

RBEMF

REVISTA BRASILEIRA DE ECONOMIA
MONETÁRIA E FINANCEIRA

Volume 2 | Número 1 | 2024

Estrutura urbana do município de Três Rios
(RJ): uma análise da acessibilidade e do padrão
de utilização do solo urbano a partir do modelo
Bid-Rent

Lucas Trindade

Teófilo Henrique Pereira de Paula

Estrutura urbana do município de Três Rios (RJ): uma análise da acessibilidade e do padrão de utilização do solo urbano a partir do modelo Bid-Rent

Urban structure of the municipality of Três Rios (RJ): an analysis of accessibility and the pattern of urban land use based on the Bid-Rent model

Lucas Trindade

Estudante de Graduação do curso de Ciências Econômicas – Instituto de três Rios – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

nambos@ufrj.br

Teófilo Henrique Pereira de Paula

Professor do curso de Ciências Econômicas – Instituto de três Rios – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

thpaula@ufrj.br

Resumo

Este estudo examinou a cidade de Três Rios, no Rio de Janeiro, utilizando o modelo Bid-Rent para identificar diferenças entre a teoria e a realidade urbana. Através do uso de estatísticas descritivas e do software Geoda, foram mapeadas características do território. A pesquisa concluiu que a estrutura urbana de Três Rios diverge significativamente dos pressupostos teóricos, indicando a necessidade de políticas públicas para otimizar a eficiência urbana. A metodologia aplicada neste estudo pode ser replicada em outros municípios, permitindo análises comparativas e a promoção de políticas públicas mais eficientes e adequadas às realidades locais.

Palavras-chave: Geoda; Modelo BidRent; Políticas públicas; Microeconomia

Abstract

This study scrutinized the city of Três Rios, in Rio de Janeiro, employing the Bid-Rent model to identify discrepancies between theoretical assumptions and urban reality. Using descriptive statistics and the Geoda software, territorial characteristics were mapped. The research concluded that Três Rios' urban structure significantly deviates from theoretical assumptions, indicating a need for public policies to enhance urban efficiency. It's important to highlight that the methodology applied in this study can be replicated in other municipalities, allowing comparative analyses and the promotion of more efficient public policies tailored to local realities.

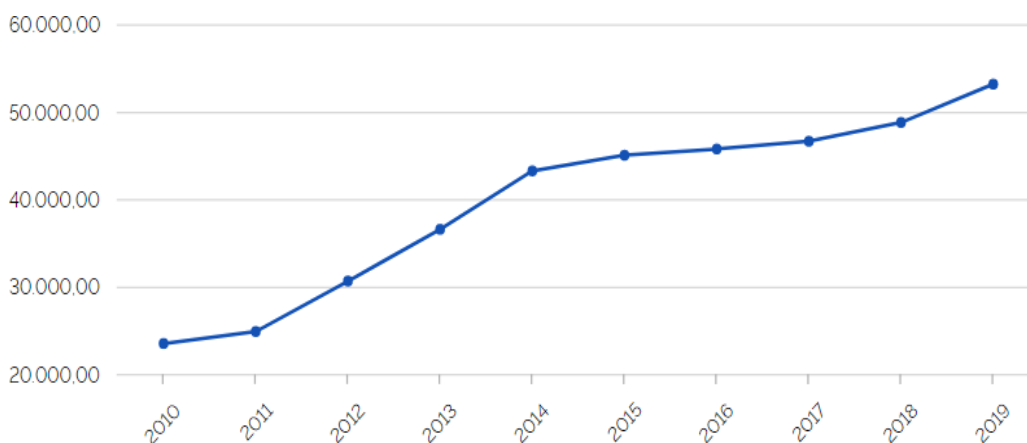
Keywords: Geoda; BidRent Model; Public Policies; Microeconomics

1. Introdução

O município de Três Rios – RJ possui 78.346 habitantes (IBGE, 2022) e situa-se no interior do estado do Rio de Janeiro, na região Centro-Sul Fluminense. É conhecido por estar localizado no entroncamento de grandes rodovias federais que dão acesso às capitais do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Minas Gerais, como a BR-040 e a BR-393. Além disso, o município é cortado pela ferrovia Estrada de Ferro Central do Brasil, as quais ligam os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro desde o século XIX.

Nas últimas décadas o município tem apresentado rápido crescimento. As características do município, bem como as transformações recentes, implicam uma economia dinâmica em constante transformação, a qual tende a impactar as decisões locacionais e a forma de utilização do solo urbano. O momento de sua recuperação só viria a ocorrer após 2005, quando o município foi contemplado pela Lei Nº 4531 de 31/03/2005¹, que reduziu de 19% para 2% a base de cálculo do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS). Desde então a cidade tem experimentado um acelerado crescimento econômico, alavancado pela instalação de inúmeras empresas atraídas pelos fatores acima mencionados e, particularmente, pelo incentivo fiscal. Esse representativo crescimento modificou o esquema de incentivos, particularmente no que se refere às decisões de cunho locacional. O intenso influxo de capital e mão de obra realizado, interferiu nas decisões de localização que têm influenciado as transformações do espaço urbano. Desde 2010, o município não para de crescer, apresentando uma evolução do PIB per capita de mais de 225% até seu último registro em 2019.

Gráfico 1: Evolução histórica da renda per capita de Três Rios-RJ



Fonte: IBGE cidades, 2010

Conforme visto anteriormente, após os subsídios tributários dispostos na Lei Nº 4531, a cidade apresentou um grande crescimento da renda per capita após o primeiro quinquênio do século XXI. Segundo as estatísticas do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em 2010, seu índice de desenvolvimento humano médio da renda era 0,725 apresentando, em alguma medida, a distribuição de seu PIB crescente enquanto renda para os habitantes.

Como referencial teórico, utiliza-se o modelo Bid-Rent, o qual a partir da interação entre custo de transporte e renda da terra busca explicar duas importantes regularidades em economia urbana, quais sejam: i) O preço da terra tende a cair a taxas decrescentes quanto maior a distância do centro; e ii) A área média ocupada¹ por famílias ou firmas tende a aumentar quanto maior a distância do centro. A hipótese adotada é de que o grau de ajustamento de uma aglomeração urbana ao modelo teórico pode ser entendido como uma medida de eficiência da estrutura urbana. Dessa forma, o presente trabalho objetiva avaliar em que medida o padrão do uso do solo urbano de Três Rios atende às hipóteses do modelo Bid-Rent, possibilitando assim, a identificação de fragilidades e oportunidades para uma melhor

¹ Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=157560>>, último acesso dia 14/04/2024

utilização e organização do espaço. Para tanto, este relatório se estrutura da seguinte forma: o primeiro tópico é destinado aos aspectos metodológicos da pesquisa. Na segunda seção, é realizada a análise empírica sobre a estrutura urbana do município a fim de compreender em que medida a atual organização urbana reproduz o padrão locacional previsto pelo modelo Bid-Rent. Ao final, seguem as considerações finais do trabalho.

2. Referencial teórico

O primeiro teórico do uso do solo, Von Thünen estava interessado tanto na competição entre vários produtos agrícolas em um determinado terreno quanto nos diferentes sistemas de cultivo. A suposição essencial de seu modelo é que cada parcela produz a cultura mais lucrativa, ou seja, o agricultor pretende maximizar o lucro. Para isso, ele deve estar plenamente informado de todas as alternativas, ou seja, se faz necessária a hipótese da simetria informacional. Von Thünen também pressupõe um idêntico grau de fertilidade para todo entorno, atribuindo ao custo de transporte a variável fundamental na determinação de uma hierarquia entre as diferentes possibilidades de cultivo. Com base em suas experiências e nos pressupostos anteriormente mencionados, o preço dos produtos agrícolas pode ser explicado a partir da seguinte função:

$$P = a - td$$

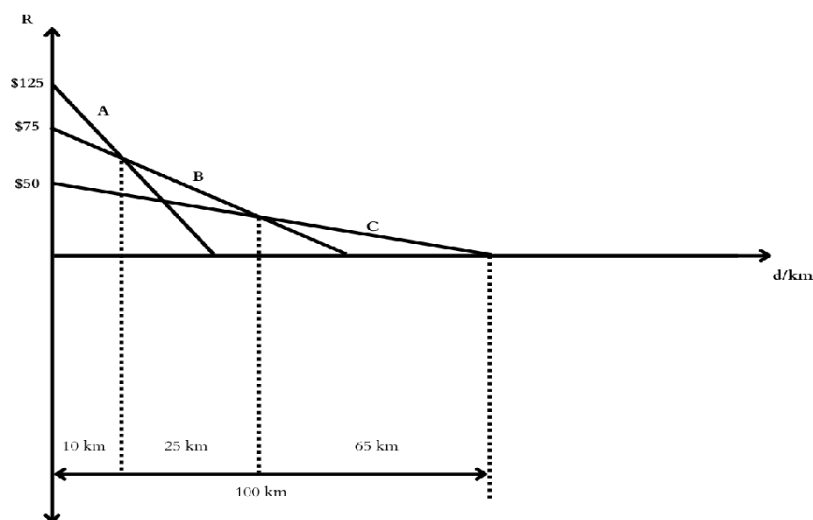
Onde o preço FOB(P), na fazenda, está em função do preço CIF(a), no centro urbano pré-fixado, descontado da relação entre uma tarifa de transporte(t) proporcional à distância(d) percorrida. Portanto, a partir de sua análise, Von Thünen introduz o conceito de renda da terra. Conforme Ramón (1976), apesar de não ter sido pioneiro ao tratar sobre o conceito, tendo tido as análises de Ricardo como suas predecessoras, o conceito é de fundamental importância para compreender muitas questões sobre a competitividade entre os diferentes potenciais de uso da terra. Sua função da renda(R) é determinada pela relação entre o preço FOB(P) anteriormente descrito e a quantidade produzida descontados os custos totais existentes(K), conforme expresso a seguir:

$$R = (a - td) q - K$$

A função da renda (R), ao contrastar-se com diferentes tarifas de transporte, determina o gradiente de terra onde serão produzidos determinados bens agrícolas. Conforme expresso na figura a seguir, dada uma área apta para cultivo dotada de um diâmetro equivalente a 100km, o bem A tem seu preço FOB no valor de \$125. Essa rentabilidade garante prioridade sobre seu plantio no diâmetro de 10 km que circunda o centro comercial urbano. O bem B tem seu preço FOB equivalente a \$75, porém sua tarifa de transporte é relativamente inferior, se comparada a de A, no ponto em que as retas se interceptam (10 km). No caso do bem C, apesar de ter um preço FOB de apenas \$50, a partir de uma distância de 25km, seu rendimento supera ao de C porque sua tarifa de transporte torna-se relativamente mais barata com a distância. Portanto, o coeficiente de inclinação das retas determina o valor da tarifa(t) proporcional à distância(d).

Quanto mais próximo de zero for o grau de inclinação, menor é o seu preço de transporte(t). No caso da figura, por exemplo, os graus de inclinação são, respectivamente, A = 53°, B = 28° e C = 11°, demonstrando que, a partir de uma determinada distância, a prioridade sobre o cultivo é alterada conforme estabelecido pela função da renda(R).

Gráfico 2: Competição pelos usos da terra conforme o modelo de Von Thünen



Fonte: Elaboração própria

A partir dos anos de 1950 o modelo de Von Thünen foi adaptado para o estudo de áreas urbanas. Frequentemente é feita referência ao modelo Alonso-Muth dos mercados de solo e habitação urbanos, e a criação deste modelo é muitas vezes considerada o ato fundador no campo da economia urbana. No entanto, suas contribuições para o desenvolvimento do modelo não foram idênticas. Segundo McDonald (2007), ambos se centraram na hipótese de que existe um trade-off entre o acesso a um ponto central (para emprego) e o preço do terreno residencial ou de habitação, mas os seus modelos foram concebidos para servir a propósitos um pouco diferentes. O trabalho de Alonso está contido em sua dissertação, concluída em 1959, e no clássico livro “Location and Land Use”, sendo este uma versão revisada de sua tese. Alonso assume-se que:

a cidade em que o indivíduo chega é uma cidade simplificada. Encontra-se em uma planície inexpressiva e o transporte é possível em todas as direções. Todo emprego e todos os bens e serviços estão disponíveis apenas no centro da cidade. A terra é comprada e vendida por livre contrato, sem quaisquer constrangimentos institucionais e sem ter o seu carácter fixado por quaisquer estruturas no terreno. Os serviços municipais e as taxas de impostos são uniformes em toda a cidade. O indivíduo conhece o preço da terra em cada localidade, e do seu ponto de vista é um dado não afetado por suas ações (ALONSO, 1960, p. 28 apud. MCDONALD, 2007, p. 5)

O modelo restringe-se a uma cidade monocêntrica, onde todos os serviços e empregos estão localizados no centro. O terreno é considerado uma commodity, ou seja, dotado de características uniformes e não definidas pelo seu produtor. Conforme a teoria expressa, o uso da terra pode ser considerado um serviço a ser consumido pelos indivíduos. Portanto, o uso da terra para habitação pode ser incluído em diferentes cestas de consumo e submetida ao cálculo da utilidade marginal. Para Alonso, a restrição orçamentária enfrentada pelo indivíduo é expressa da seguinte forma:

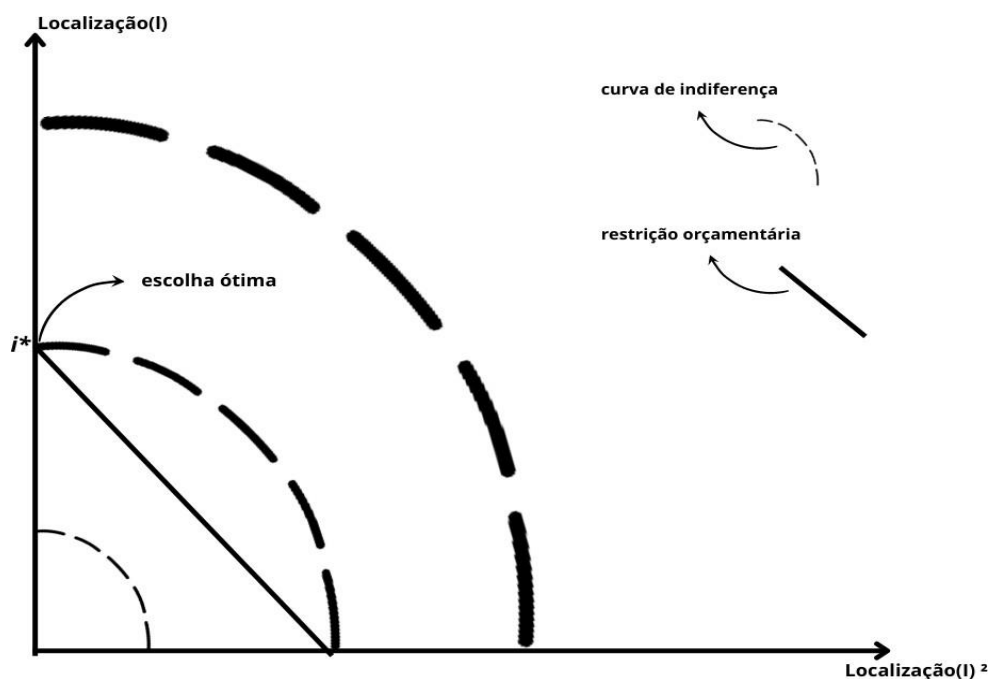
$$y = pzz + P(t)q + k(d)$$

onde a renda(y) equivale por um bem(z) composto pelo preço (pz) somada a quantidade de terra(q) com o preço(P) na distância(t) do centro. Ao fim da equação está o custo monetário(k) em proporção a mesma distância(d). Se assumirmos que, tudo mais constante, um indivíduo racional prefere sempre o local mais acessível, a partir da função, notamos que a acessibilidade diminui à medida que a distância aumenta. Dessa forma, identifica-se “d” como uma medida de desutilidade, contribuindo negativamente para a escolha do consumidor dentre os serviços de habitação disponíveis. Com base na exposição anterior, fica clara a influência do modelo de Von Thünen no desenvolvimento de sua pesquisa. Alonso foi capaz de adaptar o clássico modelo de localização agrícola à tradicional teoria da escolha do consumidor. Portanto, a maximização da utilidade na escolha pelo acesso sugere que o preço que o

indivíduo está disposto a pagar por unidade de terra em função da distância ao centro da cidade, permanecendo no mesmo nível de satisfação, está na redução proporcional do seu preço em relação ao custo de acesso ao centro.

Apesar de ser considerado um serviço, a preferência pelo acesso ao solo, diferentemente da maioria dos bens de uma cesta de consumo, é caracterizada por ser côncava, não convexa. Isso acontece porque a imobilidade do solo não permite, ao consumidor, uma preferência diversificada por dois bens, mas apenas um deles, já que se referem a localizações diferentes conforme indicado na Figura 3.

Gráfico 3: Figuras não convexas por localização



Fonte: Elaboração própria

3. Metodologia

3.1 Descrição Geral

As etapas serão divididas em três partes, não necessariamente ordenadas, mas interseccionadas para a viabilidade da compreensão dos resultados encontrados na pesquisa. São estas: a coleta de dados, a análise estatística e a demonstração dos resultados por intermédio de gráficos e mapeamentos. Na etapa de coleta de dados, serão obtidas informações sobre o valor venal total dos imóveis municipais junto à Prefeitura Municipal. A base de dados do IPTU, levantamentos cadastrais e o georreferenciamento dos imóveis serão utilizados para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados. Serão considerados diferentes tipos de imóveis, como residenciais, comerciais, industriais e territoriais. Dados socioeconômicos e demográficos também serão coletados da Prefeitura Municipal, incluindo o censo demográfico, estatísticas socioeconômicas por bairro, indicadores de renda e Desenvolvimento Humano (IDH). Informações de outras fontes confiáveis, como IBGE, institutos de pesquisa e órgãos governamentais, serão utilizadas para complementar a análise. A seleção das variáveis será feita de acordo com a sua importância no estudo. A duração da viagem até o centro da cidade será estimada usando aplicativos de mapeamento on-line, como o *OpenStreetMap*. Será considerado um único ponto do centro de negócios. Simulações de trajetos também serão realizadas, além de dados de pesquisas de mobilidade urbana sobre origens e destinos das viagens e tempo médio de deslocamento. A análise estatística será realizada por meio de regressão linear múltipla, modelando a relação entre o valor venal total e as variáveis selecionadas. Diferentes modelos de regressão linear serão considerados. O modelo

que melhor se ajusta aos dados será selecionado com base nos coeficientes de determinação (R^2), significância dos parâmetros e testes de diagnóstico para autocorrelação e heterocedasticidade. Testes de significância estatística serão realizados para avaliar a robustez dos resultados da regressão, incluindo testes t para os coeficientes de regressão e teste F para o modelo geral.

3.2 Descrição das Variáveis

Segundo PACE (2021), no Brasil, para o cálculo de tributação como o IPTU, os municípios estipulam valores venais para cada propriedade urbana e o ITR para as situadas em área rural. Segundo a Emenda Constitucional 29/2000, as alíquotas do IPTU podem ser progressivas em razão do valor do imóvel. O valor é determinado por cada município conforme suas especificidades, mas está comumente associado ao tamanho da propriedade e sua localização em relação à estrutura municipal.

Os dados divulgados pela Coletânea da Legislação Tributária do Município de Três Rios², o Valor Venal das propriedades registradas é determinado pelos seguintes fatores:

$$vv = vvt + vvp$$

Onde o valor venal é resultado da soma entre o valor venal territorial (vvt) e o predial (vvp). O valor venal predial do imóvel, é determinado pela multiplicação da área, em metros quadrados, construída pelos valores expressos na Planta Genérica de Valores (PGV):

$$vvp = Ac * Vu * C * I * P$$

Considerando a metodologia de cálculo do valor venal dos imóveis municipais, este estudo visa analisar a relação entre os diferentes usos do solo urbano e os pressupostos teóricos existentes. Para tal, será realizada uma verificação entre o valor venal total, variáveis disponibilizadas pela Prefeitura e uma variável de controle – o tempo – por nós identificada e compilada, no modelo de determinação dos valores venais. O tempo é o principal parâmetro utilizado nos modelos de determinação do uso do solo, desde Von Thünen até Alonso. Tais modelos atribuem às áreas territorial e construída a função de pesos, considerando a substitutibilidade dos fatores. Ou seja, os consumidores podem aceitar um maior tempo de deslocamento até o centro de negócios, desde que tenham acesso a uma área territorial e/ou construída maior. Desde modo, consideraremos a seguinte regressão:

$$Y = q + Y + d$$

Onde a renda sobre o uso da terra dada pelo valor venal (Y) por metro quadrado, é uma função inversa da distância (d) em relação ao CBD, e influenciada pelas variáveis território (q), área construída (Y). O método empírico aplicado pela pesquisa baseou-se na análise de valores e distância do *Central Business District* (CBD)³, utilizando análises de regressão simples e gráfica para tanto visualizar quanto estimar a relação. Desse modo, a regressão permanece utilizando critérios próximos aos estabelecidos pelo estatuto municipal.

3.3 Descrição da variável distância: *Central Business District* (CBD)

Na análise da regressão de preços de aluguel, uma variável independente importante a ser considerada é o fator deslocamento. O fator deslocamento pode ser definido como a distância entre o imóvel alugado e o centro da cidade ou outro ponto de referência importante. Quando há lances de aluguel para os distintos setores, os inquilinos levam em consideração o fator deslocamento ao tomarem suas decisões. Os inquilinos estão dispostos a pagar mais por um imóvel que esteja localizado perto do centro da cidade ou de outros serviços importantes. Portanto, é importante que haja um CDB definido para a análise da regressão de preços de aluguel. O CDB permite que os pesquisadores controlem o fator deslocamento e, assim, obtenham estimativas mais precisas da relação entre o preço do aluguel e as demais variáveis independentes.

² Em cumprimento com o decreto n.º 6.773/2022 atualizada até 30/04/2022

³ Conceito explicado no tópico 2.3

O primeiro desafio a ser enfrentado é estabelecer critérios empíricos capazes de definir o centro de referência municipal, responsável por concentrar em seu entorno a maior parte da atividade econômica do município. Para isso, fez-se necessário o intermédio do *Software Geoda*. O *Geoda* é um software desenvolvido pelo Centro de Ciência de Dados da Universidade de Chicago, de livre acesso, com o intuito de viabilizar a comunidade acadêmica a análise de dados espaciais. Sua interface é dinâmica e capaz de permitir desde a exibição de mapas a aplicação de diferentes ferramentas estatísticas.

Como demonstra a Figura 1, utilizamos o arquivo em formato *shapefile*, capaz de armazenar dados geoespaciais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as delimitações entre os quadrantes do mapa são estabelecidas com base em Setores Censitários. Eles são definidos como unidades territoriais estabelecidas para fins de controle cadastral, formadas por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador. A cada censo realizado pelo instituto, as alterações na densidade residencial identificada redefinem o formato dos setores. Vale ressaltar que a divisão na Figura 1 se baseia no registro censitário brasileiro de 2010⁴.

Figura 1: Interface Geoda e Mapa Municipal⁵



Fonte: Elaboração própria

A área circular na Figura 1 representa a Zona Urbana municipal, baseando-se no critério da concentração de setores censitários, estando presentes mais de 90% do total registrado. Isso significa que a maior parte dos residentes do município se concentram nessa área territorial, apesar de ela representar uma pequena porção da área território municipal. Isso pode ser explicado pelas características geomorfológicas do município, sendo grande parte das áreas pouco habitadas constituídas por planaltos e voçorocas.⁶ Os critérios utilizados para o estabelecimento do *Central Business District* foram a proximidade de instituições estatais, centros de comércio e concentração de setores censitários. A presença de instituições públicas pressupõe vias de acesso capazes de absorver um maior fluxo de habitantes. Os centros de comércio, caracterizam-se pela maior concentração do

⁴ <<https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>>, acessado em: 13/12/2023 às 21:00.

⁵ <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html> acessado em 12/11/2023

⁶ “Destaca-se, nesse contexto, o grande número de voçorocamentos que atingem determinadas áreas do médio vale do rio Paraíba do Sul, principalmente uma faixa alinhada, de direção WSW-ENE, que compreende os municípios de Bananal (SP), Barra Mansa, Barra do Piraí, Vassouras (Barão do Juparanã), Paraíba do Sul e Três Rios” Marcelo Eduardo Dantas – Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro – Brasília, dezembro de 2020.

mercado consumidor, enquanto os setores censitários determinam a concentração de residências fixas.

Figura 2: Praça São Sebastião



Fonte: Elaboração própria

O setor Censitário circulado na Figura 2 está localizado no entorno da principal praça do Município. Em suas redondezas localizam-se: um *Shopping Center*, a Prefeitura, os Correios, a Receita Federal, o Cinema e, conseqüentemente, a maior concentração registrada de setores censitários trirrienses. Esses fatores foram fundamentais para seu estabelecimento como centro de negócios da região (*CBD*) onde, conseqüentemente, está concentrada a maior parte da oferta de trabalho.

3.4 Construindo uma Base de Dados

Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados, a prefeitura municipal cedeu à Universidade uma base de dados contendo informações sobre todas as residências registradas. Dentre elas estão o logradouro, o bairro, o número, a alíquota aplicada, o valor venal, a área da frente, a área territorial e a área predial.

3.5 O Fator Tempo

Para que o cálculo expresso na metodologia pudesse ser aplicado, seria fundamental estabelecer o dispêndio atrelado ao deslocamento entre a propriedade e o centro de negócios. Para isso, foi necessário concatenar informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O intuito foi solicitar o código dos setores censitários registrados nos *shapefiles* disponibilizados ao público⁷. Após o contato e as instruções cedidas, foi possível ter acesso a uma planilha com os setores censitários e seus respectivos logradouros.

O tratamento dos dados foi fundamental para a continuidade da pesquisa. A base de dados disponibilizada é constituída por 10 colunas e 33549 linhas de dados. Conseqüentemente, tratar cerca de 335490 dados disponibilizados foi considerado um desafio para pesquisa. Havia uma inconformidade normativa entre o método de registro de logradouros na base de dados municipal e na do instituto. Devido a isso, se fez necessária a aplicação de softwares de extensão para o Excel capazes de identificar e padronizar informações textuais não idênticas. Para isso foi utilizado o software gratuito *Fuzzy Match*, uma ferramenta desenvolvida desde a década de 1960 por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (*Caltech*).

⁷ Os *shapefiles* foram exemplificados na página 2, quando foi expressa a aplicabilidade do software *Geoda*

“A principal função das variáveis linguísticas é fornecer uma maneira sistemática para uma caracterização aproximada de fenômenos complexos ou mal definidos. Em essência, a utilização do tipo de descrição linguística empregada por seres humanos, e não de variáveis quantificadas, permite o tratamento de sistemas que são muito complexo” (TANSCHKEIT, 2004)

Com o método, foi possível concatenar as diferentes informações textuais de registro de logradouro com seus respectivos setores censitários. Após esse passo, uma nova coluna foi registrada na base de dados, constando a informação. O fator deslocamento poderia ser encontrado com base em três informações fundamentais: um centro de negócios (CBD) definido, um registro de logradouro padronizado e passível de ser identificado em um arquivo *shapefile* e um critério capaz de estabelecer a trajetória. Portanto, para que a terceira condição pudesse ser satisfeita, seria preciso definir uma medida de deslocamento.

Na hipótese clássica do Modelo *Bid-Rent*, o espaço amostral deveria ser considerado homogêneo e de acesso omnidirecional. O fator deslocamento, portanto, deve ser considerado como a distância, em linha reta, entre a propriedade e o CBD⁸. Desse modo, ao optar por uma moradia, por exemplo, um indivíduo não consideraria a existência de planaltos ou falhas geomorfológicas e muito menos problemas na infraestrutura urbana. Portanto, ao ser aplicada em territórios com as características trirrienses, a abordagem metodológica clássica levaria a distorções maiores do que as registradas em cidades planejadas localizadas nos Estados Unidos e Austrália. Como solução, a existência de *softwares* capazes de especular, em tempo real, o deslocamento entre um ponto e outro no mapa viabiliza uma abordagem metodológica mais sofisticada. Isso porque devido ao tempo de deslocamento médio registrado para embasar sistemas de posicionamento global (GPS), foi possível trazer inovações capazes de superar as limitações hipotéticas impostas pelo modelo clássico.

Após importar as informações de tempo de deslocamento do *software OpenStreetMap*⁹, a biblioteca *osrm*¹⁰ foi utilizada como método para a coleta dessas informações. Seu método se baseia em encontrar a coordenada mais próxima do logradouro registrada. Em seguida, pesquisa o tempo de trajeto entre a coordenada e o CBD, como ponto de referência. Após isso, adiciona a informação a uma coluna de dados, concatenando o tempo de trajetória com seu respectivo logradouro. Com a incorporação da variável temporal à análise, foram plenamente satisfeitos os requisitos essenciais para a aplicação do modelo. Esse acréscimo permitiu a realização de uma análise empírica mais abrangente e robusta em relação à pesquisa em questão, permitindo uma compreensão mais contextualizada dos fenômenos em estudo do que a metodologia clássica do modelo *Bid-Rent*. O tópico a seguir apresentará os resultados empíricos obtidos pela pesquisa, construindo uma análise da organização e distribuição do espaço urbano municipal.

4. Análise Empírica e Resultados

4.1 Geoprocessamento e Mapas

Para que as informações coletadas pudessem ser apresentadas utilizando a ferramenta Geoda, seria necessário concatená-las aos setores censitários apresentados. Os dados compilados estão divididos em unidades habitacionais, enquanto os setores do *shapefile* se subdividem em agrupamentos residenciais.

⁸ “a cidade em que o indivíduo chega é uma cidade simplificada. Encontra-se em uma planície inexpressiva e o transporte é possível em todas as direções. Todo emprego e todos os bens e serviços estão disponíveis apenas no centro da cidade. A terra é comprada e vendida por livre contrato, sem quaisquer constrangimentos institucionais e sem ter o seu caráter fixado por quaisquer estruturas no terreno. Os serviços municipais e as taxas de impostos são uniformes em toda a cidade. O indivíduo conhece o preço da terra em cada localidade, e do seu ponto de vista é um dado não afetado por suas ações” (ALONSO, 1960, p. 28 apud. MCDONALD, 2007, p. 5)

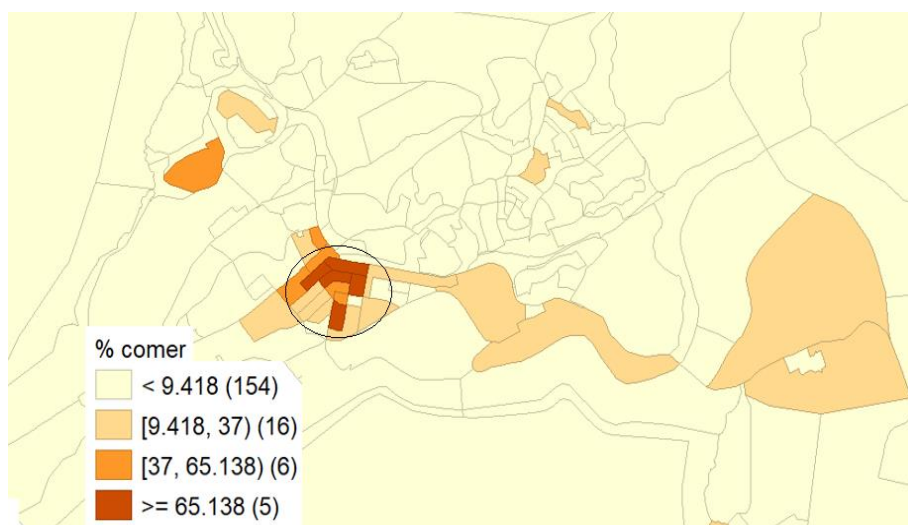
⁹ <<https://www.openstreetmap.org/#map=4/-15.13/-53.19>> acessado em 15/12/2023 às 23:03

¹⁰ <<https://cran.r-project.org/web/packages/osrm/index.html>> acessado em 16/12/2023 às 22:30

A solução foi calcular a média do tempo de deslocamento, dos valores venais e da distribuição setorial registrados em cada setor censitário. A hipótese das curvas de lance de aluguel (Bid-Rent) considera que, *ceteris paribus*, quanto mais rentável for o uso do território, em relação a distância do CBD maior será a tendência de um setor ocupá-lo.¹¹ Desse modo, esperava-se que os setores com rentabilidades crescentes em relação ao grau de proximidade do CBD venceriam os lances até o ponto em que a rentabilidade de outro tipo de uso fosse maior. Para comprovar a hipótese, foram produzidos mapas baseados no grau de concentração de determinadas utilizações nos setores censitários da região urbana do município.

A Figura 3 torna clara a tendência de o uso comercial ocupar as áreas que circundam o Central Business District. Conforme indicado nas hipóteses do Alonso (1960), a infraestrutura, a proximidade com instituições públicas relevantes e da principal praça do município torna a zona propícia ao uso comercial. Desse modo, maiores lances de aluguel destinados ao comércio são direcionados aos imóveis da região.

Figura 3: Proporção do uso comercial



Fonte: Elaboração própria

A Figura 4 demonstra que, conforme previsto pelo Alonso (1960), apesar de não seguir um padrão concêntrico devido a falhas geográficas presentes no território municipal, o uso residencial vence os lances a partir de uma certa distância do Central Business District. O resultado é esperado, considerando que os agentes que ofertam trabalho consideram o tempo de deslocamento e as taxas de transporte fatores determinantes quando procuram moradia. Se realizarmos uma comparação entre as Figuras 4 e 5, somos capazes de constatar que as regiões com menor densidade desse tipo de uso, entre 65% e 87%, por exemplo, são justamente as ocupadas por planaltos, pelo rio e diferentes condições que inviabilizam a moradia.

Figura 4: Proporção do uso residencial:

¹¹ A Figura 4 do relatório parcial apresenta, graficamente, a hipótese.



Fonte: Elaboração própria

Figura 5: Imagem de satélite da região central de Três Rios

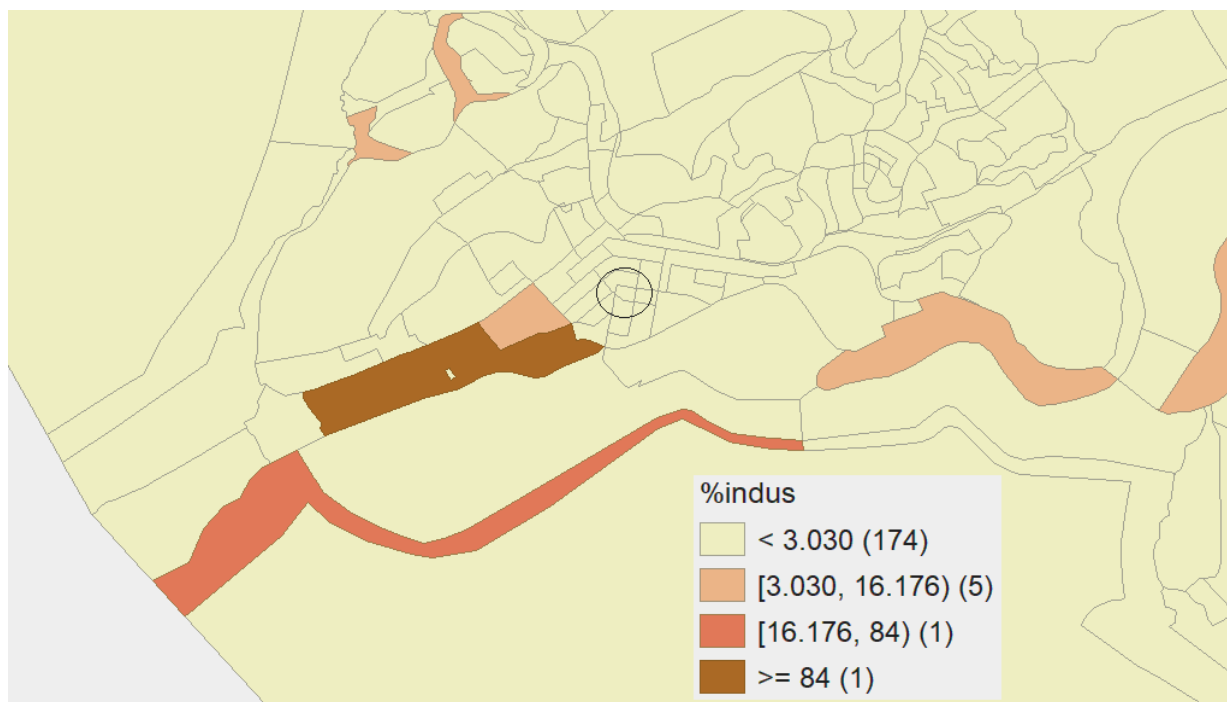


Fonte: Google maps¹²

¹² <https://www.google.com/maps/@-22.1171324,-43.2025829,2881m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu> acessado em 09/12/2023 às 22:45.

As exceções encontradas na última constatação são justificadas pela Figura 6, responsável por apresentar o grau de concentração do uso industrial no território. Isso porque um fenômeno acontece: parte das zonas habitacionais se concentram nos arredores dos parques industriais municipais. Considerando a hipótese de que o uso residencial prioriza o grau de proximidade com o local em que o trabalho é ofertado, a correlação continua consistente, no que se refere ao proletariado industrial.

Figura 6: proporção do uso industrial:

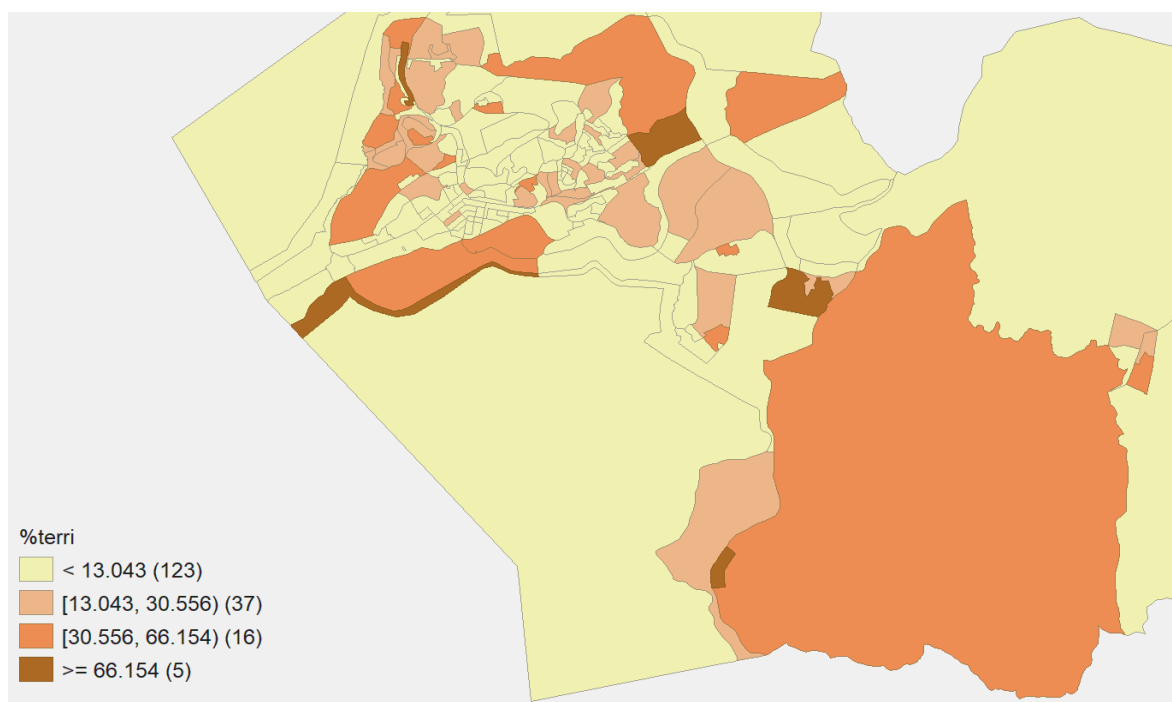


Fonte: Elaboração própria

A Figura 7 pode ser considerada uma evidência que sustenta a tendência intrínseca das conjecturas do Bid-Rent. Notadamente, construídas sobre axiomas restritivos, tais como a suposição de livre mobilidade, homogeneidade geográfica do território, uniformidade nas taxas de transporte, infraestrutura e padrão de serviços públicos, as hipóteses em questão revelam, no contexto da distribuição do uso do solo, uma disposição específica dos setores com variados níveis de rentabilidade. Esta distribuição, por sua vez, se correlaciona com a proximidade do Central Business District. Com isso, as propriedades de finalidade territorial(especulativa)¹³ abrangem desde planaltos e falhas geográficas até áreas designadas para preservação ambiental, estendendo-se até os confins da periferia municipal.

¹³ O uso territorial pode ser considerado especulativo ou como reserva de valor para o longo prazo, considerando a oferta do território fixa e sua demanda crescente. - Felício, Adâmara Santos Gonçalves, et al. "A terra como ativo: as variações do preço da terra em Palmeira do Piauí (PI)."

Figura 7: proporção do uso territorial:



Fonte: Elaboração própria

4.2 Regressão econométrica

Os resultados serão apresentados em tabela, expressando os diferentes dados fornecidos através da ferramenta “R - Project for Statistical Computing”. A partir deste conjunto de dados, são produzidos gráficos de dispersão para visualizar a relação e quaisquer resíduos. Elas serão demonstradas a partir de uma linha de tendência da curva de tendência (modelo log-log).

Posteriormente, a partir do conjunto de dados serão procuradas possíveis interações entre os valores do terreno/m² e sua distância, buscando confirmar a hipótese do modelo. A Tabela 2 apresenta o resultado encontrado¹⁴:

Tabela 1: Sumário da Regressão

	Estimativa	Erro Quadrático	T-valor	P-valor
Intercepto	1.14	1.680	68.18	<e-16
Território (<i>q</i>)	5.14	2.75	18.72	<e-16
Área construída (<i>Y</i>)	1.37	1.28	10.68	<e-16
Distância (<i>d</i>)	-7.59	2.04	-37.14	<e-16
Estatística F	728.8			<2.2e-16
R ²	0.115		R ² ajustado	0.1149

Fonte: Elaboração própria¹⁵

Conforme o sumário indica, o valor negativo da estimativa da variável tempo corrobora com a hipótese inicial de que a distância do CBD impacta negativamente no valor venal das

¹⁴ Os códigos e a base de dados estarão disponíveis em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1zc4MmNRHyixkuBn62a2RRv9altWvok1G?usp=drive_link>

¹⁵ Tanto os dados utilizados quanto o código aplicado no software RStudio poderão ser acessados no link:

propriedades. Além disso, os p-valores¹⁶ indicados são muito próximos de zero, indicando a relevância estatística de cada variável independente. A estatística F, apresentada ao final da Tabela 1, tem um p-valor muito próximo a zero, indicando que o modelo como um todo tem relevância estatística. Sendo assim, a decisão de aplicá-las no modelo teve caráter comprobatório. O objetivo do estudo foi avaliar, por meio de análise estatística, o impacto das variáveis isoladas e conjuntas no estabelecimento dos valores venais. Ressalta-se que, mesmo que o modelo fosse construído apenas com o tempo, a única variável não enquadrada na legislação municipal, não haveria impacto em sua relevância estatística, uma vez que os testes p-valor e t-valor foram aplicados de forma isolada em cada variável antes de serem testadas em conjunto.

A Figura 8 apresenta um gráfico de linha da relação entre o valor venal como variável dependente e o tempo como variável independente para os diferentes setores urbanos. A área total do território e a área construída foram consideradas como fatores peso para o valor venal, conforme a equação a seguir:

$$Y = vv / (q + Y)$$

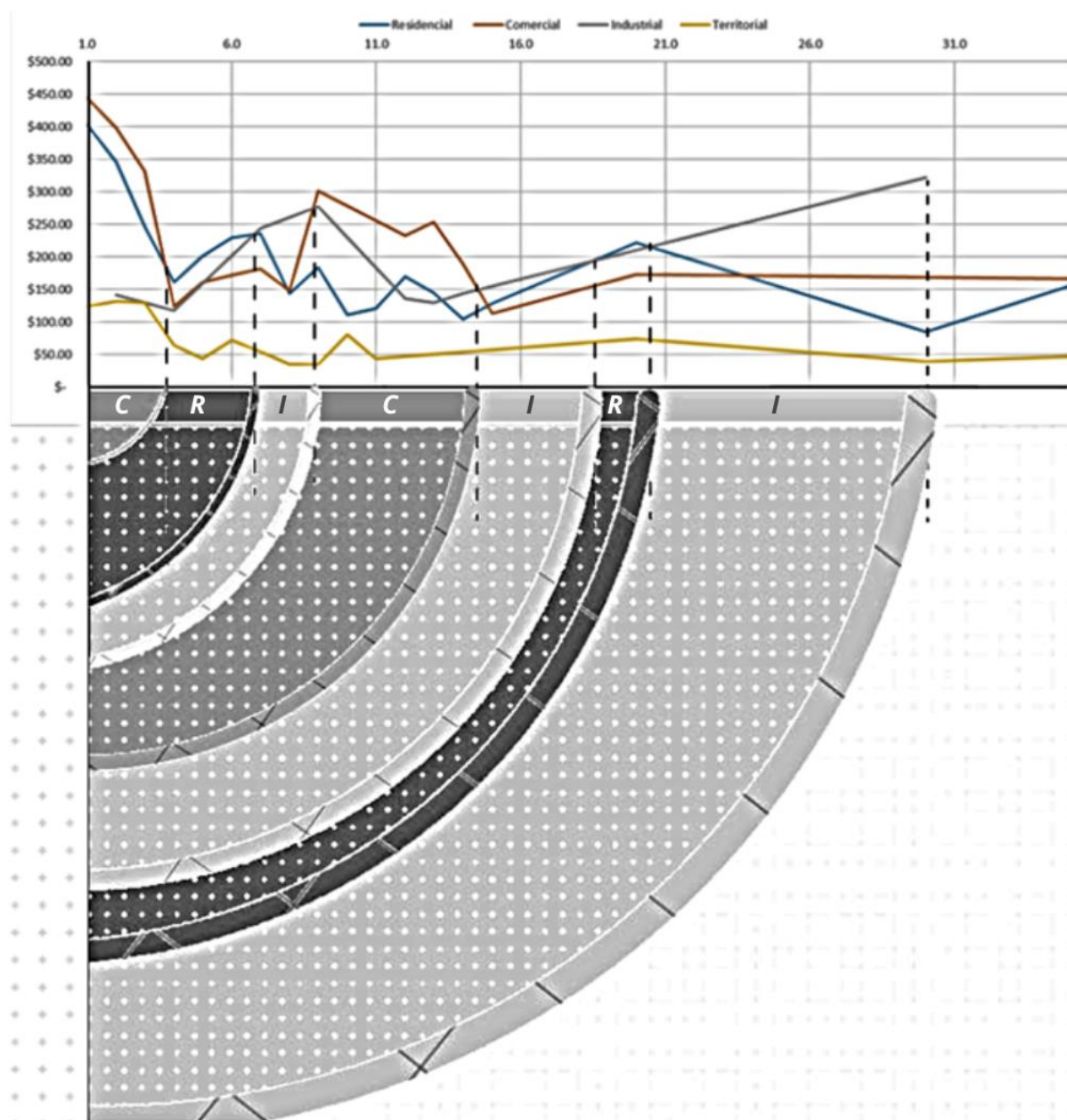
Sendo o valor venal por metro quadrado (Y) igual ao valor venal dividido pela soma da área territorial (q) e a área construída (Y). Uma das hipóteses do modelo Bid-Rent era a livre mobilidade de fatores. Desse modo, um agente poderia compensar a maior distância do CBD com mais território ou área construída. Portanto, o intuito da equação é a amenização dos impactos atrelados ao tamanho do território e, em parte, da área construída¹⁷ na determinação do valor venal. Com isso é possível determinar, com uma maior precisão gráfica, o impacto da variável tempo (d) na determinação do valor venal (vv).

Conforme a Figura 8 indica, entre 1 e 4 minutos de distância do CBD, a remuneração sobre a atividade comercial (C) tem um maior impacto nos lances de aluguéis municipais. Entre 4 e 7 minutos, estabelece-se uma zona residencial (R). Já entre 7 e 9 minutos, a atividade industrial (I) apresenta maiores resultados. Entre 9 e 15 minutos, a atividade comercial (C) volta a ganhar destaque, enquanto entre 15 e 20 minutos a atividade industrial (I) volta ao topo. Após isso, há uma pequena zona residencial (R) entre 20 e 21 minutos até que a atividade industrial (I) se torne mais relevante até o limite do gráfico. Ao analisarmos os zoneamentos estabelecidos pela demonstração gráfica, era considerada inesperada a predominância da remuneração da atividade industrial em distâncias inferiores aos 10 minutos em relação ao CBD. Ao observarmos a Figura 6, podemos notar a predominância da atividade industrial em setores censitários próximos ao oeste da demarcação do CBD. Esse fenômeno pode ser explicado por um fator histórico: a fábrica Santa Matilde. Segundo Teixeira (2005), durante o início da formação municipal, um significativo loteamento da região foi cedido pelo Estado a uma fábrica pertencente à indústria ferroviária. Desse modo, após a sua falência na década de 1970, foram aproveitados os ativos imobilizados como galpões e maquinários para a concessão do loteamento para a formação de um parque industrial municipal. Com isso, a política industrial municipal coibiu, na área, a livre negociação entre diferentes agentes, não havendo, portanto, a possibilidade da realização de lances de aluguéis e, com isso, o cumprimento das hipóteses do modelo Bid-Rent. Desse modo, a zona urbana municipal se expandiu no entorno da área loteada, gerando as características gráficas representadas na Figura 8.

Figura 8: Gráfico de Dispersão e Curvas de Zoneamento

¹⁶ “Nos testes de significância e desenho experimental Fisher utilizou o valor p (valor p) que é a probabilidade que nos permite declarar a significância do teste(...) Se o valor p for muito pequeno (geralmente menor que 0,01) declara que um efeito foi demonstrado.” (*tradução própria*), Suárez, Nelson Romero. “La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor.” *Telos* 14.3 (2012): 439-446.

¹⁷ O impacto da área construída foi reduzido apenas em parte por não haverem dados capazes de referenciar o padrão e a qualidade da construção



Fonte: Elaboração própria

5. Conclusão

A condução de análises e o tratamento de dados concernentes à distribuição setorial do uso do espaço apresentam uma contribuição para o município de Três Rios. Além disso, os resultados indicam que Três Rios apresenta uma composição dos zoneamentos de uso do solo urbano singular, quando contrastada com o padrão encontrado nas hipóteses clássicas do Alonso e em trabalhos posteriores publicados. Isso foi possível a partir da adaptação de um modelo oriundo da década de 1960, originalmente desenvolvido para os Estados Unidos, para o contexto de um pequeno município brasileiro. As tecnologias de georreferenciamento proporcionaram a capacidade de se obter dados relacionados ao tempo de percurso dos imóveis ao CDB mais precisos, dispensando a omniacessibilidade como pressuposto. Desse modo as adaptações realizadas, podem ter conduzido a superação de hipóteses limitantes a adequação do modelo Bid-Rent à realidade local. Como a Figura 8 indica, as características da organização e distribuição do uso do solo em uma cidade não planejada trás distorções que podem intervir no grau de eficiência

alocativa e logística da produção e distribuição de recursos, bens e serviços. Esse tipo de estudo pode desdobrar-se em desfechos que fundamentam a formulação de políticas públicas voltadas para o fomento de incentivos destinados aos zoneamentos setoriais urbanos, expansão da infraestrutura e compreensão da dinâmica do uso do território municipal.

Referências

BAYLÃO, André Luis da Silva. O Desenvolvimento Econômico da Microrregião de Três Rios no Centro-Sul Fluminense no Estado do Rio de Janeiro, no Período de 2004 a 2010. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/519>. Acesso em: 18 dez. 2023.

MCDONALD, John F. William Alonso, Richard Muth, Resources for the Future, and the Founding of Urban Economics. In: Journal of the History of Economic Thought, v. 29, n. 1, p. 67-84, 2007.

RAMÓN, M. Dolors García. Valor actual del modelo de Von Thünen y dos comprobaciones empíricas. Revista de geografía, n. 1976, p. 11-33, 1976.

SUÁREZ, Nelson Romero. La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor. Telos, v. 14, n. 3, p. 439-446, 2012.

MILWARD, D. A; J.A. Políticas Públicas de Geração de Trabalho: análise do empreendedorismo de pequeno porte no município de Três Rios. Mimeo, 2012.

Plano Diretor da cidade de Três Rios. Disponível em: <antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/TresRios_PlanoDiretorRJ.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

DANTAS, Marcelo Eduardo. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2020.

TANSCHKEIT, Ricardo. Sistemas fuzzy. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica, 2004. p. 338-353.