

APLICAÇÃO DO MODELO DOS PREÇOS HEDÔNICOS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO SOBRE O PREÇO DA TERRA URBANA

Maurício Oliveira de Andrade

Maria Leonor Alves Maia

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

RESUMO

Este artigo centra-se na aplicação de modelo para avaliação da influência da acessibilidade sobre o preço da terra nas proximidades de estações metroferroviárias, adotando o Metrô do Recife como estudo de caso. Vários autores consideram a acessibilidade ao transporte fator fundamental para influenciar o preço da terra.. O modelo adotado relaciona o preço da terra com um conjunto de características que se espera possa influenciar seu valor, sendo o preço hedônico aquele que resulta de uma alteração em qualquer atributo particular, mantidos os demais inalterados. Quatro atributos foram escolhidos para serem testados no do modelo (de localização, de vizinhança, físicos e de regulação). Aplicando o modelo apenas com as variáveis de localização, conclui-se que são explicados menos de 25% da variância do preço da terra apresentado na amostra. Ao serem acrescentadas ao modelo variáveis relativas à infra-estrutura, uso do solo e perfil socioeconômico da vizinhança seu poder de explicação se eleva a 87%.

ABSTRACT

This article focuses in the application of a hedonic prices model to evaluate the influence of the accessibility on the price of the urban land in the proximity of rail stations, adopting the Metrô do Recife as a case study. Some authors consider the accessibility to the transit, a basic factor to influence the land price. The adopted model relates the land prices with a set of characteristics that is expected to influence its value, being the hedonic price, the result of a change in any particular attribute, kept all the others unchanged. Four attributes were chosen to be tested in the construction of the model (location, neighborhood, environment and land regulation). Applying the model only with the location variables, it is taken the conclusion that they explain less than 25% of the variance of the land price in the sample. But when added to the model variables tied with the infrastructure, land use and socio economic neighborhood characteristics, the potential of explanation raises to 87%.

1. INTRODUÇÃO

Não se conhece adequadamente o impacto econômico provocado pela melhoria da acessibilidade, decorrente de investimentos em transportes públicos no entorno das áreas beneficiadas na Região Metropolitana do Recife (RMR), assim como, não se conhece a valoração que o mercado faz da utilidade desses investimentos, que, por sua vez, produzem transformações no uso do solo e no valor das terras. Espera-se que investimentos em transportes de massa, ao melhorar a acessibilidade, ajudem a aumentar o valor da terra, nas propriedades próximas ou adjacentes.

Em vários estudos realizados em cidades brasileiras, como o de Brondino (1999) e Lima (2004), para a construção de modelos que representem o preço de mercado do solo urbano, uma das variáveis mais consideradas é exatamente acessibilidade aos transportes. Para Vilaça (2001) a localização apresenta um valor do uso da terra, que em termos de mercado, chama-se preço da terra, e dá ao seu proprietário o poder de deter uma distância entre sua moradia e os locais onde desenvolve as suas atividades. Em suma, as pessoas procuram, racionalmente, habitar em locais com melhor acessibilidade ao transporte público e com menor tempo de percurso até os centros principais de trabalho, estudo e compras, e demonstram essa preferência, por meio do preço da terra, das residências e dos aluguéis que pagam. Para Siethoff (2002) os proprietários de terras e residências ou o mercado em geral valorizam as

melhorias de acessibilidade, independentemente se sua percepção do fenômeno seja direta ou indireta.

Diversos estudos relatados por Diaz (1999) sobre os impactos de projetos de transporte metro-ferroviário na América do Norte sobre os valores das propriedades urbanas demonstram que três situações ocorrem na maioria das cidades: i) os valores dos terrenos são máximos no centro principal (CBD) e decrescem de forma exponencial em direção a áreas periféricas; ii) os valores dos terrenos são mais elevados à medida que se aproximam dos locais de acesso aos sistemas de transportes, como paradas e estações; e iii) nas proximidades das interseções do sistema viário principal ocorrem áreas com valores locais mais elevados.

Segundo Chen (1998) em diversos estudos teóricos é demonstrado que o acesso a serviços de transportes é capitalizado nos valores das propriedades e que estes podem ser interpretados como o valor da acessibilidade, sendo a distância a medida tipicamente usada com uma *proxy* para estimar este valor.

Este trabalho foca na aplicação de um modelo de preços hedônicos para avaliação da influência da acessibilidade produzida por melhorias em sistema de transportes públicos sobre o preço da terra urbana nas proximidades das estações. Esse modelo relaciona o preço da terra com um conjunto de atributos que podem influir na formação do seu valor de mercado, sendo o preço hedônico ou implícito aquele que resulta de uma alteração em qualquer atributo particular, mantidos os demais inalterados. Quatro atributos foram escolhidos para serem testados na montagem do modelo: de localização, de vizinhança, físicos e de regulação que serão detalhados adiante.

2. O MODELO DE PREÇOS HEDÔNICOS

O modelo de preços hedônicos relaciona o preço de um bem com um conjunto de qualidades ou características que se espera que possam influenciar seu valor. Mantendo-se todas as demais variáveis inalteradas exceto uma, a mudança no preço de um bem, que resulte de uma alteração em qualquer atributo particular é denominado o preço hedônico ou implícito daquele atributo. Em um mercado em bom funcionamento, consumidores que maximizam a utilidade comprarão propriedades urbanas, de forma que a decisão de pagar por um ganho marginal em um atributo particular equivale ao seu preço hedônico. Consequentemente, em equilíbrio, o preço hedônico de um atributo pode ser interpretado como o desejo de pagar por um ganho marginal daquele atributo (Chen; 1998). O modelo parte do pressuposto de que o preço de mercado de uma propriedade urbana pode ser determinado pelo julgamento dos compradores sobre o pacote de atributos inerentes, tais como: localização, infra-estrutura, atributos de vizinhança e de regulação.

Teoricamente o método pode ser utilizado para definir os incrementos de valor, de bens não comercializados pelo mercado, como acessibilidade, externalidades e bens públicos. Para a correta utilização desta metodologia é importante que a equação de preços hedônicos inclua como variáveis explicativas os atributos que realmente influenciem a variável dependente, que nesse estudo é o preço da terra (IBAPE/SP; 2005).

O método correlaciona uma variável dependente, o preço por metro quadrado da terra (V), com diversas variáveis independentes (d_i) que teoricamente afetam este valor. Este modelo matemático tem a seguinte apresentação genérica:

$$V = f(d_1, d_2, \dots, d_k) + \varepsilon_I = \beta_0 + \beta_1 d_1 + \beta_2 d_2 + \dots + \beta_k d_k + \varepsilon_I \quad (1)$$

Em que
 V = Variável dependente ou explicada (Preço da Terra)
 d_1, d_2, \dots, d_k = Variáveis independentes ou explicativas.
 ε_I = erro aleatório.

Para aplicação desse modelo padrão deve-se fazer a identificação de k variáveis independentes importantes para explicar os preços de mercado e aplicar a hipótese nula de não haver regressão da equação e dos coeficientes, que deve ser rejeitada ao nível de significância máxima de 5%, com base numa amostra mínima de $k+6$ elementos.

Para a verificação dos pressupostos do modelo de regressão pelas normas ABNT NBR 14653-1:2001 – Avaliação de Bens – Parte 1: Procedimentos Gerais e ABNT NBR 14653-2:2004 – Avaliação de Bens – Parte 2: Imóveis Urbanos devem ser analisados diversos fatores tais como linearidade, normalidade, homocedasticidade, autocorrelação, colinearidade ou multicolinearidade, pontos influenciantes e pontos “outliers”.

A explicação do modelo é aferida pelo seu coeficiente de determinação (R^2). Esse coeficiente serve para verificar o percentual da variância da variável dependente que é explicado pelo modelo ajustado. Este valor pode variar de zero (quando não há qualquer poder explicativo do modelo) até 1 quando 100% da variância é explicada pelo modelo. Faz-se, no entanto, a ressalva que, como o coeficiente sempre cresce quando aumenta o número de variáveis independentes, a cada novo parâmetro acrescentado, deve-se observar se o coeficiente de determinação ajustado também aumenta.

A construção do modelo envolve a busca pela melhor maneira de determinar a relação entre a variável dependente e um conjunto de variáveis independentes. A princípio, deve-se fazer a primeira tentativa com as variáveis escolhidas para tentar uma relação teórica consistente. Os resultados obtidos são utilizados para modificar as variáveis independentes. Por esse processo iterativo procura-se, através de mudanças e de observação da significância dos parâmetros das variáveis atingir o equilíbrio entre número de dados, número de variáveis e significância conjunta do modelo.

2.1 Aplicação do Modelo ao Caso do Metrô de Recife

2.1.1 O Estudo de Caso: A linha Centro do Metrô do Recife

A Linha Centro do Corredor Metroviário do Recife integra o Sistema Estrutural Integrado (SEI) e atende diretamente áreas nos municípios do Recife, Jaboatão e Camaragibe e indiretamente, através de sistema integrado ao transporte por ônibus, aos demais municípios da Região Metropolitana do Recife, transportando cerca de 180.000 passageiros/dia ou 4.000.000 passageiros/mês em média.

A área do estudo, representada por uma faixa de 500m para cada lado do eixo metroferroviário com 9km² apresenta cerca de 25.400 domicílios permanentes, com população estimada em 115.000 habitantes (IBGE; 2000). Existem na área 34 assentamentos subnormais, com população estimada em 60.000 habitantes ou aproximadamente 50% do total da área (CONDEPE/FIDEM;2004).

A renda média do chefe da família é de 3,22 salários mínimos, contra 5,37 salários mínimos de renda média mensal das pessoas com rendimento em toda cidade do Recife (IBGE, 2000). A distribuição da população por classe social nas macrozonas de tráfego atravessadas pelo Metrô, apresentava cerca de 90,7% de famílias nas classes C, D e E, contra 86,6% destas mesmas classes com relação à toda a RMR (EMTU; 1997). O IDH médio da área pesquisada é de 0,744, enquanto que o valor médio do município é de 0,797 (RECIFE; 2005). Por todos esses indicadores percebe-se que a área dos estudos apresenta padrão socioeconômico inferior à média de toda a cidade.

A área de influência do Metrô também apresenta heterogeneidades no que se refere aos índices de violência urbana, quando demonstra que a média de mortes não naturais por 10.000 habitantes por mês de 0,709 é superior ao da cidade do Recife como um todo com índice de 0,567 (PERNAMBUCO; 2005)

O Metrô atravessa áreas urbanas com ocupação intensa e com uso de solo bastante variado, incluindo áreas residenciais formais antigas, ocupações informais bastante densas, sub-centros comerciais, áreas de armazéns e depósitos sub-utilizadas e áreas industriais desativadas. O zoneamento de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo apresenta-se bastante variado. Nas áreas de ocupação formal predomina a zona de urbanização preferencial (ZUP) com parâmetros urbanísticos bastante favoráveis à densificação e à verticalização, como taxa mínima de solo natural de 25% e coeficiente de utilização máximo de 4.

2.1.2 Aplicação do Modelo ao caso estudado

Os quatro atributos escolhidos para serem testados na montagem do modelo de preços hedônicos foram obtidos no trabalho de Chen (1998). Diversas variáveis foram testadas para formação do modelo para garantia da maior significância. As variáveis independentes que melhor representam a formação dos preços no caso estudado foram as seguintes:

- Atributos Locacionais - Distância ao CBD em km; distância do domicílio à estação mais próxima, em metros; distância ao intercruzamento viário principal mais próximo; condições físicas do percurso a pé até a estação;
- Atributos de Vizinhança - Infra-estrutura disponível; uso do solo predominante; IDH; densidade populacional; índice de homicídios por 10.000 habitantes; distância a uma área degradada ambientalmente ou urbanisticamente.
- Atributos Físicos - Testada principal em metros do terreno e largura total em metros da rua (inclusive passeios);
- Atributos de Regulação - Situação da área com relação à regularidade fundiária.

Além desses foram levantados os valores do solo urbano. Para tal, os dados mais confiáveis nas avaliações de valores das propriedades (variável dependente) são os dados das transações efetuadas. No entanto, estes dados não são facilmente disponíveis, pois apenas as prefeituras e os cartórios teoricamente os detêm e mesmo assim, podem não traduzir o valor real do negócio, além disso, há uma grande informalidade no mercado. Por essa razão, foi realizada uma pesquisa de campo para levantar os dados dos valores das ofertas.

A pesquisa abrangeu o mercado imobiliário formal e informal, tendo sido percorridas todas as vias dentro da faixa do estudo e coletadas informações de venda de casas ou terrenos. Foram

anotadas as condições do imóvel e de sua vizinhança, elementos imprescindíveis para registrar os aspectos relevantes à formação do seu valor, como materiais aplicados, padrão de acabamento, tipologia, estado de conservação e idade aparente. Foram obtidos nesta pesquisa, realizada no período de maio a julho de 2005, 110 dados, que representa o universo das ofertas de imóveis à venda.

Em resumo, a partir da informação obtida na consulta ao proprietário sobre a sua proposta para venda do imóvel, chega-se através de cálculos do valor do custo de reposição, ao valor da construção em si considerando a sua depreciação. A avaliação dos bens edificados foi realizada a partir do custo unitário básico obtido no SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e o cálculo do coeficiente de depreciação física realizado Método de Ross / Reidecke, que se baseia na idade do imóvel e na previsão da vida útil. A partir destas considerações, o valor da terra é obtido pela diferença entre o valor do imóvel informado e o valor atual da edificação, o que dividido pela área do terreno, fornece o valor do metro quadrado da terra considerada isoladamente.

Além dos dados obtidos em pesquisa de campo, as variáveis relativas ao IDH, densidade populacional e índice de mortes violentas foram obtidas no Atlas de Desenvolvimento Humano do Recife (RECIFE; 2005); setores censitários (IBGE; 2000) e Relatório do Sistema de Informações – INFOPOL da Gerência de Análise Criminal e Estatística da Secretaria de Defesa Social (PERNAMBUCO; 2005).

2.2 Resultados Alcançados com a Aplicação do Modelo Matemático

Com as informações obtidas no banco de dados da pesquisa passou-se inicialmente a verificar a relevância das variáveis explicativas do preço da terra, iniciando pelos atributos relativos à localização relativa e à acessibilidade, acrescentando-se passo a passo outras variáveis e observando-se os coeficientes de explicação do modelo R^2 , R^2 Ajustado e erro padrão.

Destas primeiras observações vê-se que, no caso estudado conforme demonstra a Tabela 1, o modelo aplicado apenas às variáveis independentes relativas à acessibilidade ao transporte público ou ao transporte em geral explica menos de 25% da variância da variável dependente (o preço da terra). Ao serem acrescentadas ao modelo inicial as variáveis relativas ao uso do solo e à qualidade da infra-estrutura o poder de explicação (R^2) passa para 48% e 64%, respectivamente, demonstrando a relevância maior desses indicadores em relação à acessibilidade isoladamente. Acrescentando-se ao modelo anterior as variáveis relativas às condições socioeconômicas da população, o coeficiente de determinação vai a 83%. Em todos os casos com acréscimo de variáveis houve elevação do R^2 ajustado e redução do erro padrão como preconiza o método.

Testando-se o poder de explicação do modelo do preço da terra na área do estudo sem considerar as variáveis relativas à acessibilidade, obtém-se um coeficiente de explicação do modelo de quase 65%, demonstrando desta forma, que questões como uso do solo, infra-estrutura disponível e condições socioeconômicas da vizinhança são muito mais relevantes.

Tabela 1 – Avaliação da Relevância das Variáveis

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	N	R²	R² Ajust.	Erro padrão
Acessibilidade ao Transporte Público - Distância ao centro, distância à estação e qualidade do acesso a estação.	3	0,2124	0,1878	0,6005
Acessibilidade ao Transporte em Geral - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima e qualidade do acesso a estação.	4	0,2357	0,2036	0,5947
Acessibilidade + Uso do Solo - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima e qualidade do acesso a estação e uso do solo.	5	0,4799	0,4522	0,4932
Acessibilidade + Uso do Solo + Infra - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima, qualidade do acesso a estação, uso do solo e nível de infra-estrutura.	6	0,6366	0,6132	0,4144
Acessibilidade + Uso do Solo + Infra + Condições Sócioeconômicas - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima, qualidade do acesso a estação, uso do solo e nível de infra-estrutura, IDH e índice de mortes violentas.	8	0,8292	0,8142	0,2872
Acessibilidade + Uso do Solo + Infra + Condições Socioeconômicas + Condições Físico-urbanísticas e ambientais - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima, qualidade do acesso a estação, uso do solo e nível de infra-estrutura, IDH, índice de mortes violentas, largura do terreno, largura da rua, densidade e distância a área degradada.	12	0,8631	0,8460	0,2615
Acessibilidade + Uso do Solo + Infra + Condições Sócioeconômicas + Condições Físico-urbanísticas e ambientais + Regularidade Fundiária - Distância ao centro, distância à estação, distância à interseção principal mais próxima, qualidade do acesso a estação, uso do solo e nível de infra-estrutura, IDH, índice de mortes violentas, largura do terreno, largura da rua, densidade, distância a área degradada e regularidade fundiária.	13	0,8735	0,8544	0,2543

O modelo completo do mercado de terras no entorno do Metrô do Recife é representado por uma equação de regressão com transformação linear da variável dependente pelo logaritmo natural do preço por metro quadrado dos terrenos (V_x), com treze variáveis independentes para 100 dados válidos levantados em campo devidamente expurgados após a realização de testes de consistência na massa de dados conforme estabelece a Norma ABNT NBR 14653-2:2004. Com esses dados foi aplicado o teste para verificação, se a quantidade de dados dos imóveis pesquisados atende à NBR 14653-2:2004. Observou-se que a relação entre número de dados do modelo ($n=100$) e o número de variáveis independentes ($k=13$), superou o mínimo especificado pela fórmula $n \geq 4(k+1)$, ou seja, $n \geq 56$

Foi feita também a segunda verificação da norma, que estabelece que $n_i \geq 5$, para até duas variáveis dicotômicas ou três códigos alocados para a mesma característica, sendo n_i o número de dados de mesma característica. Como foram adotadas duas variáveis dicotômicas e duas variáveis com três códigos alocados, é necessário acrescentar ao número mínimo de dados, cinco dados para cada uma das variáveis dicotômicas e mais dez dados para cada uma das variáveis com três códigos alocados. Desta forma são necessários no mínimo 86 dados para garantir um modelo com avaliação não tendenciosa do mercado. Como no modelo foram incluídos 100 dados, a condição para evitar a micronumerosidade foi atendida. O resultado final do modelo após a regressão múltipla com 13 variáveis independentes apresenta a seguinte formulação:

$$LnV_x = 4,34108 - 0,10547 \cdot d_1 + 0,41401 \cdot d_2 - 0,52880 \cdot d_3 - 0,15998 \cdot d_4 + 0,00654 \cdot d_5 + 0,00031 \cdot d_6 - 0,000300 \cdot d_7 + 0,07802 \cdot d_8 + 0,18231 \cdot d_9 + 1,07730 \cdot d_{10} - 0,01020 \cdot d_{11} + 0,00995 \cdot d_{12} - 0,000445 \cdot d_{13} \quad (3)$$

Sendo:

- Em que d_1 = Distância ao centro da cidade (CBD), em quilômetros;
 d_2 = Uso do solo. Variável dicotômica: Valor 1 para comercial e 0 para residencial;
 d_3 = Índice de homicídios por 10.000 habitantes por mês;
 d_4 = Distância à interseção do sistema viário principal mais próxima, em quilômetros;
 d_5 = Largura da testada principal do terreno, em metros;
 d_6 = Distância a um local que deprecie um imóvel, como uma favela ou uma área ambientalmente degradada, em metros;
 d_7 = Distância à estação, em metros;
 d_8 = Regularidade urbanística. Variável com códigos alocados: 3 para áreas com parcelamentos regulares e legalmente ocupadas; 2 para áreas com regulamentação que permita a sua consolidação, como as ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social e 1 para áreas totalmente informais e não passíveis de regularização.
 d_9 = Condições do acesso à estação com relação à topografia do caminho. Variável Dicotômica: Valor 1 se o trajeto for plano com vias pavimentadas e o zero se for acidentado ou insalubre e em vias em terra;
 d_{10} = Índice de Desenvolvimento Humano – IDH da área, que varia entre 0 e 1;
 d_{11} = Largura da rua de testada a testada, em metros;
 d_{12} = Infra-estrutura disponível. Variável com código alocado: 3 para áreas com infra-estrutura completa (iluminação, água esgoto, pavimentação; 2 para áreas com infra-estrutura incompleta (iluminação, água e pavimentação) e 1 para áreas com infra-estrutura precária (iluminação e água em vias em leito de terra);
 d_{13} = Densidade populacional da zona, em habitantes / ha.

O modelo matemático resultante obteve um coeficiente de correlação $R^2 = 0,8735$, R^2 ajustado de 0,8544 e erro padrão de 0,2542. A significância global do modelo foi confirmada pela aplicação do Teste F, que levou em conta a razão entre variância explicada e a variância não explicada pelo modelo. Utilizando-se a tabela de ANOVA (ver Tabela 2), para amostra com $n = 100$ dados e $k = 13$ variáveis, conforme apresentado a seguir, tiraram-se as seguintes conclusões:

Tabela 2 - ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	13	38,3948093	2,953447	45,67762	5,93146E-33
Resíduo	86	5,56063195	0,064659		
Total	99	43,9554412			

- O parâmetro $MQ = 2,953$, variância da amostra dividida pelo número dos graus de liberdade da amostra ($k=13$) é muito maior do que $MQ = 0,065$, variância dos erros dividido pelo número de graus de liberdade dos resíduos ($n-k-1=86$).
- A estatística F_c igual à razão entre o MQ da variância da amostra e MQ da variância dos preços igual a 45,68 é maior do que a distribuição de Snedecor para um nível de significância de 5%.

Com relação à significância individual, os parâmetros foram testados pela aplicação da distribuição t de Student que demonstrou que a grande maioria dos resultados encontra-se dentro do nível de confiança de 99% (8 dos 14 parâmetros). Quatro parâmetros encontram-se dentro de um intervalo de confiança de 95%, e apenas como exceção, as variáveis relativas à densidade habitacional e condições do acesso apresentaram nível de confiança da ordem de 72% e 87%, respectivamente.

Foi também realizado teste no modelo visando comparar os valores estimados com os valores médios observados na amostra. Os valores estimados pelo modelo foram obtidos pela utilização dos parâmetros médios das variáveis observados (nível da infra-estrutura, regularidade fundiária, IDH, densidade populacional, índice de violência, largura média das vias) em cada uma das 10 estações metroviárias localizadas no trecho do estudo. Observou-se que o modelo responde razoavelmente neste aspecto, conforme teste de consistência apresentado na Tabela 3, uma vez que as variações entre esses valores médios estimados e observados não ultrapassa 8%.

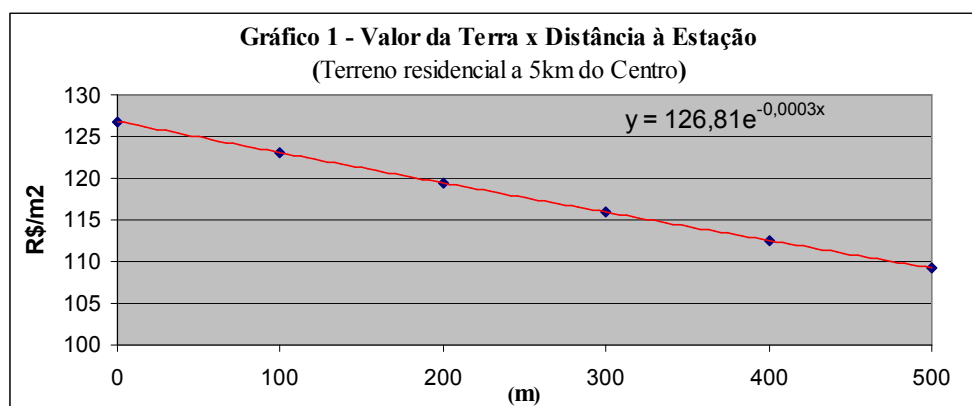
Tabela 3- Teste de Consistência - Estimativa x Amostra

Estação	Estimativa do Modelo (R\$/m2)	Média da Amostra (R\$/m2)	Variação
Recife	387,72	402,61	-3,70%
Joana Bezerra	32,11	33,33	-3,66%
Afogados	152,2	154,97	-1,79%
Ipiranga	88,92	82,57	7,69%
Mangueira	70,92	68,02	4,26%
Santa Luzia	95,71	92,2	3,81%
Werneck	77,95	84,32	-7,55%
Barro	76,35	80,48	-5,13%
Tejipió	75,74	72,86	3,95%
Coqueiral	45,61	49,57	-7,99%

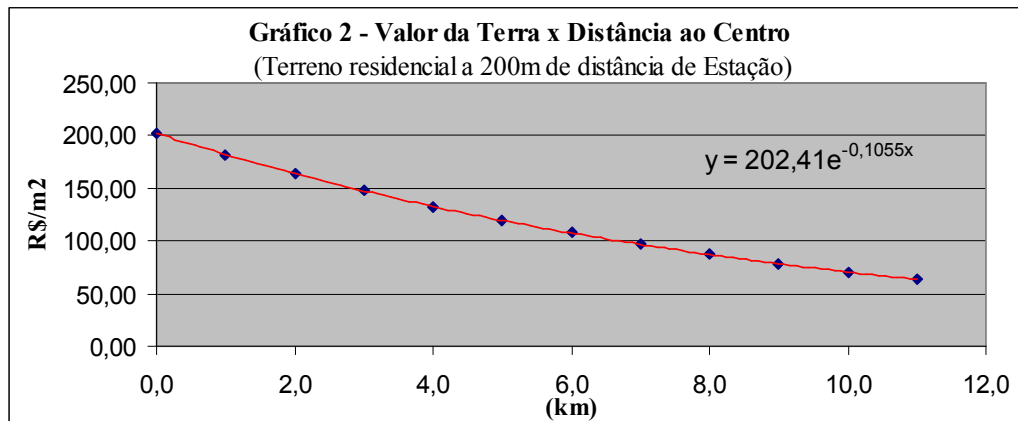
3. CONCLUSÕES

Aplicando-se a equação do modelo, variando-se apenas a distância às estações e mantidas todas as demais variáveis constantes, a redução do valor dos terrenos deu-se na ordem de 3% a cada 100m de afastamento, sendo de cerca de 16%, a redução do valor até uma faixa de 500m, conforme exemplificado no expoente do Gráfico 1. O preço hedônico ou implícito, portando, da localização em relação à distância a uma estação, equivale à elevação marginal do preço na ordem 3% para 100m.

Este resultado é interessante, pois ao compará-los com os estudos relatados por Diaz (1999), em diversas cidades da América do Norte como San Francisco, Portland e New Jersey, verificaram-se casos que apresentaram um aumento médio de 10 a 15% no valor do solo, a um raio aproximado de 400 a 500m das estações, sendo este efeito maior, quando a área do entorno é comercial ou mista. Cervero e Duncan (2001) demonstram resultados semelhantes em Santa Clara – Califórnia, com valorização de 23% em lotes comerciais nas proximidades de estações do VLT. Também este resultado aproxima-se do estudo do VLT de Portland (Chen;1998), que conclui que os preços das residências uni familiares localizadas nas proximidades das estações apresentam preços declinantes à taxa de 3,75% para cada 100m de afastamento ou de 18,8% a 500m de distância.

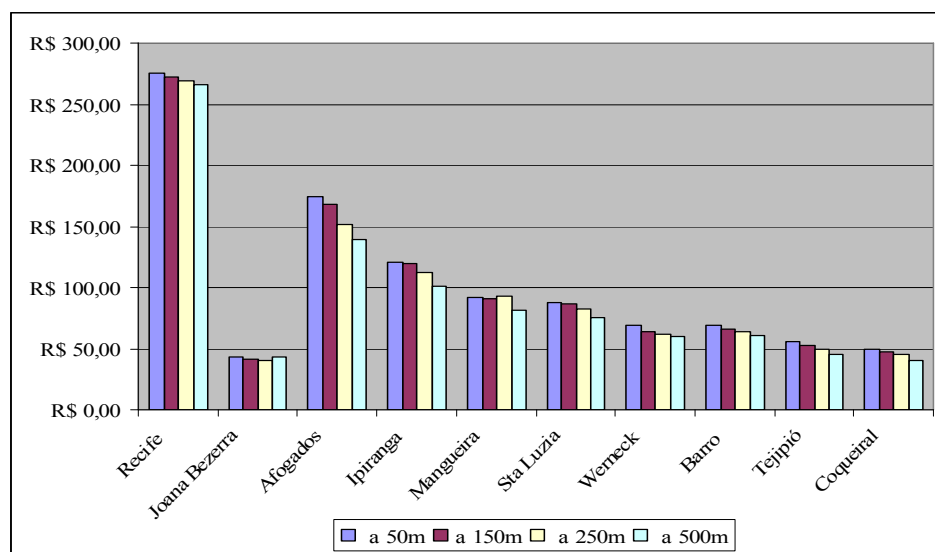


O aumento da distância ao centro (CBD) reduz preços na ordem de 11% por km, chegando-se na periferia da área deste estudo (Estação Coqueiral) a preços da ordem de 1/3 dos preços na área central (Ver Gráfico 2). A formação desse gradiente de preços coincide também com a observação de Diaz (1999) sobre várias cidades que possuem sistemas metroferroviários na América do Norte, de que os valores dos terrenos são máximos no centro principal (CBD) e decrescem de forma exponencial em direção a áreas periféricas. Localmente, este fato pode ser justificado pela significativa centralidade no núcleo de origem do Recife, que atrai fluxos de uma vasta parte da população metropolitana, em especial a de baixa renda, como pode ser constatado ao se analisar o perfil de deslocamento dos moradores nos assentamentos informais ao longo da faixa do Metrô, ao concentrar cerca de 52% dos destinos das viagens. Os números da Pesquisa Domiciliar da EMTU de 1997 também confirmam este fato ao mostrar que a zona central do Recife atraía, em 1997, cerca de 15% de todas as viagens geradas, sendo 64% realizadas em transportes coletivos.

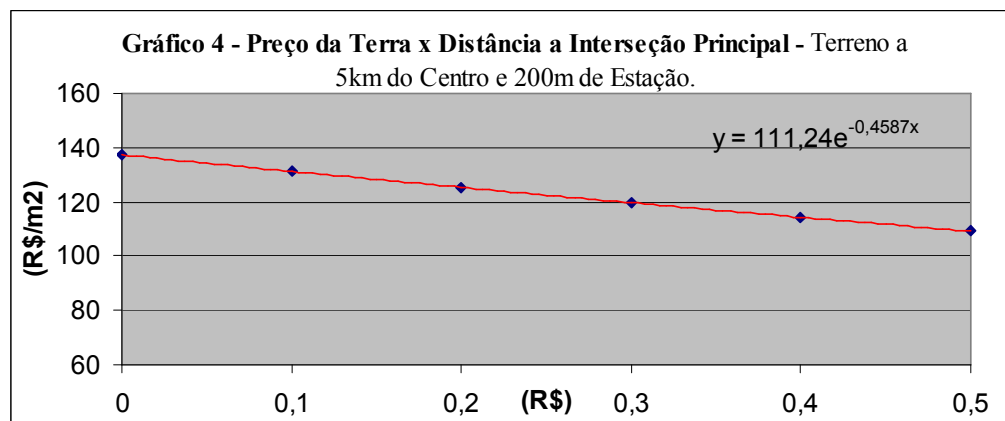


O histograma (Gráfico 3) representativo do gradiente do preço da terra com o distanciamento do centro apresenta algumas variações devidas a problemas de heterogeneidade do meio urbano e de problemas sociais graves, como o da violência urbana, a concentração de populações muito pobres e da informalidade da ocupação do solo. Há claramente problemas nas proximidades da Estação Joana Bezerra (2,42km do centro), devido à elevada taxa de homicídios (2,482 por 10.000 habitantes por mês), o mais baixo IDH das áreas do estudo (0,632), a informalidade da posse da terra na maior parte das áreas, a elevada densidade populacional (250 habitantes por hectare em média) e baixo índice de atendimento de infra-estruturas urbanas, principalmente de pavimentação e saneamento básico. Neste mesmo gráfico observa-se que o gradiente de redução dos preços das terras em relação à distância às estações pode variar, como decorrência das condições diferenciadas físico, urbanísticas, e sócio ambientais dos entornos das diversas estações do trecho do estudo.

Gráfico 3 - Gradiente do Preço da Terra em Relação ao Centro e ao Afastamento das Estações



O teste da valorização com relação ao afastamento de interseções de eixos viários principais demonstra que há um acréscimo de 8,3% em relação a um local a uma distância de 500m, mostrando serem esses pontos interessantes para o mercado, tanto comercial, quanto residencial, pela melhor acessibilidade, principalmente para o transporte individual (Ver Gráfico 4). Esta variável mostra que quando o eixo metroviário atravessa pontos próximos a interseções principais, há uma elevação pontual dos preços, mesmo que em situações de afastamento do centro da cidade, havendo nestes casos uma superposição de efeitos com relação à acessibilidade. Este fato também está relatado por Diaz (1999) quando afirma que nas proximidades das interseções do sistema viário principal ocorrem áreas com valores locais mais elevados. Em termos locais, observa-se um maior dinamismo do mercado imobiliário, principalmente nos cruzamentos com a Avenida Recife (III Perimetral Metropolitana) e BR-101 (IV Perimetral Metropolitana), com aproveitamento da acessibilidade devida à proximidade do Metrô (no sentido radial) e a possibilidade de mobilidade permitida pelos eixos perimetrais (sentido transversal).



A qualidade do acesso às estações metroviárias com relação a conforto, à segurança e à topografia do trajeto, influencia os preços da terra, pois propicia menor tempo de deslocamento aos usuários. Os preços das áreas com trajetos planos, pavimentados e seguros apresentam-se cerca de 20% mais valorizados, do que os trajetos íngremes, não pavimentados, sinuosos ou inseguros.

Diante do exposto pode-se concluir que o método apresentou-se adequado para medir o peso das localizações dos imóveis em relação à acessibilidade ao transporte no presente estudo de caso, que se assemelhou a outros estudos de sistemas metroferroviários em vários países apesar das grandes diferenças na realidade socioeconômica.

Referências Bibliográficas

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas; (1999) *Projeto 02: 134.02.001, Avaliação de Bens – Parte 1 Procedimentos Gerais*, Rio de Janeiro.
- _____; (2004) *Projeto NBR 14653-2, Avaliação de Bens. Parte 2: Imóveis Urbanos*, Rio de Janeiro.
- BRONDINO, Nair, (1999), *Estudo da influência da acessibilidade no valor de lotes urbanos através do uso de redes neurais* – Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil – Transportes.

- CERVERO, R., Duncan M., (2001), *Transit's Value-Added: Effects of Light and Commuter Rail Services on Commercial Land Values*, Transportation Research Record
- CHEN, H; Rufolo A; Dueker K., (1998), "Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single-Family Home Values – A Hedonic Approach with Geographic Information System Application", Transportation Research Record 1617, Paper No. 98-1520.
- CONDEPE/FIDEM, (2004), *Estudo da Evolução da Habitação Informal na Região Metropolitana do Recife*.
- DANTAS, Rubens, (2003), *Engenharia de Avaliações – Uma Introdução à Metodologia Científica*. 5ª. Edição, São Paulo: Editora PINI.
- DIAZ, R. B., (1999), *Impacts of Rail Transit on Property Values*, Mclean, VA: Booz Allen & Hamilton Inc.
- EMTU – Recife, (1998) Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos, *Pesquisa Domiciliar-97 - Região Metropolitana do Recife*. Recife.
- IBAPE-SP - Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia de São Paulo, (2005), *Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos – Versão 2*, São Paulo.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2000), *Censo Demográfico*.
- LIMA R. (2004) *Análise da influência da Acessibilidade ao Transporte Sobre o Valor dos Imóveis Urbanos com o Auxílio de um SIG*, Departamento de Transportes, EESC-USP.
- RECIFE, (2005), Secretaria de Planejamento, PNUD – Fundação João Pinheiro, *Desenvolvimento Humano do Recife – Atlas Municipal*.
- RICS - Royal Institution of Chartered Surveyors, (2002), *Land Values and Public Transport*, Stage 1 – Summary of Findings, London: University College of London (UCL).
- PERNAMBUCO, (2005), Secretaria de Defesa Social, *Relatório do Sistema de Informações – INFOPOL, 1º. Semestre de 2005*.
- RYAN, S., (1999), *Property Values and Transportation Facilities: Finding the Transportation-Land Use Connection*, May, Journal of Planning Literature, Volume 13 Issue 4 pp 412-427.
- SCHANK, Joshua L. e Pogorelsky, (2002), *All Rapid Transit Lines are not Created Equal: A Study of Differing Economic Development Effects*, Washington: Transportation Research Record, 2003.
- SIETHOFF, Brian e Kockelman, (2002), "Property Values and Highway Expansions: An Investigation on Timing, Size, Location and Use Effects," 81th Annual Meeting of The Transportation Research Board.
- VILAÇA, Flávio, (2001), *Espaço Intra-urbano no Brasil*, São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 373-p.
- ZHAO, Fang et al, (2003), *Forecasting Transit Walk Accessibility: A Regression Model Alternative to the Buffer Method*, Transportation Research Board, 2003 Annual Meeting