente nas proximidades das esquinas, destinado especificamente para dar acesso a pessoas que utilizam cadeira de rodas. Não foram consideradas rampas para acesso de veículos.

Fonte: IBGE 2010b

O Bem Público assim definido pela característica de consumo coletivo só ocorrerá em áreas urbanas com demanda em escala suficiente para prestação de bens como parques, melhoria ambiental, coleta de lixo, iluminação pública, controle de tráfego, proteção da polícia (JENSEN-BUTLER, 1999).

O mapa 2 representa as variáveis selecionadas na etapa de agrupamento e mostra a distribuição espacial da presença dos equipamentos públicos nos setores censitários urbanos de São Sebastião do Paraíso. As variáveis foram normalizadas para fins de comparação de variáveis de diferentes escalas.

MAPA 2: PRESENÇA DE INFRAESTRUTURA QUE COMPÕE O BEM PÚBLICO NOS SETORES CENSITÁRIOS URBANOS DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO



Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados após selecionados e apresentados no mapa são analisados quanto ao grau de dependência. A dependência das variáveis está associada a coeficientes altos de explicação, (acima de 0,8) sugerindo a existência de relações de causa e efeito conferindo poder de explicação para os fenômenos. A tabela 3 revela, que entre as variáveis selecionadas para simbolizar e explicar o Bem Público, mais de 70% dos coeficientes de correlação são maiores que 0,8.

TABELA 3: CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS BEM PÚBLICO

	VE001	VE003	VE005	VE007	VE009	VE014	VE015	VE018	VE020	VE021
VE001	1									
VE003	0,681148	1								
VE005	0,72644	0,893928	1							
VE007	0,720394	0,774867	0,888917	1						
VE009	0,718239	0,867204	0,960778	0,896914	1					
VE014	0,588711	0,94391	0,821461	0,684514	0,790744	1				
VE015	0,581691	0,711035	0,664806	0,661154	0,675246	0,637953	1			
VE018	0,675322	0,972771	0,88701	0,77026	0,860346	0,926149	0,693575	1		
VE020	0,640565	0,945257	0,847933	0,733899	0,821891	0,903621	0,660217	0,942737	1	
VE021	0,670492	0,981734	0,885413	0,770051	0,858498	0,933968	0,69922	0,962186	0,934473	1

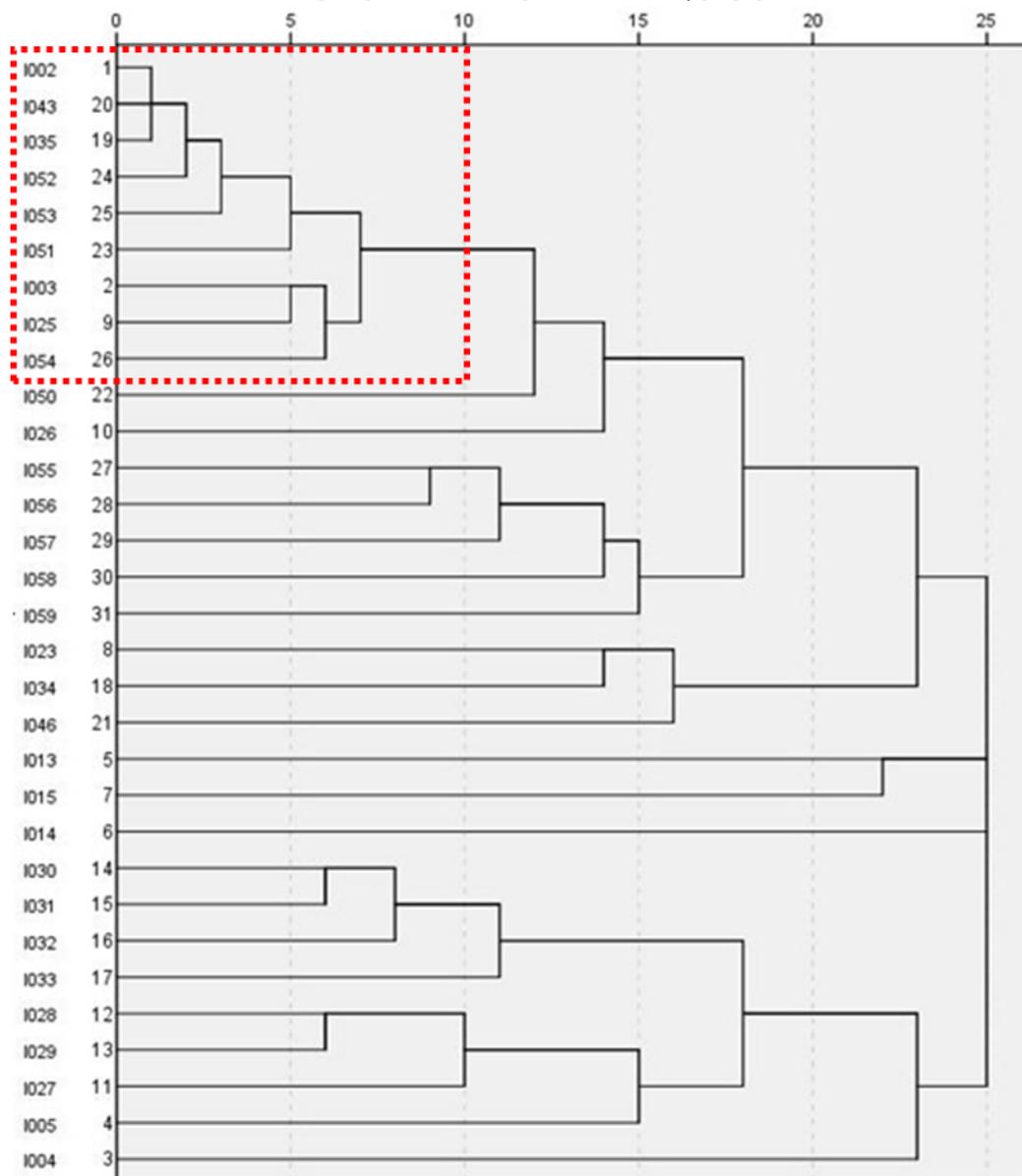
Fonte: Elaborado pelo autor

O Bem Público está associado ao princípio do benefício que propõe atribuir a cada um, o ônus equivalente aos ganhos que se obtém do Bem Público (MANKIWI, 2001). Como veremos as pessoas pagam os impostos com base nos benefícios que recebem dos serviços do poder público. Este princípio tenta tornar os bens públicos semelhantes aos bens privados. Os cidadãos com maior poder econômico deveriam, portanto, pagar mais impostos por se beneficiarem mais de serviços públicos do que os pobres (REZENDE, 2010).

As informações do domicílio foram coletadas para os setores urbanos, considerando que o domicílio é um local estruturalmente separado e independente, definido essencialmente por estes critérios com objetivo de servir de habitação para uma ou mais pessoas. A separação fica caracterizada quando o local de habitação for limitado por paredes, muros ou cercas e coberto por um teto, permitindo a uma ou mais pessoas, que nele habitam, isolar-se das demais, com a finalidade de dormir, preparar e/ou consumir seus alimentos e proteger-se do meio ambiente, arcando, total ou parcialmente, com suas despesas de alimentação ou moradia.

A seleção das variáveis que representam o Bem Imóvel obtida pelo método de agrupamento hierárquico é apresentada no gráfico 2.

GRÁFICO 2: SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DO BEM IMÓVEL – MÉTODO DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO



Fonte: Elaborado pelo autor

As variáveis do Bem Imóvel (domicílios) selecionadas pelo método de agrupamento hierárquico são apresentadas e detalhadas na tabela 4.

TABELA 4: VARIÁVEIS SELECIONADAS QUE CONSTITUEM E EXPLICAM A PRESENÇA DO BEM IMÓVEL NOS SETORES CENSITÁRIOS ANALISADOS

Variável	Descrição
Situação do domicílio	urbana ou interna ao perímetro da cidade (sede municipal) conforme definido na Lei Municipal vigente; e rural, abrangendo todas as áreas situadas fora dos limites urbanos.
Domicílio particular permanente	construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.
Morador	pessoa que tem o domicílio como local habitual de residência.

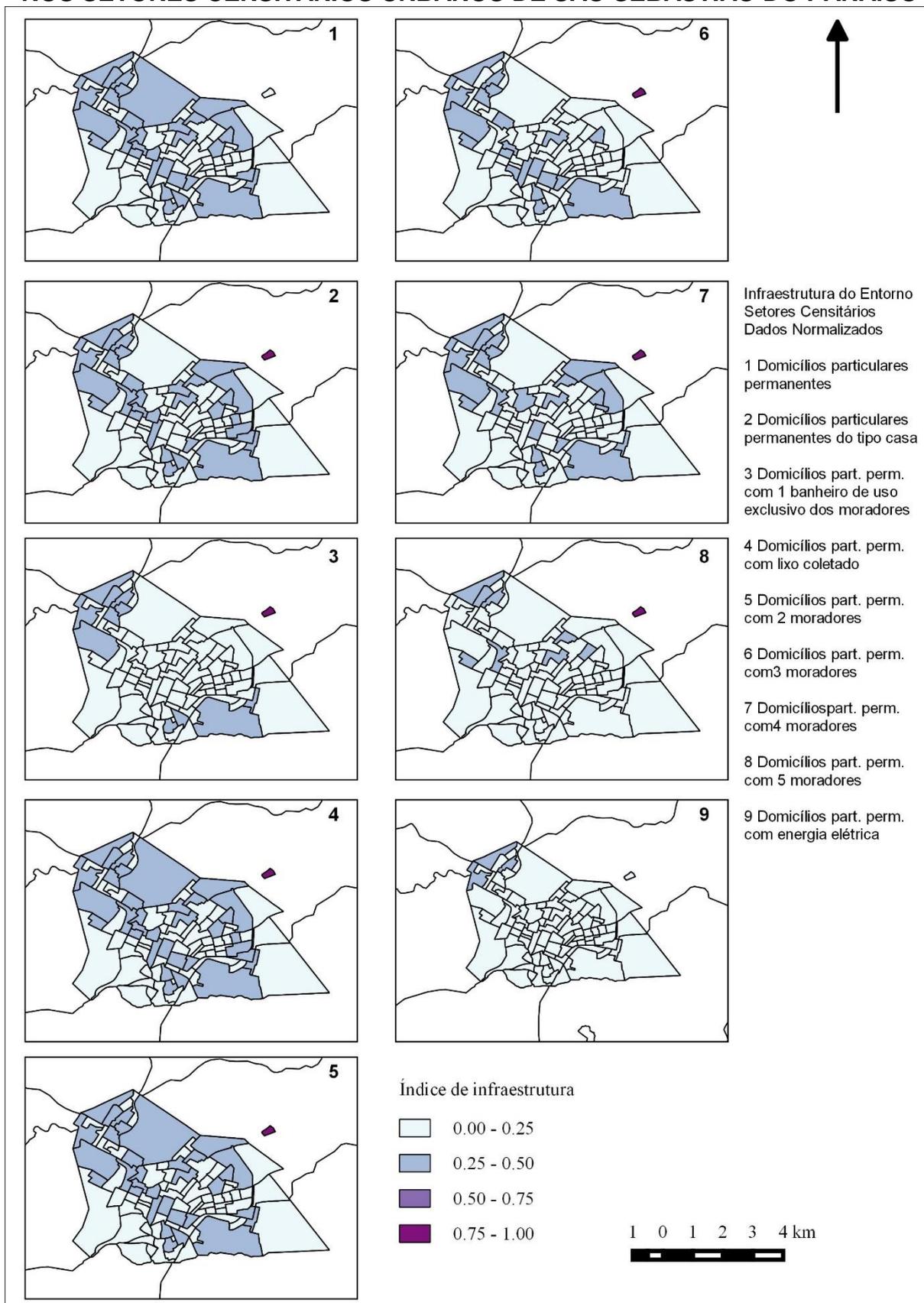
Domicílio do tipo casa	edificação de um ou mais pavimentos ocupados integralmente por um único domicílio com acesso direto ao logradouro independentemente do material utilizado em sua construção.
Casa em condomínio	casa localizada em conjunto residencial constituído de dependências de uso comum.
Domicílio tipo apartamento	edificação de um ou mais andares, com mais de um domicílio, servidos por espaços comuns.
Cômodo	compartimento do domicílio coberto por um teto e limitado por paredes, inclusive banheiro e cozinha de uso exclusivo dos moradores do domicílio.
Banheiro	cômodo que dispunha de chuveiro (ou banheira) e vaso sanitário (ou privada) e de uso exclusivo dos moradores, inclusive os localizados no terreno ou na propriedade.
Forma de abastecimento de água	existência de rede geral de distribuição de água.
Destino do lixo	existência de coleta do lixo proveniente do domicílio.
Energia elétrica	existência de energia elétrica.

Fonte: (IBGE 2010b)

O Bem Imóvel como visto está associado ao fato gerador e à base de cálculo do IPTU. O Bem Imóvel, definido na lei civil, é caracterizado como propriedade predial e territorial urbana, localizado na zona urbana municipal, o solo e tudo quanto se lhe incorporar natural ou artificialmente. A concepção de natureza é o solo, com sua superfície, os seus acessórios naturais e adjacências, compreendendo árvores, espaço aéreo e subsolo. A concepção de acessão física é tudo quanto o homem incorporar permanentemente ao solo, como a semente lançada ao solo, os edifícios e construções, de modo que não se possa retirar sem destruição, modificação ou dano (BRASIL, 1966), (SABBAG, 2013).

O mapa 3 representa a presença das variáveis selecionadas como de bens imóveis nos setores censitários urbanos de São Sebastião do Paraíso. Os dados foram previamente normalizados para fins de comparação, o que permite comparar variáveis em diferentes escalas.

MAPA 3: PRESENÇA DE INFRAESTRUTURA QUE COMPÕE O BEM IMÓVEL NOS SETORES CENSITÁRIOS URBANOS DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO



Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 5 mostra que aproximadamente 70% dos coeficientes de correlação das variáveis representadas no mapa do Bem Imóvel são maiores do que 0,8. O resultado confirma a existência de dependência entre as variáveis e que a presença delas em conjunto confere elementos para explicar o espaço.

TABELA 5: CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO BEM IMÓVEL

	I002	I003	I025	I035	I043	I050	I051	I052	I053	I054
I002	1									
I003	0,813006	1								
I025	0,802347	0,843132	1							
I035	0,985113	0,793865	0,778181	1						
I043	0,99739	0,813537	0,80198	0,988326	1					
I050	0,683708	0,389141	0,45011	0,678722	0,686167	1				
I051	0,87266	0,570586	0,579717	0,876476	0,876338	0,759988	1			
I052	0,943759	0,773602	0,758697	0,94292	0,946603	0,567663	0,815363	1		
I053	0,908298	0,816243	0,743821	0,902408	0,910448	0,429429	0,692338	0,868008	1	
I054	0,790029	0,807955	0,774367	0,765678	0,78989	0,298885	0,489619	0,713394	0,797893	1

Fonte: Elaborado pelo autor

A informação coletada da renda é constituída apenas pelo dado, renda, que é utilizado no cálculo da otimização da equidade fiscal e apresentada na tabela 6.

TABELA 6: VARIÁVEL DE RENDIMENTO POR SETOR CENSITÁRIO

Variável	Descrição
Renda	Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares permanentes urbanos

Fonte: (IBGE 2010b)

4.2. Explicação espacial

Identificadas e validadas as variáveis que melhor explicam a presença do Bem Público e Imóvel no espaço, a aplicação da técnica de ACP tem o objetivo de sintetizar em uma única variável (componente) a presença das variáveis selecionadas e consequentemente simplificar a explicação espacial.

O cálculo da ACP foi realizado no software estatístico IBM SPSS. O resultado estatístico mostra que apenas uma componente seria suficiente para explicar a totalidade das variáveis selecionadas e consequentemente representar o Bem Público e imóvel.

O índice de significância da ACP atingiu 96,6%, confirmando que apenas uma componente pode explicar com grande significância a presença de todas as variáveis. Assim uma nova variável (componente) é gerada para cada setor censitário. Estas novas variáveis são utilizadas no cálculo do Índice de Moran.

A função matemática gerada na ACP e que traduz a presença dos bens públicos e imóveis nos setores censitários e visualizada abaixo é a base para a formulação da função de otimização da arrecadação.

$$f(x) = 0,0317 X_1 + 0,0646 X_2 + 0,0547 X_3 + 0,0419 X_4 + 0,052 X_5 + 0,0591 X_6 + 0,0341 X_7 + 0,0626 X_8 + 0,0588 X_9 + 0,0634 X_{10} + 0,0646 X_{11} + 0,0424 X_{12} + 0,0397 X_{13} + 0,0644 X_{14} + 0,0492 X_{15} + 0,0589 X_{16} + 0,054 X_{17} + 0,0383 X_{18} + 0,0647 X_{19} ,$$

Onde: X₁ Existe identificação do logradouro; X₂ Existe iluminação Pública; X₃ Existe pavimentação; X₄ Existe calçada; X₅ Existe meio-fio/guia; X₆ Não existe rampa; X₇ Existe arborização; X₈ Não existe esgoto a céu aberto; X₉ Não existe lixo acumulado; X₁₀ Rede geral de distribuição de água; X₁₁ Domicílios particulares permanentes; X₁₂ Domicílios particulares permanentes do tipo casa; X₁₃ Domicílios particulares permanentes com 1 banheiro de uso exclusivo dos moradores; X₁₄ Domicílios particulares permanentes com lixo coletado; X₁₅ Domicílios particulares permanentes com 2 moradores; X₁₆ Domicílios particulares permanentes com 3 moradores; X₁₇ Domicílios particulares permanentes com 4 moradores; X₁₈ Domicílios particulares permanentes com 5 moradores; X₁₉ Domicílios particulares permanentes com energia elétrica.

4.3. Experimentos

Equidade Fiscal

Para a função de minimização do sacrifício tributário, vamos observar a capacidade contributiva dos setores censitário (dados de renda). Aqui, é possível usar um dos princípios de alocação de recursos – princípio de alocação proporcional (como entendido na discussão do problema).

Admitimos, que y_i é o sacrifício tributário do setor censitário i (definido pelo IBGE); d_i é a renda específica (por um domicílio) do setor censitário i ; n é o número de setores censitários; B é o volume de imposto total que o município deve receber.

$$y_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^n d_i} B, \quad i = 1, \dots, n .$$

Onde, $B = R\$50.000,00$. (Tabela 8)

TABELA 7: APLICAÇÃO DA FUNÇÃO DE OTIMIZAÇÃO PARA CÁLCULO DE MINIMIZAÇÃO DO SACRIFÍCIO TRIBUTÁRIO E EQUIDADE FISCAL

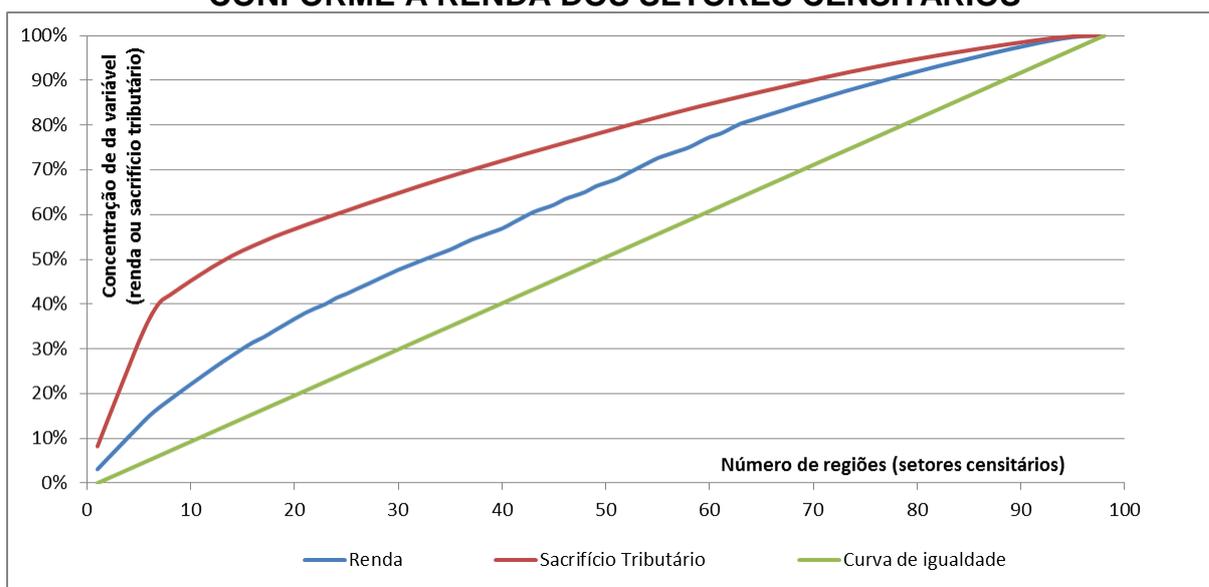
Setor Censitário	Domicílios	Renda Total	Renda Específica	Pagamento do Bairro	Sacrifício Tributário do Setor Censitário
A	230	1.986.354,00	8.636,32	9.624,49	0,48
B	426	2.345.564,00	5.506,01	6.136,01	0,26
C	128	3.456.675,00	27.005,27	30.095,21	0,87
D	356	1.323.888,00	3.718,79	4.144,29	0,31
				50.000,00	

Fonte: Elaborado pelo autor

A aplicação da função objetivo atingiu o resultado esperado possibilitando dobrar a arrecadação minimizando o “sacrifício tributário”. Foi analisado um conjunto de dados que representa o universo dos dados do município. De modo geral, o sacrifício tributário do município de 0,93% ficou 17,7% inferior em relação à carga tributária total que é de 1,13%.

A desigualdade do “sacrifício tributário” é apresentada pela curva de Lorenz. A curva de Lorenz foi desenvolvida para representar uma distribuição relativa de variável em um determinado domínio (LORENZ, 1905). O gráfico 1 mostra a eficácia da função de otimização no âmbito da equidade e progressividade tributária. O alargamento da curva de “sacrifício tributário” próximo ao eixo Y retrata a concentração do imposto nos setores censitários de maior renda.

GRÁFICO 3: CURVA DE LORENZ CONCENTRAÇÃO DO ÔNUS TRIBUTÁRIO CONFORME A RENDA DOS SETORES CENSITÁRIOS



Fonte: Elaborado pelo autor

A área entre a curva e a reta de 45 graus mostra o grau de desigualdade do sacrifício tributário. “O grau de desigualdade pode ser captado pelo tamanho da barriga da curva de Lorenz” (NERI; SOUZA, 2012). A fórmula criada é capaz de distribuir o ônus tributário atribuindo mais impostos para quem tem maior capacidade contributiva.

Eficiência Fiscal

O problema de otimização pode ser complicado do ponto de vista matemático, exigindo um grande volume de tempo de computação para gerar uma solução (PEDRYCZ; EKEL; PARREIRAS, 2011). Através da técnica ACP é apresentada a função matemática, que conforme abaixo (JOHNSON; DEAN, 1992), sintetiza o Bem Público e o Bem Imóvel. Deste modo, a função objetivo que se deseja maximizar considerada abaixo foi aplicada em um cenário com reduzido número de dados.

$$\max f(x) = 0,0317 X_1 + 0,0646 X_2 + 0,0547 X_3 + 0,0419 X_4 + \\ 0,052 X_5 + 0,0591 X_6 + 0,0341 X_7 + 0,0626 X_8 + 0,0588 X_9 + \\ 0,0634 X_{10}$$

Onde: X_1 Existe identificação do logradouro; X_2 Existe iluminação Pública; X_3 Existe pavimentação; X_4 Existe calçada; X_5 Existe meio-fio/guia; X_6 Não existe rampa; X_7 Existe arborização; X_8 Não existe esgoto a céu aberto; X_9 Não existe lixo acumulado; X_{10} Rede geral de distribuição de água.

Limitadas pelas seguintes restrições:

$$\begin{aligned} X_1 &\leq 4 \times \text{o número de logradouros no setor censitário} \\ X_2 &\leq 3 \times \text{o número de logradouros no setor censitário} \\ X_3 &\leq \text{número de logradouros no setor censitário} \\ X_4 &\leq \text{número de domicílios no setor censitário} \\ X_5 &\leq \text{número de domicílios no setor censitário} \\ X_6 &\leq \text{número de logradouros no setor censitário} \\ X_7 &\leq \text{número de domicílios no setor censitário} \\ X_8 &\leq \text{número de logradouros no setor censitário} \\ X_9 &\leq \text{número de domicílios no setor censitário} \\ X_{10} &\leq \text{número de domicílios no setor censitário} \end{aligned}$$

e de acordo com os custos unitários dos investimentos para cada variável representados por Y. Por exemplo: 1 (uma) unidade de X_1 custa R\$ 100,00 (cem reais), ou seja, Y_1 é igual a 100. Assim teremos a restrição orçamentária para investimentos nos equipamentos urbanos representada na função onde o resultado da fórmula, ou seja, do investimento público deverá ser inferior ao imposto acrescido.

$$\sum (x_i - x_j)y_i \leq B * f_x$$

Onde,

x_i = valor observado somado ao valor que se deseja investir
 x_j = valor observado existente no setor censitários
 y_i = custo unitário do equipamento público
 B é o volume de imposto total que o município deve receber
 $f(x)$ é o fator de ajuste de B

Ajuste do erro gráfico

O mapa 4 expõe com setas indicativas o erro gráfico ocasionado pela sobreposição dos setores censitários (polígonos numerados) sobre os eixos das ruas (linhas duplas) da cidade de São Sebastião do Paraíso.

MAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DO ERRO GRÁFICO NA SOBREPOSIÇÃO DOS SETORES CENSITÁRIOS E ARRUAMENTO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO



Fonte: (LIBÓRIO, 2014)

As extrações das coordenadas geográficas dos vértices dos polígonos dos setores censitários e dos vértices dos arruamentos é exposto por círculos e pontos no mapa 5.

A técnica permite ajustar e conferir maior precisão aos recortes dos setores censitários em grande volume e em tempo reduzido com 77,5% de acerto (LIBÓRIO, 2014). A aplicação deste método deve conferir precisão na atribuição dos fatores de ajuste da alíquota para os imóveis conforme seu setor censitário de origem. Espera-se, com este método, nenhum imóvel receba correções indevidas na sua alíquota, fruto da sobreposição de mapas em diferentes escalas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou não só uma visão ampla da segregação sócio espacial e do zoneamento fiscal, mas também uma visão da integração do espaço urbano com variáveis do entorno e dos domicílios. A integração dessas variáveis e seus efeitos espaciais foram relacionadas ao IPTU para criar o fator de aumento da eficiência e equidade tributária. O fator é representado por duas funções de otimização que analisam a distribuição espacial dos bens públicos, imóveis privados e renda.

O município de São Sebastião do Paraíso é o recorte espacial utilizado para demonstrar a aplicação do fator de ajuste do IPTU, indicando que investimentos na renovação urbana beneficiam a todos os grupos sociais e ao governo. Em ambos os casos, seja pelo impacto positivo nos preços dos imóveis ou pelo aumento do valor dos impostos haverá em última análise o aumento do bem-estar da sociedade.

A metodologia através das técnicas de algoritmos, análise de componentes principais e métodos de otimização cria uma expressão matemática geral, aplicável em qualquer outro município para maximizar a equidade e a eficiência fiscal.

As semelhanças e diferenças entre municípios como: tamanho, população e outros será indiferente na replicação da solução, pois os resultados desejados dependem dos dados do município investigado, logo cada município terá um resultado diferente e aderente às suas características econômicas e sociais, ainda que a função matemática seja a mesma.

A observação dos resultados no contexto espacial, diferentemente de outros trabalhos investigados, concede ao administrador municipal distribuir o imposto equanimemente, conforme a característica do lugar onde se edifica a base do imposto, de forma eficiente. Por isto a aplicação da fórmula requer a associação do resultado obtido (função de ajuste) ao domicílio (base do imposto). A associação demanda que os elementos sejam passíveis de operação espacial, neste caso, a área do setor censitário deve imprimir sobre os domicílios nele contido sua respectiva taxa de ajuste.

Os impactos dos investimentos públicos e / ou privados majorando os valores dos imóveis teriam efeitos multiplicadores na valorização das zonas fiscais vizinhas e conseqüentemente no valor da arrecadação municipal. O estabelecimento das zonas fiscais ocorreria naturalmente e de acordo com a dinâmica econômica dos investimentos públicos e privados na cidade. Desta forma, os financiamentos dos investimentos públicos no espaço urbano seriam amortizados pelo aumento da

arrecadação tributária. O aumento da arrecadação por sua vez estaria associado à valorização imobiliária gerada pelos investimentos públicos ali depositados.

O estabelecendo das zonas fiscais estariam associadas não somente com os fatores de ajuste do imposto mas também com o retorno recebido pelas famílias que ali habitem, ou seja, com o grau de bem-estar da população. Seria possível os governos municipais promoverem o bem-estar através da equidade e eficiência fiscal? O fator de correção da alíquota do IPTU seria um processo contínuo de promoção da equidade e que através dos investimentos públicos também possa contribuir para o aumento da arrecadação além do benefício gerados pelos equipamentos e serviços prestados.

A reforma urbana baseada no bem-estar e financiada por um imposto justo e eficiente exige outros cuidados que deverão ser explorados em um trabalho futuro: 1) geração de informações para alimentar o modelo durante o interstício censitário; 2) ajustar os recortes espaciais que são heterogêneos tanto em tamanho como em composição e aplicar o cálculo da interação espacial; 3) utilizar técnicas de aprimoramento espaço temporal (redes neurais / inteligência artificial); 4) explorar qual é o impacto da presença de equipamentos e serviços municipais que estão fora do censo demográfico (escolas, postos de saúde, guarda municipal, transporte e outros).

A pesquisa demandaria futuramente incorporar uma leitura crítica do impacto das intervenções seletivas originadas neste processo da função de otimização da eficiência fiscal. Os resultados não deveriam incorrer em prejuízos maiores às necessidades sociais em detrimento da majoração da arrecadação. O objetivo seria portanto a maximização do bem-estar observando os princípios da capacidade contributiva e do benefício.

REFERÊNCIAS

- ABREU, João Francisco; BARROSO, Leônidas Conceição. **Geografia, modelos de análise espacial e GIS**. PUCMinas, 2003.
- ADAMS, John S. The quantitative revolution in urban geography. **Urban Geography**, v. 22, n. 6, p. 530-539, 2001.
- ALENCAR, B. J. ; BARROSO, L. C. ; ABREU, J. F. . Análise de Componentes Principais Aplicada ao Tratamento de Dados Espaciais. In: **Décima Terceira Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática - CISC I 2014**, 2014, Orlando-Florida-EUA. v. 1. p. 20-25.
- ANGEL, Shlomo; HYMAN, G. M. Urban spatial interaction. **Environment and planning**, v. 4, n. 1, p. 972, 1972.
- ANSELIN, Luc. Spatial econometrics: methods and models. **Springer Science & Business Media**, 2013.
- AZEVEDO, Bárbara Brzezinski; ANZANELLO, Michel José. Agrupamento de trabalhadores com perfis semelhantes de aprendizado apoiado em Análise de Componentes Principais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 35-52, 2015.
- AZIS, I. J., DRENNAN, M. P., MILLER, R. E., SALTZMAN, S., THORBECKE, E. **Methods of interregional and regional analysis**. Aldershot: Ashgate, 1998.
- BAHL, Roy; WALLACE, Sally. Reforming the property tax in developing countries: A new approach. **International Center for Public Policy, Andrew Young School of Policy Studies**, Georgia State University, 2008.
- BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline. Méthode d'étude pour le centre des villes. In: **Annales de géographie**. Armand Colin, 1965. p. 695-707.
- BERRY, Brian. J. L. **Approaches to regional analysis: a synthesis**. In: BERRY, Brian J. L.; MARBLE, Duane F. (Ed.) **Spatial analysis: a reader in statistical geography**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1968, p. 24-34.
- BERRY, Christopher. Land use regulation and residential segregation: does zoning matter?. **American Law and Economics Review**, v. 3, n. 2, p. 251-274, 2001.
- BRASIL. **Código Tributário Nacional**. 1966. Brasília.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. Diferenciação socioespacial. **Cidades**, v. 4, n. 6, 2011.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. O lugar no/do mundo. São Paulo: Hucitec, 1996.
- CARRARA, Angelo Alves. Mineração, Produção Rural E Espaços Urbanos Em Minas Gerais: 1808-1835. In: **Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 12th Seminar on the Economy of Minas Gerais]**. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

CARVALHO, J. **Property Tax Performance in São Paulo**. Journal of Property Tax Assessment e Administration. 11, 2, 63-89, Apr. 2014. ISSN: 13571419.

CASTRO, José Flávio Moraes; DINIZ, Alexandre Magno Alves. Análise comparativa de mercado em regiões metropolitanas: o caso de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. **Anais: Encontros Nacionais da ANPUR**, v. 11, 2013.

CRUZ LIMA, Ana Carolina; SIMÕES, Rodrigo; MONTE-MÓR, Roberto de Melo Luís. Espaço, cidades e escalas territoriais: novas implicações de políticas de desenvolvimento regional. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 1 (50), p. 223-242, abr. 2014.

DENIS, Hodis D.; PEREIRA, Luis N. **Measuring the level of endorsement of the New Environmental Paradigm: a transnational study**. Dos Algarves: A Multidisciplinary e-Journal no. 23 – 2014. ISBN 2182-5580 © ESGHT-University of the Algarve, Portugal.

DIGIBASE. Digibase Mapas Digitais. Disponível em <<http://www.digibase.com.br/novo/index.php>>. Acesso em 30 de setembro de 2014.

EKEL, P. Ya; GALPERIN, E. A. Box-triangular multiobjective linear programs for resource allocation with application to load management and energy market problems. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 37, n. 1, p. 1-17, 2003.

FERRARI JÚNIOR, José Carlos. Limites e Potencialidades do Planejamento Urbano. Estudos Geográficos: **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 2, n. 1, p. 15-28, 2007.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

FLORAX, Raymond JGM; VAN DER VLIST, Arno J. Spatial econometric data analysis: Moving beyond traditional models. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 3, p. 223-243, 2003.

_____. A New Methodology For Real Estate Appraisal Using GAMLSS Models. **arXiv preprint arXiv:1102.2015**, 2011.

FLORENCIO, Lutemberg; CRIBARI-NETO, Francisco; OSPINA, Raydonal. Real estate appraisal of land lots using GAMLSS models. **arXiv preprint arXiv:1102.2015**, 2011.

FOLHA. **A Geografia do IPTU**. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2013/10/78508-geografia-do-iptu.shtml>>. Acesso em 12 de julho de 2015.

FURTADO, Bernardo Alves. Neighbourhoods in urban economics: Incorporating cognitively perceived urban space in economic models. **Urban Studies**, p. 0042098010391288, 2011.

GAO, Xiao-feng; WANG, Shu-de. GONG A-du3, 4, YU Dong-mei2. Land Use and Land Cover. **Geography and Geo-Information Science**, v. 1, 2009.

GEORGE, Pierre. Géographie et urbanisme. In: **Annales de géographie**. Armand Colin, 1965. p. 641-659.

GEORGE, Pierre. Questions de morphologie urbaine et d'aménagement des villes. In: **Annales de Géographie**. Armand Colin, 1958. p. 57-59.

GOMES, Edvânia Tôrres Aguiar. espaços liminares—conteúdos subvertem formas no processo contínuo de (re) produção da e na cidade contemporânea. **Investigación & Desarrollo**, v. 16, n. 1, 2008.

HAIR, J. F. BLACK, B. BABIN, B. ANDERSON, R. TATAN, R. **Análise Multivariada de Dados**. 6ed. Porto Alegre. Artmed Editora. 2009.

_____. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. 8 ed. São Paulo, Edições Loyola 1999.

HARVEY, David. Teorías, leyes y modelos en geografía. Madrid: Alianza, 1983. 499p. (Alianza universidad textos; 60).

_____. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 30 de setembro de 2014.

_____. Mapeamento das Unidades Territoriais: **Malha de Setor Censitário 2010**. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/>. Acesso em 30 de setembro de 2014.

IBGE. **Atlas do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: < www.ibge.gov.br>. Acesso em 30 de setembro de 2014.

JENSEN-BUTLER, Chris. Cities in competition: equity issues. **Urban studies**, v. 36, n. 5/6, p. 865, 1999.

JOHNSON, Richard Arnold, DEAN W. Wichern. Applied multivariate statistical analysis. Englewood Cliffs, NJ: **Prentice hall**, 1992. Vol. 4.

JOLLIFFE, Ian T.; UDDIN, Mudassir. The simplified component technique: an alternative to rotated principal components. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v. 9, n. 4, p. 689-710, 2000.

KELLY, Roy. Property tax collection and enforcement. **A Primer on Property Tax: Administration and Policy**, p. 141-171, 2013.

KLINK, Jeroen; DENALDI, Rosana. On urban reform, rights and planning challenges in the Brazilian metropolis. **Planning Theory**, p. 1473095215592441, 2015.

LAUDARES, Sandro. **Geotecnologia ao alcance de todos**. Editora Appris. 2014. Curitiba.

LEVEN, Charles L. Neighborhood change: Lessons in the dynamics of urban decay. **Praeger Publishers**, 1976.

LIBÓRIO, Matheus Pereira. **Ajuste Gráfico De Setores Censitários**. XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, realizado em São Pedro/SP – Brasil, de 24 a 28 de novembro de 2014.

LINDEN, Ricardo. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, n. 4, p. 18-36, 2009.

LONGO, C. A.; LIMA, JCD. **The IPTU as a source of funds at the municipal level- efficiency and equity aspects**. **Revista Brasileira De Economia**, v. 36, n. 1, p. 85-102, 1982.

LOPES JÚNIOR; DOS SANTOS, Wilson Martins; DOS SANTOS, Regina Célia Bega. Reprodução do espaço urbano e a discussão de novas centralidades. Raega-, Jan, 2010. **O Espaço Geográfico em Análise**, v. 19.

LORENZ, Max O. Methods of measuring the concentration of wealth. **Publications of the American statistical association**, v. 9, n. 70, p. 209-219, 1905.

LYNCH, Allen K.; RASMUSSEN, David W. Proximity, neighbourhood and the efficacy of exclusion. **Urban Studies**, v. 41, n. 2, p. 285-298, 2004.

MACEDO, Paulo Brígido Rocha; SIMÕES, Rodrigo. Amenidades urbanas e correlação espacial: uma análise intra-urbana para BH (MG). **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 4, p. 525-542, 1998.

MANKIW, N. GREGORY. **Introdução à Economia: Princípios de Micro e Macroeconomia**. 2 Ed. Editora Campus. 2001 - Rio de Janeiro.

MARK, Jonathan H.; GOLDBERG, Michael A. A study of the impacts of zoning on housing values over time. **Journal of Urban Economics**, v. 20, n. 3, p. 257-273, 1986.

MARTINS, Rodrigo. **Moradores da região terão que pagar mais de IPTU em 2015**. Do G1, Santos. 02/12/2014. Disponível em <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2014/12/moradores-da-regiao-terao-que-pagar-mais-de-iptu-em-2015.html>>. Acesso em 12 de julho de 2015.

MENDONÇA, Cláudia Jupira Gomes. Mobilidade residencial e segregação sócio-espacial na Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: **Anais do X Seminário sobre a Economia Mineira**. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

MIETTINEN, Kaisa. Nonlinear multiobjective optimization. **Springer Science & Business Media**, 2012.

MIRANDA JUNIOR, Pasteur Ottoni; ABREU, João Francisco. **Mobile Intelligence- Um arcabouço para análise e visualização de dados tempo-espaciais originados por dispositivos móveis-DOI 10.5752/P. 2316-9451.2013 v1n2p45**. Abakós, v. 1, n. 2, p. 45-66, 2013.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. **Economia Regional e Urbana**: contribuições teóricas recentes. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 61-85, 2006.

NERI, M.; SOUZA, P. H. C. F. A década inclusiva (2001-2011): desigualdade, pobreza e políticas de renda. **Ipea**: Brasília, 2012.

NETTO, Vinicius M.; VARGAS, Julio Celso; SABOYA, Renato T. (Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4, n. 2, p. 261-282, 2012.

GLOBO. **O Livro da Economia**. 2 ed. Editora Globo. 2013. Rio de Janeiro.

OATES, Wallace E. The effects of property taxes and local public spending on property values: An empirical study of tax capitalization and the TIEBOUT, hypothesis. **The Journal of Political Economy**, p. 957-971, 1969.

OLIVEIRA CRUZ, Dayana Aparecida Marques de. As faces do planejamento urbano. **Revista Pegada**, v. 12, n. 2, 2012.

PANAGOPOULOS, Thomas; DE JESUS, Jorge; BEN-ASHER, Jiftah. **Tools for Optimizing Management of a Spatially Variable Organic Field**. *Agronomy*, v. 5, n. 1, p. 89-106, 2015.

PANERAI, Philippe; DEMORGON, Marcelle; DEPAULE, Jean-Charles. **Analyse urbaine. Marseilles**: Parenthèses, 1999.

PAYERAS, José Adrian Pintos; CUNHA, Marina Silva. **O princípio do sacrifício equitativo no sistema tributário brasileiro**. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA (Anpec), João Pessoa, PB, p. 7-10, 2004.

PEDRYCZ, Witold; EKEL, Petr; PARREIRAS, Roberta. **Fuzzy multicriteria decision-making: models, methods and applications**. John Wiley e Sons, 2011.

REZENDE, Fernando. **Finanças Públicas**. 2. Ed. Editora Atlas. São Paulo 2010.

ROSA, Roberto. **Análise Espacial em Geografia** (Spatial Analysis In Geography). *Revista da ANPEGE*, v. 7, n. 1, p. 275 a 289, 2011.

SÁ. José Delfino. **Um modelo de otimização para alíquotas do IPTU socialmente mais justas**. *Rev. Adm. Pública* — Rio de Janeiro 47 (1):105-132, jan./fev. 2013.

SABBAG, Eduardo de Moraes. **Manual de direito tributário**. 2013.

SABOYA, Renato T. de. Fundamentos conceituais para uma teoria do planejamento urbano baseada em decisões. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 81-95, 2013.

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO. **Código Tributário Municipal**. 1989.

SOUZA, Marcelo Lopes. Desenvolvimento Urbano: A Problemática Renovação De Um " Conceito" Problema. **Revista Território**, ano 111, nº 5, jul./dez. 1998.

TIEBOUT, Charles M. A pure theory of local expenditures. **The journal of political economy**, p. 416-424, 1956.

TOBLER, Waldo R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic geography**, p. 234-240, 1970.

TUDOBH, Jornal. **Reajuste de 6,46% no valor do IPTU em Belo Horizonte**. 30 de Dezembro de 2014. Disponível em < <http://www.jornaltudobh.com.br/minas/reajuste-de-646-no-valor-do-iptu-em-belo-horizonte/>> Acesso em 12 de julho de 2015.

VILLAÇA, Flávio. São Paulo: segregação urbana e desigualdade. **Estud Av**, v. 25, n. 71, p. 37-58, 2011.