

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

O impacto da criminalidade no preço dos apartamentos do Rio
de Janeiro: uma abordagem quantílica.

Keydima Pereira de Souza Antunes
Matrícula: 1221884

Orientadora: Prof^a. Nathalie Gimenes Sanches

Junho de 2019

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

O impacto da criminalidade no preço dos apartamentos do Rio
de Janeiro: uma abordagem quantílica.

Keydima Pereira de Souza Antunes
Matrícula: 1221884

Orientadora: Prof^a. Nathalie Gimenes Sanches

Junho de 2019

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e
que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de
ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor
tutor.”

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.”

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não teria conseguido chegar até aqui.

Sou imensamente grata aos meus pais e aos meus familiares por sempre me apoiarem e me ajudarem quando mais precisei.

Agradeço, em especial, a Márcia Antunes, minha mãe, por estar ao meu lado em todo o tempo, por todos os ensinamentos que recebi, e por sempre me incentivar a conquistar os meus sonhos.

Agradeço a Wallace de Freitas, meu noivo, por toda paciência, carinho e pelas palavras de ânimo que me deram forças para concluir essa etapa.

Agradeço também a minha orientadora, Nathalie Gimenes Sanches, por todo conhecimento compartilhado, por toda atenção e dedicação.

Por fim, agradeço a Luiz Andrés Paixão, gerente da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) do IBGE por toda contribuição com dados e artigos que me auxiliaram na elaboração deste projeto.

Sumário

1.Introdução	7
2.Motivação	8
3.Revião de literatura.....	9
3.1.Criminalidade e mercado imobiliário	9
3.2. Comparando Curitiba e Belo Horizonte	11
3.3. Regressão quantílica e mercado imobiliário	11
4. Método.....	14
4.1. Processo de estimação da regressão quantílica	15
5. Definição do modelo	16
6. Resultados.....	21
6.1. Modelo estimado para medir o impacto da taxa de homicídios	21
6.2. Modelo estimado para medir o impacto da taxa de roubos	26
7. Conclusão	32
8. Referências bibliográficas	33

Índice de Tabelas

Tabela 1 : Definições das variáveis	18
Tabela 2 : Análise descritiva das variáveis.....	19
Tabela 3 : Dados sobre as regiões analisadas	20
Tabela 4 : Estimativas dos coeficientes de QR e OLS para taxa de homicídios	21
Tabela 5 : P-valores dos coeficientes de QR e OLS para taxa de homicídios.....	22
Tabela 6 : Estimativas dos coeficientes de OLS e QR para taxa de roubos	26
Tabela 7 : P-valores dos coeficientes de OLS e QR para taxa de roubos	27

Índice de Gráficos

Gráfico 1 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável homicídios	23
Gráfico 2 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona sul (HZS).....	23
Gráfico 3 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona central (HZC)	24
Gráfico 4 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona oeste (HZO)	24
Gráfico 5 : Comparando estimativas OLS e QR para variável área	25
Gráfico 6 : Comparando estimativas QR e OLS para variável roubos	28
Gráfico 7 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona sul (RZS).....	28
Gráfico 8 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona central (RZC)	29
Gráfico 9 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona oeste (RZO)	29
Gráfico 10 : Comparando estimativas QR e OLS para variável área	30
Gráfico 11 : Comparando estimativas QR e OLS para variável linha 1	31

1. INTRODUÇÃO

Os indicadores de criminalidade para o Rio de Janeiro apresentaram uma evolução considerável no período entre 2006 e 2016, como afirma uma pesquisa desenvolvida pela FGV. Os roubos a transeuntes apresentaram um aumento de 5 mil casos ,em 2012, para 9 mil casos contabilizados no estado em 2016. A trajetória de homicídios dolosos, em áreas pacificadas, após uma queda voltou a crescer nos anos de 2013 e 2015 ultrapassando o nível de 52 para 109 assassinatos.

O presente trabalho se propõe a estimar o impacto da criminalidade no preço dos apartamentos, no município do Rio de Janeiro, utilizando a metodologia de regressão quantílica.

A abordagem quantílica surge como uma alternativa ao método de Mínimos Quadrados Ordinários, mais utilizado em pesquisas no mercado imobiliário, pois permite avaliar o impacto da criminalidade em cada um dos quantis da distribuição de preços, possibilitando uma mensuração mais eficaz do custo da criminalidade para potenciais políticas públicas.

O impacto da taxa de homicídios para a faixa de preços mais baixos foi de 1,02%, para faixa de preços mais altos foi de 0,94% e em OLS de 0,98%. O impacto da taxa de roubos para faixa de preços mais baixos foi de 0,052%, para faixa de preços mais altos foi de 0,036% e em OLS de 0,048%. As estimativas da regressão quantílica foram comparadas com as de mínimos quadrados ordinários sendo comprovado pelos dois métodos o efeito depreciativo da criminalidade.

2. MOTIVAÇÃO

Em dados divulgados pelo Atlas da Violência 2018 do IPEA os países da América Latina apresentaram altas taxas de homicídios, sendo o Brasil membro persistente da lista das nações mais violentas do planeta. Segundo informações do ministério da Saúde em 2016 foram registrados cerca de 62.517 casos de homicídios no Brasil . Nos últimos 10 anos 553 mil pessoas tiveram suas vidas interrompidas por crimes intencionais.

Visando a importância política e social que o tema apresenta, pretende-se, com este trabalho, estimar o impacto causado pelo avanço da criminalidade nos preços dos apartamentos da cidade do Rio de Janeiro utilizando o método de Regressão Quantílica que estimará o impacto em diferentes níveis de preços proporcionando assim uma análise mais eficiente da perda de bem estar no Rio de Janeiro.

A motivação para o uso de uma abordagem mais ampla, como a quantílica, surge com o questionamento levantado por Zietz et all (2008) sobre as diferentes avaliações que as características (física ou de localização) da habitação podem enfrentar por compradores de diferentes níveis de renda ao escolherem seus imóveis. Visto isso, o impacto da criminalidade também pode ter efeitos diferentes de acordo com a qualidade e localização do imóvel. A análise de MQO oferece uma avaliação geral, na média, não possibilitando estratificar o efeito da criminalidade em cada setor da população. O método de regressão quantílica permite essa avaliação mais eficaz de cada setor da sociedade, abrindo portas para um desenho de políticas públicas mais eficientes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CRIMINALIDADE E MERCADO IMOBILIÁRIO

A mensuração dos custos do crime sobre o bem estar social e econômico vem sendo abordada por muitos estudiosos. Entre os estudos desenvolvidos aqui no Brasil, pode-se destacar o caso de Curitiba (TEIXEIRA; SERRA,2006) e Belo Horizonte (PONTES;PAIXÃO;ABRAMO,2011). No caso de Curitiba, os autores fazem uso de dois modelos econométricos, sendo a taxa média de homicídios por região no período entre 1997-2001 utilizada no primeiro modelo como Proxy para a variável criminalidade e a taxa média de furtos e roubos à mão armada por região verificada no período entre 1997-2000 no segundo modelo.A metodologia utilizada foi a de preços hedônicos e a estimação dos coeficientes por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).A amostra utilizada é composta por 1.170 apartamentos e 635 casas localizados entre as oito regiões administrativas de Curitiba (Bairro Novo, BoaVista, Boqueirão, Cajuru, Matriz, Pinheirinho, Portão e Santa Felicidade).Quanto à estrutura dos modelos, quatro variáveis explicativas foram utilizadas levando em consideração as características dos imóveis: número de quartos, quantidade de banheiros,vagas na garagem e uma dummy indicando a presença de mobília ou não . Foi acrescentada mais uma variável que relata o nível estrutural dos imóveis: índice de domicílios simples. Por último, uma sexta variável que trata sobre a criminalidade: taxa de homicídios e taxa de furtos e roubos à mão armada.Os resultados obtidos demonstram que as seis variáveis analisadas foram significativas ao nível de 5% de significância. Os dois modelos apresentam um bom poder de previsão, sendo 78% das variações nos preços explicadas pelas variáveis independentes. A taxa de homicídios desvaloriza os apartamentos em aproximadamente 0,74% . Uma redução de 30% nesta taxa tende a valorizar um imóvel em 5,95% no Cajuru, 5,61% em Pinheirinho e 4,09% no Bairro Novo. As 3 regiões citadas encontram-se mais distantes do centro ,com pouca infraestrutura e com uma população predominantemente mais pobre. A taxa de furtos e roubos deprecia em 0,007% o preço de aluguel dos apartamentos. Uma diminuição em 30% nesta taxa

valoriza um imóvel em 3,75% no Cajuru, 3,03% em Pinheirinho, 2,44% no Bairro Novo e em 9,78% na região da Matriz. Entre os resultados analisados, o impacto da taxa de furtos/roubos em algumas regiões foi mais expressivo que o da taxa de homicídios, o que pode ser explicado pelo nível entre as taxas serem diferentes entre as regiões administrativas.

No caso de Belo Horizonte, utiliza-se novamente o método de preços hedônicos para estimar o custo da violência implícito no preço dos apartamentos em BH . Como verificado em Curitiba, o presente estudo demonstra que há uma relação entre redução nas taxas de criminalidade e valorização dos imóveis. Os dados utilizados para o preço dos imóveis transacionados foi a do ITBI (Imposto de Transações de Bens e Imóveis) de BH para os meses de janeiro a maio de 2004 e a do CRISP-FAFICH-UFMG para as taxas de criminalidade para cada 100 mil habitantes para o ano de 2003 espalhados entre as 62 áreas de planejamento. A variável dependente utilizada nos modelos foi o preço declarado nas transações. As variáveis explicativas levaram em consideração a área do terreno, área do imóvel, padrão de acabamento, idade fiscal, bairro de localização, zoneamento do imóvel (efeito da regulação urbanística no preço do imóvel atuando como uma possível restrição a oferta de apartamentos) e as taxas de criminalidade (homicídios e roubos). Os parâmetros estimados para as taxas de homicídios e furtos/roubos apresentaram significância ao nível de 5% e sinais negativos, conforme era esperado, sendo o impacto monetário dos roubos mais expressivo que o de homicídios na região do centro onde se concentram altas taxas de criminalidade. Os modelos apresentam um bom poder de previsão, sendo aproximadamente 88% das variações explicadas pelas variáveis independentes. O aumento de uma unidade na taxa de homicídios acarretará uma desvalorização de 0,53% no preço dos apartamentos, enquanto, um aumento unitário na taxa de roubos e furtos implicará uma redução de 0,008% no valor do apartamento. Analisando o impacto sobre a região do centro uma redução em 50% na taxa de homicídios promoverá uma valorização de 2,59% nos imóveis dessa região e a mesma redução para a taxa de furtos e roubos uma valorização de 22,46%. Em seguida, vamos comparar os resultados encontrados nos dois estudos para as diferentes cidades.

3.2 COMPARANDO CURITIBA E BELO HORIZONTE

Ao compararmos os coeficientes estimados para o impacto da taxa de criminalidade nos dois estudos apresentados, podemos verificar algumas diferenças quanto à magnitude dos valores encontrados. O coeficiente $-0,000532$ encontrado no caso de BH para o impacto da taxa de homicídios, por exemplo, é quase 10 vezes menor que o estimado para os preços de aluguéis em Curitiba, $-0,007433$. As diferenças podem estar relacionadas às diferentes variáveis explicativas utilizadas em cada estudo e no comportamento diferente no mercado de aluguel e venda de apartamentos característico de cada região. Os dois trabalhos chegaram à conclusão de que o fator criminalidade tem o poder de impactar negativamente os preços no mercado de imóveis residenciais.

3.3 REGRESSÃO QUANTÍLICA E MERCADO IMOBILIÁRIO

A regressão OLS tem sido fortemente usada em pesquisas no mercado imobiliário, porém, sua eficácia tem sido objeto de questionamentos. Sirmans et al (2005) ao analisarem mais de 125 estudos com modelos de precificação hedônicos apontam a presença de divergências entre os resultados encontrados para o efeito de determinadas características habitacionais. Visando minimizar o problema apresentado acima, muitos estudiosos vem discutindo o uso de regressão quantílica como alternativa ao método de mínimos quadrados ordinários e entre os trabalhos de grande relevância destaca-se o de Zietz, Zietz e Sirmans (2008) sobre os determinantes dos preços da habitação.

O estudo aponta que divergências nos valores dos coeficientes estimados nas diferentes pesquisas podem estar relacionadas com a valorização que indivíduos de diferentes níveis de renda atribuem às características habitacionais ao escolherem seu imóvel ideal, ou seja, compradores de casas com valores mais altos podem dar mais importância a certas características habitacionais, tais como, número de quartos, número de banheiros e metragem quadrada que compradores com valores mais baixos. Dependendo do valor do imóvel, algumas características podem não ser avaliadas da mesma forma ao longo da distribuição de preços da habitação, por

isso, apresentam um preço implícito. Sendo assim, por se basear na média da distribuição a regressão OLS pode proporcionar uma análise insuficiente sobre esses preços implícitos nos diferentes pontos da distribuição.

Os autores utilizaram dados de 1.366 vendas de casas entre 1999 e 2000 disponibilizados pelo serviço de listagem múltipla (MLS) do Orem/Provo, Utah área. As variáveis explicativas utilizadas levam em consideração as características físicas do alojamento, específicas da região e de vizinhança. Os resultados deste estudo demonstram que alguns coeficientes se comportam de forma diferente nos diferentes níveis de preço do imóvel (quantís). O coeficiente para a variável metro quadrado (sqft), por exemplo, apresenta diferença significativa entre os coeficientes dos quantis mais baixos e os mais altos, sendo de 8,96% no quantíl 0,1 e de 13,76% no quantíl 0,9. A variável ano (year) também apresentou uma diferença significativa, sendo de 0,2% no quantíl 0,1 e de 0,09% no quantíl 0,9.

Como afirmam Zietz, Zietz e Sirmans(2008) , a metodologia OLS pode superestimar o valor marginal de um pé quadrado para casas com preços mais baixos , mas subestimar o efeito sobre casas de valores mais altos.

As variáveis metro quadrado, tamanho do lote, banheiros e tipo de piso possuem um impacto maior sobre os preços de venda. Variáveis como garagem, tapume exterior e distância ao centro apresentam um efeito constante. As variáveis quartos e percentagem da população não branca possui um efeito negativo sobre o preço de venda, mas sem padrão definido em diferentes faixas de preço. Os coeficientes que apresentavam não significância em OLS permaneceram não significantes nos diferentes quantís.

Para concluir, com os dados demonstrados acima, verifica-se como o uso de regressão quantílica apresentou uma visão mais aprofundada sobre o comportamento dos efeitos das variáveis ao longo da distribuição de preços dos imóveis possibilitando uma análise mais robusta sobre o impacto que uma determinada característica (seja física ou de localização) do imóvel tem sobre o processo de formação dos diferentes níveis de preços.

Tendo em mente a importância que vem sendo dada ao uso de Regressão Quantílica e como ela vem sendo utilizada como alternativa ao método OLS veremos a seguir como o processo de estimação dessa metodologia se dá na prática.

4. MÉTODO

A metodologia de Regressão Quantílica, é capaz de fornecer estimações de impactos nos diferentes quantís da função de distribuição de uma determinada variável, e não apenas, no seu ponto médio; permitindo assim, uma análise mais completa, sobretudo, na presença de outliers nas amostras ou em caso de mercados segmentados que podem interferir nos parâmetros estimados. Segundo (PAIXÃO ,2015) os estimadores de médias não serão boas estimativas, na presença de outliers, por sofrerem influências das observações discrepantes. Em caso de mercados segmentados, o impacto estimado pode variar dependendo do segmento da distribuição em que a observável pertence.

Algumas vantagens em se utilizar Regressão Quantílica :

- Estimadores mais robustos na presença de outliers. (CAMERON;TRIVEDI,2005).
- Estimadores consistentes em casos de heterocedasticidade e resíduos que não apresentam normalidade na distribuição (BUCHINSKY,1998).
- Oferece uma melhor caracterização da distribuição condicional por inteira da variável dependente (BUCHINSKY,1998).

4.1 PROCESSO DE ESTIMAÇÃO DA REGRESSÃO QUANTÍLICA

Começamos definindo a função quantílica como a relação linear entre a variável dependente Y e o vetor de variáveis independentes (x 's) com intercepto e inclinação variando nos quantis da distribuição condicional de Y (CAMERON;TRIVEDI, 2010).

$$Y = \alpha_\tau + \beta_\tau x's + \varepsilon$$

O quantil é a proporção da população cujo o valor realizável de Y esta abaixo de y . Obtemos um quantil ao fracionarmos em n partes iguais um conjunto de observações de uma dada variável Y (PAIXÃO ,2015) .

$$F_Y = P (Y \leq y) = \tau , \quad \tau \in [0,1]$$

O objetivo da estimação é encontrar um β_τ que minimize a soma ponderada dos desvios absolutos (PAIXÃO,2015) demonstrado abaixo :

$$MinQR = \min_{\beta_\tau} \sum_{i: y_i \geq x_i' \beta} \tau |y_i - x_i' \beta_\tau| + \sum_{i: y_i \leq x_i' \beta} (1 - \tau) |y_i - x_i' \beta_\tau|$$

Pode-se interpretar o parâmetro estimado $\hat{\beta}_\tau$ como a variação do quantil τ da variável dependente em resposta a variações sofridas pelo vetor (x ') das variáveis independentes (PAIXÃO, 2015).

$$\hat{\beta}_\tau = \frac{\partial (QR_\tau)}{\partial x_j}$$

O processo de estimação descrito acima será aplicado em um modelo de regressão que será apresentado a seguir.

5. DEFINIÇÃO DO MODELO

Dois modelos foram utilizados para estimar o impacto da taxa de roubos/furtos, sobre o preço dos apartamentos, separado do impacto das taxas de homicídios. A divisão permitirá que o efeito de cada crime seja analisado separadamente.

Os dados referentes às características dos imóveis foram disponibilizados pelo SIMIL (Sistema de Informação Imobiliária da CAIXA). As taxas de Roubos/Furtos e Homicídios foram disponibilizadas pelo IPP (Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos).

As variáveis das características estruturais do apartamento extraídas do SIMIL contêm informações sobre: área do terreno medida em metros quadrados, idade do imóvel medida em anos, número de vagas de garagem, números de banheiros, número de andares do imóvel, e lazer (dummy) que seria a presença de play, piscina, sauna ou quadra na unidade.

Nas variáveis de localização, também fornecidas pelo SIMIL, foram incluídas: dummies para localização na zona sul, para localização na zona central, para localização na zona oeste, para presença da linha 1 e 2 do metrô no bairro, distância do imóvel ao centro da cidade, distância até a praia mais próxima e quantidade de serviços comerciais prestados na região.

As variáveis de criminalidade disponibilizadas pelo IPP apresentam informações sobre: taxas de roubos/furtos a transeuntes e taxas de homicídios para cada 100.000 habitantes.

A equação utilizada nos dois modelos assumiu a forma funcional semilogarítmica, como descrito abaixo:

$$\ln(p) = \beta_0 + \beta_1 y_i + \beta_u k_u + \beta_v z_v + \beta_j j_r + \varepsilon$$

O $\ln(p)$ representa o logaritmo natural do preço do apartamento; y representa as “i’s” variáveis de características estruturais do imóvel; k representa as “u’s” variáveis de localização; e z representa as “v’s” variável de criminalidade, sendo o impacto da taxa de homicídios e taxa de roubos/furtos estimadas separadamente; j representa as “r’s” variáveis de interação. Os β ’s representam os parâmetros populacionais de interesse. O termo ε representa o erro do modelo.

A Tabela 1 descreve detalhadamente as variáveis apresentadas acima. A Tabela 2 apresenta algumas estatísticas descritivas das variáveis estudadas.

Tabela 1: Definições das variáveis.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
IDADE	Idade fiscal do imóvel em número de anos
VAGA_GARAGEM	Número de vagas de garagem.
QUARTOS	Número de quartos .
BANHEIROS	Número de banheiros.
AREA	Metro quadrado da área do imóvel .
ANDAR	Número de andares do apartamento.
LAZER	Dummy para apartamentos com sauna,piscina,play ou quadra.
SERVICOS	Serviços comerciais oferecidos no bairro onde se localiza o apartamento.
PRAIA	Distância da Praia mais Próxima entre Copacabana, Ipanema e Barra.
DISTANCIA_CENTRO	Distância ao Centro da Cidade (Paço Imperial).
LINHA1	Dummy para linha 1 do metrô no bairro.
LINHA2	Dummy para linha 2 do metrô no bairro.
HOM	Taxa de homicídio por 100.000 habitantes da região do imóvel.
ROB	Taxa de roubo por 100.000 habitantes da região do imóvel.
ZSUL	Dummy para apartamentos localizados na zona sul.
ZCENTRAL	Dummy para apartamentos localizados na zona central.
ZOESTE	Dummy para apartamentos localizados na zona oeste.
AQ	Interação entre área do imóvel e número de quartos.
RZS	Interação entre a taxa de roubos e imóveis localizados na zona sul.
RZO	Interação entre a taxa de roubos e imóveis localizados na zona oeste.
RZC	Interação entre a taxa de roubos e imóveis localizados na zona central.
HZS	Interação entre a taxa de homicídios e imóveis localizados na zona sul.
HZC	Interação entre a taxa de homicídios e imóveis localizados na zona central.
HZO	Interação entre a taxa de homicídios e imóveis localizados na zona oeste.
VALOR	Preço de transação do imóvel.

Fonte : Elaboração Própria.

Tabela 2: Análise Descritiva das variáveis.

VARIÁVEIS	MÉDIA	MEDIANA	VARIÂNCIA	MÍNIMO	MÁXIMO
IDADE	24.55	25	275.9612	0	74
VAGA_GARAGEM	0.7516	1	*****	0	4
QUARTOS	2.114	2	0.3746127	0	4
BANHEIROS	1.41	1	0.380251	1	5
ÁREA	72.5	65	1.102.841	16	375
ANDAR	4.377	3	12.6315	0	25
LAZER	0.4411	0	*****	0	1
SERVICOS	2.068.814	509.021	5.016873e+13	3307	95.499.031
PRAIA	18.39	16.6	81.37055	0.9	49.8
DISTANCIA_CENTRO	19.87	19.7	128214	2.9	66.4
LINHA1	0.1421	0	*****	0	1
LINHA2	0.06706	0	*****	0	1
HOM	24.65	19.54	279.5079	2.79	82.63
ROB	873.3	823.5	1.491.172	223.9	11253.1
ZSUL	0.09488	0	*****	0	1
ZCENTRAL	0.03726	0	*****	0	1
ZOESTE	0.3671	0	*****	0	1
AQ	165.4	132.0	14920.6	0	1500.0
RZS	76.41	0	*****	0	987.56
RZO	1.944.397	0	82549.11	0	1015.6
RZC	197.3	0	*****	0	11253.1
HZS	0.6381	0	*****	0	8.5100
HZO	8.361	0		0	54.370
HZC	2233	0	*****	0	82.630
VALOR	216.181	155.000	39.444.574.405	28.000	3.200.000

Fonte : Elaboração Própria.

A amostra utilizada contém 2014 observações, entre os anos 2010-2012, com 121 bairros divididos entre as quatro zonas (Sul, Central, Norte e Oeste) do município.

A Tabela 3 reúne informações, sobre o total de serviços prestados, e as taxas de roubos/furtos e homicídios por 100 mil habitantes das regiões analisadas.

Tabela 3: Dados sobre as regiões analisadas.

RIO DE JANEIRO	
Homicídios	52.426,56
Roubos/Furtos	1.836.009,11
Serviços	4333574734,00

Fonte: Elaboração Própria.

Com base no que foi descrito nas sessões anteriores, a estimação dos impactos estudados apresentaram resultados relevantes e serão discutidos na próxima sessão.

6. RESULTADOS

Para investigar o método mais apropriado, será feita uma comparação entre os resultados da regressão quantílica com os de mínimos quadrados ordinários.

6.1 Modelo estimado para medir o impacto da taxa de homicídios.

Quase todos os coeficientes estimados apresentaram sinais esperados e significância estatística, como observado na Tabela 5 com os respectivos p-valores, com exceção da variável serviços que apresentou valor nulo na regressão quantílica e um valor bem pequeno em mínimos quadrados ordinários, como apresentado na Tabela 4 a baixo.

Tabela 4: Estimativas dos coeficientes de QR e OLS para taxa de homicídios.

Variáveis Independentes	OLS	0,15	0,25	0,5	0,75	0,85
CONSTANTE	11.41	1.105.424	1.124.215	1.139.999	1.145.974	1.158.298
IDADE	-0.005723	-0.00567	-0.00592	-0.00671	-0.00549	-0.00472
VAGA_GARAGEM	0.1357	0.13064	0.13630	0.11363	0.12705	0.15623
QUARTOS	0.2916	0.31710	0.28694	0.30177	0.33539	0.31591
BANHEIROS	0.1394	0.17886	0.14997	0.15120	0.12772	0.09826
AREA	0.0137	0.00932	0.01009	0.01238	0.01437	0.01415
ANDAR	-0.0004398	0.00206	0.00271	0.00174	-0.00023	-0.00087
SERVICOS	7,71E-09	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
PRAIA	-0.03672	-0.03359	-0.03416	-0.03598	-0.03597	-0.03789
DISTANCIA_CENTRO	0.01717	0.01519	0.01529	0.01716	0.01629	0.01817
LINHA1	0.1849	0.22461	0.22947	0.20266	0.19785	0.18526
LINHA2	0.06573	0.03884	0.06430	0.08881	0.05546	0.05783
LAZER	0.06313	0.05919	0.06372	0.05558	0.05602	0.06988
ZSUL	0.2089	0.24883	0.07201	0.22337	0.32157	0.32123
ZCENTRAL	0.08814	-0.18055	-0.15062	0.21616	0.38977	0.35373
ZOESTE	-0.5902	-0.51388	-0.54272	-0.64335	-0.57816	-0.61221
AQ	-0.002399	-0.00208	-0.00208	-0.00266	-0.00326	-0.00300
HZC	0.003716	0.00464	0.00681	0.00277	-0.00149	0.00167
HZS	0.01428	0.00490	0.02540	0.00812	-0.00101	0.00442
HZO	0.01062	0.00949	0.00975	0.01170	0.01076	0.01115
HOM	-0.0098	-0.01023	-0.01079	-0.01062	-0.00920	-0.00947

Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

Tabela 5 : P-valores dos coeficientes de QR e OLS para taxa de homicídios.

Variáveis Independentes	P-VALOR					
	OLS	0,15	0,25	0,5	0,75	0,85
CONSTANTE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
IDADE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
VAGA_GARAGEM	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
QUARTOS	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
BANHEIROS	1.01e-15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ÁREA	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ANDAR	0.843705	0.60414	0.38380	0.17069	0.91688	0.73453
SERVICOS	1.41e-11	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.20037
PRAIA	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
DISTANCIA_CENTRO	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
LINHA1	2.24e-10	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
LINHA2	0.039867	0.28125	0.12242	0.75935	0.06812	0.22728
LAZER	0.000331	0.00766	0.00739	0.00113	0.00535	0.00001
ZSUL	0.028656	0.05223	0.54912	0.00000	0.00462	0.13850
ZCENTRAL	0.463329	0.26092	0.26964	0.00000	0.00049	0.02610
ZOESTE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
AQ	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
HZS	0.248485	0.78366	0.14304	0.88806	0.94508	0.86808
HZC	0.075322	0.31991	0.00802	0.00024	0.44475	0.66337
HZO	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
HOM	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

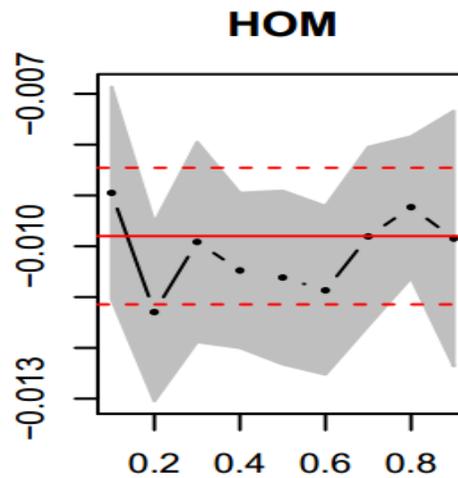
Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

As estimativas para variável homicídios apresentaram valores bem próximos e sinais negativos nos resultados dos dois métodos, proporcionando uma desvalorização expressiva sobre o preço de venda dos apartamentos de aprox. 0,98% em OLS e em QR de 1,02% no quantil inferior e de 0,94% no quantil superior, ou seja, quanto maior a taxa de criminalidade em uma determinada região maior será a perda de bem estar sofrida pela sociedade.

As interações com a variável homicídios (HZC, HZS e HZO) estão refletindo o efeito adicional dessa taxa em cada zona da cidade. Na zona central, por exemplo, esse efeito adicional é de aprox. 0,37% em OLS, aprox.0,46% no quantil inferior e de aprox. 0,16% no quantil superior.

As estimativas de QR para a variável homicídios estão dentro do intervalo de confiança de 95% de OLS, como demonstrado no Gráfico1. O que significa que elas não são estatisticamente diferentes de OLS.

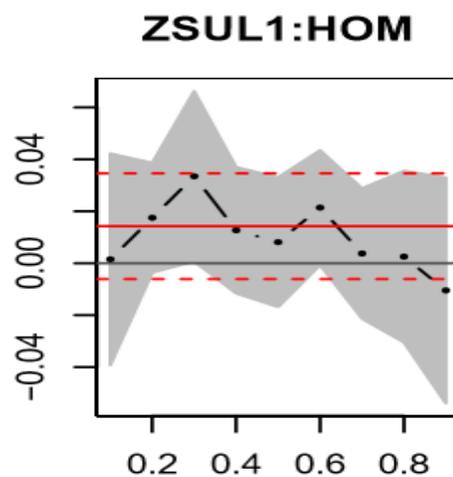
Gráfico 1 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável homicídios.



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

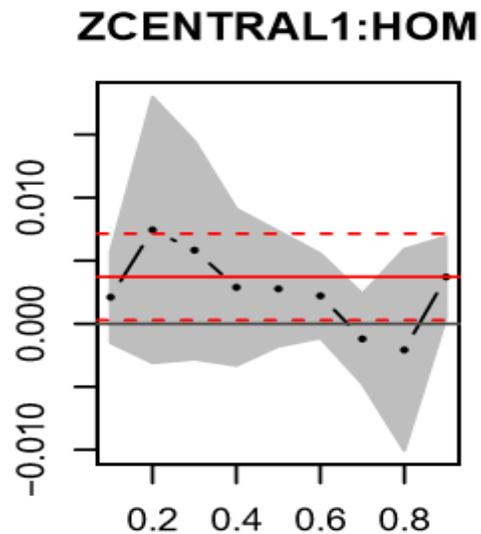
As estimativas de QR para as interações com a variável homicídios não são estatisticamente diferentes de OLS, pois como podemos ver nos Gráficos 2, 3 e 4 elas permaneceram dentro do intervalo de confiança de 95% de OLS.

Gráfico 2 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona sul (HZS).



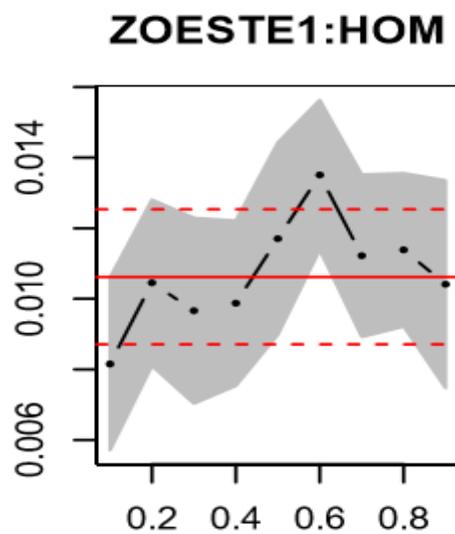
Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

Gráfico 3 :Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona central (HZC).



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

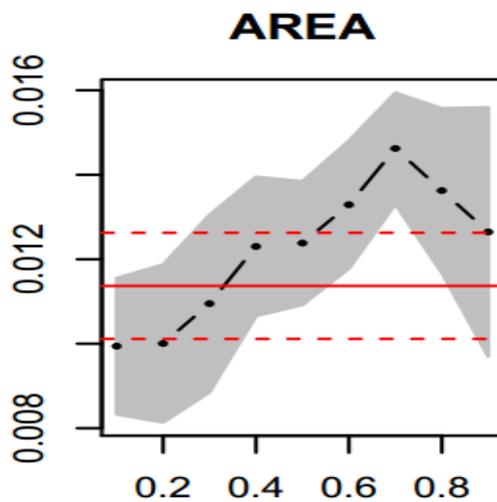
Gráfico 4 :Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de homicídios e a zona oeste (HZO).



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

A única variável que apresentou diferença em relação à OLS foi a variável área, apresentada no Gráfico 5, que proporciona uma valorização sobre o preço dos apartamentos de aprox.1,37% em OLS, e em QR de 0,93% no quantil inferior e de 1,41% no quantil superior. O efeito da variável área é maior na faixa de preços mais altos, esse aumento pode ser explicado pela importância maior que os compradores com um nível de renda mais elevado dão ao metro quadrado adicional.

Gráfico 5: Comparando estimativas OLS e QR para variável área.



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

6.2 Modelo estimado para medir o impacto da taxa de roubos.

As estimativas do modelo para a taxa de roubos, demonstradas na Tabela 6, também apresentaram sinais esperados, significância estatística, como observado na Tabela 7 com os respectivos p-valores, e valores bem próximos em relação à OLS, como no modelo para taxa de homicídios.

Tabela 6: Estimativas dos coeficientes de OLS e QR para taxa de roubos.

Variáveis Independentes	OLS	0,15	0,25	0,5	0,75	0,85
CONSTANTE	11.58	11.23559	11.45321	11.53463	11.66646	11.68544
IDADE	-0.005214	-0.00530	-0.00539	-0.00625	-0.00519	-0.00369
VAGA_GARAGEM	0.14005	0.14889	0.12879	0.12277	0.12887	0.17738
QUARTOS	0.2980	0.31824	0.29851	0.30271	0.32884	0.30558
BANHEIROS	0.1405	0.15529	0.15970	0.14798	0.11525	0.09504
AREA	0.01137	0.01016	0.00917	0.01274	0.01455	0.01390
ANDAR	0.0000847	-0.00085	-0.00012	0.00289	0.00263	0.00049
SERVICOS	6,95E-09	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
PRAIA	-0.03795	-0.03629	-0.03719	-0.03575	-0.03723	-0.03761
DISTANCIA_CENTRO	0.01357	0.01262	0.01345	0.01332	0.01186	0.01369
LINHA1	0.3183	0.41516	0.39008	0.37826	0.32706	0.29911
LINHA2	0.03827	0.08632	0.04111	0.07065	0.03378	0.01728
LAZER	0.0815	0.07991	0.08974	0.07769	0.06582	0.06034
ZSUL	0.3961	0.42366	0.35009	0.28651	0.58115	0.66886
ZCENTRAL	-0.3581	-0.52428	-0.54749	-0.32440	-0.13101	-0.09872
ZOESTE	-0.6802	-0.60478	-0.67887	-0.74922	-0.64694	-0.09872
AQ	-0.002402	-0.00225	-0.00181	-0.00273	-0.00325	-0.00291
RZC	0.0004585	0.00049	0.00054	0.00048	0.00040	0.00031
RZS	-0.00003803	-0.00014	-0.00008	0.00008	-0.00025	-0.00034
RZO	0.0005572	0.00051	0.00053	0.00065	0.00055	0.00041
ROB	-0.0004884	-0.00052	-0.00057	-0.00052	-0.00046	-0.00036

Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

Tabela 7 : P-valores dos coeficientes de OLS e QR para taxa de roubos.

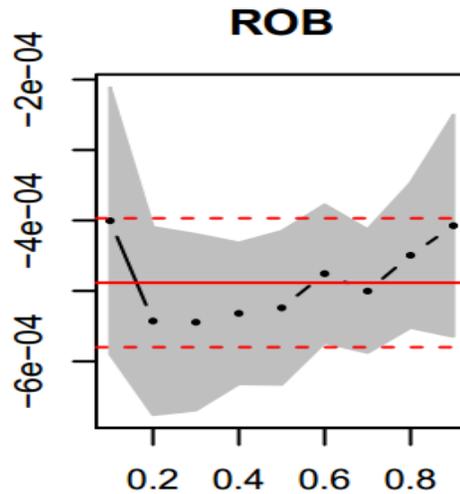
Variáveis Independentes	P-VALOR					
	OLS	0,15	0,25	0,5	0,75	0,85
CONSTANTE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
IDADE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
VAGA_GARAGEM	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
QUARTOS	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
BANHEIROS	1.39e-15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
AREA	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ANDAR	0.97019	0.79353	0.95715	0.26725	0.30413	0.69210
SERVICOS	2.93e-08	0.00000	0.00016	0.00000	0.00000	0.19715
PRAIA	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
DISTANCIA_CENTRO	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
LINHA1	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
LINHA2	0.23382	0.00944	0.15782	0.16715	0.36985	0.53053
LAZER	5.06e-06	0.00000	0.00001	0.00000	0.00109	0.00000
ZSUL	0.00153	0.01689	0.00103	0.15423	0.00019	0.00008
ZCENTRAL	7.15e-06	0.00042	0.00024	0.09145	0.07224	0.20837
ZOESTE	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
AQ	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
RZC	7.40e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003
RZS	0.79438	0.47917	0.58705	0.70234	0.14655	0.06255
RZO	1.44e-12	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ROB	< 2e-16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

A variável roubos apresentou um efeito depreciativo superior ao da variável homicídios por ser um crime praticado com mais frequência e por apresentar uma taxa maior nas regiões analisadas. A desvalorização causada por essa taxa é de aprox. 0,048% em OLS, de 0,052% no quantíl inferior e de 0,036% no quantíl superior.

As interações com a variável roubos (RZC, RZS e RZO) também apresentaram valores bem próximos em relação à OLS, proporcionando um efeito adicional na zona central, por exemplo, de aprox. 0,045% em OLS, 0,049% no quantíl inferior e de 0,031% no quantíl superior.

As estimativas de QR para a variável roubos continuaram não sendo estatisticamente diferentes de OLS pois permaneceram dentro do intervalo de confiança de 95% de OLS, como visto no Gráfico 6.

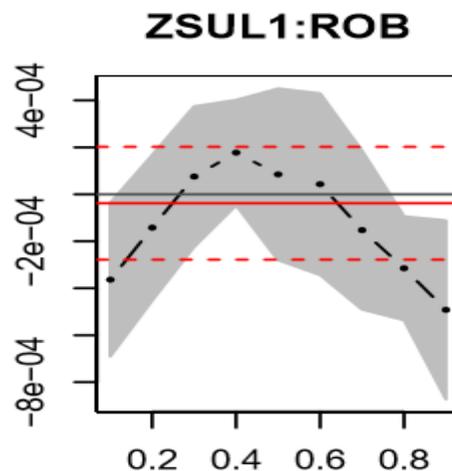
Gráfico 6 : Comparando estimativas QR e OLS para variável roubos.



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

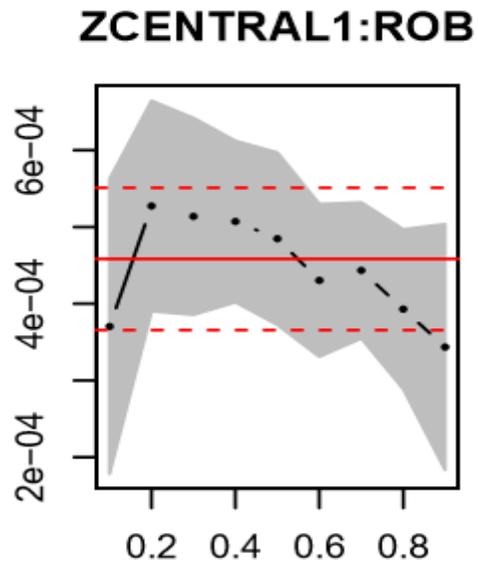
As estimativas de QR para as interações com a variável roubos também não apresentaram diferença estatística em relação à OLS, pois permaneceram dentro do intervalo de confiança de 95% de OLS, como demonstrado nos Gráficos 7,8 e 9.

Gráfico 7 : Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona sul (RZS).



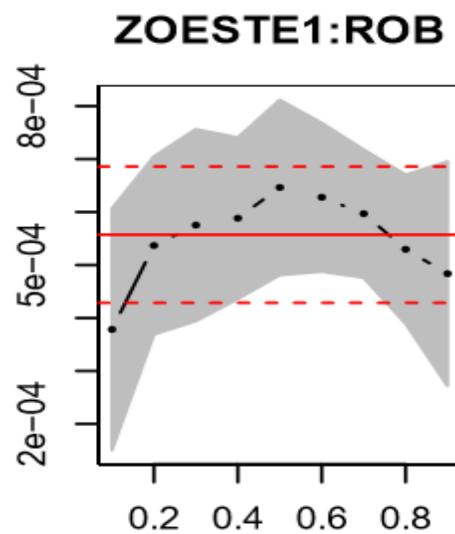
Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

Gráfico 8 :Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona central (RZC).



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

Gráfico 9 :Comparando estimativas de QR e OLS para variável de interação entre a taxa de roubos e a zona oeste (RZO).

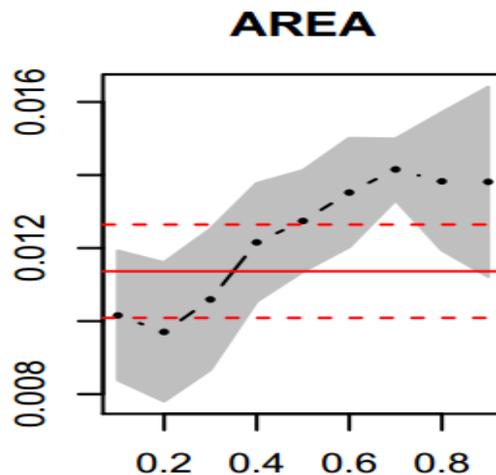


Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

As variáveis área e linha 1 foram as únicas que apresentaram efeitos distintos no preço dos apartamentos pois suas estimativas se encontraram fora do intervalo de confiança de 95% de OLS, como observado nos Gráficos 10 e 11.

A interpretação para o efeito da variável área pode ser considerado o mesmo que o verificado no modelo para taxa de homicídios.

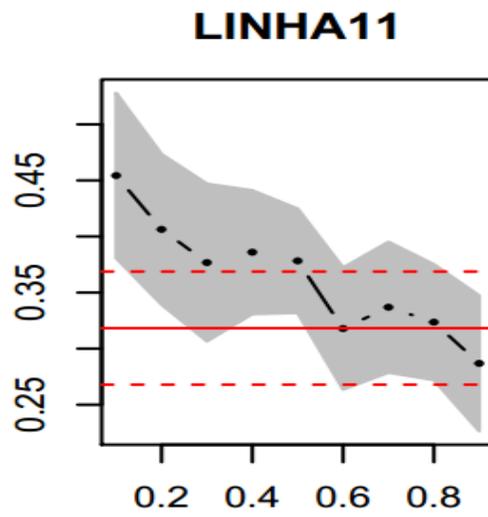
Gráfico 10 : Comparando estimativas QR e OLS para variável área.



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

O efeito da variável linha 1, variável que indica a presença da linha 1 do metrô que liga a zona norte à zona sul, apresentou valores elevados para faixa de preços mais baixos, essa elevação pode ser explicada pela valorização maior que compradores de apartamentos mais baratos, que em muitos casos se encontram distantes do centro da cidade e da zona sul, dão à linha 1 do metrô pelo fato de dependerem mais desse serviço no seu dia a dia.

Gráfico 11 : Comparando estimativas QR e OLS para variável linha1.



Fonte: Elaboração Própria. Software Utilizado: R.

7. CONCLUSÃO

Observamos como a criminalidade está tomando proporções insustentáveis e como seu avanço tem gerado consequências para os cidadãos – que vivem em um constante trade-off entre pagar mais barato ou viver em um lugar com mais segurança, ou seja, quanto estão dispostos a abrir mão pela sua tranquilidade e paz– e para a eficiência da economia que vê seus recursos sendo gastos na contenção do aumento da violência, enquanto, poderiam estar sendo investidos em áreas de maior contribuição social – como educação, saúde e infraestrutura – para a sociedade. O presente trabalho se propôs a estimar o custo implícito da violência refletido nos preços dos apartamentos. A região escolhida foi a cidade do Rio de Janeiro, que sofreu aumentos de violência alarmantes nesses últimos anos e é considerada a segunda maior cidade do Brasil. Em relação aos resultados encontrados para a taxa de roubos e homicídios, a abordagem quantílica não proporcionou uma análise mais aprofundada em relação a de mínimos quadrados ordinários, como previsto inicialmente, pois suas estimativas não foram estatisticamente diferentes muito provavelmente porque os dados somente refletem a situação no Rio de Janeiro. Seria interessante avaliar se esse comportamento permanece em relação a outras cidades brasileiras. Porém, constatou-se, como esperado, um impacto depreciativo e significativo sobre o preço de venda dos apartamentos que põe em risco a atividade econômica da região e o bem estar da sociedade.

8.REFERÊNCIAS

PONTES , Eduardo ; PAIXÃO,Luiz Andrés; ABRAMO , Pedro. **O mercado imobiliário como revelador das preferências pelos atributos espaciais:** Uma análise do impacto da criminalidade urbana no preço de apartamentos em Belo Horizonte. Rio de Janeiro,2011.

ZIETZ , Joachim ; ZIETZ , Emily ; SIRMANS , G . Stacy . **Determinants of house prices:** A quantile regression approach,2007.

TEIXEIRA,Evandro Camargo ; SERRA,Maurício Aguiar. **O impacto da criminalidade no valor da locação de imóveis:** o caso de Curitiba.Campinas.2006

BUVINIC, Mayra; MORRISON, Andrew. **La violencia como obstáculo para el desarrollo.**BID,2002.

PAIXÃO,Luiz Andrés. **Índice de preços hedônicos para apartamentos:** Belo Horizonte, 1995-2012.Rio de Janeiro,2015.