


AVALIAÇÃO EM MASSA DO POTENCIAL DE RETORNO ECONÔMICO DE TERRENOS URBANOS POR MODELAGEM ESPACIAL

Mass evaluation of economic potential return of urban lands by spatial modelling

Andersonn Magalhães de Oliveira

<http://orcid.org/0000-0000-0000-0000> 

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Recife, Brasil.

amagalhaes.eng@gmail.com

Jose Luiz Portugal

<http://orcid.org/0000-0002-6508-1687> 

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Recife, Brasil.

joseluiz.portugal@gmail.com

Rubens Alves Dantas

<http://orcid.org/0000-0000-0000-0000> 

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),
Recife, Brasil.

rubens@dantas.eng.br

RESUMO

Em estudos da área de engenharia de avaliações é crescente a utilização das tecnologias da geoinformação, da cartografia e dos sistemas de informações geográficas. A ampliação do uso dessas tecnologias é justificada especialmente pela eficácia para elaboração de plantas genéricas de valores. Além da modelagem de preços unitários para unidades habitacionais, essa pesquisa propõe a estruturação de modelos espaciais para Receitas Globais, ao se apoiar em informações do cadastro territorial. Ainda, de forma análoga ao modelo de Receitas Globais, o estudo realiza uma modelagem espacial para Custos Globais de empreendimentos verticais bem como para Taxas de Permuta de Áreas. A modelagem espacial desses fenômenos é subsídio para a formulação do Índice de Potencial Genérico de Retorno para terrenos urbanos. Particularmente essa formulação é fundamentada nos pressupostos do Método Involutivo usada na Engenharia de Avaliações. O propósito fim dessa abordagem é a criação de um produto cartográfico chamado de Planta do Potencial Genérico de Retorno, do qual se espera representar áreas que propiciam um melhor retorno econômico em investimentos de empreendimentos verticais. Dessa forma, uma ferramenta eficaz para estudos de zoneamento urbano, de uso e ocupação do solo, de fenômenos de gentrificação, e para planos diretores urbanos.

Palavras-Chave: Engenharia de avaliações; Sistemas de geoinformação; Modelagem de dados espaciais.

ABSTRACT

In Real Estate Engineering Surveys, the use of geo-information, mapping and geographic information systems technologies is increasing. The expansion of the use of these technologies is justified especially by the effectiveness for the elaboration of generic plants of values. In addition to the modeling of unit prices for housing units, the research proposes the structuring of spatial models for Global Revenues by relying on territorial cadastre information. Still, similarly to the Global Revenue model, the study performs a spatial modeling for Global Costs of vertical ventures as well as for Area Swap Fees. The spatial modeling of these phenomena are the subsidies for the formulation of the Generic Return Potential Index for urban land. Particularly this formulation is based on the assumptions of the Involutive Method used in the Real Estate Engineering. The purpose of this approach is the creation of a cartographic product called Generic Return Potential, which is expected to represent areas that provide a better economic return on investments in vertical ventures. In this way, an effective tool for studies of urban zoning, land use and occupation, gentrification, and for urban master plans.

Keywords: Real estate engineering; Geoinformation systems; Spatial data modeling.

Preenchimento dos Editores

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Submetido em 15/04/2022
Publicado em 15/06/2022

Comitê Científico Interinstitucional
Editor-Responsável: Carlos Augusto Zilli
(SEER/OJS – Versão 3)



1. INTRODUÇÃO

Os métodos usados na Engenharia de Avaliações são divididos entre aqueles que visam a estimação do valor de um bem imóvel, e aqueles que visam quantificar os custos de produção, reprodução ou reedição deste bem. (SANTOS, 2016).

Para a identificação do valor de uma propriedade, os Modelos Clássicos de Regressão Linear – MCRL se apresentam como importante indicador para se descrever o comportamento do mercado de imóveis (ZHANG et al, 2015; HELBICH e GRIFFITH, 2016).

A avaliação em massa por técnicas de modelagem espacial junto a métodos da geoestatística têm gerado resultados mais refinados que os MCRL (MURAKAMI, 2017). Conforme Anselin (1988), a espacialidade explica parcela do erro do modelo não detectado nos MCRL.

No que se refere à quantificação de custos, Brook (2016) diz que o modelo do Custo Unitário Básico - CUB, é empregado na fase de análise de viabilidades de edifícios. Isso se deve a rapidez de se obter resultados através deste método (AVILA et al, 2003).

A partir de informações de valores e custos de um empreendimento, é possível o emprego do método involutivo, cujo objetivo é estimar o valor do bem por meio do potencial econômico que os frutos da construção ou empreendimento podem oferecer (DANTAS, 2005).

Sendo assim, essa pesquisa tem por objetivo implementar o método involutivo sob uma perspectiva espacial, para a indicação do potencial de retorno econômico de terrenos urbanos. Essa abordagem consiste em quantificar a autocorrelação espacial, fundamentado no uso da técnica de krigagem de Matheron (1965), nas variáveis: valores de imóveis, custos de construção e taxas de permuta de áreas de empreendimentos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A engenharia de avaliações pode ser definida como o agrupamento de técnicas e conhecimentos científicos que tem como objetivo estimar os valores e custos de bens, para uma determinada data, situação e finalidade (NBR14.653-1, 2001). A seguir são detalhadas algumas dessas técnicas, além de conceitos necessários à compreensão desse artigo.

2.1 MÉTODO COMPARATIVO DE DADOS DE MERCADO

Esse método se baseia na comparação entre dados de mercado, que permitam estimar o valor de um bem, e pode ocorrer de duas formas: (i) pela ponderação empírica de variáveis influentes no valor do bem; (ii) pelo método científico, onde se insere modelagem por inferência estatística, como o caso do MCRL (DANTAS, 2005). O MCRL pode ser entendido como o estudo estatístico que modela a relação entre variáveis independentes (por exemplo: área, padrão e andar) e dependente (preço do imóvel). O MCRL é representado pela Equação 1:

$$y = \beta_0 + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + \dots + x_k\beta_k + \varepsilon \quad (1)$$

Onde y é a variável dependente; $\beta_{0...n}$ são os parâmetros do modelo; $x_{1...n}$ são as variáveis independentes; ε é o resíduo aleatório não explicado. O MCRL deve atender a pressupostos básicos que são: dados sem perturbações, parâmetros constantes, modelo linear na forma da Equação 1, baixa correlação entre as variáveis independentes, homoscedasticidade e aleatoriedade dos resíduos com esperança nula (GUJARATI, 2003).

2.2 QUANTIFICAÇÃO DE CUSTOS

De forma genérica, são dois os tipos de metodologias difundidas e utilizadas no Brasil: (i) método da quantificação detalhada, que possui a vantagem de obter uma estimativa mais aproximada dos custos reais, apresentando entanto limitações de aplicabilidade. (AVILA et al, 2003); (ii) método do custo unitário básico – CUB, que se encontra especificado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC.

Devido a existência de algumas variáveis não consideradas na composição do CUB, Dantas (2005) apresenta a equação (2) como sendo o custo unitário final de uma unidade genérica de determinado empreendimento.

$$CF = \left[CUB + \frac{OE+OI+(OFe-OFd)}{S} \right] \cdot (1 + BDI) \quad (2)$$

Onde CF é o custo unitário final por área equivalente de construção; OE é o orçamento dos elevadores; OI é o orçamento de instalações especiais; OFe é o orçamento de fundações indiretas; OFd é o orçamento de fundações diretas; S é a área equivalente global; BDI são os benefícios e despesas indiretas.

2.3 MÉTODO INVOLUTIVO

O objetivo desse método é de estimar o valor do bem por meio do potencial econômico que os frutos da construção ou empreendimento podem oferecer. Para isso, a NBR 14653-2 (2004) diz que o potencial econômico pode ser obtido pela projeção de construção do empreendimento na área estudada ou pela previsão dos frutos do seu desmembramento. A equação 3 identifica o método em tela.

$$\Psi = VL - DT - LE \quad (3)$$

Onde, Ψ representa o valor máximo do terreno admitido para viabilidade do empreendimento; VL é a receita total estimada para a venda das unidades; DT são as despesas totais previstas para a concepção do empreendimento; LE é o lucro mínimo requerido pelo empreendedor (DANTAS, 2005).

2.4 PERMUTA DE ÁREAS NO MERCADO IMOBILIÁRIO

Em negócios que envolvem terrenos para verticalização, é vista como atraente as permutas de áreas, por razões dos expressivos valores envolvidos em operações dessa natureza (DANGOT, 2017).

As permutas de área no mercado imobiliário podem ser qualificadas como física ou financeira. A permuta física é caracterizada pelo desembolso em unidades imobiliárias para o pagamento do terreno. A permuta financeira é caracterizada pelo desembolso em moeda corrente para o pagamento do terreno. (DANGOT, 2017).

2.5 EFEITOS ESPACIAIS E PLANTAS GENÉRICAS DE VALORES

Ao se utilizar de MCRL na estimação de valor de imóveis urbanos, Manganelli et al (2014) questionam a eficácia desse método, por não considerar as relações espaciais.

Quando essas relações são levadas em conta, uma planta genérica de valores (PGV) pode ser obtida por métodos de interpolação geoestatísticos, conhecidos como krigagem. Esse método divide a variabilidade espacial em três componentes: (i) variação determinística global associada a uma média constante ou a uma tendência; (ii) variação local espacialmente autocorrelacionada e (iii) ruído aleatório. Maiores detalhes sobre o método podem ser obtidos em Yamamoto e Landim (2013) e Burrough e McDonnell (1998).

3. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no bairro de Boa Viagem, em Recife - Pernambuco. Este possui uma área territorial de aproximadamente 753 hectares e se localiza na zona sul da capital pernambucana. A região tem uma população estimada de 122.922 habitantes e cerca de 42.300 domicílios. (IBGE, 2017)

A Figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia adotada neste estudo.

a. Estimação das Receitas Globais

Esse procedimento visa estimar as receitas com a venda de todas as unidades de edifícios de uma amostra distribuída espacialmente. Inicialmente se procede a análise exploratória dos dados de mercado, para identificar o comportamento das variáveis envolvidas, em termos de normalidade e correlação.

Em seguida, é formulado MCRL, identificando se o mesmo atende aos pressupostos básicos definidos no item 2.1. Esses pressupostos são confirmados pelos testes de significância global do modelo, de significância individual dos parâmetros, do coeficiente de ajustamento do modelo, de normalidade, de homoscedasticidade e de multicolinearidade.

Posteriormente, a avaliação global dos edifícios é calculada pelo somatório dos preços estimados dos apartamentos, como mostrado na Equação 4.

$$RT = \sum_{r=1}^n Ap_n * Pu_n(x) \tag{4}$$

Onde RT é a Receita global para a venda de um edifício; Ap_n é a Área privativa de um apartamento; $Pu_n(x)$ é o Preço Unitário por m² em função do MCRL adotado.

Finalmente, a geração da superfície de receitas globais é efetuada, por métodos geoestatísticos, a partir da espacialização na forma pontual dos edifícios, tendo como atributo a avaliação global dos mesmos.

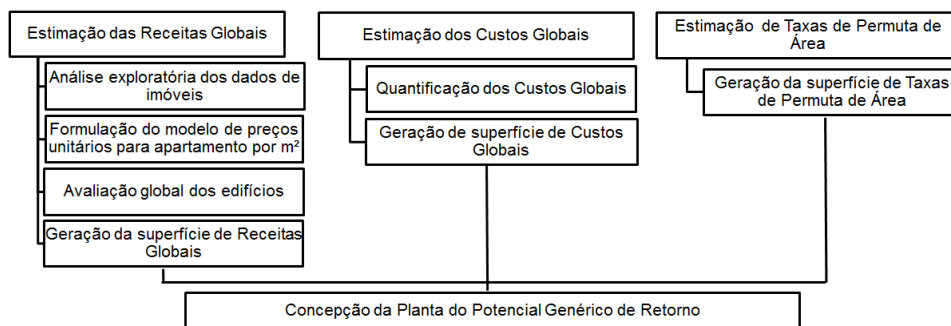


Figura 1 - Fluxograma das atividades desenvolvidas (os autores, 2017).

b. Estimação dos Custos Globais

Esse procedimento visa estimar os custos de construção de edifícios de uma amostra distribuída espacialmente. A quantificação dos custos globais consiste em calcular o custo global de um edifício conforme Equação 5, sugerida por Dantas (2005).

$$CT = \left[(S * CUB(\mu) + \sum \lambda) * (1 + BDI) \right] \tag{5}$$

Onde CT é o custo global do edifício; S é a área equivalente global do edifício; λ são os custos globais não inclusos no CUB; $CUB(\mu)$ é o valor do custo unitário básico do imóvel em avaliação, obtido pela interpolação com os CUBs dos projetos-padrão fornecidos pelo CBIC (2017); BDI é a bonificação e despesas indiretas. A geração da superfície de custos globais é efetuada, por métodos geoestatísticos, a partir da espacialização na forma pontual dos edifícios, tendo como atributo o custo global dos mesmos.

c. Estimação de Taxas de Permuta de Área

Esse procedimento visa estimar taxas de permuta de área de uma amostra distribuída espacialmente.

A geração da superfície de taxas de permuta de área é efetuada, por métodos geoestatísticos, a partir da espacialização na forma pontual dos edifícios, tendo como atributo a taxa de permuta dos mesmos.

d. Concepção da Planta do Potencial Genérico de Retorno - PPGR

Consiste na geração da PPGR através da superfície de Índices de Potenciais Genéricos de Retorno que é dada pela Equação 6.

$$\ddot{I} = \frac{\rho(1 - \tau)}{\gamma} \tag{6}$$

Onde \ddot{I} é a superfície de índices de potenciais genéricos de retorno; ρ é a superfície de receitas globais; γ é a superfície de custos globais; τ é a superfície de taxas de permuta de áreas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O ESTIMAÇÃO DAS RECEITAS GLOBAIS

Inicialmente buscaram-se dados de mercado através de informações oficiais do Imposto de Transmissão de Bens Imóveis – ITBI. Essas informações foram cedidas pela Diretoria de Tributação da Prefeitura do Recife e contabilizaram 7.168 dados de transações oficializadas entre o período de janeiro de 2015 a maio de 2017. Os dados obtidos são do tipo descritivo, contendo além do preço unitário os seguintes atributos, que segundo Dantas (2005), tem influência neste: natureza do preço do imóvel, andar, área privativa, idade, padrão de acabamento, estado de conservação. O mesmo autor identifica também que a distância do imóvel a orla impacta o preço e que essa variável pode ser obtida por meio de espacialização dos edifícios e da linha de praia. Embora a quantidade de informações fornecidas a priori seja numerosa, somente 634 foram empregadas, aproximadamente 9% dos dados fornecidos. Isso aconteceu pelas razões identificadas na Figura 2.

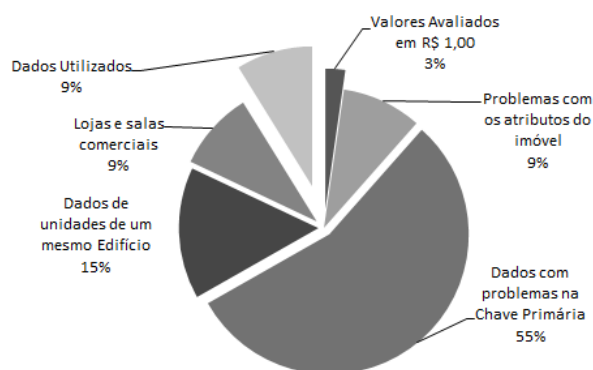


Figura 2 – Gráfico com a identificação das perdas dos dados de preços (os autores, 2017).

Em relação à formulação do modelo para preços unitários de apartamento por m², o modelo empregado é definido pela Equação 7 e resolvido por regressão linear.

$$\text{LnPU} = \text{Interseção} + \text{NAT} + \text{AND} + \text{LnAP} + \text{LnID} + \text{PAD} + \text{EST} + \text{LnNEAR} \quad (7)$$

Onde:

PU → Preço Unitário do imóvel por sua área privativa (R\$/m²). A variável foi normalizada pela função Ln, sendo codificada como LnPU.

NAT → Natureza da informação do preço, do tipo dicotômica que assume o valor 1 (um) para “valor declarado” e assume o valor 0 (zero) para “valor da avaliação”;

AND → Andar do apartamento.

AP → Área Privativa do imóvel, em metros quadrados. A variável foi normalizada pela função Ln, sendo codificada como LnAP;

ID → Idade do imóvel, em anos. A variável foi normalizada pela função Ln, sendo codificada como LnID;

PAD → Variável categórica para o tipo de padrão do imóvel, que assume o valor 3 (três) para “alto”, o valor 2 (dois) para “médio” e 1 (um) para “baixo”.

EST → Estado de Conservação do Imóvel, do tipo dicotômica que assume o valor 1 (um) para “boa” e assume o valor 0 (zero) para “baixa”;

NEAR → Distância até a orla, em metros. A variável foi normalizada pela função Ln, sendo codificada como LnNEAR;

Os resultados do modelo são mostrados nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 1 - Relatório do teste do coeficiente de determinação do modelo

Estatística de Regressão	
R múltiplo	0,9076
R-Quadrado	0,8238
R-quadrado ajustado	0,8218
Observações	634

Tabela 2 - Tabela ANOVA com significância global do modelo.

	gl	SQ	MQ	F	F significação
Regressão	7	86,8846	12,4121	418,1578	3,20E-231
Resíduo	626	18,5814	0,02968		
Total	633	105,4661			

Tabela 3 - Resultado do modelo.

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	11,37632	0,123043	92,4578	0
NATUREZA	-0,08576	0,013978	-6,13512	1,51E-09
ANDAR	0,012619	0,001584	7,965533	7,79E-15
LnAREA	-0,28133	0,015759	-17,8518	6,32E-58
LnIDADE	-0,33134	0,016103	-20,5767	2,97E-72
PADRAO	0,08856	0,016425	5,391797	9,90E-08
ESTADO	0,162256	0,056179	2,88822	0,004008
LnNEAR	-0,20462	0,007554	-27,0885	1,50E-107

Em relação ao coeficiente de determinação R² (Tabela 1) verifica-se que 82% da variação dos preços unitários é explicada pela variação das demais variáveis. Em relação à significância global do modelo (Tabela 2) verifica-se apresentou F de significação menor que 1%.

Em relação ao resultado do modelo (Tabela 3) verifica-se que todas as variáveis independentes apresentam Valor-P menor que 1%. A interpretação dos coeficientes, em condições *ceteris paribus*, é dada a seguir:

- Quando a natureza do preço passa de “avaliado” para “declarado”, o *PU* diminui 8,2%;
- Quando o andar se eleva em uma unidade, o *PU* aumenta 1,3%;
- Quando a área privativa aumenta em 10%, o *PU* diminui 2,81%;
- Quando a idade aumenta em um ano, o *PU* diminui 3,31%;
- Quando o padrão do imóvel se eleva de baixo para médio, ou de médio para alto, o *PU* aumenta 9,3%.
- Quando o estado de conservação do imóvel se eleva de baixo para médio, ou de médio para alto, o *PU* aumenta 17,6%;
- Quando a distância até a orla aumenta em 10%, o *PU* diminui 2,05%;

Para a avaliação global foram selecionados 554 edifícios, correspondendo a um total de 6086 apartamentos. O preço desses apartamentos foi calculado pelos coeficientes do modelo constantes na Tabela 3, com dados obtidos na Unidade de Cadastro Imobiliário da Prefeitura do Recife. Ressalta-se que a variável NAT disponível na referida unidade é somente valor declarado, por isso o valor 1 foi considerado para todos os apartamentos. O preço dos edifícios foi calculado conforme arranjo mostrado na Figura 6 e a espacialização destes é mostrada na Figura 7. Convém observar que os edifícios se distribuem por praticamente todo o bairro de Boa Viagem.

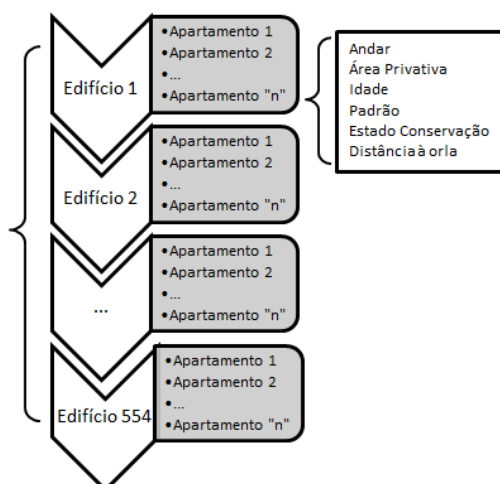


Figura 6 - Organização dos dados de atributos e apartamentos (os autores, 2017).

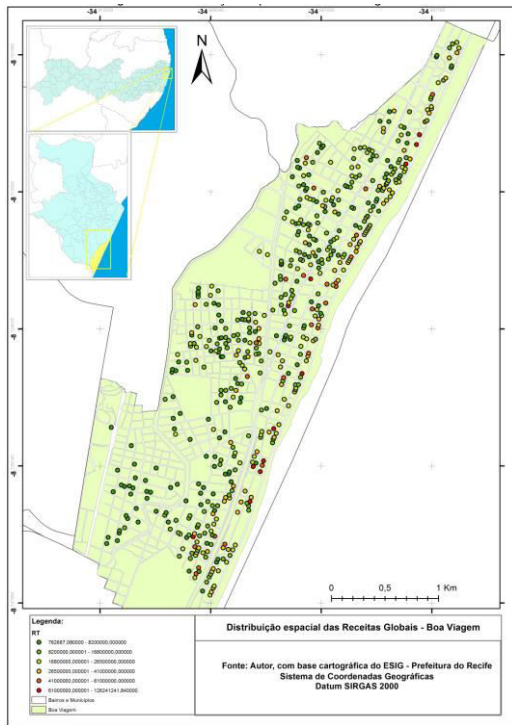


Figura 7 - Distribuição espacial das receitas globais (os autores).

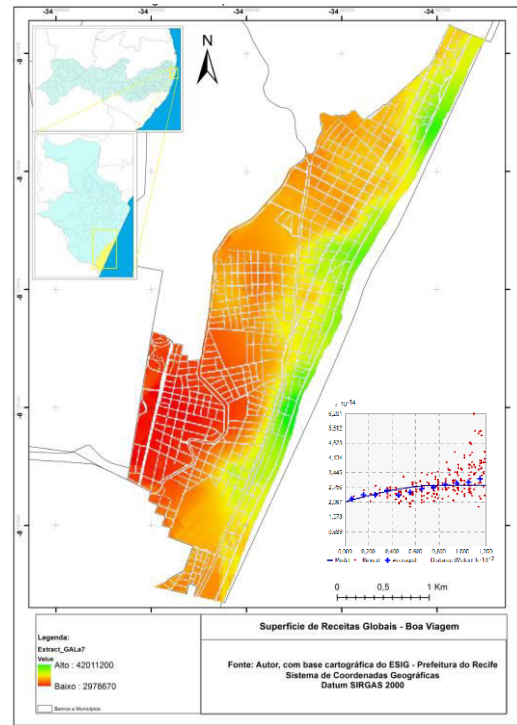


Figura 8 - Superfície de Receitas Globais (os autores, 2017)

A superfície de receitas globais, mostrada na Figura 8, foi gerada por krigagem, como interpolador do preço dos edifícios. O variograma definido é do tipo esférico, com efeito pepita de $2,0868 \times 10^{-14}$, peitoril de $0,7733 \times 10^{-14}$ e alcance de 800,12m.

4.2 ESTIMAÇÃO DOS CUSTOS GLOBAIS

Para a quantificação dos custos globais foram selecionados 354 edifícios, constantes do Cadastro Imobiliário da Prefeitura do Recife e mostrados na Figura 9. Convém observar que os edifícios se distribuem por praticamente todo o bairro de Boa Viagem.

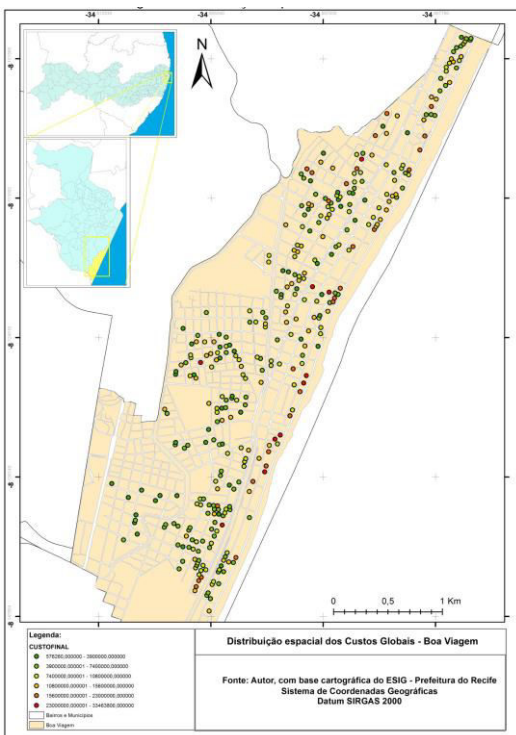


Figura 9 - Distribuição espacial dos custos globais (os autores).

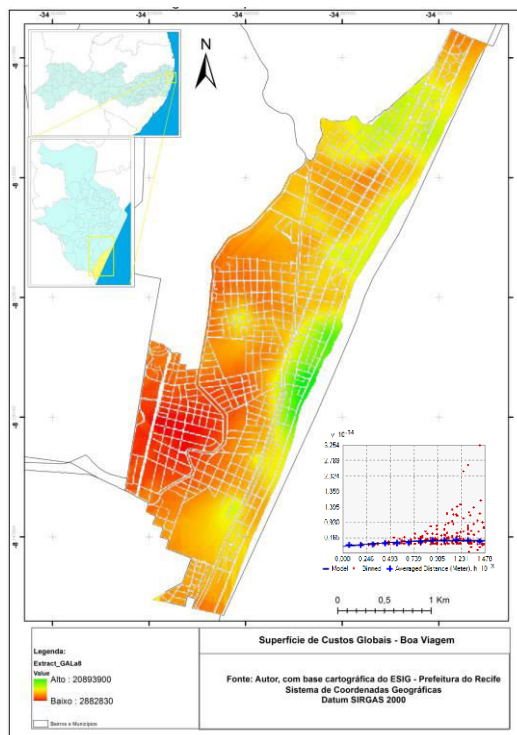


Figura 10 - Superfície de custos globais (os autores).

A Equação 5 é empregada para o cálculo da quantificação dos custos globais. Em relação a esta cabem as seguintes observações: (i) estimação do CUB(μ) se deu por meio da Tabela 05; (ii) o CUB(μ) é linearmente interpolado para valores intermediários de andar; (iii) o valor do BDI adotado foi de 30% como sugerido por Mendes e Bastos (2001).

Tabela 5 – CUB CBIC Pernambuco – agosto de 2017 (CBIC, 2017).

Padrão normal		Padrão alto	
Andar	Valor (R\$)	Andar	Valor (R\$)
1	1.739,55	1	2.193,86
4	1.619,75	8	1.741,85
8	1.361,92	16	1.666,42
16	1.330,52		

A superfície de custos globais, mostrada na Figura 10, foi gerada por krigagem, como interpolador do custo global dos edifícios. O variograma definido é do tipo esférico, com efeito pepita de $0,2061 \times 10^{-14}$, peitoral de $0,1121 \times 10^{-14}$ e alcance de 985,15m.

4.3 ESTIMAÇÃO DE TAXAS DE PERMUTA DE ÁREAS

Para a estimação de taxas de permuta foram selecionados 27 empreendimentos, lançados no período de 2013 a 2017 e mostrados na Figura 11. O valor das taxas foi obtido junto a incorporadoras, com identificação omitido por motivos de confidencialidade. Convém observar pequena densidade de edifícios e a maior parte concentrada na região norte do bairro.

Esses fatores comprometem o emprego da krigagem e de outros interpoladores locais. Para minimizar o problema foi empregada uma superfície de tendência de grau 1 (plano inclinado), para descrever o comportamento da taxa de permuta, como mostra da Figura 12. Cabe frisar que, conforme esperado, a direção do gradiente desse plano é quase normal à linha de praia, com taxas decrescentes a medida que dela se afasta.

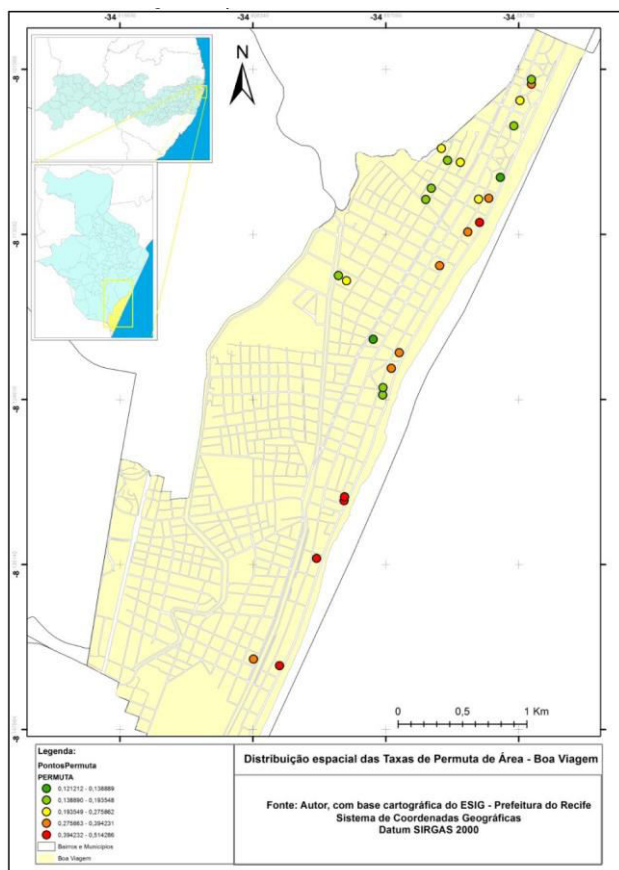


Figura 11- Distribuição espacial dos dados de taxas de permuta de área (os autores, 2017).

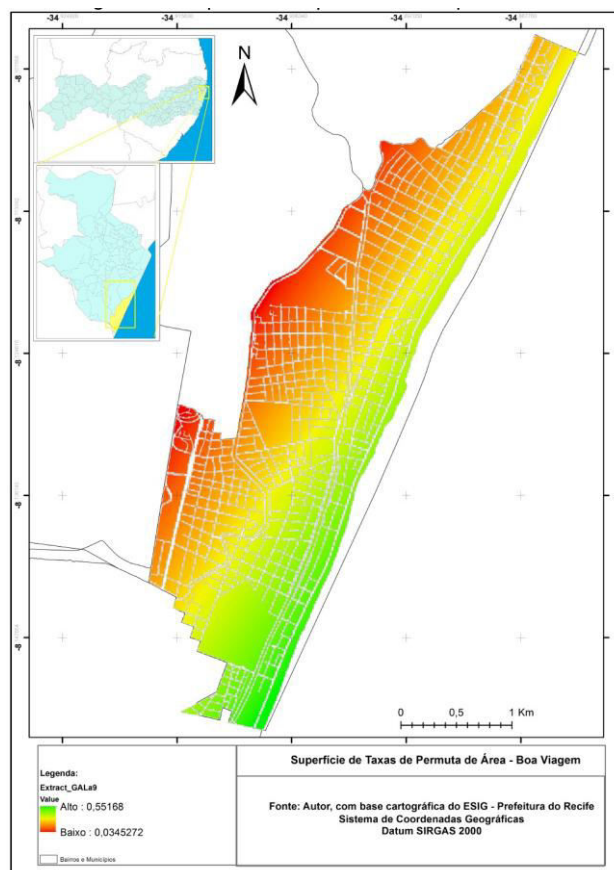


Figura 12 - Superfície de percentual de permuta de área (os autores, 2017).

4.4 GERAÇÃO DA PLANTA DO POTENCIAL GENÉRICO DE RETORNO

A PPGR, mostrada na Figura 13, foi obtida por operações entre camadas como escreve a Equação 6.

Em virtude da complexidade de incorporação de áreas já verticalizadas, em estudos de viabilidade de empreendimentos são considerados, a priori, casas e terrenos. A Figura 14 identifica a localização desses tipos de imóveis sobre a PPGR.

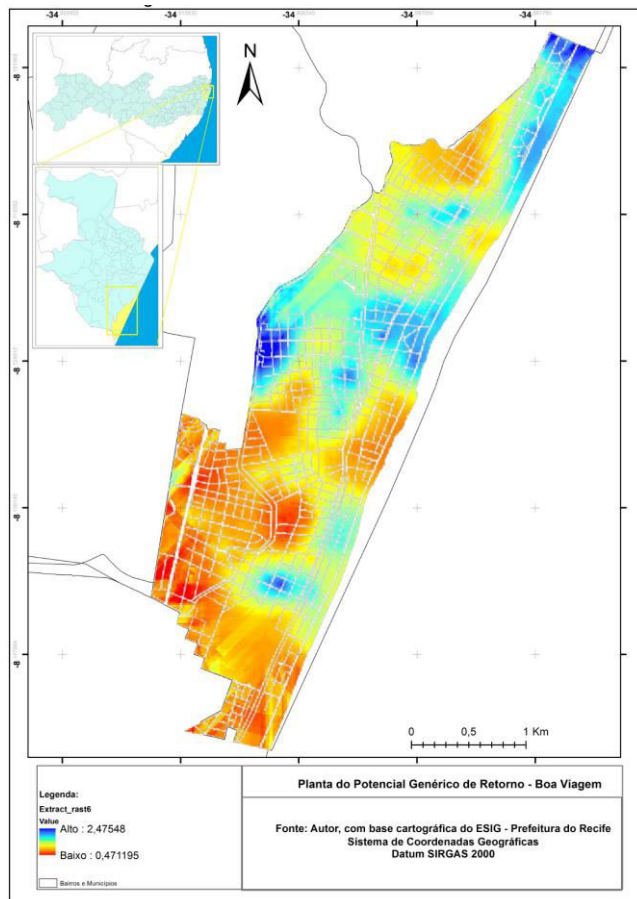


Figura 13 – Representação da planta do potencial genérico de retorno (PPGR) (os autores, 2017).

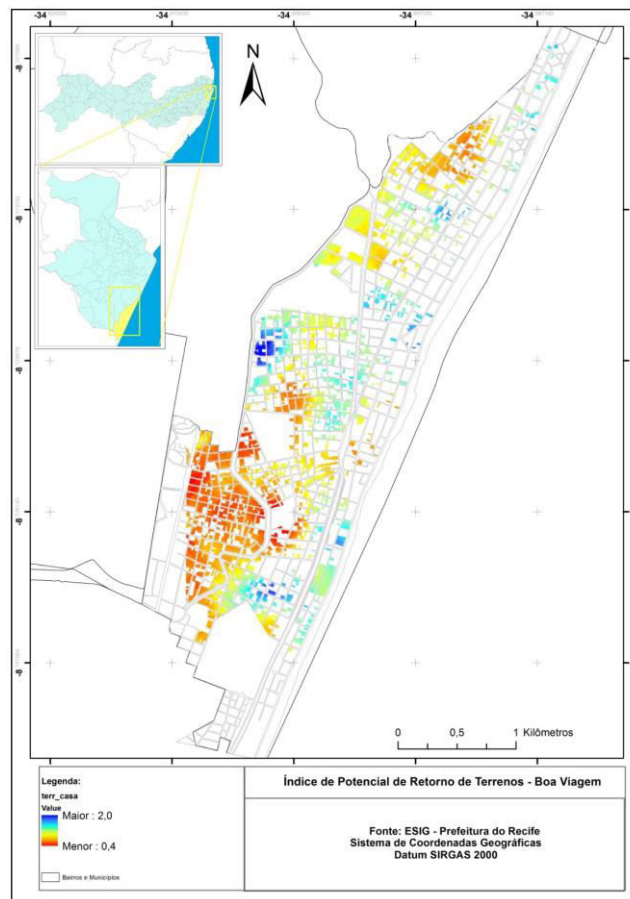


Figura 14 - Representação da planta do potencial genérico de retorno (PPGR) de terrenos e casas (os autores, 2017)

5. CONCLUSÕES

Conforme a metodologia proposta tornou-se viável a concepção da PPGR para o bairro de Boa Viagem, Recife. Essa é uma nova perspectiva sobre o Método Involutivo para a avaliação de terrenos e glebas urbanas.

O produto gerado é útil para empreendedores que desejem investigar locais potenciais para permuta de áreas e para proprietários que desejem fundamentar uma negociação. Também pode ser empregado em estudos de gentrificação, zoneamento de bairros e elaboração de planos diretores para cidades.

Outra possibilidade de aplicação é a identificação em massa de lotes, que não possuem potencial mínimo para verticalização.

A maior dificuldade do estudo se deu na fase da coleta de dados de permuta de área, explicado pela ausência do registro desse tipo de informação no cadastro de imóveis. Por fim sugere-se que mais estudos e ensaios dessa natureza sejam realizados, em outras regiões ou cidades, a fim de ampliar conhecimento sobre essa temática.

REFERÊNCIAS

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Dordrecht: Kluwer Academic. 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-1: Avaliação de Bens** – Parte 1: Procedimentos Gerais. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 14.653-2: Avaliação de Bens** – Parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

- AVILA, A. V; LIBRELOTTO, L. I; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**. Santa Catarina: Edição dos autores, 2003
- BROOK, M. **Estimating and Tendering for Construction Work**. 1ª ed. New York: Routledge. Taylor & Francis Group. 2016.
- BURROUGH, Peter A; MCDONNELL, Rachael A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press, 1998.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Indicador dos Custos do Setor da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.cub.org.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2017.
- DANGOT, Samantha. **A compra e venda e a permuta na incorporação imobiliária** (estudo de caso). (Dissertação de mestrado) Escola de Direito de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas - FGV. São Paulo, 2017.
- DANTAS, R. A. **Engenharia de Avaliações: uma Introdução à Metodologia Científica**. São Paulo: Pini, 2005.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985.
- GUJARATI, D. N. **Basic Econometrics**. Irwin / McGraw-Hill. 2003.
- HELBICH, M; GRIFFITH, D. A. **Spatially varying coefficient models in real estate: Eigenvector spatial filtering and alternative approaches**. Computers, Environment and Urban Systems. Volume 57. 2016.
- HORNBURG, R. A.; HOCHHEIM, Norberto. **Evaluating mass of real estate using geostatistical and bayesian kriging for the municipal administration can have a fair and equitable collection of land tax**. Business Management Review (BMR), v. 05, p. 524-536, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Site: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/nivel=st>>, acessado em dezembro de 2017.
- MANGANELLI, B; PONTRANDOLFI, P; AZZATO, A; MURGANTE, B. **Using geographically weighted regression for housing market segmentation**. International Journal Business Intelligence and Data Mining, Volume 9, 2014.
- MATHERON, G. **Les Variables Regionalisées et Leur Estimation**. Masson, Paris, 1965.
- MENDES, André Luiz; BASTOS, Patrícia Reis Leitão. **Um aspecto polêmico dos orçamentos de obras públicas: benefícios e despesas indiretas (BDI)**. Revista TCU, Brasília, v. 32, n. 88, 2001.
- MURAKAMI, D; YOSHIDA, T; SEYA, H; GRIFFITH, D. A; YAMAGATA, Y. **A Moran coefficient-based mixed effects approach to investigate spatially varying relationships**. Spatial Statistics. Volume 19. 2017.
- SANTOS, H. G; SILVA, J. A. M; SÁ, L. A. C. M; PORTUGAL, J. L. **Efeitos espaciais em mercados de terras rurais: modelagem, validação e avaliação de desempenho**. Revista Brasileira de Cartografia. Nº 68/4, Edição Especial Geoinformação e Análise Espacial: 759-777, 2016.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DO RECIFE - ESIG. Prefeitura da Cidade do Recife. Site: <http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/>, acessado em maio de 2017.
- YAMAMOTO, J. K; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística. Conceitos e Aplicações**. 1ª edição. Oficina de Textos. São Paulo, 2013.
- ZHANG, R; DU, Q; GENG, J; LIU, B; HUANG, Y. **An improved spatial error model for the mass appraisal of commercial real estate based on spatial analysis: Shenzhen as a case study**. Habitat International. Volume 46. 2015.