

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**UMA METODOLOGIA PARA ESTIMAR A MAIS-VALIA  
IMOBILIÁRIA DECORRENTE DE INTERVENÇÕES EM  
INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE PÚBLICO**

**VICENTE CORREIA LIMA NETO**

**ORIENTADOR: PROF. PhD. JOAQUIM JOSÉ GUILHERME  
ARAGÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.DM 010-A/2006**

**BRASÍLIA/DF: MAIO DE 2006**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**UMA METODOLOGIA PARA ESTIMAR A MAIS-VALIA**  
**IMOBILIÁRIA DECORRENTE DE INTERVENÇÕES EM**  
**INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE PÚBLICO**

**VICENTE CORREIA LIMA NETO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

**APROVADA POR:**

---

Joaquim José Guilherme Aragão, PhD (UnB)  
(orientador)

---

Yaeko Yamashita, PhD (UnB)  
(examinador interno)

---

Enilson Medeiros dos Santos, Dr. (UFRN)  
(examinador externo)

BRASÍLIA/DF: MAIO DE 2006.

## FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA NETO, VICENTE CORREIA

Uma Metodologia para estimar a mais-valia imobiliária decorrente de intervenções em Infra-Estrutura de Transporte Público / Vicente Correia Lima Neto – Brasília, 2006, 140p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2006).

Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília, 2006.

Área: Transportes

Orientador: Prof. PhD. Joaquim José Guilherme Aragão

1. Planejamento de Transportes

2. Transporte e Uso do Solo

3. Modelagem Estatística

4. Análise Espacial

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA NETO, V. C. (2006). Uma Metodologia para estimar a mais-valia imobiliária decorrente de intervenções em Infra-Estrutura de Transporte Público. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM 010-A/2006, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília 140p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Vicente Correia Lima Neto

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Uma Metodologia para estimar a mais-valia imobiliária decorrente de intervenções em Infra-Estrutura de Transporte Público.

GRAU/ANO: Mestre / 2006.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

---

Vicente Correia Lima Neto

Endereço: SHIN – CA 08 – Lote 03 – Casa 16 – Lago Norte

CEP 71.503-508 Brasília – DF - Brasil.

vcneto\_arq@yahoo.com; vicente.neto@seduh.df.gov.br

*Às venturas e desventuras que permeiam as nossas  
vidas e que, enfim, nos fazem sentir vivos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa, amiga e companheira, Janaína Mesquita, pelo amor, carinho e suporte ao longo de todo o período juntos.

À minha família, em especial ao meu pai e minha mãe, pelo amor e apoio em todas as decisões tomadas em minha vida.

Ao meu orientador, professor Joaquim Aragão, pelo auxílio no desenvolvimento do estudo.

À professora Yaeko Yamashita, pelo acompanhamento desta dissertação, além da confiança depositada nesta pesquisa

Ao professor Carlos Henrique, pelo auxílio e direcionamento nos momentos de dúvidas e divagações.

Aos amigos Juliana, Marcelo, Carla, Christinne e Ítalo, pelo incentivo durante o mestrado e às infimas noitadas.

Aos colegas de mestrado, Frederico, Gildemir e Marianne, pelo convívio e discussões que muito contribuíram nesse breve período de convivência.

Aos colegas do CEFTRU, pela confiança e apoio, certo da contribuição para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos colegas da Subsecretaria de Política Urbana, pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

À todos os professores do programa de Pós-graduação em Transporte, em função da paciência e dedicação na transmissão dos conhecimentos.

À todos os colegas do programa, pela convivência nesses dois anos de dedicação e aprendizado.

## **RESUMO**

### **UMA METODOLOGIA PARA ESTIMAR A MAIS-VALIA IMOBILIÁRIA DECORRENTE DE INTERVENÇÕES EM INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE PÚBLICO**

Esta dissertação desenvolve uma metodologia para estimar a “mais-valia imobiliária”, termo que designa a valorização dos terrenos de uma determinada região decorrente da implantação ou de intervenções em infra-estrutura de transporte público metroviário. Essa metodologia foi concebida a partir de uma revisão bibliográfica dos diversos impactos decorrentes da implantação de sistemas de transportes, onde optou-se por priorizar o estudo da infra-estrutura metroviária. O incremento do valor do solo decorrente da melhoria das condições de acessibilidade foi destacado como importante externalidade dessa infra-estrutura. A metodologia ora proposta pode ser utilizada como instrumento de planejamento urbano, base para instituição de parcerias público-privadas, ou para aplicação dos instrumentos urbanísticos previstos pelo Estatuto da Cidade (Lei nº. 10.251/2001), uma vez que possibilita determinar qual a contrapartida financeira a ser paga pelos beneficiários em função da valorização dos imóveis.

Adotam-se como pressupostos necessários para o desenvolvimento dessa metodologia: o reconhecimento dos beneficiários da intervenção, que se dá pela delimitação da área de influência do projeto, por meio de aplicações de ferramentas geoestatísticas; e a estimação da valorização do solo urbano, pelo desenvolvimento de modelo de previsão do impacto no valor do solo, utilizando ferramentas estatísticas. A estimação da área de influência visa à quantificação dos terrenos que obtiveram mais-valia imobiliária a partir da interpolação do Índice de Influência, calculado por meio dos valores dos terrenos, e pelo Índice de Acesso, resultado do inverso da distância dos centróides dos terrenos às estações do metrô. O modelo de previsão é gerado a partir da regressão linear múltipla, utilizando como variáveis independentes – parâmetros físicos, socioeconômicos, de infra-estrutura e de acessibilidade; e como variável dependente o valor do metro quadrado do terreno.

Com a aplicação da metodologia proposta ao Estudo de Caso de Águas Claras, no Distrito Federal, observa-se a capacidade preditiva do modelo, evidenciando-o como instrumento de planejamento urbano.

## **ABSTRACT**

### **A METHODOLOGY FOR ASSESSING IMPACTS OF TRANSIT INFRASTRUCTURE ON THE VALUE OF URBAN LAND**

The present study develops a methodology to estimate the value added on urban land through interventions in transit infrastructure. This methodology was conceived from a bibliographical review of the diverse impacts of the implantation of transport systems, prioritizing subway infrastructure. The increment of the land value decurrent from the improvement of accessibility conditions was highlighted as an important externality of this infrastructure. The proposed methodology can be used as an instrument of urban planning, for implementation of public-private partnership programs or for applying the urban tools foreseen at the “Statute of the City (Law n°. 10.251/2001). Considering that this methodology assists the definition of the counterpart financial resources to be paid by the beneficiaries as a function of the property value added.

Several considerations were taken for the development of this methodology: the definition of the beneficiaries of the intervention through the delimitation of the limit of influence of the project, using geostatistical tools; and the prediction of the urban land added value through development of a model to forecast the impact of the increase in value of the land, using statistical tools. The estimates of the limit of influence aims at quantifying the increase in property values based on the interpolation of the Influence Index, calculated by means of land value and the Access Index, resulting from the inverse distance from the properties to the subway stations. The forecast model is generated from multiple linear regression, considering as independent variable - physical, socio-economical, infrastructure and accessibility parameters; and as dependent variable the value of land square meter.

The application of the methodology proposed in the case study of Águas Claras region, in the Federal District, showed the capacity of the model in forecasting, highlighting its importance as an instrument for urban planning.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	PROBLEMA .....	2
1.2	JUSTIFICATIVA .....	2
1.3	HIPÓTESE .....	4
1.4	OBJETIVOS .....	4
1.4.1	Geral .....	4
1.4.2	Específicos .....	4
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	5
<b>2</b>	<b>INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES E USO DO SOLO .....</b>	<b>8</b>
2.1	SISTEMA DE TRANSPORTE METROVIÁRIO .....	15
2.2	IMPACTOS DO SISTEMA METROVIÁRIO NO MEIO URBANO .....	17
<b>3</b>	<b>O SOLO URBANO: ELEMENTOS FORMADORES DE VALOR</b>	<b>23</b>
3.1	TEORIA DO VALOR DO SOLO .....	23
3.2	INSTRUMENTOS TRIBUTÁRIOS E DE FINANCIAMENTO .....	25
3.2.1	Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana .....	27
3.2.2	Contribuição de Melhoria .....	29
3.2.3	Operações Urbanas Consorciadas .....	30
3.3	CAPTURA DE VALOR E MAIS-VALIA .....	31
3.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA .....	36
<b>4</b>	<b>SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPACIAL .....</b>	<b>46</b>
4.1	ANÁLISE ESPACIAL .....	47
4.2	GEOESTATÍSTICA .....	49
4.3	PROCESSOS DE INTERPOLAÇÃO .....	51

<b>5</b>	<b>METODOLOGIA PARA CÁLCULO DA MAIS-VALIA</b>	
	<b>IMOBILIÁRIA.....</b>	<b>54</b>
5.1	DELIMITAÇÃO DO OBJETO E DAS VARIÁVEIS INTERVENIENTES .....	57
5.2	ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS – COLETA DE INFORMAÇÕES.....	57
5.3	METODOLOGIA PARA ESTIMAR A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO.....	58
5.3.1	Subetapa 1: Identificação da acessibilidade utilizando o Índice de Facilidade de Acesso ( <i>i</i> ) .....	60
5.3.2	Subetapa 2: determinação do valor do solo ( <i>v</i> ).....	61
5.3.3	Subetapa 3: Identificação da influência do STPM a partir do desenvolvimento do Índice de Influência ( <i>I</i> ) .....	62
5.3.4	Subetapa 4: Cálculo dos beneficiários .....	62
5.4	METODOLOGIA PARA ESTIMAR O IMPACTO NO VALOR DO SOLO DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO.....	64
5.4.1	Subetapa 1: planejamento da pesquisa.....	65
5.4.2	Subetapa 2: identificação das variáveis.....	65
5.4.3	Subetapa 3: levantamento dos dados.....	66
5.4.4	Subetapa 4: tratamento dos dados.....	66
5.4.5	Subetapa 5: modelo de previsão.....	67
5.4.6	Subetapa 6: validação do modelo de previsão .....	68
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO: O METRÔ E SEU IMPACTO EM ÁGUAS CLARAS.....</b>	<b>69</b>
6.1	IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO A SER ANALISADO E DAS VARIÁVEIS INTERVENIENTES .....	71
6.2	ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	71
6.3	METODOLOGIA PARA ESTIMAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE ÁGUAS CLARAS.....	73
6.3.1	Índice de facilidade de acesso .....	73

6.3.2	Valor do solo (v).....	74
6.3.3	Índice de Influência (I).....	75
6.3.4	Processo de interpolação do índice I e vetorização da superfie.....	76
6.3.5	Quantificação .....	79
6.4	<b>METODOLOGIA PARA ESTIMAR O IMPACTO NO VALOR DO SOLO DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DO STPM .....</b>	<b>81</b>
6.4.1	Variáveis utilizadas no modelo de previsão .....	82
6.4.2	Levantamento e tratamento dos dados.....	84
6.4.3	Modelo de previsão.....	84
6.4.3.1	Modelo de Previsão 1.....	86
6.4.3.2	Modelo de previsão 2.....	88
6.4.3.3	Modelo de Previsão 3.....	92
6.4.3.4	Modelo de previsão 4.....	94
6.5	<b>QUANTIFICAÇÃO DA MAIS-VALIA .....</b>	<b>97</b>
7	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>100</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS EM APUD .....</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>110</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Relação - Desenvolvimento Econômico-regional e Infra-estrutura de Transporte (Benitez, 1999).....	11
Tabela 2.2 – Classificação dos impactos do sistema de transportes (TCRP, 1996).....	12
Tabela 2.3 - Caracterização de sistemas de transporte metroviário implantados no país ...	16
Tabela 2.4 – Relação entre elementos urbanos e sistema de transporte (TCRP, 1996). ....	18
Tabela 2.5 – Impactos de projetos metroviários na valorização do solo.....	20
Tabela 3.1– Proporção dos impostos cobrados segundo sua natureza (Fenafisco, nd.).....	28
Tabela 3.2 – Aplicação da Captura de Valor em Projetos de Infra-estrutura de Transporte	34
Tabela 3.3 – Quadro definição dos métodos (modificado – ABNT, 2001).....	37
Tabela 3.4 – Resumo Casos Nacionais – Método Clássico de avaliação.....	39
Tabela 3.5 – Resumo Casos Nacionais – Método Avançado de avaliação.....	42
Tabela 3.6 – Resumo Casos Internacionais – Método Avançado de avaliação .....	43
Tabela 3.7 – Variáveis aplicadas nos modelos de avaliação de imóveis urbanos.....	44
Tabela 6.1 – Modelo de Edital da Terracap.....	72
Tabela 6.2 – Estratos – classes e lotes.....	81
Tabela 6.3 – Amostra total dos terrenos segundo o período de comercialização.....	84
Tabela 6.4 – Correlação das variáveis – Modelo 1.....	86
Tabela 6.5 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 1.....	87
Tabela 6.6 – Estratificação lotes por uso e coeficientes de aproveitamento .....	87
Tabela 6.7 – Correlação das variáveis – Modelo 2.....	89
Tabela 6.8 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 2.....	90
Tabela 6.9 – Ajuste do parâmetro <i>Período</i> do Modelo 3 .....	92
Tabela 6.10 – Correlação das variáveis – Modelo 3.....	93
Tabela 6.11 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 3.....	93
Tabela 6.12 – Correlação das variáveis – Modelo 4.....	95
Tabela 6.13 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 4.....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Sistematização do sistema de transporte (modificado - Manheim, 1979) .....	8
Figura 2.2 – Sistema de Transportes (Kawamoto, 1994) .....	9
Figura 2.3 – Inter-relação dos efeitos de projetos de transportes (modificado – NCHRP, 2001).....	13
Figura 2.4 – Fatores que influenciam os impactos do uso do solo decorrente do Transporte Público. (modificado - Knight e Trygg , 1977, <i>apud</i> TCRP, 1995). .....	14
Figura 3.1 – Modelo de <i>Von Thünen</i> (modificado Harvey, 1996). .....	24
Figura 4.1 – Domínio de um SIG. Modificado Vonderohe <i>et al.</i> (1993) .....	46
Figura 4.2 – Parâmetros do semivariograma experimental (INPE, 2002).....	50
Figura 5.1 – Estrutura da metodologia para estimação da mais-valia imobiliária. ....	55
Figura 5.2 – Detalhamento das subetapas da metodologia para estimação da Área de Influência do STPM .....	59
Figura 5.3 – Etapas do processo para desenvolvimento de metodologia para estimar o impacto no valor do solo decorrente da implantação do STPM.....	65
Figura 6.1 – Área de estudo da Região Administrativa de Águas Claras. ....	69
Figura 6.2 – Pontos Amostrais dos terrenos em Águas Claras.....	72
Figura 6.3 – Superfície do Índice de Influência para a região de Águas Claras. ....	77
Figura 6.4 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de quatro classes.....	78
Figura 6.5 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de oito classes.....	78
Figura 6.6 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de seis classes. ....	79
Figura 6.7 – Sobreposição da superfície vetorizada e base geográfica da região de Águas Claras.....	80
Figura 6.8 – Base geográfica por classes do Índice de Influência.....	80
Figura 6.9 – Gráfico de validação do Modelo 1 .....	88
Figura 6.10 – Validação do Modelo 2 – Log-log (valores logarítmicos).....	90
Figura 6.11 – Validação do Modelo 2 – Log-log (valores transformados) .....	91
Figura 6.12 – Gráfico de validação do Modelo 3 .....	94
Figura 6.13 – Validação do Modelo 4 – Log-log (valores logarítmicos).....	96
Figura 6.14 – Validação do Modelo 4 – Log-log (valores transformados).....	96

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
CAD - Desenho Assistido por Computador  
CTN - Código Tributário Nacional  
CV - Captura de Valor  
EUA – Estados Unidos da América  
IGPM - Índice Geral de Preços de Mercado  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano  
ITBI - Imposto sobre Transações de Bens Imobiliários  
MARTA - Transporte Público Metropolitano de Atlanta  
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora  
NCHRP - National Cooperative Highway Research Programme  
OECD - Organization for Economic Co-operation and Development  
OUC - Operação Urbana Consorciada  
PGV - Planta de Valores Genéricos  
RA - Região Administrativa  
RICS - The Royal Institution of Chartered Surveyors  
RL - Regressão Linear (RL).  
RNA - Redes Neurais Artificiais  
SIG – Sistema de Informações Geográficas  
SIG-T - Sistema de Informações Geográficas aplicado ao Transporte  
STPM - Sistema de Transporte Público Metroviário  
TCRP – Transit Cooperative Research Programme  
Terracap - Companhia Imobiliária de Brasília  
TJD - Transit Joint-Development  
WMATA - Transporte Público Metropolitano de Washington

# 1 INTRODUÇÃO

O investimento em projetos de infra-estrutura de Transporte Público Urbano é de suma importância para a sociedade, seja como elemento de indução ao desenvolvimento socioeconômico ou como ferramenta de inclusão social e de estruturação urbana.

Tanto a prestação do serviço de transporte como a implantação de um sistema de Transporte Público contribuem para a formação do espaço urbano, à medida em que auxilia na integração ou segregação da cidade. Atualmente essa atividade encontra-se sob responsabilidade, quanto à prestação do serviço, do setor privado ou do poder público, conforme as especificidades do sistema implantado, como é o caso de transporte público por ônibus ou do transporte metroviário, objeto desta pesquisa.

Os investimentos em infra-estrutura no setor geram externalidades positivas ou negativas para os seus usuários, sejam eles diretos ou indiretos. As externalidades positivas consistem no desenvolvimento urbano que é atraído com o sistema de transporte implantado. Os ganhos desta melhoria são repassados para a sociedade através do incremento da acessibilidade; da mobilidade; da redução das emissões de poluentes e do tempo de viagem; culminando no aumento do valor do solo. Esta valorização, decorrente de investimentos públicos, é incorporada pelo proprietário de terra, sem contribuição de sua parte. Tal dinâmica fomenta a especulação imobiliária, que têm reações adversas no desenvolvimento urbano, como a reserva de vazios urbanos e a segregação ainda maior do espaço da cidade.

Instrumentos urbanísticos que coíbam as ações especulativas do espaço e contribuam para aumentar a participação do ente privado no processo de financiamento da infra-estrutura de transportes devem ser elaborados e pensados para tal fim. Esses instrumentos, para sua correta aplicação, devem estar subsidiados por modelos, processos ou metodologias que consigam estabelecer a abrangência do impacto e sua intensidade (quantitativa ou qualitativa) no meio urbano.

Contribuindo nesta direção, este estudo desenvolve uma proposta metodológica para determinação da área de influência do impacto do STPM (Sistema de Transporte Público Metroviário) e estabelecimento da *mais-valia* no solo urbano deste decorrente.

## 1.1 PROBLEMA

A implantação de um STPM tem influência direta nas diretrizes da ocupação do solo urbano, além de direcionar o seu crescimento a partir do fornecimento de serviços, como o transporte de passageiros. Os investimentos públicos ou privados no setor influenciam diretamente o crescimento demográfico e econômico da área servida pelo transporte, elevando a procura por uma região.

Desta forma, a proposta consiste no **desenvolvimento de um processo para determinar a área de influência e quantificar o aumento do valor do solo no entorno dos pontos de acesso à infra-estrutura de transporte público metroviário.**

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A implantação de infra-estrutura de transporte público gera impactos diversos no meio em que está inserido. Estas externalidades, positivas ou negativas, acabam por influenciar na valorização do solo às margens desta infra-estrutura, definindo o seu uso de acordo com o custo de se adquirir uma determinada fração de terra ou custos envolvidos no transporte, conforme a teoria de Von Thünen sobre localização industrial no espaço urbano.

Destarte, existe uma relação simbiótica entre transporte público e desenvolvimento da forma urbana. Ao se determinar que uma área seja objeto de intervenção de infra-estrutura de transporte público, o que se estabelece são vetores de crescimento, políticas de ocupação urbana e diretriz de zoneamento do solo como consequência de tais intervenções.

As intervenções, práticas comuns no serviço de transporte público, consistem em projetos de pequena capacidade, como a melhoria do sistema de ônibus, ou de grande capacidade, como implantação de corredores de transporte público, veículos leves sobre trilhos, metrô, *inter alia*. Este último será o objeto deste estudo, em razão dos efeitos da melhoria da acessibilidade e mobilidade de uma dada localidade, além dos impactos gerados pelas

obras de infra-estrutura no meio, como a redução da emissão de poluentes, redução do tempo de viagem, entre outros.

O desenvolvimento de uma região necessita de suporte para ser sustentável de forma equilibrada nos múltiplos setores (setor residencial, industrial e comercial). Esse equilíbrio precisa considerar, ainda, o desenvolvimento econômico da região. Ou seja, o desenvolvimento social e econômico está implícito quando se logra êxito em qualquer projeto de desenvolvimento urbano. Desta forma, a demanda por infra-estrutura urbana é pertinente e a falta de implementação de ações para melhoria desta pode representar fator limitante no desenvolvimento da região.

Essa situação é observada, entre outras situações, pela dificuldade de geração de projetos em que se considerem modos alternativos de captação de recursos, o que constitui a engenharia financeira de uma obra. Nesse contexto, o Estado necessita de soluções que possibilitem o financiamento, como a parceria com o setor privado, para a prestação deste serviço à comunidade. São exemplos de instrumentos que podem auxiliar na implantação de parcerias entre o setor público e o privado: a possibilidade de gerar receita por meio de negócios conexos, como *marketing*, propaganda ou prestação de serviços, *joint-venture* ou ainda, a geração de recursos por melhoria de infra-estrutura, mensurada pela valorização do solo, cobrada através de taxas aos beneficiários indiretos (Captura de Valor).

O emprego de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), tanto para determinação da área de influência, quanto para análise das informações do modelo de previsão, permite a melhora dos resultados obtidos pelos modelos baseados em métodos estatísticos usualmente utilizados, como os de Regressão Linear (RL). O SIG, nesse contexto, representa uma importante ferramenta de análise, pois o comportamento da valorização na forma urbana dos projetos torna-se mais evidente ao longo de uma série temporal, que vislumbra o período de análise. É válido destacar que o modelo proposto tem características peculiares, pois pretende incorporar a variação temporal do valor do solo para funções preditivas, determinando o valor futuro do solo a partir de uma determinada intervenção no território.

### **1.3 HIPÓTESE**

O uso de ferramentas de Análise Espacial em ambiente SIG permitirá a determinação da área de influência do Sistema de Transporte Público Metroviário. Associado a essa determinação incorpora-se a variável temporal em um modelo para previsão do valor do solo. Com isso, resultados mais representativos da valorização decorrente de intervenções em infra-estrutura de transporte público serão obtidos, de modo a auxiliar os profissionais atuantes e órgão gestores no processo de planejamento urbano e financiamento de infra-estrutura de transportes.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Geral**

O objetivo geral é desenvolver uma metodologia baseada na determinação da área de influência e no desenvolvimento de um modelo de previsão estatístico, de modo que se possa realizar uma avaliação espaço-temporal do impacto da implantação de infra-estrutura metroviária na valorização do solo. Vislumbra-se o emprego deste modelo como instrumento auxiliar no processo de construção de parcerias entre a iniciativa privada e o poder público, com vistas no investimento em infra-estrutura urbana de transportes.

#### **1.4.2 Específicos**

- Identificar os limites espaciais do impacto no valor do solo, quando da implantação da infra-estrutura de transportes, reconhecendo os beneficiários diretos e indiretos do sistema.
- Definir os critérios e os parâmetros para o modelo de avaliação imobiliária, a partir da revisão bibliográfica sobre esta temática.
- Desenvolver um modelo de previsão utilizando ferramentas estatísticas e análise espaço-temporal em ambiente SIG.
- Aplicação da metodologia ao estudo de caso da implantação do sistema de transporte metroviário de Brasília, na Região Administrativa de Águas Claras.

## 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura da dissertação foi concebida com base na necessidade de abordagem dos elementos empregados na concepção da metodologia para determinar a *mais-valia* imobiliária decorrente de intervenções em infra-estrutura de transporte público metroviário. Dessa forma, desenvolvem-se os seguintes temas na dissertação:

- Infra-estrutura de transportes e seus impactos no meio urbano.
- Elementos formadores do valor do solo urbano e procedimentos de avaliação.
- Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial.

O embasamento necessário será utilizado para o desenvolvimento da metodologia, que se estrutura nas seguintes etapas: (1) definição dos procedimentos para coleta e análise dos dados; (2) geração da superfície de influência, que delimitará o impacto da intervenção; (3) desenvolvimento do modelo estatístico de regressão, que estabelecerá o benefício futuro gerado pelo STPM à uma dada região; e (4) validação da metodologia com aplicação ao estudo de caso da implantação do sistema de transporte metroviário da Região Administrativa de Águas Claras, no Distrito Federal.

O primeiro capítulo da dissertação trata da relação entre o provimento de infra-estrutura de transportes e o desenvolvimento urbano, relacionando os impactos globais decorrentes da implantação. É dada ênfase neste capítulo ao sistema de transporte metroviário, com um levantamento de experiências nacionais e internacionais dos efeitos da implantação deste sistema na estrutura da cidade, notadamente na valorização do solo urbano e da abrangência desses impactos.

Os fatores intervenientes na composição do valor do solo e do mercado imobiliário são descrito no terceiro capítulo da dissertação, bem como os instrumentos jurídicos empregados para captura de valor do solo, como o Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana e Contribuição de Melhorias. O princípio da captura da mais-valia imobiliária é ainda tratado neste capítulo, com o levantamento de aplicações internacionais para o financiamento de infra-estrutura de transportes públicos. A instrumentação para quantificar a valorização e estimar os valores dos imóveis é baseado nos métodos de avaliação de imóveis, fundamentada na revisão realizada.

O quarto capítulo trata do Sistema de Informações Geográficas, notadamente de ferramentas de Análise Espacial. No que tange à temática, ênfase é dada à Geoestatística (Estatística Espacial) e suas ferramentas de interpolação, que subsidiam a geração de superfícies para análise de eventos pontuais que ocorrem de modo contínuo no espaço.

A concepção da metodologia proposta é realizada no quinto capítulo, como a consecução das etapas abaixo listadas:

### **1. Área de Influência**

A base cartográfica georeferenciada faz-se necessário nessa primeira etapa. Ela será utilizada para determinação da distância entre o centróide do terreno e o acesso ao serviço de infra-estrutura considerado, no caso o metroviário. A partir dessa construção de centróides, uma malha vetorizada é criada definindo polígonos como áreas de abrangência. Essa definição, entretanto, é precária, pois utiliza uma variável pouco sensível, no contexto considerado, que é a distância. No sentido de se promover um refinamento na malha supracitada, introduz-se uma outra variável um pouco mais sensível, que é o valor de mercado do terreno, observado no tempo presente. Como etapa seguinte, destaca-se a construção de um índice, denominado neste trabalho de índice de influência, que traduz a combinação dessas duas variáveis (distância e valor do solo), gerando uma malha com as áreas de influência do impacto da infra-estrutura em estudo.

### **2. Quatificação da *mais-valia* imobiliária do solo**

Tendo a área de influência do impacto do projeto, faz-se necessário o conhecimento quantitativo do solo em determinado período de tempo. Selecionará, por meio da revisão bibliográfica promovida, as principais variáveis intervenientes que possam constituir um indicador de valorização imobiliária. Com isso, por meio de regressão linear, será apresentada uma expressão para previsão espaço-temporal do valor do solo, e finalmente, será analisado o potencial de aplicação da metodologia desenvolvida.

A aplicação da metodologia desenvolvida no quinto capítulo é realizada no sexto, com o estudo de caso da implantação do sistema metroviário na região de Águas Claras, no Distrito Federal. Conforme estrutura proposta, a determinação da área de influência do e a

mais-valia imobiliária são realizadas tomando como referência os terrenos vendidos durante os anos de 1995 e 2005.

O sétimo capítulo consiste na avaliação do que se propôs esta dissertação, sendo realizada uma análise crítica da metodologia desenvolvida e dos resultados obtidos com a aplicação ao estudo de caso. Recomendações para trabalhos futuros, com base no entendimento da temática e das restrições observadas da avaliação, são feitas ainda neste capítulo.

## 2 INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES E USO DO SOLO

A implantação de um sistema transportes, e por conseguinte, de sua infra-estrutura, está interligada com o crescimento e desenvolvimento socioeconômico e urbano de uma localidade, fomentando a qualidade de vida da população. O sistema de transporte, portanto, é vital para o funcionamento da urbe, à medida que possibilita e dá suporte às execução das políticas urbanas de ordenamento do território, estrutura o zoneamento do solo e amplia a mobilidade e a acessibilidade da população.

Para uma melhor compreensão, um sistema pode ser entendido como um conjunto de partes que se interagem de modo a atingir um determinado fim (Kawamoto, 1994). Diversos autores que conceituam sistema de transportes observam este conceito, na medida que os fatores que delimitam ou caracterizam o sistema se correlacionam para concepção da sua estrutura final.

De acordo com Manheim (1979), um sistema de transporte é composto por cinco componentes independentemente distribuídos, conforme se observa na Figura 2.1.



Figura 2.1 – Sistematização do sistema de transporte (modificado - Manheim, 1979)

Tem-se, portanto, o sistema de cargas e transportes (a), que é composto por subsistemas responsáveis pelo carregamento de mercadorias, suporte à tripulação, compartimento de unitização de carga e sistema de propulsão. Já o sistema de guia (b) corresponde as vias por onde circulam os veículos, além do sistema de apoio à propulsão e energia (rede de combustíveis) e do sistema de controle (sinalização, controle do tráfego, *inter alia*). O sistema de transferência (c) é responsável pelos sistemas de armazenagem da carga e controle de acesso de passageiros. O sistema de transportes, segundo o autor, conta ainda com sistemas responsáveis pela sua operação e segurança, como o sistema de manutenção

(d) e o sistema de gerenciamento (e), complementando, assim, a gama dos elementos que compõe o conceito de sistema proposto por Manheim.

Conceito semelhante de Sistema de Transportes é o proposto por Setti e Widmer (1998), em que o subdivide em quatro componentes funcionais:

- veículos: componente utilizado para movimentar pessoas e cargas entre localidades;
- vias: correspondem às conexões que unem dois ou mais pontos;
- terminais: corresponde aos pontos onde as viagens se iniciam e terminam;
- plano de operações: consiste em um conjunto de procedimentos usados para se obter um funcionamento adequado e eficaz do sistema.

A proposta desses autores facilita a leitura dos principais elementos, ressaltando a importância do terminal como elemento fundamental no processo de deslocamento à que o Sistema de Transportes se destina.

Kawamoto (1994) define sistema de transportes como um conjunto de partes (vias, veículos e terminais) que se interagem com finalidade de promover deslocamentos espaciais segundo três condições específicas: a vontade dos usuários, a programação dos operadores e as regras estabelecidas. Ainda, segundo o autor, o conjunto acima é a base material que dá suporte aos elementos de entrada do sistema, e que permite a geração de produtos, conforme Figura 2.2. Esses produtos, como resultados das interações entre os elementos do sistema, podem ser considerados como efeitos ou impactos, agregando, nesse contexto, outros elementos, tais como segurança, valorização, entre outros.

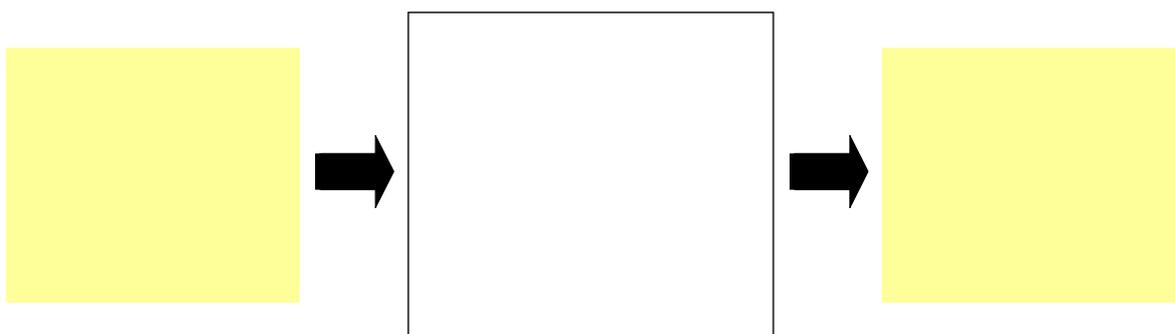


Figura 2.2 – Sistema de Transportes (Kawamoto, 1994)

Diversos são, portanto, os sistemas de transportes existentes que dão mobilidade à sociedade na estrutura urbana. Destaca-se, neste contexto, o sistema de transporte público por ônibus ou similar, além do sistema de transporte metroviário. Para cada tipo de sistema é necessário, portanto, um tipo de infra-estrutura que o suporta.

A infra-estrutura consiste na base material ou econômica de um sistema ou subsistema (Brasil, 1997). Para o sistema de transporte público por ônibus, por exemplo, identifica-se como infra-estrutura todo o sistema viário, os equipamentos de operacionalização, como semáforos e elementos de sinalização, por citar. Conforme o sistema em estruturação ou implantação, sua dinâmica com o espaço e com o desenvolvimento regional e espacial é decorrente de suas características operacionais e tecnológicas, diferenciando os impactos de acordo com suas peculiaridades.

O poder público tem no provimento de infra-estruturas um instrumento de direcionamento e de regulação do crescimento urbano. No que tange à área de transportes, observa-se que investimentos em infra-estrutura induzem o crescimento econômico em razão da melhoria dos acessos, afetando o desenvolvimento físico de uma área quanto à localização dos pólos de atividades, intensidade de ocupação do solo e composição dos valores de uso da terra (Cervero, 2001).

A relação entre provimento de infra-estrutura e desenvolvimento regional há muita é observada nas teorias econômicas regionais. A setorização da cidade é decorrente, em parte, da presença de infra-estrutura urbana e de transporte em determinados locais, o que acaba gerando externalidades positivas e negativas no meio onde se encontram. A Tabela 2.1, adaptada de estudo de Benitez (1999), apresenta sumariamente as principais teorias que identificam a relação entre infra-estrutura e desenvolvimento econômico regional.

A dotação de infra-estrutura de um local, conforme observado na Tabela 2.1, por vezes relaciona a capacidade econômica de uma localidade com a formação de centralidades que desempenham funções estruturadoras no território, que acabam atraindo novos investimentos para a região. A atração de investidores é visto como instrumento para auxílio ao desenvolvimento regional, à medida que consegue criar uma dinâmica econômica, com o aumento do número de empregos e na quantidade de moeda circulante. Nota-se que o componente “infra-estrutura” é de suma importância, pois consiste na base

que dá suporte ao desenvolvimento, seja ele decorrente do deslocamento de cargas ou de pessoas, conforme definição.

Tabela 2.1 – Relação - Desenvolvimento Econômico-regional e Infra-estrutura de Transporte (Benitez, 1999)

<b>Estudo</b>	<b>Definição</b>
<b>Myrdal (1957)</b>	A <b>expansão econômica</b> existente nas regiões de alto nível de desenvolvimento é fortalecida pela <b>melhoria dos transportes</b> , das comunicações e dos padrões educacionais.
<b>Teoria das fases de desenvolvimento (1940)</b>	A estratégia política implícita nessa teoria passava pela atração de capitais externos, <b>melhora da dotação das infra-estruturas</b> , aumento das ligações intersetoriais e formação profissional.
<b>Perroux (1977)</b>	As ligações interindustriais em uma determinada localidade não proporcionam efeitos estratégicos de polarização. Para promover a polarização, <b>uma infra-estrutura altamente desenvolvida</b> , a prestação de serviços pelo centro ao interior, e a demanda de fatores produtivos pelas zonas de influência podem ser tão importantes quanto à concentração de indústrias-chave.
<b>Teoria neoclássica,</b>	<b>O impacto da infra-estrutura no desenvolvimento regional é limitado.</b> Os elementos da teoria como produtividade do trabalho e progresso técnico são direta ou indiretamente afetados por alterações na composição das infra-estruturas.
<b>Teoria Centro/periferia</b>	A solução para o desenvolvimento passaria pela <b>melhoria dos acessos</b> aos mercados e às informações ( <b>transportes e comunicações</b> ).

De um modo geral, a implantação de sistemas e infra-estrutura de transportes gera impactos não somente econômicos, como também sociais e ambientais, no meio em que se insere. Estes efeitos devem ser corretamente avaliados para que, durante o processo de tomada de decisões pelos gestores públicos, as externalidades não sejam subdimensionadas.

Isso posto, impactos de um sistema de transportes consistem em determinados aspectos do sistema e suas atividades correlatas que devem ser considerados durante o processo de avaliação de projetos de transporte (Manheim, 1979).O autor utiliza-se da seguinte proposta para determinar a abrangência dos impactos na sociedade, determinando os grupos de incidência e atuação:

1. impactos nos usuários: consideram-se usuários os passageiros e transportadores de cargas. Os usuários podem ser diferenciados segundo a região de origem, o motivo da viagem e o grupo socioeconômico;
2. impactos nos operadores: são aqueles que operam o sistema de transporte, diferenciado por modo ou rota, como por exemplo, autoridade portuária, agência de manutenção rodoviária *inter alia*;
3. Impactos físicos: causados pela presença física do sistema de transporte naqueles que não são usuários ou operadores, podendo ser diferenciados por tipo de impacto ou pela sua localização. Como exemplo, pode-se citar a comunidade lindeira;
4. Impactos funcionais: incide sobre o sistema de atividades à medida que há alteração dos padrões de viagens em resposta a alterações do sistema de transporte, como por exemplo, alterações de usos e valor do solo;
5. Impactos governamentais: diferenciados por localização ou pelo tipo de agência ou instituição governamental. Como exemplo pode-se citar a esfera de impacto governamental municipal e estadual.

Uma classificação mais abrangente dos impactos de sistemas de transporte foi desenvolvida por estudo do *Transit Cooperative Research Program - TCRP* (1996). A classificação é feita tomando como referência seis grandes classes, categorizadas conforme a natureza dos efeitos, sistematizadas em subitens, conforme Tabela 2.2.

**Tabela 2.2** – Classificação dos impactos do sistema de transportes (TCRP, 1996)

<b>Impacto</b>	<b>Indicador</b>
<b>Mobilidade e acessibilidade</b>	Uso do transporte público, tempo de viagem, disponibilidade de serviços de transporte público, confiabilidade e qualidade do serviço.
<b>Econômicos e financeiros</b>	Finanças públicas, custo-efetividade do serviço, crescimento econômico e desenvolvimento regional e do uso do solo.
<b>Ambientais e energéticos</b>	Consumo de energia, níveis de emissão de poluentes atmosféricos, ruído, ecologia e consumo e conservação do solo urbano.
<b>Segurança</b>	Segurança e saúde do usuário e do não usuário, segurança do empregado do sistema, integridade física da vizinhança e efeito barreira.
<b>Eqüidade social</b>	Níveis de serviço, utilização, incidência do custo, disponibilidade do serviço e acesso às oportunidades e ao destino.
<b>Intangíveis</b>	Valor para a comunidade, valor para o indivíduo.

Tomando como base os itens acima relacionados, pode-se destacar a importância de determinados fatores, como os impactos na acessibilidade e mobilidade da população e os efeitos econômicos. Ressalta-se ainda que os impactos não devem ser compreendidos em separado, sob perigo de consistir em falha conceitual sobre o comportamento destes efeitos em um dado objeto de estudo.

Utilizando uma outra abordagem, o estudo desenvolvido pela *National Cooperative Highway Research Program - NCHRP* (2001) demonstra que a implantação de projeto de transporte acaba por gerar dois tipos de efeitos: efeitos no sistema de transportes e efeitos socioeconômicos. A Figura 2.3 representa o relacionamento entre estes grupos e sua contribuição para a melhoria da qualidade de vida da população. Os efeitos do sistema de transporte têm influência direta sobre os níveis de acessibilidade do modo de transporte, sendo função, conforme se observa na figura, dos impactos na segurança do usuário, do tempo de viagem, do custo de operação veicular e da escolha modal do transporte.



Figura 2.3 – Inter-relação entre dos efeitos de projetos de transportes (modificado – NCHRP, 2001)

De um modo geral, os efeitos apresentados na Figura 2.3 são complementares. Vale destacar que para a correta compreensão da dinâmica do sistema de transportes, não se deve considerar cada efeito em separado, já que em função da complexidade do problema envolvido e das características particulares de cada efeito. Ressalta-se ainda que o impacto no valor das propriedades, conforme figura, é função dos efeitos tanto do sistema de transporte quanto dos socioeconômicos. A alteração desta variável é identificada como efeito indireto da implantação de projetos, na medida em que não é considerado o objetivo

central de tais intervenções. A valorização se dá em função da melhoria das condições do sistema e do incremento da qualidade da estrutura urbana de uma determinada área, decorrente da intervenção realizada.

Apesar de estar claro o efeito da relação entre transporte e valorização imobiliária de uma região, é prematuro e incorreto inferir que a decisão para o desenvolvimento de uma área é decorrência exclusiva da melhoria da acessibilidade que o sistema providenciou. Em estudo desenvolvido por Knight e Trygg (1977) *apud* TCRP (1995), a alteração do solo em uma região é decorrência de variações de fatores econômicos, sociais e políticos. A Figura 2.4 busca ilustrar a complexidade de relações que interferem neste desenvolvimento.

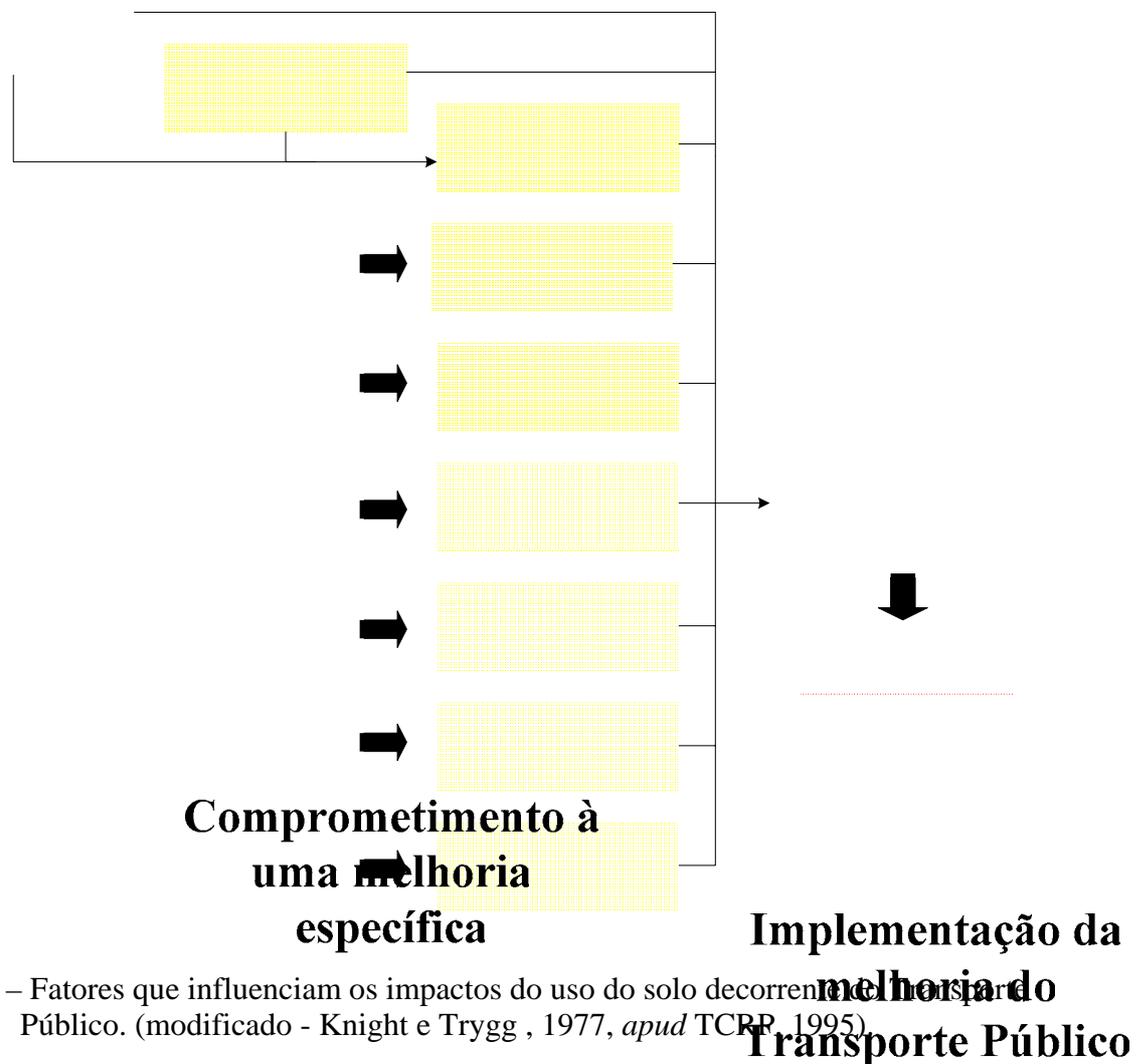


Figura 2.4 – Fatores que influenciam os impactos do uso do solo decorrentes da melhoria do Transporte Público. (modificado - Knight e Trygg , 1977, *apud* TCRP, 1995)

Segundo este estudo, a decisão para o desenvolvimento de uma determinada área é função de elementos como presença de projetos imobiliários e disponibilidade do solo nas

Depende tanto de Aspectos Físicos quanto de Aspectos Sociais

proximidades do projeto, de aspectos físicos e sociais que incidem sobre a atratividade de uma região, como fatores locacionais, além da presença e comprometimento de políticas públicas para o desenvolvimento urbano. Reconhecer os elementos que impactam sobre as decisões para o desenvolvimento do solo urbano contribuem para compreensão dos diversos atores envolvidos e das necessidades e demandas locais para estruturação do espaço e para formulação de políticas públicas que tenham como fim o desenvolvimento urbano sustentável.

Os impactos decorrentes de infra-estrutura de transporte público são, conforme observado, de natureza diversa. Independente do modo do sistema implantado, os efeitos na sociedade são decorrentes não somente da estrutura tecnológica do sistema escolhido, como também das iniciativas políticas que permeiam o planejamento da cidade.

## **2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE METROVIÁRIO**

O sistema metroviário atua, dentro da estrutura de transporte coletivo, como um modo complementar ao transporte coletivo rodoviário. Algumas diferenças básicas entre estes dois modos auxiliam na sua caracterização, como por exemplo: capacidade, velocidade, confiabilidade e impacto no tráfego urbano de veículos na estrutura da cidade. O metrô consegue transportar uma maior capacidade de passageiros, através da unitização da carga, em vias restritas, elevando com isso sua velocidade operacional, em um curto intervalo de tempo entre os veículos (*headway*).

Um ponto que vale ressaltar desse sistema se refere ao seu alto custo de implantação, devendo, portanto, haver uma demanda declarada e potencial que justifique sua necessidade. No Brasil, apenas sete capitais possuem este sistema implantado ou em construção: São Paulo, Belo Horizonte, Recife, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Brasília, todos em operação, e Fortaleza e Salvador, em fase de conclusão (Tabela 2.3), ou seja, grandes metrópoles que em função de sua dinâmica socioeconômica e espacial permitem e necessitam deste modo para transporte.

Tabela 2.3 - Caracterização de sistemas de transporte metroviário implantados no país

<b>Localidade</b>	<b>Início</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>Estações</b>	<b>Trens</b>	<b>Headway mínimo (segundos)</b>	<b>Usuários /dia (10<sup>3</sup>)</b>
<b>São Paulo<sup>1</sup></b>	1974	57,6	52	117	101	2.600
<b>Rio de Janeiro<sup>2</sup></b>	1980	25,5	24	21	Não disp.	350
<b>Belo Horizonte<sup>3</sup></b>	1985	57,1	19	25	Não disp.	80
<b>Porto Alegre<sup>4</sup></b>	1985	33,8	17	20	240	120
<b>Recife<sup>6</sup></b>	1985	25,5	18	25	300	350
<b>Brasília<sup>5</sup></b>	2002	32,0	12	11	Não disp.	50
<b>Fortaleza<sup>7</sup></b>	Construção	84,2	28	18	360	300
<b>Salvador<sup>8</sup></b>	Construção	42,00	8 (1ª Etp)	Não disp.	Não disp.	Não disp.

1 – Dados obtidos na Companhia do Metropolitano de São Paulo (2005).

2 – Dados obtidos na Metrô Rio (2005).

3 – Dados obtidos na Companhia Brasileira de Trens Urbanos – Metrô de Belo Horizonte (2005).

4 – Dados obtidos na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (2005).

5 – Dados obtidos na Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (2005).

6 – Dados obtidos na Superintendência de Trens Urbanos do Recife - Metrorec (2005).

7 – Dados obtidos na Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos - Metrofor (2005).

8 – Dados obtidos na Companhia de Transporte de Salvador (2005).

O sistema metroviário busca incorporar os avanços tecnológicos para o seu serviço, como o sistema de informações para os usuários, além de processos automatizados de cobrança. Toda esta tecnologia, incorporada ao planejamento operacional da linha, consegue reduzir o *headway* do sistema, atraindo uma maior quantidade de usuários, sejam eles do transporte coletivo ou individual.

No seu processo construtivo, por tratar-se de projetos de alto impacto no meio, deve-se prever os efeitos deste na cidade quanto aos aspectos de uso e ocupação do solo, da conservação do meio-ambiente e do patrimônio histórico e cultural. O efeito pode mostrar-se presente ao longo da linha, variando conforme o processo construtivo empregado, nos pontos de acesso do sistema e nos pátios de manutenção e manobra dos veículos.

Existe três processos de construção do metrô: o de superfície, o elevado e o subterrâneo. O sistema de superfície caracteriza-se por ser indicado para regiões de baixa ocupação e que apresentem áreas com vazios urbanos, de modo que se reduzam os impactos no meio e

reduzam os gastos com desapropriações. Caso a construção seja em áreas densas ou já com um elevado grau de ocupação, o metrô acaba por se tornar um limitador dos vetores de crescimento da localidade, segregando espacialmente a população.

O sistema elevado também causa grande impacto no meio urbano, seja em função da intromissão visual à paisagem, decorrente do nível de ruído emitido e do risco de acidentes, por exemplo. O custo de implantação é superior ao de superfície, já que é imprescindível um sistema estrutural que eleve os trilhos. É necessário que se utilize faixas desocupadas ou largas avenidas para que se consiga ajustar o traçado do sistema, que suporta rampas máximas de 4% e raios de curvas limitados.

O sistema subterrâneo é o mais indicado para áreas densamente ocupadas, causando menor impacto na superfície, levando a uma baixa quantidade de desapropriações de imóveis e terrenos urbanos, à conservação do patrimônio histórico e cultural, além da redução da interrupção do tráfego (Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2005). Contudo, o seu custo de implantação e os impactos ambientais da construção gerados são superiores aos demais sistemas, envolvendo a construção de túneis e outras intervenções no subsolo.

## **2.2 IMPACTOS DO SISTEMA METROVIÁRIO NO MEIO URBANO**

Conforme observado, a implantação de um sistema metroviário em uma cidade produz diversos efeitos no meio onde se encontra como, por exemplo, o incremento da acessibilidade e da mobilidade da população, a redução do tempo de viagem e o desenvolvimento da dinâmica espacial na região próxima às estações. Ainda destaca-se o favorecimento à expansão das atividades de comércio e serviços, ao adensamento do espaço edificado, à melhoria da qualidade de vida e à redução da poluição e do congestionamento viário (Nigriello *et al*, 2000).

Existe uma relação dinâmica entre os elementos urbanos e o sistema de transporte utilizado. Segundo estudo do TCRP (1996) verifica-se uma complementaridade entre o padrão do sistema de transporte com os seguintes fatores: estrutura urbana, a densidade, o uso do solo e o desenho urbano. O processo de influência ocorre tanto no sentido do sistema para a cidade quanto da cidade para a implantação e operacionalização do transporte.

Observa-se uma relação entre causa – efeito entre elementos da estrutura urbana com o sistema de transportes. Como exemplo, pode-se destacar os impactos ou os condicionantes decorrentes da Estrutura Urbana, da Densidade e do Uso do Solo urbano sobre o sistema de transportes de uma dada região (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Relação entre elementos urbanos e sistema de transporte (TCRP, 1996).

<b>Elemento</b>	<b>Efeito</b>
<b>Estrutura urbana (Características Morfológicas)</b>	Impacta na escolha do sistema pelos usuários à medida que interfere na localização dos empregos na cidade, conformando centralidades. A acessibilidade do sistema de transporte está relacionada com a estrutura da cidade, que em função de sua tipologia (mononucleada, polinucleada e polinucleada em região de baixa densidade) acaba por influenciar na escolha do modo utilizado pelo usuário. Segundo estudos realizados, a descentralização da cidade acaba por contribuir para o não uso do sistema de transporte coletivo, enquanto regiões compactas tendem a demandar mais deste tipo de transporte.
<b>Densidade</b>	Quanto mais densa a área, maior será a demanda por transporte. Estudo realizado por Nelson e Nygaard observa que as variáveis mais relevantes para a demanda por transporte coletivo foram a densidade de habitações e o número total de empregos de uma determinada área. Desta forma, quanto mais densa a área próxima à estação ou corredor de transporte, maior será a probabilidade deste usuário utilizar o serviço prestado. A densidade, como elemento de influência do sistema de transporte, deve estar integrada com o porte do centro de emprego, o nível do corredor de transporte e das características do serviço prestado, além da presença de políticas públicas, que subsidia o uso do transporte coletivo.
<b>Uso do solo</b>	A quantidade e a diversidade dos usos também influenciam a escolha modal do usuário. É mais provável o uso de modos não motorizados para locomoção nos períodos entre picos em uma região onde a centralização de atividades de negócios é observada em conjunto com o uso misto dos edifícios. Um outro ponto que deve ser observado é o uso residencial de áreas centrais, nas quais, devido à proximidade do centro de negócios, o transporte individual motorizado passa a ser pouco utilizado.

O sucesso de um sistema de transporte, portanto, está diretamente relacionado com as características morfológicas e políticas da cidade. A implementação de políticas urbanas sem a incorporação da problemática do deslocamento na cidade gera diversos conflitos, como a estagnação econômica de uma localidade ou a falência de um sistema de transporte público. O incentivo a usos mistos, além da promoção do desenvolvimento de áreas com

potencial econômico poderá resultar na redução dos níveis de poluição e de congestionamento com o uso do transporte público.

O processo inverso, no qual a implantação do sistema de transporte influencia na forma urbana, se destaca pelos efeitos em quatro aspectos: o valor do solo e das melhorias próximas à intervenção, a intensidade do desenvolvimento e o período em que ocorre a implantação do sistema, além do impacto na estrutura urbana (TCRP, 1996). Destaca-se que a incorporação do valor do solo em função das intervenções realizadas consiste na mais-valia do terreno, devendo ser revertida para a comunidade, conforme entendimento da função social da propriedade.

Cervero (1998) constata que o transporte público redistribui mais do que cria crescimento, sendo uma medida de ação que influencia na distribuição do desenvolvimento em uma região. Dentre outros pontos levantados pelo autor, destaca-se a afirmativa de que os impactos no uso do solo são maiores quando investimentos em transporte público ocorrem concomitantes com o crescimento regional de uma cidade, e que esses investimentos auxiliam na descentralização dos vetores de crescimento. Deste modo, o processo de implantação de um sistema de transporte público tem relação direta com a estruturação urbana, com a concentração e desconcentração do desenvolvimento econômico e social e, conseqüentemente, com os impactos decorrentes de sua implantação, como a valorização do solo.

A valorização, portanto, ocorre com maior intensidade onde os investimentos em transporte público são realizados em conjunto o crescimento regional. Segundo Walmsley e Perrett (1992) *apud* The Royal Institution of Chartered Surveyors - RICS (2002), os maiores efeitos no desenvolvimento do solo ocorrem em situações onde o planejamento urbano está integrado com o sistema de transporte por trilhos, citando como exemplo o transporte metroviário.

Em estudos desenvolvidos pelo RICS (2002) e por Diáz (1999), são feitas revisões intensiva dos impactos no valor do solo de projetos de transporte público. A maioria dos estudos destaca os impactos positivos do sistema de transporte público. A análise é realizada segundo os efeitos dos impactos do projeto na variação do valor do solo, além

dos seus efeitos espaciais e temporais. Na Tabela 2.5 são descritos sumariamente os principais projetos analisados e os seus impactos.

Tabela 2.5 – Impactos de projetos metroviários na valorização do solo.

<b>Fonte</b>	<b>Localização do caso</b>	<b>Impacto</b>
Boyce, David <i>et al</i> (1972)	Sudoeste de Nova Jersey	Incremento de \$149 no valor da residência para cada dólar de economia do tempo de viagem
Voith (1991)	Dois sistemas de metrô, no sudoeste de Nova Jersey (1) e Subúrbio de Filadélfia (2).	Para o caso do metrô de Nova Jersey, houve um acréscimo de 10% no valor dos imóveis na região servida pelo sistema. Para o caso do subúrbio de Filadélfia, o incremento foi menor, correspondendo à 3.8%.
Laasko (1992)	Sistema de transporte metroviário de Helsinki.	A avaliação se dá para os ganhos gerais do projeto, que variaram de \$550 – 650 milhões.
Nelson (1992)	Linha leste do metrô de Atlanta.	Incremento de \$1000 no valor de residências para cada 30,5 metros de proximidade da estação do metrô.
Al-Mosaind, Musaad, <i>et al</i> (1993)	Linha Leste do metrô de Portland.	Incremento no valor de imóveis residenciais que se encontram num raio de 500 m da estação.
Armstrong (1994)	Sistema de transporte metroviário de Boston	Análise do valor de residências unifamiliar, no qual verificou-se um acréscimo de 6.7% no valor.
Cervero (1996)	Sistema de transporte metroviário da Área da Baía de São Francisco.	Incremento variando de 10-15% no valor da locação de imóveis que se localizam até 400 m da estação do meto.
Diaz (1999)	América do Norte	Avalia o impacto do metrô nos valores de propriedades comerciais e residenciais. O resultado, decorrente do incremento da acessibilidade, é positivo.
Sedway Group (1999)	Sistema de transporte metroviário na Área da Baía de São Francisco (EUA).	Análise de três categorias: imóvel residencial unifamiliar (1), locação de apartamentos (2) e solo comercial (3). Para a situação (1), ocorre uma depreciação do imóvel a uma razão de \$3200 - \$3700 por 1.60 km de distância da estação. Já a segunda situação obteve um acréscimo entre 15 e 26%. Os valores para o terceiro caso variaram entre \$740,00 por metro Quadrado para terrenos que distam até 400m da estação, e \$300,00 por metro quadrado para uma distância de 800 da estação.

<b>Fonte</b>	<b>Localização do caso</b>	<b>Impacto</b>
Weinstein e Clower (1999)	Texas	Avalia o impacto no valor das propriedades em função da proximidade do terminal de passageiros. Observa-se um incremento geral em 25% no valor dos imóveis. Segundo classificação empregada, verifica-se que os imóveis de Classe A tiveram um aumento na sua ocupação de 11%, em quatro anos de observação, e um aumento no valor de locação de 47%.
Cervero e Duncan (2002)	Metro de Santa Clara, Califórnia.	Avalia o impacto na valorização do solo comercial considerando a distância de caminhada das estações (1) e um raio de influência de 400 m da estação do metrô (2). O acréscimo foi de \$4/0.1m <sup>2</sup> (variação de 23%) quando avaliado pelo critério 1, enquanto considerando o critério 2, o resultado foi de \$25/0.1m <sup>2</sup> (variação de 120%).

Nos estudos relacionados na Tabela 2.5, os resultados obtidos consistiram em impactos positivos no valor do solo das propriedades avaliadas. O incremento teve, na maioria dos casos, um valor médio de 15% quanto aos valores observados sem o sistema implantado, sendo constatado maiores valores nas áreas próximas às estações – em um raio de impacto de aproximadamente 500 metros da estação.

Os efeitos do sistema de transporte metroviário nem sempre são positivos para a sociedade. A presença deste modo também causa efeitos negativos, como os impactos decorrentes do incremento do nível de ruído e do tráfego de veículos nas proximidades das estações, além da redução da segurança e da intrusão visual na paisagem urbana. Diaz (1999) constata que em apenas dois anos, contados a partir da operação do sistema na cidade de Portland em 1996, em uma área de influência de 500 metros da estação de metrô ocorreu uma variação de 10.6% no valor dos imóveis quando comparado com valores dos imóveis fora da região de impacto. O valor observado para as propriedades mais próximas às estações foi inferior aos que se encontravam a uma distância de caminhada de 500 metros. Infere-se que esta variação dentro da zona de influência foi decorrente dos impactos negativos citados, como o nível de ruído.

Identificam-se duas características básicas do comportamento da valorização do solo decorrente da implantação do sistema de transporte público metroviário :

- a valorização ocorre até um certo limite de influência da estação de acesso ao sistema, normalmente variando conforme a uma distância confortável de caminhada – variando entre 300 - 500metros;
- a valorização varia dentro de uma mesma zona de influência, em decorrência dos efeitos considerados negativos – caso a área em análise seja residencial e se encontre muito próxima à estação, o efeito no valor do solo será menor caso esta tivesse um outro uso, como o misto ou comercial.

A análise da valorização no espaço é necessária para identificar os padrões do comportamento do valor do solo, sendo importante à aplicação de ferramentas presentes em Sistemas de Informações Geográficas para manipulação dos dados coletados.

### **3 O SOLO URBANO: ELEMENTOS FORMADORES DE VALOR**

O solo urbano há muito é utilizado como elemento formador de capital e renda, sendo um importante aspecto na estruturação do território e direcionamento do crescimento da cidade. A valorização decorrente do processo de expansão urbana, com a transformação progressiva de áreas rurais no entorno da cidade em áreas urbanas de fato, contribuem para o incremento do valor do solo, como também para a dispersão da ocupação do território.

O valor do solo é definido e influenciado por diversos fatores, tais como: aspectos locais – que corresponde a atributos de localização do imóvel; infra-estruturais – que consiste na indicação da presença de infra-estrutura urbana, como rede de esgotos e sistema de transportes; e políticos – que corresponde à normativas urbana, estrutura administrativa da cidade, entre outros aspectos. O processo de formação de seu valor é função da interação desses fatores com o mercado imobiliário e pelo seu mecanismo de oferta e demanda, que acaba por regular os valores utilizados.

#### **3.1 TEORIA DO VALOR DO SOLO**

A existência de infra-estrutura e sistemas de transportes em uma determinada região são fatores que refletem na valorização do solo e sua exploração pelo mercado imobiliário, como já observado. Outras variáveis também contribuem para a formação de valor, como prescrições urbanísticas, potencialidade econômica de uma região, *inter alia*.

Para a compreensão dos mecanismos de valorização do solo, destaca-se a aplicação de algumas teorias econômicas. Na teoria clássica, o valor do solo é resultante do rendimento que este possa trazer em razão do seu cultivo. Já na teoria marginalista, o valor de um bem é determinado pela utilidade que uma quantidade “x” deste bem possa propiciar. Já a marxista estabelece que os principais fatores que influenciam na valorização de um imóvel são: sua acessibilidade aos centros urbanos, o nível de renda da demanda, o coeficiente de ocupação do terreno, o seu entorno e a infra-estrutura existente (Brondino, 1999).

O preço da terra é determinado da mesma forma que os outros bens, pela interação entre os mecanismos de oferta e demanda do mercado (Harvey, 1996). Portanto, o valor a ser pago

por uma fração de terra para se realizar uma determinada atividade é estabelecido de acordo com as decisões empresariais de maximização do lucro e das necessidades dos consumidores de uma localidade por produtos.

A teoria de *Von Thünen*, que relaciona uso do solo com sua formulação de preço, concentrando a diferença entre custos de transportes e atividades produtivas, pode ser aplicada no caso acima, conforme Figura 3.1. De acordo com o pressuposto, quanto mais distante for uma área em que determinada atividade é realizada do seu mercado consumidor, maiores serão os custos de transporte envolvidos para o provimento desse mercado. O terreno, portanto, será menos rentável, tendo um custo de aquisição mais baixo. Esse modelo se enquadra em uma posição intermediária entre as teorias econômica clássica e a marginalista (Brondino, 1999).

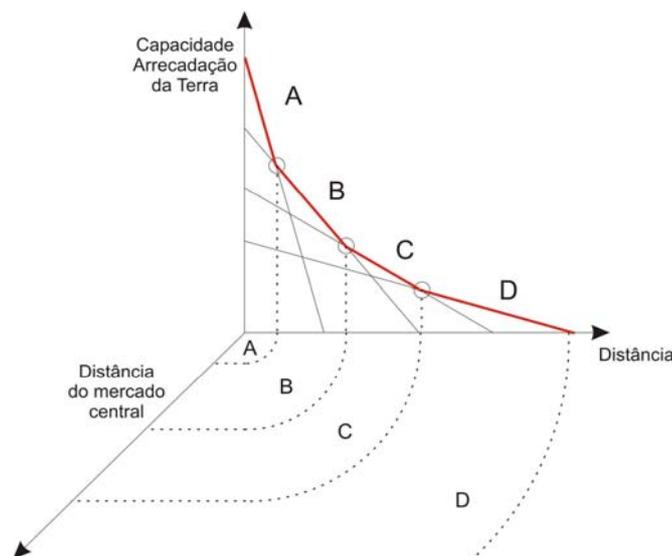


Figura 3.1 – Modelo de *Von Thünen* (modificado Harvey, 1996).

Na medida em que se melhora a acessibilidade de uma determinada região por meio de implantação ou melhoria do sistema de transportes, minimizam-se os custos desta atividade e aumenta-se o valor imobiliário dos terrenos. A melhoria de uma rodovia e a valorização imobiliária de uma determinada localidade possui uma relação de complementaridade – ora uma influencia a outra e vice-versa (Cervero, 2001). Os ganhos provenientes do fator acessibilidade a partir da melhoria do sistema, de acordo com Cervero (2001), tendem a impactar em uma área geográfica maior, atribuindo efeitos distributivos desta valorização

ao espaço. O aumento do valor imobiliário é apresentado como sendo a utilidade interna do transporte, devendo ser considerado na alocação dos custos fixos do investimento.

O mercado imobiliário é um arranjo no qual, vendedores e compradores de terra virgem, propriedades agrícolas, edifícios industriais, escritórios, lojas e residências, se unem para determinar o preço que cada propriedade particular pode atingir (Harvey, 1996). Esse mercado tem várias características, como por exemplo:

1. O direito absoluto de uso: o proprietário tem o direito de utilizar, bem como restringir o uso de sua propriedade, como desejar. No entanto, fica sujeito a restrições legais quando existentes.
2. Demanda: a demanda por uma propriedade existe a partir da existência dos direitos legais de se possuir imóveis. O direito é exclusivo, não absoluto ou ilimitado.
3. Sistema de Custos e Benefícios baseados no comportamento dos preços: os benefícios oriundos das negociações imobiliárias são maiores que os custos de suas transações.
4. Duração dos direitos sobre a terra: como bem durável, os direitos sobre os imóveis têm uma escala de longa duração.

Para uma análise mais efetiva dos impactos no valor do solo de intervenções em infraestrutura de transportes, o mercado imobiliário necessita estar sob concorrência perfeita. Nesta situação, qualquer diferença de valor do produto é rapidamente eliminada, já que os produtores e consumidores atuam, procurando maximizar a utilidade e os lucros, amparados sobre condicionantes legais e restrições sociais e econômicas.

### **3.2 INSTRUMENTOS TRIBUTÁRIOS E DE FINANCIAMENTO**

As taxas instituídas pelo poder público são necessárias em razão da necessidade de arrecadação tributária do Estado, para fins de financiamento dos serviços públicos, da recuperação de investimentos realizados em infra-estruturas e para realização de ações sociais, implementando a política urbana. A aplicação destes instrumentos está prevista na Constituição Federal de 1988, na qual delega a União, aos Estados e aos Municípios a instituição de tributos e impostos sobre a propriedade urbana e rural.

O Artigo nº. 145, inciso III, da Constituição Federal (Brasil, 1988) estabelece um importante instrumento tributário, pouco utilizado no país, que é a Contribuição de

Melhorias. Esta ferramenta consiste na cobrança direta aos contribuintes de um valor sobre os benefícios gerados (valorização do solo) a partir da realização de obras públicas em uma dada localidade.

Já o Artigo nº153 regulamenta a esfera de atuação da União referente às operações imobiliárias, sendo responsável pela instituição de impostos sobre propriedades territoriais rurais. Toda a responsabilidade sobre a tributação de imóveis urbanos, bem como a transação de bens imóveis, compete aos Municípios, de acordo com o Artigo nº156 da Constituição Federal:

*“Compete aos Municípios instituir impostos sobre:*

*I - propriedade predial e territorial urbana;*

*II - transmissão inter vivos, a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos a sua aquisição;”*

Os impostos imobiliários cobrados normalmente pelos municípios são o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e o ITBI (Imposto sobre Transações de Bens Imobiliários ou Imposto de Transmissão Inter-vivos). O IPTU configura-se como o principal instrumento de arrecadação de imposto territorial do Município, contudo, sua aplicação e a alocação de seus recursos há muito vem sendo ponto de conflito na visão dos planejadores urbanos, devendo esse ter função redistributiva dos ganhos da urbanização e uma aplicação progressiva no tempo, conforme previsto na constituição.

Com a aprovação da Lei Federal nº.10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os Artigos nº182 e 183 da Constituição Federal e estabelece as diretrizes da política urbana, trata no seu segundo capítulo dos instrumentos desta política, estabelecendo novos institutos jurídicos e políticos que não eram previstos na legislação anterior. Dentre os instrumentos dispostos neste documento, o instituto da Operação Urbana Consorciada, nos termos dos Artigos nº32 a 34 do Estatuto, se destaca como possibilidade de viabilizar a parceria entre os entes público e privado.

Ainda no artigo 182, inciso 4º, há a delimitação da responsabilidade do poder público municipal em cobrar das áreas não edificadas, mediante lei específica para áreas incluídas

no Plano de Ordenamento Territorial, imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo. Este tipo de imposto busca impedir que os proprietários de terras de especulem sobre o solo urbano, impondo uma taxa mais elevada sobre o terreno, à medida que se avança no tempo em que a sua propriedade fica sem utilização.

Apesar destes inúmeros dispositivos presentes na Legislação Federal, poucas são as tentativas de implementá-las no planejamento urbano e como instrumento de captura de valor de intervenções urbanas. O conceito de Captura de Valor - CV (*Value Capture*) vem sendo empregado em países como os Estados Unidos, Finlândia e Inglaterra, como instrumento que converge o valor recebido em termos da valorização de bens imóveis em áreas adjacentes às intervenções realizadas em recursos para financiamento da própria infra-estrutura, por exemplo.

### **3.2.1 Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana**

O Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana - IPTU é o principal imposto cobrado atualmente aos proprietários de bens imóveis na cidade, sendo uma importante fonte de recursos para o município. A base de cálculo deste tributo é o valor venal dos imóveis, no caso de terrenos, e do custo de reprodução, no caso de bens imóveis construídos, que se encontram dentro do limite territorial urbano do município.

A participação do imposto territorial varia de acordo com o local em que se aplica (Tabela 3.1). No Reino Unido, Estados Unidos e Japão, por exemplo, o imposto sobre o patrimônio (móvel e imóvel), representa participação acima de 10% na arrecadação total dos impostos, já no Brasil essa arrecadação equivale a apenas 3% do total (Fenafisco, nd). Observa-se ainda que a arrecadação sobre os impostos de bens e serviços corresponde no Brasil à aproximadamente 50% do total arrecadado, valor superior ao praticado em países como o Japão, Estados Unidos e Itália. Esse tipo de imposto é injusto, pois sua cobrança atinge um maior número de pessoas, indiscriminando quem possui ou não condições de arcar com essa carga.

Tabela 3.1– Proporção dos impostos cobrados segundo sua natureza (Fenafisco, nd.)

Países	Imp. renda	Imp. lucros de sociedades	Seguridade Social	Imp. folha	Imp. sobre o patrimônio	Impostos bens e serviços	Outros
França	14,4	3,8	42,9	2,4	5,0	27,3	4,2
Alemanha	24,6	3,8	40,9	-	2,9	27,8	-
Espanha	23,3	5,9	35,9	-	5,9	29,4	-
Portugal	19,2	8,8	25,9	-	2,5	42,9	0,6
Itália	35,0	5,5	34,0	0,2	5,1	25,7	-
Dinamarca	59,9	4,9	3,1	0,4	3,4	33,0	0,2
Reino Unido	27,5	9,3	17,7	-	10,5	34,7	0,3
EUA	36,4	9,5	25,1	-	11,1	17,9	-
Japão	24,4	15,1	36,3		11,6	15,00	0,70
Brasil	7,1	10,7	10,9	15,7	3,0	47,9	4,7

Fonte: OECD e IBGE.

Como instrumento regulador do espaço urbano, o IPTU pode ser utilizado progressivamente no tempo. Este caráter progressivo consiste em diferenciar o imposto de acordo com zonas de incentivo à ocupação. O imposto eleva-se à medida que em que não se dá aproveitamento à área ocupada. Este incremento incentivará a construção nos vazios urbanos existentes, reduzindo os efeitos da especulação imobiliária no território.

Para o cálculo do IPTU, utiliza-se uma Planta de Valores Genéricos (PGV), que se caracteriza como sendo um conjunto de cartas analógicas ou digitais em escala topográfica, onde constam as características espaciais da cidade ou região, sendo registradas, em suas posições por face de quadra, os valores unitários dos terrenos calculados, após pesquisa de mercado e análise do cadastro urbano (Averbeck, 2003).

Um problema que se verifica na quanto a sua aplicação refere-se ao procedimento de cálculo da PGV. O cálculo pelo método do custo de reprodução gera inconsistências, à medida que se considera um mesmo valor de construção por tipo e idade de construção para todo o território, excluindo o valor do terreno. Esta simplificação não reflete as condições reais do mercado imobiliário, acarretando perdas de recursos por parte do município.

Uma demanda recorrente refere-se a instrumentos dinâmicos para atualização da PGV, nos quais a atualização ocorra em um período de tempo mais curto, que tenha um menor custo de implementação e um procedimento de aplicação mais simplificado. Com estes requisitos observados, a gestão deste imposto tornar-se-ia mais ativa no âmbito da administração municipal.

### **3.2.2 Contribuição de Melhoria**

A contribuição de melhoria é um imposto que tem como finalidade cobrar dos cidadãos os benefícios oriundos de operações urbanas financiadas pelo poder público. Na presente Constituição Federal, no seu artigo 145, atribui a competência da cobrança:

*“Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos:*

*I - impostos;*

*II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição;*

*“III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas.”*

Este instrumento há muito era previsto na Legislação brasileira. Desde a constituição de 1891 há referência a este tributo, conforme se observa no trecho transcrito do artigo 124:

*“ Provada a valorização do imóvel por motivo de obras públicas, a administração que as tiver effectuado, poderá cobrar dos beneficiados contribuição de melhoria.”*

A natureza dessa cobrança sempre foi de recuperação aos cofres públicos da valorização imobiliária proveniente de obras públicas de infra-estrutura urbana. Sua aplicação atualmente segue o que prescreve o Código Tributário Nacional - CTN (Brasil, 1966), que prevê em seu Artigo 5<sup>o</sup> a necessidade da elaboração de um edital que deverá conter:

- memorial descritivo do projeto;
- orçamento do custo da obra;
- determinação da parcela do custo da obra a ser financiada pela contribuição de melhoria;
- delimitação da zona beneficiada;

- determinação do fator de absorção do benefício da valorização para toda a zona ou para cada uma das áreas diferenciadas, nela contidas.

Para a aplicação deste imposto deve-se estabelecer a área de influência direta do empreendimento. Após a delimitação da área, uma análise dos imóveis integrantes dessa área deve ser realizada no período anterior e posterior ao projeto implantado, com o intuito de saber qual o valor incorporado na valorização dos imóveis. O fator de absorção acima referido deve ser definido com base na área construída do imóvel ou do terreno que se valorizou, levando em consideração o valor a ser recuperado com a valorização, não devendo exceder o limite do custo total de implantação.

Vários municípios brasileiros vêm utilizando este tipo de tributo para financiamento de obras de infra-estrutura urbana, como por exemplo, pavimentação, drenagem, saneamento básico e iluminação pública. O município de Guarujá, do estado de São Paulo pode ser tomado como exemplo. Com características eminentemente turísticas, tem como principal fonte de arrecadação o IPTU. Com a escassez de recursos, proveniente da inadimplência constante deste imposto, a administração reestruturou o Código Tributário Municipal para realizar a correta cobrança da Contribuição de Melhoria (Caldas e Silva, 2000).

A aplicação deste tributo segue todo o processo previsto no Código Tributário Nacional, sendo a cobrança realizada pela construtora ou através de boletos de cobrança àqueles que não aderiram ao plano de financiamento da incorporadora. Todo o processo licitatório e de acompanhamento das etapas da obra deve ser o mais transparente possível, com a participação dos entes financiadores, ou seja, a comunidade, ao longo de todo o processo.

### **3.2.3 Operações Urbanas Consorciadas**

A Operação Urbana Consorciada (OUC) é um instrumento previsto na Lei Federal No. 10.257/2001, que tem como finalidade a implantação de projetos urbanos estruturadores do território, viabilizados por meio de parcerias entre o Governo e a Iniciativa Privada, alterações de índices urbanísticos e gestão do direito de superfície e uso do solo urbano (Brasil, 2004). O Governo é responsável pela coordenação da Operação Urbana realizada, observando que as diversas intervenções programadas devem ser realizadas a partir de um projeto base que estrutura a operação proposta.

A viabilidade deste tipo de instrumento se dá a partir do interesse do setor privado em ter retorno, tanto pelo acréscimo do potencial construtivo do terreno (solo criado) como pela valorização gerada no solo urbano dentro área da Operação. O aporte de recursos se dá pela gestão compartilhada do empreendimento, com a equânime distribuição da responsabilidade de execução das obras a serem realizadas ou pelo cálculo das contrapartidas, que podem ser financeira ou por serviços e obras. Desse modo, a intenção da instituição de uma OUC é desonerar e reduzir a responsabilidade do Governo de realizar obras necessárias no espaço urbano, proporcionando uma gestão mais justa da cidade.

Uma crítica que se faz a este tipo de intervenção é quanto à assunção dos riscos. Como a iniciativa privada busca maximizar o lucro com a aplicação dos recursos existentes, ela irá buscar, dentro da cidade, áreas em que o retorno deste investimento seja garantido, minimizando com isso o risco. No entanto, as áreas que oferecem um menor risco são espaços urbanos já consolidados em termos de infra-estrutura e de adensamento, não sendo carentes de intervenções desta natureza, perdendo o caráter distributivo da ação.

Identifica-se uma diferença básica entre a OUC e o IPTU no que tange à alocação dos recursos provenientes da arrecadação de impostos. Enquanto os recursos do IPTU são alocados em qualquer área do município, com efeito redistributivo, os valores obtidos com a OUC são aplicados na própria região, podendo acarretar os efeitos como a concentração de valor e riqueza em uma dada região.

### **3.3 CAPTURA DE VALOR E MAIS-VALIA**

O conceito de Captura de Valor (CV) aqui entendido é uma adaptação do conceito amplamente discutido internacionalmente de *Value Capture*, que permite a cobrança da valorização induzida dos bens imóveis pelo estado, no papel de realizador do empreendimento, para financiamento de projetos urbanos. O princípio dessa captura tem como fundamento o conceito de mais-valia, que consiste no valor ou benefício incorporado pelo imóvel urbano decorrente do processo de urbanização ou de instrumentos normativos que delegam um incremento do potencial construtivo do terreno.

A Captura de Valor, definido pela *Organization for Economic Co-operation and Development* – OECD (2000) *apud* Pedler (2003), consiste em mecanismos no qual o agente responsável

pelo desenvolvimento de infra-estrutura transfere parte dos ganhos financeiros dos proprietários de terras para a comunidade. Instrumentos de CV foram introduzidos em função de uma parcela de proprietários de terra especular em cima do solo urbano na expectativa da chegada de infra-estrutura. Desta forma, esse grupo obtém lucros em função do projeto desenvolvido pelo Estado sem despende qualquer recurso para seu financiamento (Rybeck, 2002).

Este fato é comum nas principais cidades do Brasil, onde o modelo de desenvolvimento urbano teve como elemento norteador as iniciativas do Estado. Desta forma, grandes proprietários de terras, tendo informações favorecidas acerca dos projetos de infra-estrutura a serem realizados, aguardam a implantação destes para obtenção de lucros com a incorporação dos benefícios oriundos desses projetos. Esse papel cômodo norteou o desenvolvimento da cidade ao longo das décadas de 70, 80 e meados de 90, sendo fortemente contestado pelos planejadores e urbanistas nos últimos anos.

A utilização de instrumentos de CV deve estar presente na política urbana como elemento de redistribuição do valor do solo, de incremento dos recursos para financiamento de serviços públicos, de regulação e gerenciamento dos usos do solo e de controle do mercado imobiliário (Furtado 2000). O papel de regulador do mercado imobiliário deve ser entendido com a finalidade de direcionar o crescimento da cidade, evitando que áreas sejam alvos de especulação.

Os projetos que incorporam benefícios ao solo podem ser das mais diversas naturezas, desde de obras de saneamento à implantação de infra-estrutura de transporte urbano, caso deste estudo. A percepção da CV está relacionada com os efeitos provenientes desses projetos, notadamente de projetos de sistemas de transporte público metroviário, conforme objetivo desta dissertação. O correto dimensionamento das externalidades geradas permitirá a apreensão de parte dos efeitos positivos para o financiamento da própria obra, como a melhoria da acessibilidade, do desenvolvimento econômico e da implementação de infra-estrutura urbana local.

Os instrumentos de CV: podem possuir natureza taxativa ou por meio de contribuição voluntária dos beneficiários (Pedler, 2003). Esta última consiste na parceria entre o poder público e privado para estruturação de áreas pré-definidas da cidade, na qual se prevê a

utilização de recursos privados para o desenvolvimento urbano. Como contra-partida, o ente privado garante a valorização dos seus terrenos em função do projeto, custeando parte ou completamente o investimento.

Exemplo deste tipo de financiamento são as operações conjuntas para financiamento de infra-estrutura de transporte público, conhecido como *Transit Joint-Development* – TJD, no qual ocorre a parceria entre os agentes públicos e privados. O TJD consiste na parceria em projetos específicos entre a iniciativa privada e pública, que se caracterizam por ser pontual e decorrente da valorização imobiliária em uma dada localidade (TCRP, 2002). Os instrumentos comumente empregados para viabilizar o TJD são por meio do uso do direito de publicidade do espaço aéreo, de taxas para conexão de determinados empreendimentos aos serviços de transporte público ou pela divisão dos custos de construção do empreendimento.

De acordo com Smith e Gihring (2004), a cidade pode financiar o desenvolvimento de sistemas de transportes e boa parte dos seus custos operacionais a partir da taxaço de uma porção do valor adicionado ao solo das propriedades adjacentes que tiveram sua acessibilidade melhorada. Portanto, a captura de valor ocorre com a correta taxaço do solo, sendo necessário instrumentos de tributaço de imóveis urbanos calibrados à realidade local.

Esta taxaço, segundo Rybeck (2002), pode ser realizada de duas formas, através da taxaço sobre a área edificada ou sobre o terreno (solo). Inicialmente, faz-se necessário o entendimento de que a área edificada, diferentemente do solo, tem um custo de construção e de manutenção para que se tenha valor. Um imóvel é reflexo não somente da infra-estrutura urbana presente, mas de elementos construtivos e tecnológicos que estabelecem o valor a ser cobrado por este bem.

Em razão do número de elementos que envolvem a taxaço da área construída, torna-se mais difícil verificar qual o real valor incorporado pelo projeto. No entanto, o valor do solo urbano é função direta dos bens públicos e dos serviços disponíveis na região, refletindo diretamente o valor dos investimentos em infra-estrutura realizados no local. A taxaço, portanto, ocorre em função do valor incorporado destes investimentos, sendo mais fácil sua captação.

Um modo de se captar valor através da tributação de propriedade é aplicando uma taxa menor para áreas construídas e uma maior para os terrenos. Este sistema de taxação, conhecida internacionalmente como *split-rate* é o mesmo sistema de cobrança utilizado pelo IPTU, podendo ainda ser aplicação progressivamente no tempo. Este instrumento induz à ocupação dos terrenos ociosos em áreas adjacentes ao projeto, de maneira a reduzir a cobrança de taxas e aumentar a oferta de áreas construída nestas localidades, reduzindo e controlando a expansão urbana em um dado momento.

Diversas são as experiências internacionais na utilização de mecanismos de captura de valor para financiamento de infra-estrutura de transporte público, conforme podemos observar na Tabelas 3.2. Com base nas experiências descritas nesta tabela, observa-se as inúmeras possibilidades de aplicação do conceito da Captura de Valor como instrumento de financiamento de infra-estrutura e operação do transporte público em áreas urbanas.

Tabela 3.2 – Aplicação da Captura de Valor em Projetos de Infra-estrutura de Transporte

<b>Projeto</b>	<b>Descrição do Projeto</b>	<b>Método de Captura de valor</b>
Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. (De Cesare, 1998).	Taxação diferenciada de terrenos localizados em áreas com alta qualidade de infra-estrutura urbana, caso não fossem ocupados em um dado período de tempo.	Foi implantada a taxação progressiva de terrenos vazios que variavam de 3000 a 360,000 m <sup>2</sup> . Com a implementação de lei municipal que indicava a taxação do terreno em 5 – 6% do seu valor de mercado, com elevação anual em 20% em relação ao ano base, caso os seus proprietários não realizassem a ocupação destes.
Sistema de Transporte subterrâneo, Toronto, Canadá. Hack (2002) <i>apud</i> Smith e Gihring (2004).	Projeto construído entre 1950 – 70. Trouxe impacto direto no zoneamento da cidade, com a concentração da ocupação em áreas adjacentes às estações de metrô, sejam elas centrais ou suburbanas.	A captura de valor se deu através do aumento da taxação da propriedade. No entanto, o valor capturado não foi empregado para o financiamento da infra-estrutura, mas utilizado para fins redistributivos. Os valores das taxas aumentaram em 40% na região próxima às estações centrais e 107% ao redor das estações suburbanas. O aumento das demais áreas foi de 25%, representado, assim, uma valorização relativa alta.
Estação de Metrô – Washington. (Rybeck, 2002)	Construção de uma nova estação de metrô, em região com área livre, armazéns desocupados e indústrias. O custo estimado do projeto era de \$84 milhões.	Foi realizada uma consulta aos proprietários dos imóveis da região. A proposta consistia no aporte de \$25 milhões da iniciativa privada. Uma contrapartida foi feita pelo Distrito, com a criação de uma taxa denominada <i>Metro Benefit Assessmet</i> , na qual permite aos proprietários que se encontram à uma distância de 2000 pés da estação, a retirada de valor equivalente ao aportador em títulos de serviços públicos.
Projeto multiuso em	Em 1997, em	Como proprietária do terreno adjacente à estação,

<b>Projeto</b>	<b>Descrição do Projeto</b>	<b>Método de Captura de valor</b>
área adjacente à estação Lindbergh, de propriedade da Autoridade de Transporte Público Metropolitano de Atlanta (MARTA), Estados Unidos. (TCRP, 2002)	decorrência da valorização das áreas próximas à estação Lindbergh, decidiu-se a construção de empreendimento multiuso (Lindbergh Center) para dar suporte financeiro ao transporte público.	a MARTA buscou parceria privada para construção do empreendimento, constituindo um TJD com Carter and Associates. O lucro de \$40 milhões com a venda do excesso de terreno foi utilizado para financiamento de estacionamento em áreas próximas, enquanto os custos de desenvolvimento e construção são responsabilidades da parceria privada. A agência espera um retorno de 10% do investimento realizado.
Diversos projetos desenvolvidos pela Autoridade de Transporte Público Metropolitano de Washington (WMATA), Estados Unidos. (TCRP, 2002)	Exemplo de projeto desenvolvido como TJD é o Complexo Multiuso Bethesda Metro Center, que consiste em um edifício de escritórios construídos acima da Estação de Metrô de Bethesda, distrito de Maryland.	Este projeto específico gera \$1.6 milhão anual em direitos do ar para a WMATA.  Os demais projetos desenvolvidos pela agência, um total de 24 através de parcerias com a iniciativa privada (TJD), garantem um lucro anual de \$6 milhões, com um incremento do valor da taxa imobiliária nas regiões adjacentes aos empreendimentos na ordem de \$20 milhões de dólares. Esta taxa redistribui a taxa proveniente da valorização conduzida por tais projetos.

A viabilidade deste tipo de instituto depende de vontade política para taxação dos beneficiados pelas intervenções realizadas pelo poder público ou de elementos que induzam a parceria entre os entes privados e públicos. Qualquer iniciativa de se implementar uma nova taxa gera dividendos políticos negativos, em vista a sobrecarga de taxas já pagas pelo contribuinte ou pelas empresas interessadas no desenvolvimento urbano.

Para viabilizar sua cobrança, a geração de um cenário no qual a abrangência dos impactos e o valor incorporado pela intervenção encontrem-se modelados, deve ser realizado de modo coerente e mais fidedigno possível à realidade. Alguns instrumentos tributários no país já levam em consideração a definição de captura de valor, como observamos pelo IPTU Progressivo e a Contribuição de Melhoria. No entanto, a parceria em projetos, na qual o poder público tem como consorte à iniciativa privada na construção e operação da infraestrutura, é incipiente, devendo-se elaborar e reestruturar instrumentos que fomentem este tipo de atividade.

### 3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA

A valorização imobiliária é uma externalidade comumente presente quando da execução de projetos urbanos. A valorização na forma do incremento do valor do solo pode ser recapturada pelo poder público por meio da aplicação de instrumentos urbanísticos e tributários específicos, conforme descritos na seção anterior. A correta avaliação da valorização do solo ou de bens imóveis é fundamental para mensuração do incremento proveniente de tais projetos, de modo que o processo de captura de valor torne-se transparente e fiel à realidade.

Conforme se observa, a captura de valor pode ser realizada através da contribuição de melhoria, que necessita de uma avaliação imobiliária da situação dos imóveis na área de projeto, e uma análise *a posteriori*, após o projeto implantado, que estabelecerá a base de comparação para quantificação da valorização. A previsão do impacto no valor do solo pode ser realizada por meios de modelos de avaliação que quantifique o comportamento da valorização no horizonte do projeto, de modo que o recurso à ser captado seja contabilizado para o próprio financiamento da intervenção.

O processo de avaliação imobiliária é regido por norma específica no Brasil, a NBR 14653-2:2004, que detalha os procedimentos gerais da norma de avaliação de bens – NBR 12653-1:2001, no que diz respeito à avaliação de imóveis urbanos, inserindo neste contexto glebas urbanizáveis, unidades padronizadas e servidões urbanas (ABNT, 2004).

De acordo com o disposto nesta norma, existem diversos métodos para identificar o valor de um bem, como o método comparativo direto de dados de mercado, o método involutivo, o método evolutivo e o método da renda (Tabela 3.3). É aconselhado, quando da avaliação de terrenos, utilizar o método comparativo direto (Fiker, 2001), pois com a aplicação deste, vários fatores inerentes ao elemento avaliado devem ser homogeneizados para se tornarem comparáveis.

Tabela 3.3 – Quadro definição dos métodos (modificado – ABNT, 2001)

<b>Método</b>	<b>Definição</b>
<b>Método comparativo direto de dados de mercado</b>	“Identifica o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra.”
<b>Método involutivo</b>	“Identifica o valor de mercado do bem, alicerçado no seu aproveitamento eficiente, baseado em modelo de estudo de viabilidade técnico-econômica, mediante hipotético empreendimento compatível com as características do bem e com as condições do mercado no qual está inserido, considerando-se cenários viáveis para execução e comercialização do produto.”
<b>Método evolutivo</b>	“Identifica o valor do bem pelo somatório das parcelas componentes do mesmo. Caso a finalidade seja a identificação do valor de mercado, deve ser considerado o Fator de Comercialização, preferencialmente medido por comparação no mercado.”
<b>Método da capitalização da renda</b>	“Identifica o valor do bem, com base na capitalização presente da sua renda líquida prevista, considerando-se cenários viáveis.”

O procedimento de homogeneização referido anteriormente deve ser realizado quando existir diferenças entre os atributos dos terrenos conforme os seguintes critérios que influenciam diretamente seu valor:

1. condições de pagamento;
2. elasticidade do valor de oferta;
3. profundidade;
4. frente;
5. localização;
6. data da oferta e transação.

Os principais elementos que são levados em consideração na avaliação de terrenos urbanizados são sua área, profundidade, frente, topografia e consistência do solo (Fiker, 2001). No entanto, outros elementos podem ser incluídos na análise do valor do solo, como a localização do terreno em relação à cidade e aos serviços públicos presentes nas suas adjacências.

A avaliação de imóveis pode se dar de forma individual, quando se pretende inferir o valor de apenas um único bem, ou avaliações em massa, incidindo em uma dada região da cidade. Ao se realizar avaliações coletivas de imóveis se busca não somente a determinação de valores que servem de base de cálculo para os impostos ou contribuições, por meio da elaboração da Planta Genérica de Valores (PGV) de um município (Brondino, 1999), como também a elaboração de instrumento de controle da expansão urbana e indicadores para locação de investimentos em obras de infra-estrutura.

Conforme citado, o método empregado para avaliação de imóveis em áreas urbanas é o método comparativo direto. De acordo com a NBR 14653-2: 2004, para a execução de avaliações deste tipo deve-se seguir o procedimento previsto no documento, conforme passos abaixo (ABNT, 2004):

1. Planejamento da pesquisa: nesta etapa se busca definir a amostra representativa dos dados do mercado imobiliário com características semelhantes à do imóvel avaliado, caracterizando e delimitando este mercado. É realizada nesta fase uma escolha prévia das variáveis explicativas para formação do valor, além da característica do processo de análise - qualitativa ou quantitativa.
2. Identificação das variáveis do modelo: refere-se a escolha das variáveis dependente e independentes. A variável dependente consiste na forma de expressão do valor do bem avaliado, enquanto as variáveis independentes referem-se às características físicas do bem (área, largura, profundidade), de localização (bairro, logradouro, distância de pólo de influência) e econômicas (oferta, período e condição do negócio). As variáveis independentes podem constituir-se em características qualitativas, devendo ser realizados ajustes através do uso de variáveis *proxy* ou codificadas
3. Levantamento de dados do mercado: essa fase tem como meta a aquisição de uma amostra representativa que explique o comportamento do mercado, na qual o procedimento constitui em pesquisa mercadológica e levantamento das condicionantes presentes nas variáveis escolhidas do modelo.
4. Tratamento de dados: realização de tratamento estatístico dos dados, eliminando eventuais discrepâncias de valores que alterariam o modelo de avaliação.

Os modelos de avaliação previstos da NBR 14653-2:2004 são baseados em métodos de inferência estatística, mais precisamente os que empregam técnicas de regressão linear, na

qual tenta-se prever o comportamento de certa variável dependente pelo cálculo das variáveis independentes. No entanto, a utilização deste tipo de modelo possui certas deficiências em decorrência da não-linearidade do modelo, da multicolinearidade e da heterocedasticidade das variáveis (Do e Grudnitski, 1992).

Segundo a classificação proposta por Pagourtzi *et al* (2003), os métodos de avaliação podem ser agrupados em dois grandes conjuntos: os métodos de avaliação tradicionais e avançados. Como exemplo de métodos de avaliação tradicionais, destaca-se a técnica de regressão linear múltipla - procedimento escolhido para desenvolvimento do modelo de previsão, enquanto os métodos avançados de avaliação utilizam técnicas de Redes Neurais Artificiais – RNA, modelos hedônicos de preço, métodos de análise espacial e lógica fuzzy

A Tabela 3.4 agrega os principais estudos realizados no Brasil sobre modelos de avaliação de imóveis e terrenos urbanos conforme natureza da técnica (tradicional e avançada), sendo elaborada a partir do estudo realizado por Brondino (1999) acerca da temática. Nota-se que o uso de métodos de avaliação tradicional é amplamente difundido, com um pequeno número de aplicações de sistemas avançados de avaliação, notadamente os que empregam inteligência artificial.

Tabela 3.4 – Resumo Casos Nacionais – Método Clássico de avaliação

<b>Método Clássico de Avaliação - Casos Nacionais</b>	
<b>Pesquisa</b>	<b>Descrição</b>
Borges (1975) - Pesquisa sobre valorização de terrenos.	Utiliza-se dos seguintes fatores relacionados com a valorização: distribuição espacial dos centros de emprego, organização e tecnologia dos sistemas de transportes, características socioeconômicas da vizinhança, uso do solo, densidade demográfica, topografia do terreno, características do lote e qualidade da infra-estrutura urbana. Propõe-se um modelo que utiliza a acessibilidade – distância ao centro de empregos.
Gonzáles e Formoso (1994) - Pesquisa sobre a aplicação do ITBI para estimação dos valores de imóveis.	Utilizam como variáveis independentes: ano de transação, mês de referência, área construída, idade da construção, material de construção, área do terreno, testada, posição do terreno na quadra, renda da população do bairro, distância, presença de financiamento e ITBI. Utiliza técnica de regressão linear para o cálculo dos coeficientes, obtendo coeficiente de determinação de 0,73 para o valor de residências e 0,55 para terrenos.

## Método Clássico de Avaliação - Casos Nacionais

Pesquisa	Descrição
Lapoli <i>et al</i> (1994) – Valor de propriedades do município de Porto Alegre.	O modelo proposto considera as seguintes variáveis: água, pavimentação, topografia, pólo de comércio e de serviços, zona residencial, área livre (sem construção), testada, área, data de comercialização e fonte de informação. O modelo desenvolvido utiliza técnica de regressão linear, obtendo coeficiente de determinação igual a 0,88.
Toledo e Domingues (1995) – Desenvolvimento de modelo para avaliação de glebas e lotes	Foram pesquisadas cerca de 40 variáveis, sendo as seguintes consideradas estatisticamente relevantes: população, distância ao centro do estado, distância ao pólo de atração, tendência de uso de terreno, condição (gleba ou lote), região administrativa e mês de referência. Foi empregada a técnica de regressão linear para o desenvolvimento do modelo, obtendo coeficiente de determinação de 0,72.
Yuaça (1996) – Proposta de um estimador de valor do lote urbano,	Desenvolveu índices a partir da Planta de Valores da cidade, determinando assim os seguintes: Slope (grau de inclinação do terreno), Vizinhos Adjacentes (o padrão da casa dos vizinhos de muro), Vizinhos Próximos (padrão das residências das redondezas do lote), Ocorrências Positivas e Negativas (influência da ocorrência de escolas, esgotos abertos, etc.) e Logradouros Especiais (verifica se há algum tratamento específico de valor).
Raia Jr. <i>et al</i> (1996) – Modelo para estimação de valores de terrenos.	Modelo que utiliza uma medida de acessibilidade dos terrenos avaliados até o centro da cidade. Foi empregado um modelo de regressão linear simples, que resultou em um coeficiente de determinação de 0,37.
Raia Jr. e Silva (1996)	Modelo emprega uma série de medidas de acessibilidade: distância entre o bairro onde se localiza o imóvel e o centro da cidade, distância do imóvel ao transporte coletivo, relação entre as linhas de ônibus que servem o bairro e o seu sistema viário e a pavimentação do sistema. Foi utilizado modelo de regressão linear, resultando em coeficiente de determinação de 0,26.
Brondino e Silva (1997) – Avaliação de propriedades através de SIG.	Utiliza-se de dados armazenados em SIG, como área, benfeitorias, localização dentro da quadra, forma, testada principal e distância ao centro. O valor do metro quadrado é definido através de uma análise comparativa entre um lote padrão com os demais terrenos, observando as variações percentuais positivas ou negativas.
Silva (1998) – Modelo para estimação de valores de terrenos.	Modelo utiliza as medidas de acessibilidades proposto por Raia Jr. e Silva (1996), incluindo uma medida gravitacional de acessibilidade e a distância média entre as zonas. Utilizando modelo de regressão linear, obteve coeficiente de determinação de 0,53.

Observa-se que os modelos desenvolvidos não possuem fins preditivos, sendo utilizados somente para determinar o valor do solo ou dos imóveis a partir das variáveis dependentes no período atual. Assim, o processo para previsão de valorização se dá pela análise comparativa, com a pesquisa de casos em que se constata situações semelhantes ao da base de comparação.

Conforme se observa nestes estudos, os modelos clássicos normalmente empregam técnicas de inferência estatística, utilizando como indicador de eficiência do modelo o coeficiente de determinação; sendo observados valores desse indicador entre 0,26 a 0,88, conforme os parâmetros de entrada do modelo. A análise do coeficiente de determinação, em modelos estatísticos apenas indica o quanto modelo é ajustado ao fenômeno analisado, devendo-se realizar uma complementação com a análise do resíduo e dos demais testes estatísticos, como de correlação, estatística “t”, dentre outros.

Destaca-se ainda o emprego da variável acessibilidade como importante elemento formador do valor do solo, conforme explicitado. Diversas medidas são utilizadas, como por exemplo, a distância do terreno ao centro da cidade, do terreno aos pontos de acesso ao sistema de transporte público e às vias integrantes do sistema viário principal, do bairro ao centro da cidade, podendo ser utilizado nesses casos a distância euclidiana entre os pontos de referência. Outras medidas também podem ser utilizadas, a citar o emprego de uma medida gravitacional de acessibilidade, o que resultou em um melhor coeficiente de determinação, de acordo com o estudo de Silva (1998) *apud* Brondino (1999).

O emprego dos métodos avançados de avaliação teve início em meados da década de 90, com a disseminação de técnicas de inteligência artificiais, que se tornaram viáveis a partir da massificação da informática. No Brasil as experiências utilizando estes métodos ainda são pontuais, restringindo sua aplicação ao campo acadêmico, conforme se observa pelas pesquisas de Gonzáles, Silva, Raia Jr. e Brondino (Tabela 3.5).

Não obstante, os modelos que empregam técnicas avançadas obtiveram melhores resultados se comparados com os que empregam técnicas de inferência estatística, conforme valores dos coeficientes de determinação ou pelo resultado do erro. Ainda, segundo constatações nos estudos pesquisados, o uso de técnica como rede neural permite uma maior facilidade de manipulação dos dados, à medida que o próprio modelo de

avaliação pondera as variáveis de entrada, não sendo necessário um conhecimento prévio das relações entre esses parâmetros.

Tabela 3.5 – Resumo Casos Nacionais – Método Avançado de avaliação

<b>Método Avançados de Avaliação - Casos Nacionais</b>	
<b>Pesquisa</b>	<b>Descrição</b>
Guedes (1995) <i>apud</i> Brondino (1999) – Modelo de avaliação de prédios comerciais.	Utiliza técnica de Inteligência Artificial no seu modelo de avaliação. As variáveis utilizadas no modelo foram: nota atribuída ao padrão construtivo, idade aparente do prédio, existência de garagem, vizinhança à um determinado bairro (como fator de <i>status</i> ), localização próxima ao centro ou e valor original.
Brondino (1999) – Modelo de avaliação de terrenos utilizando Redes Neurais e Regressão Linear	Em seu estudo realiza uma comparação entre modelo clássico, que utiliza Regressão Linear, e modelo de RNA. As variáveis utilizadas para ambos os modelos foram: área do terreno, testada, topografia, forma do terreno, situação do mesmo dentro da quadra, existência de edificações na quadra, de rede de água tratada, de rede de esgotos, de energia elétrica, de pavimentação na via, de muro no terreno e calçada. O coeficiente de determinação obtido para o modelo de RNA foi de 0,73.
Pelli Neto e Zárate (2005) – Avaliação de Imóveis Urbanos	Desenvolve uma análise comparativa de dois modelos de IA para avaliação de imóveis urbanos. Um utiliza modelos de RNA e outro modelo de Redes Neuro-Fuzzy. As variáveis empregadas no modelo foram Nível/elevador, no Setor da edificação, número total de vagas, área coberta, número de dormitórios, no número de sanitários, presença de equipamentos, padrão de acabamento e estado de conservação do imóvel.
Guedes (2005) – Aplicação prática de avaliação de imóveis urbanos utilizando inteligência artificial	Aplica um modelo de redes neurais para avaliação de imóveis. Utiliza como variáveis os seguintes parâmetros: área do imóvel, padrão da construção, idade e existência de garagem, região da cidade onde se localiza o bem. No seu artigo não especifica o coeficiente de determinação obtido com a rede. Contudo, o erro quadrático médio é aproximadamente três vezes menor que o obtido com o modelo de avaliação que utiliza regressão linear.

As experiências internacionais se mostraram mais avançadas quando da aplicação de redes no campo de avaliação de imóveis, inclusive com seu uso conjunto a outras ferramentas, como SIG. No quadro abaixo busca-se resumir as principais realizações neste campo, identificando as principais variáveis utilizadas e o resultado obtido com a rede (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Resumo Casos Internacionais – Método Avançado de avaliação

<b>Método Avançados de Avaliação - Casos Internacionais</b>	
<b>Pesquisa</b>	<b>Descrição</b>
Tay e Ho (1991) <i>apud</i> McGreal <i>et al</i> , (1998) – Modelo de redes neurais aplicada à avaliação de imóveis.	Emprega modelo de redes neurais em um estudo comparativo de valor de imóveis em Singapura. Utiliza os atributos físicos dos imóveis para alimentação do modelo em RNA. Por meio de uma análise comparativa com modelo de Regressão Linear, obteve-se resultado de erro relativo de 3.9% para o modelo de RNA, enquanto para o modelo de RL resultado é de 7.5%.
Do e Grudnitski (1992) – Desenvolvimento de modelo de avaliação empregando RNA.	Utiliza modelos de redes neurais para avaliação de propriedades urbanas. Emprega como variáveis a idade da edificação, o número de quartos e de banheiros, a área total construída, número de vagas na garagem, número de lareiras e número de lojas nas proximidades, além do tamanho do lote. Os erros obtidos com a RNA foi cerca de 50% menores do que a aplicação de um modelo de regressão linear à mesma situação e dados.
McGreal <i>et al</i> , (1998) – Aplicação de modelo de RNA para previsão de valores residenciais.	Emprega sistema de manipulação de dados, em conjunto com modelo de RNA, para avaliação de imóveis residenciais. Emprega as seguintes variáveis no modelo: preço de compra, data da venda, endereço, tipo e idade da propriedade, área de construção, número de quartos e acomodações de hóspedes, banheiros, garagem, aquecimento e condições de conservação da propriedade. Além destas, foram empregadas outros fatores, tais como variáveis ambientais e atributos presentes na pesquisa do censo. O resultado obtido é questionado em função do modelo de RNA ser uma caixa preta, na qual não se observa o comportamento das variáveis, variando conforme a escolha da rede e suas demais configurações.
Din <i>et al</i> (2001) – Utilização de parâmetros ambientais para avaliação de imóveis	Para captura das variáveis ambientais utiliza ferramenta SIG para alimentar modelo desenvolvido em RNA e Regressão Linear. As variáveis empregadas são o nível de silêncio, distância de transporte público, distância ao centro da cidade, qualidade da vista, distância de comércio, distância da natureza e de escolas, e o nível de qualidade de vida do local. Ainda empregou algumas variáveis físicas dos imóveis: número de banheiros por apartamento, número de garagens, qualidade da edificação e tipo de uso do edifício. Não conclui qual o melhor modelo a ser aplicado na avaliação de imóveis, contudo, a resposta da RNA foi melhor para as variáveis ambientais.
Nguyen e Cripps (2001)	Realiza uma comparação entre os modelos de RL e de RNA para avaliação de imóveis residenciais urbanos. Utiliza as seguintes variáveis para os modelos: valor de venda, área do imóvel, número de quartos, número de banheiros e idade da edificação. Conclui, em seus resultados, que o modelo desenvolvido em RNA obteve melhores resultados, variando conforme a amostra de validação e treinamento.
Worzala <i>et al</i> (1995)	No estudo desenvolvido foram empregados modelos de RL e RNA. Emprega as seguintes variáveis, sendo algumas <i>dummy</i> : localização do edifício (situação na região sudeste – <i>dummy</i> ), estilo da habitação (estilo de rancho – <i>dummy</i> ), número de banheiros, dimensões do lote, área do porão e área total da residência, capacidade da garagem (número de veículos). Foi constatado que não houve grande variação no resultado entre os modelos de RL e RNA. Contudo, aconselhou-se utilizar os modelos de RL em razão de alguns problemas enfrentados por modelos de RNA, tais como: dificuldade de aprendizado, inconsistência de resultados entre pacotes de <i>software</i> .

Independente da classificação quanto a técnica empregada, as variáveis utilizadas são decorrentes das características da infra-estrutura urbana do local onde se situa o imóvel, de suas características físicas (área construída ou de terreno, presença de muro, número de quartos) e dos condicionantes climáticos do terreno ou da habitação. Outro tipo de atributo vem sendo utilizado nestes modelos de avaliação são medidas de acessibilidade, que considera a distância do bem avaliado às centralidades e aos pontos de acesso ao sistema de transporte público (Raia Jr. e Silva, 1996; Silva, 1998; Brondino, 1999).

Os estudos internacionais consultados são indiferentes quanto às variáveis empregadas para avaliação de imóveis segundo a natureza do modelo utilizado (RL ou RNA). As variáveis são decorrentes das características físicas dos imóveis ou terrenos urbanos, além de algumas ambientais, como a situação na cidade, distância à natureza, dentre outras.

As variáveis utilizadas pelos modelos analisados podem ser agrupadas segundo as seguintes características identificadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Variáveis aplicadas nos modelos de avaliação de imóveis urbanos

<b>Grupo de Variáveis</b>	<b>Detalhamento</b>
Acessibilidade (a)	Corresponde à medida de distância para o centro da cidade ou estado, a distância média das zonas ou ao pólo de atração, à distância ao transporte público, comércio ou escolas.
Econômicas (b)	Corresponde à indicadores como ano de transação, mês de referência da venda, tipo de financiamento, ITBI, data de comercialização e valor original.
Ambientais (c)	Compreende variáveis como topografia do terreno, posição terreno na quadra, latitude e longitude do imóvel, percentual de área livre, nível de ruído, qualidade da paisagem e nível de qualidade de vida.
Infra-estrutura (d)	Compreende parâmetros como organização e tecnologia do sistema de transportes, qualidade da infra-estrutura implantada, relação entre as linhas de ônibus e sistema viário, presença de rede de água tratada, de esgotos e de energia elétrica, pavimentação da via, calçada e presença de equipamentos públicos.
Espacial e socioeconômicas (e)	Corresponde à distribuição espacial do Centro Econômico, às características socioeconômicas da população, ao zoneamento municipal, uso do solo, densidade demográfica, população, localização do imóvel (região ou bairro) ou endereçamento.
Físicas (f)	Compreende parâmetros como área construída, estilo, forma e idade da edificação; área, dimensões, forma e inclinação do terreno, presença de benfeitorias no imóvel, número de vagas, banheiros e dormitórios, padrão construtivo do imóvel e de seus vizinhos, dentre outros.

Destaca-se que a maioria dos dados necessários às variáveis é de fácil obtenção, inclusive com o emprego de ferramentas de SIG para este fim. As variáveis ambientais e de infraestrutura, além da acessibilidade, podem ser facilmente identificadas na análise espacial dos dados de uma região, devendo existir uma base cartográfica completa e georeferenciada para esse fim.

As variáveis espaciais e socioeconômicas, por sua vez, estão presentes no plano de ordenamento territorial do município ou podem ser obtidas pela análise dados censitários fornecidos pela entidade municipal, estadual ou federal responsável. As variáveis econômicas e físicas podem ser obtidas pela análise do mercado imobiliário e observação direta em campo. O cadastro municipal de imóveis, caso esteja atualizado, pode fornecer uma rica base de dados para obtenção de variáveis espaciais e socioeconômicas.

## 4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPACIAL

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem sendo utilizado nas últimas décadas como uma ferramenta de análise de dados espacialmente referenciados e na geração de informações que dão suporte ao processo de tomada de decisão. Nos últimos anos, com a democratização e evolução da informática, o custo de implantação de SIG foi minimizado, elevando o número de usuários e sua aplicação no âmbito da gestão urbana.

O SIG é composto da relação entre quatro instrumentos: Cartografia Computadorizada, Sensoriamento Remoto, CAD (Desenho Assistido por Computador) e Gerência de Banco de Dados (Maguire, 1991). Com base nesse pressuposto, o SIG sintetiza-se em três aspectos: o mapa, seu banco de dados e a análise espacial, que consiste na interpretação e modelagem dos dados geográficos. Um SIG pode ser definido como um conjunto de elementos que se complementam (Figura 4.1), gerando desta forma o Sistema de Informações (Vonderohe *et al*, 1993). Os principais componentes deste sistema são: o campo Tecnológico – hardware, software SIG e o modo como estas informações irão ser repassadas (*Out-Put*); o campo Dados, que trata de dados espaciais, não-espaciais, temporais, imagens de satélite (Sensoriamento Remoto); e o campo institucional, em que os usuários de sistemas de informações se enquadram.

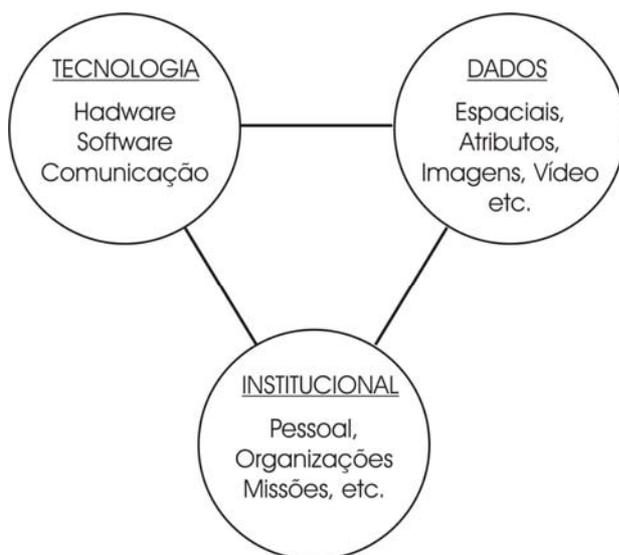


Figura 4.1 – Domínio de um SIG. Modificado Vonderohe *et al*. (1993)

O aspecto fundamental de um SIG é o de poder representar eventos sobre uma superfície geograficamente referenciada (Dantas, 2002). Em razão desta função, diversas áreas da ciência já o utilizam como instrumento de análise de dados, tornando-o interdisciplinar, utilizado principalmente quando se necessita estabelecer relações entre eventos espaciais.

Na área de Transportes, o SIG-T (Sistema de Informações Geográficas aplicado ao Transporte) vem sendo utilizado desde o desenvolvimento de modelos de geração de viagens (Taco, 1997) à estudos de influência de acessibilidade (Brondino, 1999). O SIG-T integrado à ferramentas como redes neurais e algoritmos genéticos, vem sendo empregado na definição de soluções ótimas para redes de transportes deficientes e no planejamento estratégico do transporte urbano (Dantas, 2002). A integração visa à contribuição de outros instrumentos para a identificação de camadas e tendências em base de dados georeferenciadas.

#### **4.1 ANÁLISE ESPACIAL**

A análise espacial pode ser definida, de acordo com Teixeira (2003), como sendo qualquer processo de apresentação, manipulação, análise, inferência e estimação de dados espaciais. Ainda, segundo Gatrell (1991) *apud* (Dantas, 2002), a análise espacial consiste em um conjunto de métodos de análise que requer acesso tanto aos atributos dos objetos do estudo bem como sua informação locacional, podendo ser obtida a relação espacial destes. Segundo Chou (1996), a análise espacial em SIG necessita de duas operações: a definição dos atributos espaciais e não espaciais de um determinado elemento e a geração de um novo conjunto de informações que serão utilizados na análise de um evento.

Os elementos que possibilitam a realização de análise espacial de um evento são denominados dados espaciais. Esses dados constituem-se em informações que podem ser caracterizadas no espaço em função de um conjunto de coordenadas, sejam elas relativas ou absolutas, sendo classificados em dados em locais e de atributos. Os dados locais possuem a informação da entidade no espaço, enquanto os dados de atributos são responsáveis pelas características não-espaciais da entidade.

As observações de dados espaciais podem ser modeladas, classificadas e analisadas segundo quatro grandes grupos, a saber (Teixeira, 2003):

- análise de padrões pontuais: cada evento é denotado pontualmente no espaço, sendo este o seu principal atributo;
- análise de dados em área: os valores encontram-se agregados em sub-áreas dentro do espaço total;
- análise de superfície (análise geoespacial): o evento é analisado de forma contínua no espaço;
- análise de rede: os objetos em análise são entidades lineares ou fluxos e acessos entre regiões.

A análise de superfície é indicada quando a descontinuidade de fronteira no espaço se mostre significativa. Neste tipo de análise é necessário identificar a intensidade da ocorrência do evento e a variabilidade espacial das observações. Esta variação é medida pela isotropia, que classifica como isotrópico o evento que varia uniformemente no espaço e anisotrópico o que possui variação irregular.

A taxonomia da análise espacial, segundo Anselin (1992) *apud* Teixeira (2003), divide as ferramentas de análise em quatro tipos:

- ferramentas de seleção: consistem em processos simples de consulta à banco de dados, com procedimentos simples de amostragem, agrupamentos de dados e apresentação em mapas;
- ferramentas de manipulação: englobam os instrumentos que tem como fim a criação de novos dados espaciais a partir de elementos já existentes. Divide-se em operações horizontais (manipulação, seleção e classificação) e verticais. Esta última subdividindo-se em análise de sobreposição (*overlay*), análise de proximidade e de correlação espacial;
- ferramentas de análise exploratória: consistem nos instrumentos que permitem visualizar e descrever distribuições espaciais, descobrimentos de padrões espaciais (*clusters*), sugerir existências de instabilidade espaciais (não-estacionaridade) e identificar observações atípicas (*outliers*);
- ferramentas de análise confirmatória: agrupa os processos quantitativos de modelagem, estimação e validação necessária à análise de componentes espaciais. Estes instrumentos se encontram disponíveis pela estatística e econometria espaciais.

## 4.2 GEOESTATÍSTICA

Para compreender o conceito de estatística espacial se faz necessário entender o motivo do seu surgimento. A estatística clássica parte do pressuposto que os eventos são independentes e igualmente distribuídos. Contudo, os eventos espaciais comumente não o são. Desta forma, a estatística espacial surge com ferramentas matemáticas para a realização de análises, sejam elas pontuais ou não.

Para a análise dos eventos que possuem dependência espacial pode-se citar algumas técnicas para análise de padrões pontuais, como os métodos em quadras e baseados em distâncias. Para análise de áreas temos a suavização de *Bayes*, os modelos de regressão espacial e a estimação de superfícies a partir de dados sob forma de áreas. A geoestatística emprega a krigagem, os estimadores Kernel e as superfícies de tendências.

Os métodos geoestatísticos são baseados em observações de pontos com um ou mais atributos, onde é realizada a interpolação destes valores, para a geração de uma superfície contínua que se estende por toda a área de estudo. O procedimento para aplicação desta técnica se dá em duas etapas: a análise e a inferência. A primeira busca realizar uma análise e descrever a variabilidade do fenômeno, através da observação do variograma. A segunda busca estimar os valores para os pontos não amostrados através do processo de interpolação.

A geoestatística observa as variáveis contínuas no espaço. Estas variáveis denominam-se variáveis regionalizadas, que são base para o processo de interpolação. Estas possuem certas características, conforme Olea (1975) *apud* Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2002):

- localização: uma variável regionalizada é definida por um valor, que se refere a uma amostra de tamanho, forma e orientação específica, denominada de suporte geométrico;
- anisotropia: algumas variáveis regionalizadas são anisotrópicas, isto é, apresentam variações graduais em uma direção e rápidas ou irregulares em outra;
- continuidade: a variação espacial de uma variável regionalizada pode ser grande ou pequena. Apesar da complexidade das flutuações, uma continuidade média geralmente está presente. Esta variação deve ser mediada através do variograma.

O variograma, presente na geoestatística, é uma ferramenta básica de suporte às técnicas de krigagem, permitindo representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço (Huijbregts, 1975, *apud* INPE, 2002). Contudo, é costume se trabalhar com o semivariograma, que nada mais é que a representação da metade de um variograma.

Segundo Teixeira (2003), o semivariograma para uma direção é obtido através do cálculo do seu valor para vários espaçamentos para, em seguida, realizar o ajuste para uma curva segundo modelos de funções existentes. O semivariograma determina o comportamento espacial da variável ou de seus resíduos, além de representar, segundo Landim (1998) *apud* Teixeira (2003) o tamanho da zona de influência em torno da amostra, sua anisotropia e a continuidade do fenômeno.

A Figura 4.2 representa um semivariograma experimental. O padrão representado ilustra o que se espera dos dados de campo, ou seja, que as diferenças de valores entre as amostras decresçam à medida que a distância entre elas diminua. Desta forma, espera-se que as observações próximas entre si tenham comportamento e características mais semelhantes do que as que se encontram mais distantes.

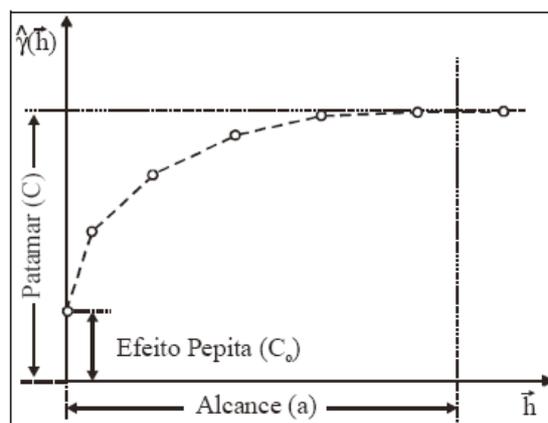


Figura 4.2 – Parâmetros do semivariograma experimental (INPE, 2002)

Os parâmetros do semivariograma, conforme se observa na figura, podem ser definidos em (INPE, 2002):

- alcance (a): distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. Na Figura acima, o alcance ocorre próximo de 25m;
- patamar (C): é o valor do semivariograma correspondente a seu alcance (a). Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as

amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras torna-se invariante com a distância;

- efeito pepita ( $C_0$ ): por definição,  $g(0)=0$ . Entretanto, na prática, à medida que  $h$  tende para 0 (zero),  $g(h)$  se aproxima de um valor positivo chamado Efeito Pepita ( $C_0$ ). O valor de  $C_0$  revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras;
- contribuição ( $C_1$ ): é a diferença entre o patamar ( $C$ ) e o Efeito Pepita ( $C_0$ ).

O ajuste do modelo teórico do semivariograma experimental, após ter sido realizado o cálculo para as diversas direções, deve ser realizado de tal modo que ocorra um melhor ajuste. Os modelos comumente presentes são: o modelo esférico, o gaussiano, o exponencial e o modelo de potência. Nota-se que o procedimento para o ajuste não é direto e automático, mas sim interativo, em que o intérprete faz um primeiro ajuste e verifica a adequação do modelo teórico. Dependendo do ajuste obtido, pode ou não redefinir o modelo, até obter um que seja considerado satisfatório (INPE, 2002).

### 4.3 PROCESSOS DE INTERPOLAÇÃO

O processo de interpolação é o ponto inicial para se desenvolver uma superfície do evento em estudo. Este gera uma representação na forma de grade regular das amostras pontuais coletadas, sendo valores representativos do fenômeno estudado. Os modelos que buscam a geração de superfícies pelo procedimento de interpolação devem observar três abordagens (Camargo *et al*, 2004): modelos determinísticos de efeitos locais, modelos determinísticos de efeitos globais e os modelos determinísticos de efeitos locais e globais, também conhecidos como modelos geoestatísticos.

Nos modelos determinísticos de efeitos locais a suposição implícita é que predominam os efeitos puramente locais (Camargo *et al*, 2004). Cada ponto da superfície é estimado pela interpolação das amostras mais próximas, utilizando funções como inverso do quadrado da distância. Nesta situação não é realizada qualquer hipótese estatística sobre a variabilidade espacial. Os principais interpoladores deste modelo são por vizinho mais próximo, por média simples, por média ponderada e o estimadores de densidades não-paramétricos. Esse último é uma alternativa à métodos mais sofisticados de interpolação (geoestatística), resultando em superfícies suaves e próximas dos fenômenos naturais e socioeconômicos

avaliados. No entanto, a excessiva suavização da superfície tende a esconder variações locais importantes.

A interpolação ponderada pelo inverso da distância, exemplo de método determinístico de efeito local, assume que cada ponto da amostra tem uma influência local que varia com a distância. Durante o processo de interpolação, pondera-se o ponto mais próximo da célula de processamento (menor unidade da imagem – pixel) com maior peso que as células mais afastadas, a partir de um número “*n*” de vizinhos ou por todos os elementos presentes em um dado raio. Esse método é aconselhado quando o fenômeno ou a variável mapeada decresce em influência com a distância da localização da amostra.

Para os modelos determinísticos de efeitos globais, a suposição implícita nesta classe de interpoladores é que para a caracterização do fenômeno em estudo predomina a variação em larga escala, sendo a variabilidade local não relevante (Camargo *et al*, 2004). Este é o caso dos interpoladores por superfícies de tendência. Neste processo, é realizado um ajuste polinomial aos dados por meio de um processo de regressão múltipla entre os valores do atributo e a sua localização geográfica, estimando os valores para todas as localizações de uma grade regular. Uma vantagem da superfície de tendência é razão da simplicidade e facilidade de cálculo, contudo, a não observação da variabilidade local pode acarretar erros de estimação.

Para os modelos estatísticos de efeitos locais e globais, cada ponto da superfície é estimado apenas a partir da interpolação das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico (krigagem). Este processo compreende um conjunto de técnicas de estimação e predição de superfícies baseada na modelagem da estrutura de correlação espacial (Camargo *et al*, 2004). As etapas para empregar técnicas de krigagem compreendem a análise exploratória dos dados, análise estrutural (consiste na modelagem da estrutura de correlação espacial) e a interpolação estatística da superfície. A krigagem possibilita a geração de estimativas não tendenciosas e com mínima variância dos dados.

O processo de krigagem toma como base para determinação do peso a geração e ajuste do semivariograma experimental, englobando um conjunto de métodos de estimação: procedimentos estacionários (krigagem simples e ordinária), não estacionários (krigagem

universal, funções intrínsecas de ordem  $k$ ), univariados e multivariados (co-krigeagem etc), conforme estudo de Camargo *et al* (2004).

Apesar de mais complexo, se comparados com os outros métodos de interpolação, o procedimento base para o desenvolvimento deste estudo será a krigagem, em razão dos melhores resultados obtidos e da eliminação da tendência na estimativa dos valores.

## 5 METODOLOGIA PARA CÁLCULO DA MAIS-VALIA IMOBILIÁRIA

A *mais-valia* imobiliária é um efeito decorrente da implantação ou execução de projetos urbanos, sejam eles de provimento de infra-estrutura urbana ou de qualificação do espaço urbano, devendo ser capturada pela iniciativa pública e distribuída para a sociedade, garantindo o efeito distributivo das ações do governo. O processo de reconhecimento e cálculo dessa *mais-valia* é “nebuloso” em função de dois aspectos: a determinação da área de influência do projeto, reconhecendo os beneficiários, e em que medida ocorre o benefício, que se refere à valorização do solo. Pretende-se, com a proposta, desenvolver uma metodologia que visa à consecução dessas duas etapas, contribuindo para a base instrumental de avaliação deste tipo de impacto decorrentes de projetos de infra-estrutura de transporte público.

Como elemento final do procedimento para estabelecer o benefício de tais projetos, desenvolve-se um modelo de previsão capaz de determinar, para um dado horizonte de tempo, o valor incorporado ao solo decorrente da implantação do sistema de transporte público metroviário. Assim, é necessário o desenvolvimento de um modelo capaz de simular o impacto no valor do solo da existência do sistema de transporte, com base nas etapas da metodologia.

A estrutura proposta para a metodologia para determinação da *mais-valia* decorrente da implantação do sistema de transporte público metroviário consiste em quatro etapas (Figura 5.1):

- Etapa 0: identificação do objeto a ser analisado;
- Etapa 1: identificação das variáveis intervenientes;
- Etapa 2: estruturação do Banco de Dados;
- Etapa 3: metodologias para estimar a Área de Influência e o impacto no valor do solo decorrente da implantação do STPM;
- Etapa 5: quantificação da *mais-valia* urbana.

A Etapa 0 é responsável pela determinação do objeto do estudo, configurando-se como base para a correta consecução das etapas posteriores. O objeto a que se faz referência é a

unidade a ser avaliada, podendo corresponder ao edifício, à unidade habitacional, ao terreno ou gleba. Identificar esses elementos auxiliará na definição do procedimento de coleta de dados e das variáveis intervenientes, conforme Etapa 1.

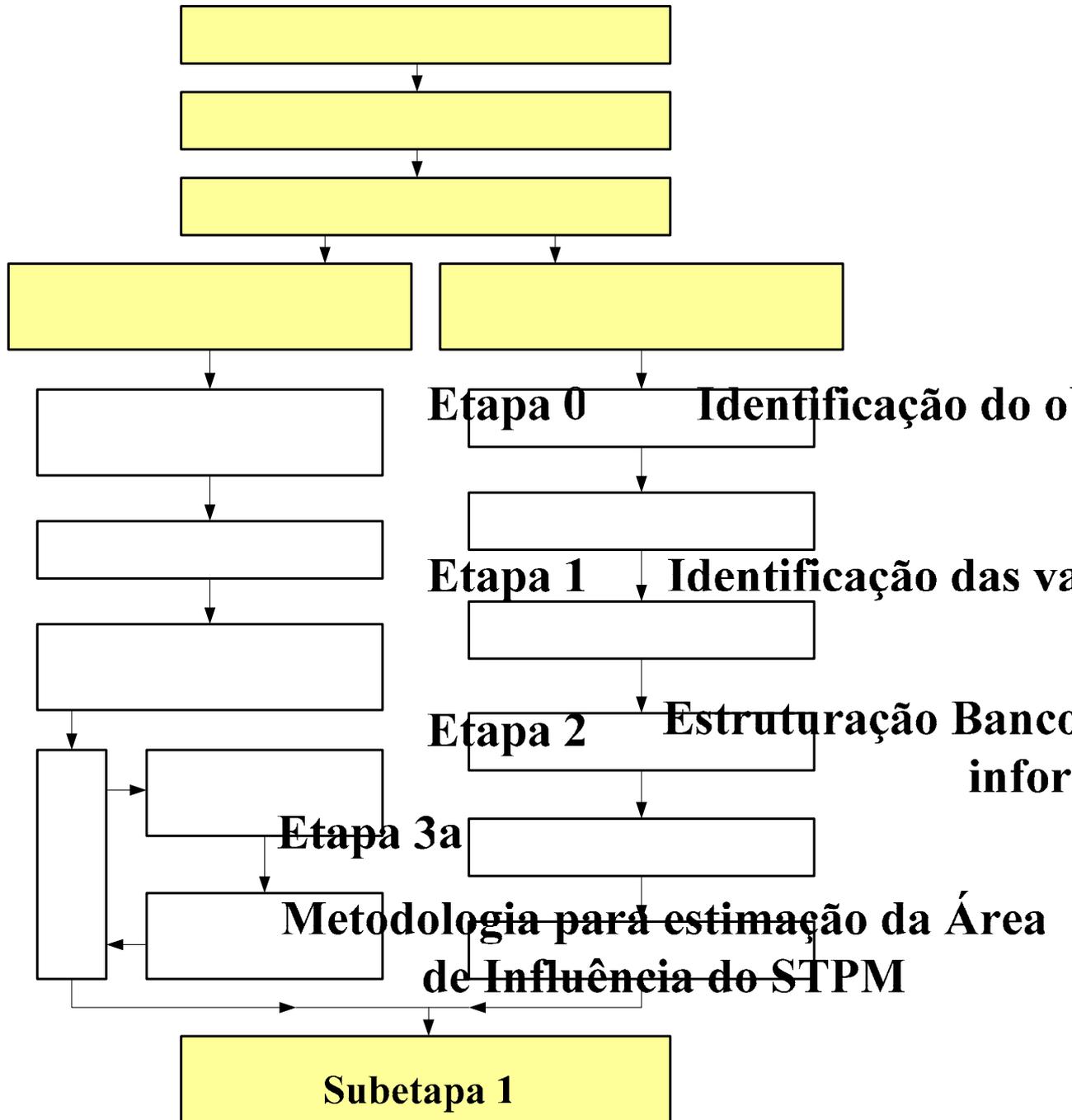


Figura 5.1 – Estrutura da metodologia para estimação da mais valia imobiliária utilizando o Índice de facilidade de acesso ( $i$ )

A Etapa 2, por sua vez, é de suma importância para o desenvolvimento do modelo, pois a correta estruturação do banco de dados e a definição da origem da fonte desses dados reduzem a probabilidade futuras inconsistências. Observa-se nessa etapa a determinação de Subetapa 2

55  
Determinação do valor do solo ( $v$ )

alguns parâmetros de dados para o trabalho, como a definição de quais valores e qual o objeto do estudo, se terrenos urbanos ou imóveis construídos (casas ou apartamentos).

A terceira etapa representa a estrutura em si da metodologia, que tem como fim indicar quem (os beneficiários) e em que medida (valor) devem contribuir para o financiamento da intervenção à ser realizada. Essa etapa subdivide-se em:

- Etapa 3a: responsável pelo desenvolvimento da metodologia para estimação da área de influência do STPM;
- Etapa 3b: responsável pelo desenvolvimento da metodologia para estimar o impacto no valor do solo decorrente da implantação do STPM.

A Etapa 3a é necessária para se reconhecer os beneficiários da implantação do STPM a partir da delimitação de sua área de influência, também denominada neste estudo, de área de contribuição de projeto. Como alternativa ao procedimento empírico para delimitação da área de influência e à falta de informações quanto a amostra, utiliza-se ferramentas de estatísticas espacial e de Sistemas de Informações Gráficas, para consecução do objetivo desta etapa.

Já a Etapa 3b tem como princípio o estabelecimento das bases para a determinação da contrapartida financeira em projetos de infra-estrutura urbana por meio do desenvolvimento de uma metodologia que estime o impacto no valor do solo decorrente da implantação do STPM. Essa etapa tem como base os procedimentos utilizados para avaliação de imóveis urbanos, utilizando-se de ferramentas estatísticas para estimação do valor futuro do solo.

A quantificação da *mais-valia* imobiliária é realizada na Etapa 4 por meio da aplicação da metodologia para estimar o impacto no valor do solo aos beneficiários, que consistem nos proprietários dos terrenos reconhecidos como integrantes da área de influência do STPM, para um dado horizonte de projeto. Essa quantificação deve ter como base a existência ou não do sistema metroviário na região, para que a metodologia proposta possa estimar o impacto dessa condição.

## **5.1 DELIMITAÇÃO DO OBJETO E DAS VARIÁVEIS INTERVENIENTES**

Conforme estrutura proposta, a delimitação do objeto a ser analisado é necessária não somente para delimitação da amostra a ser coletada, como também para a identificação do elemento em que o impacto seja mais facilmente reconhecido. Diversos estudos observam o impacto do STPM no valor do solo (Cervero, 1998; Diaz, 1999; Brondino, 1999), em razão do número reduzido de fatores que influenciam e compõe o seu valor quando comparados com imóveis construídos, como por exemplo, edifícios comerciais ou de habitações unifamiliares ou coletivas. Reconhece-se, portanto, como elemento a ser avaliado na proposta metodológica os terrenos desocupados da região onde se insere ou seja implantado o STPM.

Os fatores intervenientes no processo de composição do valor do solo podem ser classificados, conforme a Tabela 3.7 deste estudo, nos seguintes grupos de variáveis: (a) de acessibilidade; (b) econômicas; (c) ambientais; (d) de infra-estrutura; (e) espaciais e socioeconômicas; e (f) físicas.

As variáveis utilizadas para a formação do banco de dados devem ser ajustadas ao caso específico da região em que se dará a análise do impacto da implantação do STPM, devendo observar, para escolha, os grupamentos acima relacionados. Nota-se que as informações devem se ajustar às características das variáveis.

## **5.2 ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS – COLETA DE INFORMAÇÕES**

A estrutura do Banco de Dados é de suma importância para o desenvolvimento do modelo, na medida em que possibilita a redução de erros de inconsistência de informações e facilita a posterior coleta de dados acerca dos parâmetros. A coleta de informações dos valores venais dos imóveis de uma localidade pode ocorrer a partir da análise de mercado, pesquisa em cartórios ou através de consulta à base de dados utilizada para cobrança de IPTU. Deve-se procurar uma fonte confiável e que reflita mais realisticamente, o comportamento da natureza das variáveis empregadas – que são definidas conforme estruturação do modelo.

É proposta a conformação de um banco de dados geográficos necessário à alimentação da base geográfica com os atributos das variáveis reconhecidas nas Etapas 0 e 1. Esse banco será utilizado para o desenvolvimento das metodologias para estimar a Área de Influência e o impacto no valor do solo da implantação do STPM.

### **5.3 METODOLOGIA PARA ESTIMAR A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO**

Existe uma lacuna quanto à delimitação da área de contribuição para viabilizar projetos de parcerias públicos privadas, e para aplicação dos instrumentos previsto na Lei nº. 10.251, de 10 de junho de 2001, de modo a operacionalizar ações estruturadoras no território. Na constituição dos projetos específicos que utilizam à captura de mais valia não se deve penalizar ou cobrar indiscriminadamente a todos os beneficiários, sejam eles diretos ou indiretos, do sistema de transporte. Deve haver uma estrutura ou método que possibilite estabelecer hierarquias que determinem os níveis de percepção do impacto, ou conforme denominação, área de contribuição.

O processo utilizado para determinar a área de contribuição pode ser definido a partir de diversos critérios, tais como: distância aceitável de caminhada, índices de acessibilidade ao sistema, ou definição uma distância de contribuição baseado em experiências ou casos semelhantes. Nota-se que um único método pode não refletir o real comportamento da valorização dos imóveis no local da intervenção. Essa é uma importante etapa, pois a correta definição da poligonal de contribuição e dos critérios observados para tal fim, minimizará a contestação judicial da cobrança e estabelecerá uma maior coerência quanto às ações públicas.

Para o desenvolvimento da metodologia parte-se do pressuposto de que não somente a distância dos terrenos às estações contribui para a valorização dos edifícios, como outros fatores, tais como a presença de infra-estrutura urbana de esgoto e a pavimentação, proximidade ao centro local. Contudo, como forma de simplificação, entende-se que a valorização de um terreno dado um período incorpora todos os fatores inerentes ao imóvel e suas condicionantes espaciais e funcionais, podendo ser utilizado para determinação da área de influência.

Propõem-se assim o emprego de duas condicionantes específicas para delimitação da área de influência: a facilidade de acesso dos terrenos aos pontos de acesso do STPM e a valorização decorrente da infra-estrutura implantada para um dado período. O primeiro corresponde ao inverso da distância euclidiana dos terrenos às estações, enquanto o seguinte é decorrente do valor da amostra (terreno) em um dado período de tempo. Essas duas condicionantes são correlacionadas, e posteriormente, geograficamente referenciadas para determinação da área de contribuição através do processo de interpolação determinística, sendo proposta para tal fim a técnica de krigagem.

A Figura 5.2 apresenta as atividades necessárias ao desenvolvimento da metodologia para estimar a área de influência do STPM, lembrando que esta corresponde à Etapa 3a da estrutura geral da metodologia que se presta esta dissertação. Cada subetapa do processo é elaborada tomando como referência o objetivo final, que é o de quantificar os beneficiários da intervenção em infra-estrutura de transporte público. De acordo com a estrutura proposta, a metodologia para estimação da Área de Influência do Sistema de Transporte Público Metroviário consiste em quatro subetapas, que serão detalhadas em função dos procedimentos definidos para seu desenvolvimento.

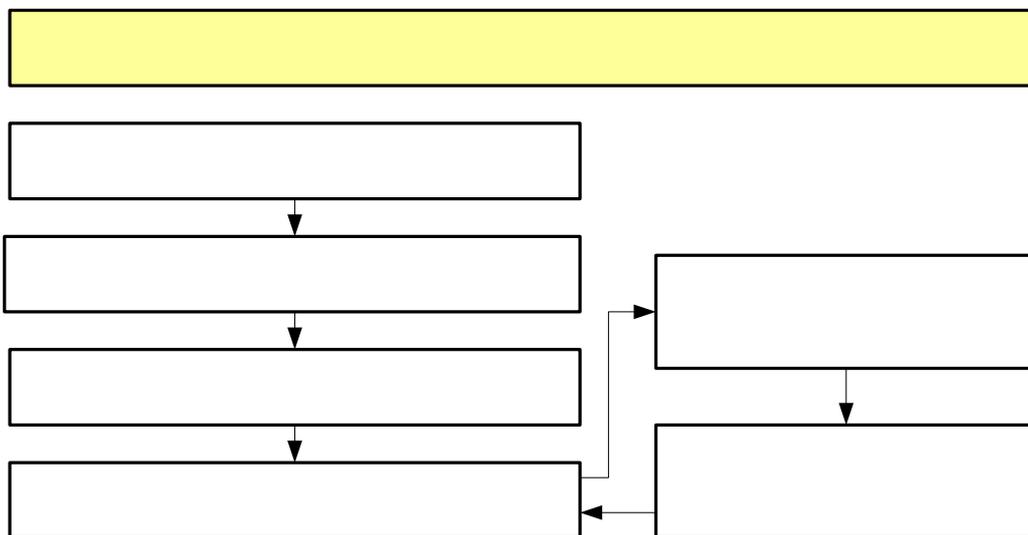


Figura 5.2 – Detalhamento das subetapas da metodologia para estimação da Área de Influência do STPM

### 5.3.1 Subetapa 1: Identificação da acessibilidade utilizando o Índice de Facilidade de Acesso (*i*)

A facilidade de acesso configura-se, portanto, como uma medida de acessibilidade simples, devendo ser calculado para todos os imóveis dentro da região onde se insere o sistema de transportes, sendo um valor vinculado ao terreno. Observa-se que o Índice de Facilidade de Acesso – *i* é determinado pelo inverso da distância entre o centróide do terreno às estações de embarque de passageiros. Índice semelhante foi empregado no estudo desenvolvido por Brondino (1999) e Din *et al* (2001), empregando o primeiro a distância do terreno ao centro da cidade, enquanto o segundo utiliza a distância do imóvel ao sistema de transporte público.

Ressalta-se que o índice proposto é uma adaptação dos demais observados na revisão, pois a sua finalidade é de servir como parâmetro de ponderação que determina uma relação de importância, atribuindo aos terrenos que se encontram mais próximos às estações do STPM, maior peso quanto ao nível de impacto do sistema. Assim, o índice de facilidade de acesso é dado pela Equação 5.1:

$$i = \frac{1}{d_{Te}} \quad (5.1)$$

onde:

*i*: Índice de facilidade de acesso.

$d_{Te}$ : Distância do centróide um dado terreno (T) à estação do sistema metroviário (e).

Aplica-se o inverso da distância em razão da relação entre a estação e os terrenos serem diretamente proporcional, ou seja, quanto mais próximo o imóvel do ponto de embarque, maior será a importância do sistema para esse terreno, e em conseqüência, a probabilidade dos seus valores terem relação direta com o STPM.

Caso seja observado, em um única região, mais de uma estação do STPM, o índice de facilidade de acesso deve ser obtido pela média geométrica dos índices (*i*), conforme Equação 5.2.

$$i_{final} = \sqrt[n]{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_z} \quad (5.2)$$

onde:

$i_{final}$ : índice final de facilidade de acesso.

*i*: índice de facilidade de acesso para uma dada estação.

*Z*: número de estações de acesso ao STPM.

### 5.3.2 Subetapa 2: determinação do valor do solo (*v*)

O valor de mercado do solo representa um importante indicador do impacto da infraestrutura, seja ela implantada ou proposta, no valor do solo. A simples expectativa da construção do sistema acarreta alterações diretas na valorização dos imóveis de uma dada região, bem como na alteração do uso do solo.

Como o valor do solo é decorrente de variáveis de diversas naturezas, desde físicas quanto comportamentais, os terrenos acabam por incorporar os efeitos desses fatores na sua composição de valor. Em decorrência desse fato, ele pode ser utilizado como parâmetro base para determinação da área de influência em conjunto com o índice de facilidade de acesso, na medida em que complementam as informações inerentes aos valores dos imóveis.

Os valores dos imóveis são coletados com base em pesquisa de mercado, que busca reconhecer o valor do metro quadrado dos terrenos dentro da região do projeto. Para uma amostra significativa, pode-se estabelecer a coleta de dados de uma série histórica, onde o comportamento do incremento ou da redução do valor do solo seja percebido e incorporado à base geográfica.

Observa-se ainda que, caso exista mais de uma informação para um mesmo terreno em períodos distintos, deve-se proceder a um ajuste para uniformizar os eventos observados, de tal modo que se obtenha, ao fim, uma única informação para o dado terreno. Esse ajuste consiste no cálculo da média geométrica dos dados semelhantes, conforme Equação 5.3.

$$v_{final} = \sqrt[n]{v_{T1} \cdot v_{T2} \cdot v_{T3} \dots v_{Tn}} \quad (5.3)$$

onde:

$v_{final}$ : valor final do m<sup>2</sup> de um terreno “*T*” para um período *n*.

$v_T$ : valor do m<sup>2</sup> de um terreno “*T*” para um período *n*.

*n*: número de anos em que se tenha observações.

### 5.3.3 Subetapa 3: Identificação da influência do STPM a partir do desenvolvimento do Índice de Influência (I)

Procura-se estabelecer um procedimento mais preciso para determinar o nível de impacto do STPM sobre os terrenos na área de projeto, normalmente definidos a partir da distância confortável de caminhada dos usuários aos pontos de acesso do sistema. Contudo, essa abordagem tem como objeto principal o usuário, não fazendo referência ao imóvel, o qual consiste no elemento em que se pretende estimar o impacto.

O índice de influência, portanto, consiste em uma medida quantitativa do impacto da infraestrutura metroviária no solo da região onde está inserido o projeto, que busca determinar qual a relação entre o STPM com o valor do metro quadrado da região. Esse índice é definido pela correlação entre o índice de facilidade de acesso ( $i$ ) e o valor dos imóveis coletados ( $v$ ), conforme Equação (5.4).

$$I_T = i_T \cdot v_T \quad (5.4)$$

onde:

$I_T$ : índice de influência de um terreno “ $T$ ”.

$i_T$ : índice de facilidade de acesso de um terreno “ $T$ ”.

$v_T$ : valor coletado do  $m^2$  de um terreno “ $T$ ”.

Em razão das diferentes unidades dos parâmetros de entrada, pode-se realizar, caso se deseje, a normalização desses valores antes do cálculo do Índice de Influência, trazendo todos para uma mesma unidade de trabalho. Contudo, para esta dissertação, os valores foram empregados na escala original, sem o referido ajuste, de modo a tornar a valorização do solo mais perceptível. Ainda, como a função dessa subetapa é a de fornecer os insumos para a interpolação, a relação entre os pontos amostrais permanece a mesma, independente da unidade de medida empregada.

### 5.3.4 Subetapa 4: Cálculo dos beneficiários

A consecução da Subetapa 3 provê o índice  $I$ , responsável pela qualificação do nível de impacto ou da influência do STPM para os terrenos dentro de uma determinada área. Contudo, não é possível a obtenção desse índice para todos os terrenos da área de estudo, ocasionando a falta de dados pontuais. Desse modo, é necessário extrapolar os valores conhecidos para os demais terrenos que não possuem informações acerca do Índice de Influência, empregando técnicas de análise espacial para esse fim.

A quantificação dos beneficiários ocorre em duas fases: primeiro tem-se a interpolação do índice de influência da região escolhida para análise, sendo gerada a superfície, para posteriormente proceder à vetorização da superfície, finalizando o processo de quantificação.

- **Interpolação dos dados observados – desenvolvimento da superfície**

A aplicação das ferramentas de análise espacial permite minimizar as restrições da falta de observações quanto ao índice de influência a partir do emprego, por exemplo, de procedimentos de interpolação espacial dos dados. Dentre as diversas técnicas e métodos existentes de interpolação, define-se o emprego do método krigagem, já que este é o mais aconselhado quando da inexistência de informações para todos os pontos amostrais, gerando uma superfície mais adaptada à realidade do fenômeno analisado em razão da incorporação, no seu modelo, da autocorrelação espacial dos dados.

- **Vetorização da superfície**

A superfície por si não possibilita a quantificação ou agrupamento dos terrenos segundo os seus valores, necessitando da transformação da imagem em dados vetoriais para sua manipulação, com ações de edição, união e interseção de bases geográficas diversas. Nota-se que os dados vetoriais consistem em uma estrutura usualmente utilizada para representar informações geográficas na forma de polígonos, linhas ou pontos.

Desse modo, o processo de vetorização é necessário para a conversão da representação *raster* (superfície) em polígonos, que são criados a partir de células contíguas com os mesmos valores. Os valores da superfície de dados possibilitam o agrupamento segundo classes, estratificadas de acordo com a variação observada do índice I pelo processo de interpolação. É possível a delimitação de  $n$  classes, definidas em função do nível de precisão do agrupamento dos polígonos.

A partir da definição das classes e do processo de vetorização da imagem, realiza-se a manipulação da entidade criada com a sobreposição da base geográfica da área de estudo. Essa sobreposição possibilita a observação de quais terrenos encontram-se classificados segundo a estratificação realizada na subetapa anterior, possibilitando a quantificação dos terrenos segundo as classes do índice I. Esse estrato permite definir não somente a quantidade dos terrenos, mas como estabelecer os níveis de impacto do sistema implantado

na área de projeto. Essa hierarquização pode ser empregada para proceder à cobrança de contrapartida financeira aos proprietários dos imóveis, de acordo com os benefícios recebidos.

#### **5.4 METODOLOGIA PARA ESTIMAR O IMPACTO NO VALOR DO SOLO DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO**

A Etapa 3b da estrutura da proposta da dissertação consiste no desenvolvimento de uma metodologia capaz de simular o impacto no valor do solo na área de influência direta do STPM, visando à quantificação do valor a ser incorporado aos imóveis decorrentes da implantação do sistema. Diversas técnicas podem ser empregadas para servir como base para o desenvolvimento dessa metodologia de previsão, desde métodos clássicos quanto avançados de avaliação de imóveis urbanos.

O modelo proposto tem como base os modelos de avaliação detalhados pela NBR 14653/2004, que prevê a aplicação de técnicas de inferência estatística, como a Regressão Linear (método clássico de avaliação), para o desenvolvimento das avaliações. Observa-se que o processo de inferência estatística pode ser empregado para o cálculo do valor de um terreno com características semelhantes aos dos utilizados para geração do modelo, sendo essa a técnica escolhida para o desenvolvimento do modelo conceitual do problema.

A partir do pressuposto acima, um modelo de regressão linear múltipla é definido pela correlação entre variáveis dependente e independente, que a partir do seu grau de relacionamento desenvolve-se um modelo matemático que descreve o fenômeno. Para este estudo propõe-se o desenvolvimento de um modelo de previsão espaço-temporal, que consiga incorporar o impacto da existência do STPM e da evolução histórica dos valores dos terrenos na região do projeto.

O desenvolvimento do modelo de previsão segue a estrutura apresentada na Figura 5.3, sendo dividido em seis subetapas, que correspondem desde a fase de planejamento da pesquisa à fase de validação do modelo proposto.

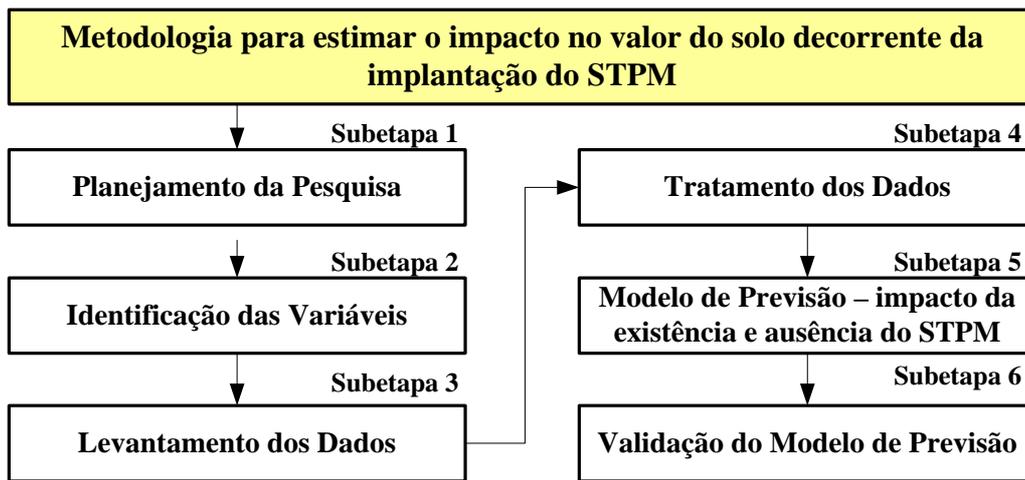


Figura 5.3 – Etapas do processo para desenvolvimento de metodologia para estimar o impacto no valor do solo decorrente da implantação do STPM.

#### 5.4.1 Subetapa 1: planejamento da pesquisa

O planejamento da pesquisa consiste na etapa na qual se define a fonte das informações, o procedimento de coleta de dados além do método escolhido para o desenvolvimento do modelo de previsão. Estrutura-se ainda a área limite de pesquisa, onde será delimitada a amostra representativa do mercado imobiliário com as características semelhantes às dos imóveis avaliados.

Por se tratar de um modelo de previsão baseado em técnicas estatísticas, é necessária a definição das variáveis dependente e independente, prevendo-se um ajuste dos dados necessários ao procedimento de sua coleta. Deve-se buscar fontes confiáveis para coleta das informações, do modo que possíveis erros e inconsistências sejam minimizados.

#### 5.4.2 Subetapa 2: identificação das variáveis

A Segunda subetapa refere-se à escolha das variáveis dependente e independente do modelo do modelo de previsão. A variável dependente consiste na forma de expressão do valor do bem avaliado, enquanto as variáveis independentes referem-se às suas características. Deve-se buscar, nesse processo de escolha, parâmetros necessários que possibilitem descrever o fenômeno, conforme classificação das variáveis empregadas em modelos de avaliação de imóveis, segunda classificação proposta nesse estudo: (a) de acessibilidade; (b) econômicas; (c) ambientais; (d) de infra-estrutura; (e) espaciais e socioeconômicas; e (f) físicas.

A variável dependente do modelo de previsão consiste no valor do metro quadrado do solo de uma dada região, enquanto as independentes explicam o fenômeno. As variáveis utilizadas podem ser tanto qualitativas, que qualificam em termos uma determinada observação, quanto quantitativas. Caso variáveis qualitativas sejam empregadas, deve-se realizar um processo de codificação ou tratamento dessas como variáveis *dummy*.

### **5.4.3 Subetapa 3: levantamento dos dados**

A etapa de levantamento dos dados consiste na aquisição de uma amostra representativa que explique o comportamento do mercado com base nas variáveis escolhidas para o modelo. Pode ser realizada tanto pesquisa mercadológica como em cartórios e cadastro da receita fazendária, de modo a se levantar os condicionantes do modelo, como por exemplo, os valores venais dos imóveis de uma dada região.

Quanto aos valores venais, deve-se realizar um ajuste das informações, pois normalmente, os dados não são reajustados ao longo do tempo. Dessa forma, caso a amostra possua informações de anos anteriores, elas devem ser trazidas ao valor futuro, reajustando os valores em função do Índice Geral de Preços de Mercado (IGPM) acumulado durante o período. Realizado o reajuste, os parâmetros estarão em uma mesma base de comparação, procedendo assim, com o restante da análise.

### **5.4.4 Subetapa 4: tratamento dos dados**

O tratamento dos dados refere-se à realização de uma análise com vistas a eliminar eventuais discrepâncias de valores que alterariam o modelo de avaliação, como por exemplo, valores pouco ou muito dispersos da amostra. Caso não seja realizada essa análise dos dados, possivelmente o modelo resultará em erros preditivos, em função da alteração da tendência dos dados.

Possíveis ajustes formais quanto ao formato das variáveis também são realizados nessa etapa, como o processo de codificação de variáveis qualitativas. O processo consiste em qualificar a observação segundo uma combinação de dígitos 0 e 1, condicionando a existência ou não de determinado evento em função do ajuste realizado.

#### 5.4.5 Subetapa 5: modelo de previsão

Conforme objetivo desta dissertação, é necessário o desenvolvimento um modelo que consiga incorporar a tendência observada nas duas situações: com e sem a infra-estrutura implantada na área, prevendo os valores de acordo com esses dois comportamentos. A Figura 5.4 apresenta, graficamente a situação descrita anteriormente, onde a diferença entre as duas retas corresponde ao incremento do valor do solo decorrente da implantação do STPM.

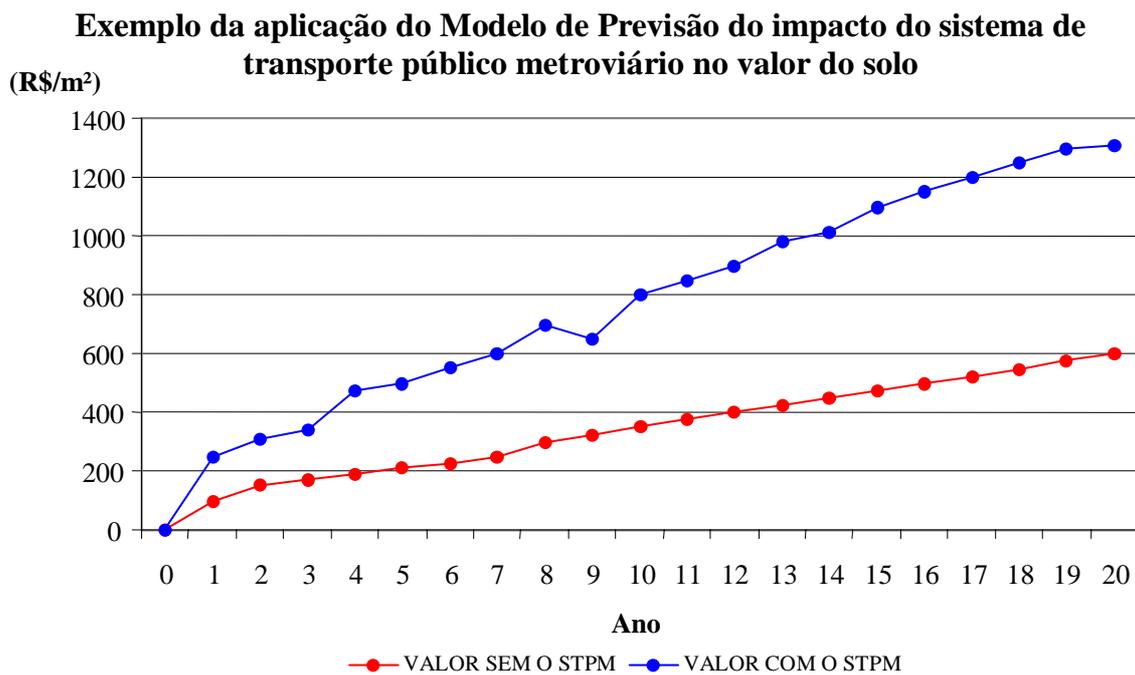


Figura 5.4 – Exemplo gráfico do incremento do valor do solo decorrente da implantação do Sistema de Transporte Público Metroviário

Para o desenvolvimento do modelo de previsão, utiliza-se técnica de Regressão Linear Múltipla, empregando as variáveis dependente e independente definidas na subetapa 4. É necessário ainda a observância dos pressupostos básicos de um modelo econométrico, a saber (Hill *et al.*, 2003):

- cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com média igual à zero;
- cada erro aleatório tem distribuição de probabilidade com variância  $\sigma^2$ ;
- a covariância entre dois erros correspondentes à duas observações diferentes quaisquer é zero;
- erros aleatórios tenham distribuição de probabilidade normal.

Assim, o modelo conceitual consiste na estrutura da Equação 5.5.

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (5.5)$$

onde:

$Y_1$ : valor da variável dependente do modelo (resposta que se pretende obter).

$X_1 - X_n$ : valor das variáveis independentes ou preditoras do modelo de previsão.

$\beta_0$ : valor do intercepto do modelo.

$\beta_1 - \beta_n$ : parâmetros do modelo de regressão.

$\varepsilon$ : termo do erro.

Estruturado o modelo conceitual de previsão, procede-se o desenvolvimento da regressão linear múltipla, com a realização dos testes estatísticos de correlação, do coeficiente de determinação, teste F e estatística t. Durante o processo, pode-se estruturar ou ajustar a inclusão ou retirada das variáveis independentes em razão da sua relevância ao modelo.

#### **5.4.6 Subetapa 6: validação do modelo de previsão**

A validação do modelo de previsão consiste na análise dos erros de predição, obtidos por meio da comparação entre os valores reais e os previstos pelo modelo. Observa-se ainda, conforme revisão dos modelos de avaliação de imóveis, o emprego do coeficiente de determinação gerado pela regressão linear múltipla (Brondino, 1999) como critério importante de validação, pois o mesmo indicador possui a finalidade de determinar o quão o modelo desenvolvido é ajustado ao fenômeno analisado.

## 6 ESTUDO DE CASO: O METRÔ E SEU IMPACTO EM ÁGUAS CLARAS

O metrô do Distrito Federal iniciou sua operação comercial em 2002, tendo o seu projeto início em 1992. Prevista com uma rede de 40 km de extensão, atualmente opera 32 km dessa rede, totalizando de 12 estações e 11 trens no sistema, interligando as Regiões Administrativas de Brasília, Guará, Águas Claras, Samambaia e Taguatinga. Prevê-se para este ano de 2006 a inauguração do trecho Ceilândia, o que finalizaria o projeto original do sistema. Na região de Águas Claras (Figura 6.1), existem quatro estações ao longo do eixo do metrô: Arniqueiras, Concessionárias, Estrada Parque e Águas Claras, sendo esta última considerada a principal, correspondendo ao ponto da bifurcação do sistema para as linhas que servem Ceilândia e Samambaia.

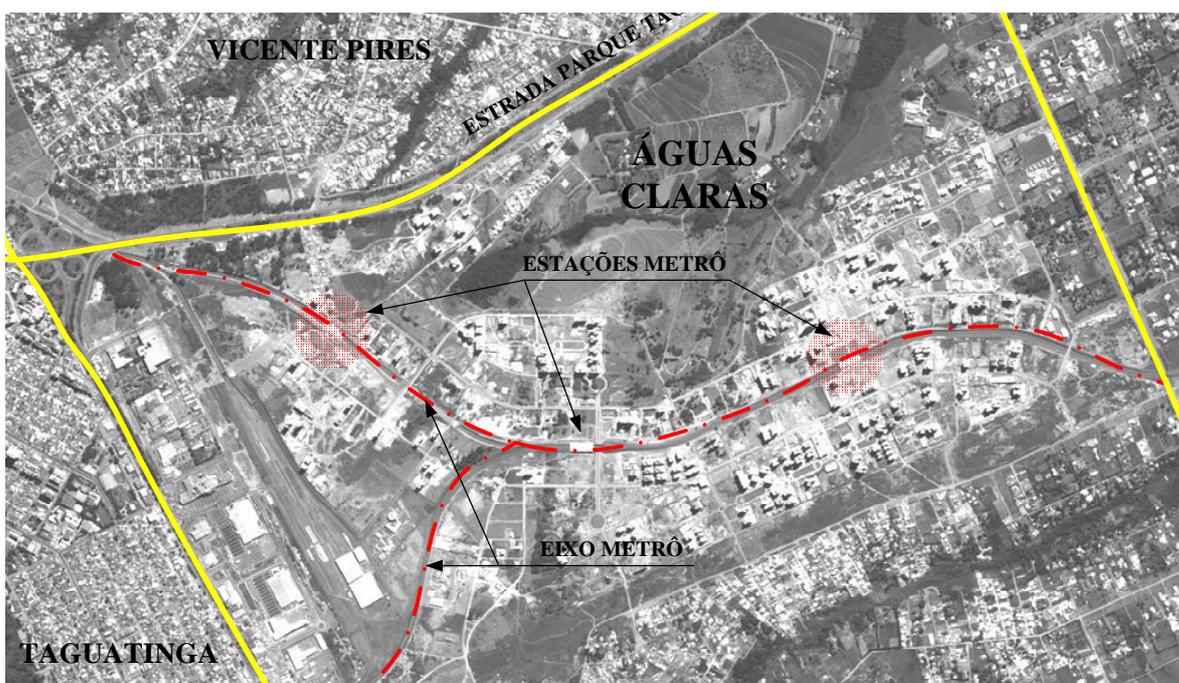


Figura 6.1 – Área de estudo da Região Administrativa de Águas Claras.

Águas Claras encontra-se situada entre as Regiões Administrativas do Guará e Taguatinga, sendo o seu nome proveniente da Colônia Agrícola Águas Claras, existente na região na década de 70. A ocupação dessa localidade se deu de forma paulatina a partir da década de 80. Com a elaboração do Plano Estratégico de Ordenamento do Território, em 1982, dá-se à criação das quadras QS 01 a 09 (ímpares) no ano de 1984, enquanto em 1989 criam-se as quadras QS 06 a 10 (pares) para regularização da Invasão do Aeral, assentamento informal

identificado no local. Observa-se que nesse período a região é considerada como área vinculada à Taguatinga.

Nesse momento, a região passava por um processo de desenvolvimento, que culminou na elaboração do projeto urbanístico de Águas Claras, aprovado pelo Decreto nº. 13.573, de 18 de novembro de 1992. Com a elaboração do Plano Diretor de Ordenamento Territorial, em 1992, a região é considerada bairro de Taguatinga. A Lei nº. 385, de 18 de dezembro de 1992, autoriza a implantação do bairro e aprova seu Plano de Ocupação, enquanto no ano de 1994 é lançado seu Plano Urbanístico. No ano de 2003, pela Lei nº. 3.153, é instituída a Região Administrativa de Águas Claras, deixando de estar vinculada à Região Administrativa de Taguatinga.

Como o projeto e a posse das terras são do Governo do Distrito Federal, todos os lotes foram vendidos em leilão pela Terracap – Companhia Imobiliária de Brasília. Sendo a terra pública, as alienações passam pelo processo de licitação, conforme a Lei Federal nº. 8.666/94. Apesar de ter características de monopólio em razão da concentração em apenas uma única empresa a venda dos lotes, a regulação dos valores é realizada pelo mercado, vencendo o comprador que oferecer o lance mais alto do leilão.

A população de projeto prevista para a área é de aproximadamente 180.000 (cento e oitenta mil) habitantes em 1107 lotes, contando atualmente com aproximadamente 40.000 habitantes. Por princípio, Águas Claras foi dimensionada para utilização do sistema de transporte público metroviário como meio de transporte prioritário. Deste modo, o transporte individual de passageiros, dentro da hierarquia viária interna, fica em segundo plano, não sendo as vias dimensionadas para tal capacidade.

Existe, portanto, uma relação entre o sistema de transporte metroviário e o projeto urbanístico da área, que possivelmente impacta nos valores dos terrenos próximos às estações de embarque ao sistema. Assim, deve-se proceder a determinação da área de influência do sistema e o impacto no valor do solo, utilizando a metodologia proposta e detalhada no capítulo anterior.

## **6.1 IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO A SER ANALISADO E DAS VARIÁVEIS INTERVENIENTES**

O objeto desta dissertação, conforme caracterização do estudo de caso, serão os terrenos vendidos na região de Águas Claras durante os anos de 1995 e 2005. Uma característica da região é a intenção, ainda no projeto do bairro, de integrar a ocupação urbana e o uso do solo com o sistema de transporte público metroviário, além de todo o processo de venda dos terrenos ser realizada por uma única empresa, a Companhia Imobiliária de Brasília – Terracap, o que facilita a coleta e a consistência dos dados decorrentes das vendas dos imóveis.

As variáveis utilizadas neste estudo têm como referências os atributos físicos do objeto, os condicionantes normativos obtidos pela análise da legislação urbanística da área, a distância do centróide dos terrenos aos pontos de acesso ao STPM, além do valor dos terrenos que servirão como base para extrapolação para os terrenos vizinhos e valores futuros do solo. A escolha detalhada das variáveis se dá ao longo deste capítulo, nos campos específicos no desenvolvimento da metodologia.

## **6.2 ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS**

Os dados utilizados neste estudo foram coletados a partir de pesquisa direta nos editais de venda de imóveis da Terracap, entre os anos de 1995 a 2005, dos quais foram extraídas as informações referentes à Águas Claras, ora como bairro da Região Administrativa (RA) de Taguatinga (1995 – 2003), e já como RA de Águas Claras. A estrutura do edital de venda dos lotes (Tabela 6.1) possui informações acerca da destinação do lote, do seu endereço, da área do lote e da área máxima passível de construção, como também do valor de avaliação pela Terracap.

É necessário realizar uma uniformização dos valores dos editais para fins deste estudo, pois caso se utilize apenas o valor de avaliação, há discrepâncias entre os terrenos em função de suas áreas. Desta forma, utiliza-se o valor do metro quadrado do terreno, sendo necessário realizar, ainda, um ajuste dos valores, trazendo-os para o valor futuro. Este reajuste foi realizado utilizando o Índice Geral de Preços de Mercado – IGPM, aplicando-o aos valores dos terrenos para o período de análise.

Tabela 6.1 – Modelo de Edital da Terracap

<b>DESTINAÇÃO: L-1/</b>				
<b>Registro</b>	<b>Endereço</b>	<b>Área Lote</b>	<b>Área Máxima</b>	<b>Valor de Avaliação</b>
(212561-7)	Rua 28 Sul It 06	3.882,24	19.411,00	3.882.200,00
(208802-9)	Rua 33 Sul It 07	1.800,00	9.000,00	1.800.000,00
(208825-8)	Rua 31 Norte It 01	1.910,25	9.551,25	1.910.000,00
(208828-2)	Rua 31 Norte It 04	1.800,00	9.000,00	1.800.000,00
(170079-0)	QS 7 rua 830 It 02	1.170,00	2.340,00	468.000,00

Os dados coletados nos editais não se encontravam georeferenciados, necessitando sua inserção à base geográfica da área. O campo Registro presente na Tabela 6.1 corresponde à um código único de cada terreno, servindo de referência para o endereçamento e controle pela Terracap. Utiliza-se esse campo como código para a correspondência entre as informações geográficas dos terrenos com as informações contidas nos editais de venda.

Por meio da análise dos editais foi observado que vários terrenos são lançados ocasiões diferentes em leilão público possuindo assim, para um mesmo terreno, informações em períodos distintos. Foram identificadas cerca de 690 observações, que após a análise de consistência dos dados, resultaram em 400 observações. Essa totalidade pode ser identificada na Figura 6.2 ao longo do eixo do sistema metroviário.

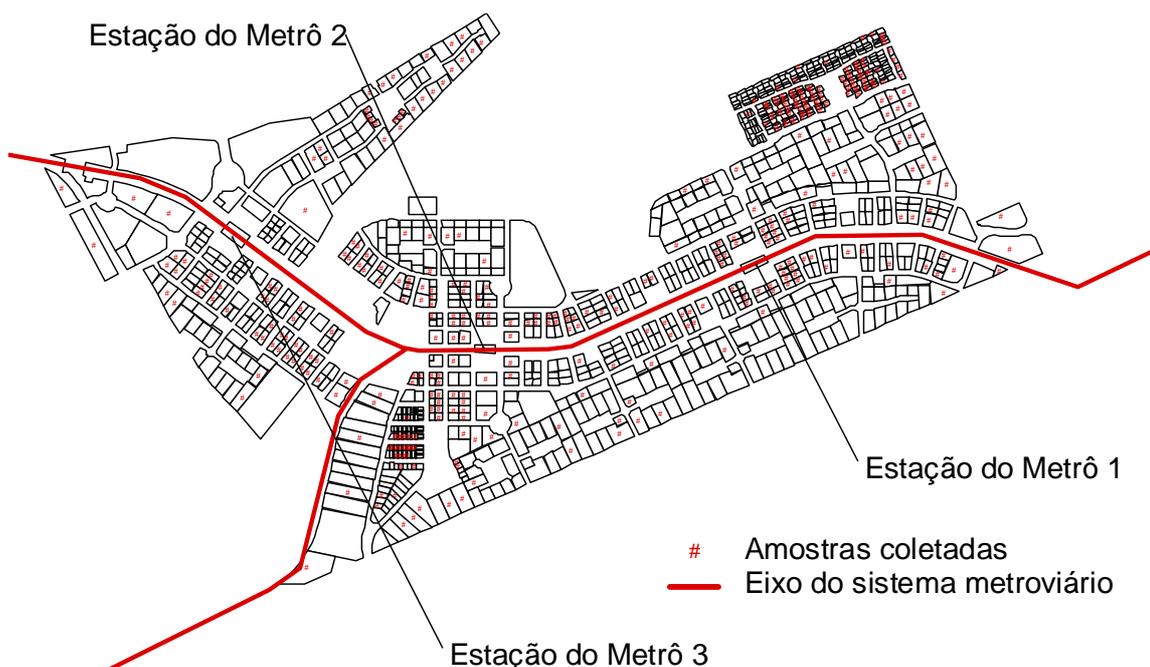


Figura 6.2 – Pontos Amostrais dos terrenos em Águas Claras.

A base geográfica da região encontrava-se em formato digital, sendo utilizada em todas as suas etapas o *software* ArcMap. Foi realizada ainda a junção da base de dados, em formato compatível com o *software* Excel, com a base geográfica. Realizada a análise e a formatação da base de dados georeferenciados, procede-se ao desenvolvimento das demais etapas constantes da metodologia para determinação da área de influência.

### **6.3 METODOLOGIA PARA ESTIMAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO METROVIÁRIO NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE ÁGUAS CLARAS**

Conforme descrito no Capítulo 5, a determinação da área de influência é decorrente de uma metodologia composta por quatro etapas, que serão desenvolvidas utilizando o caso de Águas Claras para validação. Nesta localidade, existem três estações de metrô, em uma área que contém aproximadamente 1107 lotes, na sua maioria destinados à condomínios verticais e habitação multifamiliar.

#### **6.3.1 Índice de facilidade de acesso**

O índice de facilidade de acesso para os terrenos de Águas Claras é uma função inversa da distância entre o centróide de cada terreno às três estações do sistema de transporte metroviário. Para tanto, utiliza-se a Equação 5.1 e Equação 5.2 definidas na metodologia desenvolvida neste capítulo.

Como exemplo do processo, realiza-se a aplicação da metodologia a um terreno  $Tt$ , situado na Avenida Pau Brasil, lote 10, obtendo sua distância às três estações de Águas Claras. Desta forma temos para cada estação os seguintes índices de facilidade de acesso  $i$ :

- Estação 1

$$i_1 = \frac{1}{d_{Te1}} \therefore i_1 = \frac{1}{1,16} \therefore i_1 = 0,8220$$

onde:

$i_1$ : índice de facilidade de acesso do terreno  $t$  à estação 1;

$d_{Te1}$ : distância do terreno  $T$  à estação 1.

- Estação 2

$$i_2 = \frac{1}{d_{Te2}} \therefore i_2 = \frac{1}{0,13} \therefore i_2 = 7,6923$$

onde:

$I_2$ : índice de facilidade de acesso do terreno  $t$  à estação 2;

$d_{Te2}$ : distância do terreno  $T$  à estação 2.

- Estação 3

$$i_3 = \frac{1}{d_{Te3}} \therefore i_3 = \frac{1}{1,35} \therefore i_3 = 1,6998$$

onde:

$I_3$ : índice de facilidade de acesso do terreno  $t$  à estação 3;

$d_{Te3}$ : distância do terreno  $T$  à estação 3.

Temos portanto, três índices de facilidade de acesso, que correspondem à função inversa da distância entre o terreno e às estações de acesso ao sistema. É necessário, portanto, a aplicação da Equação 5.2 definida na metodologia, de modo a gerar um único índice para o terreno.

$$i_T = \sqrt[3]{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3} \therefore i_T = \sqrt[3]{0,8220 \cdot 7,6923 \cdot 1,6998} \therefore i_T = 1,6998$$

onde:

$I_T$ : Índice de facilidade de acesso do terreno  $T$ ;

$i_1$ : Índice de facilidade de acesso do terreno  $T$  para estação 1;

$i_2$ : Índice de facilidade de acesso do terreno  $T$  para estação 2;

$i_3$ : Índice de facilidade de acesso do terreno  $T$  para estação 3;

Assim, o valor do Índice de Facilidade de Acesso do terreno corresponde ao valor de 1,6998. O procedimento para o terreno  $T$  é realizado para todos os terrenos dentro da região de Águas Claras, totalizando aproximadamente 1107 valores de índices, que ao fim, deverão ser correlacionados com os valores dos terrenos obtidos com a consecução da próxima etapa.

### 6.3.2 Valor do solo (v)

O valor do solo é decorrente das informações contidas nos editais de venda dos lotes da Terracap, tendo como unidade o valor do metro quadrado do terreno. Para o mesmo terreno

utilizado para determinação do índice de facilidade de acesso, temos observações para os anos de 2001, 2002, 2003 e 2004, o que indica que este lote foi posto à venda nestes anos e não sendo vendido até o último período.

Temos, portanto, os seguintes valores reajustados para o ano de 2005:

$$V_{2001} = R\$508,92$$

$$V_{2002} = R\$588,79$$

$$V_{2003} = R\$785,00$$

$$V_{2004} = R\$954,00$$

Note que, conforme definido na metodologia, caso se observe uma evolução dos valores dos imóveis, aplicar-se-á a Equação 5.3, descrita no Capítulo anterior:

$$V_{final} = \sqrt[4]{V_{2001} \cdot V_{2002} \cdot V_{2003} \cdot V_{2004}} \therefore V_{final} = \sqrt[4]{508,92 \cdot 588,79 \cdot 785,00 \cdot 954} \therefore V_{final} = 688,26$$

onde:

$V_{final}$ : Valor final do metro quadrado para o terreno.

$V_{2001}, V_{2002}, V_{2003}, V_{2004}$ : Valor do metro quadrado de terreno para anos específicos.

Tem-se o valor final para o terreno equivalente à R\$ 688,26. Este procedimento é realizado para os terrenos da área do estudo de caso, contudo, alguns terrenos não terão este valor, pois não se obteve informações dos mesmos quanto à sua venda ou licitação durante o período de análise.

### 6.3.3 Índice de Influência (I)

O Índice de Influência é uma medida que serve de parâmetro para determinação da área de influência do STPM, sendo definida a partir da relação entre o índice de facilidade de acesso e o valor do terreno. Este índice é vinculado a cada imóvel, mas em função da inexistência de valores para certos terrenos, ele será nulo para algumas localidades.

A não utilização do processo de interpolação para os valores dos terrenos se deu em razão da existência da suficiência dos dados conhecidos na região, além de que durante o processo de interpolação desse índice, os valores desconhecidos são indiretamente obtidos, já que o Índice de Influência é resultado da correlação entre os valores dos imóveis com a função inversa da distância.

Utilizando como referência para aplicação da metodologia, utiliza-se o terreno empregado nos subitens anteriores. Desta forma, aplicando a Equação 5.4 definida na metodologia, temos:

$$I_T = i_T.V_{final} \therefore I_T = 1,6998.688,26 \therefore I_T = 1.169,90$$

onde:

$I_T$ : Índice de influência do terreno  $t$ ;

$i_T$ : índice de facilidade de acesso do terreno  $t$ ;

$V_{final}$ : valor coletado ou calculado do metro quadrado do terreno  $t$ .

O valor resultante deste processo consiste na ponderação do valor dos terrenos pela sua facilidade de acesso, que servirá de base para a geração da superfície de influência a partir do processo de interpolação. Este procedimento deverá ser realizado para todos os terrenos da área de estudo de caso, excluindo-se àqueles que não obtiverem informações sobre o valor do metro quadrado, resultando o desenvolvimento da próxima subetapa.

#### **6.3.4 Processo de interpolação do índice I e vetorização da superfície**

Conforme mencionado no subitem anterior, a interpolação do Índice de Influência permitirá a obtenção de uma superfície que representa a influência da valorização e do sistema de transporte metroviário na área de estudo. Para tanto, será utilizado a técnica geoestatística da krigagem para geração desta superfície, de acordo com o estabelecido no capítulo anterior.

Para aplicação da krigagem, é necessário a geração do semivariograma experimental e o conseqüente ajuste do modelo. No entanto, *softwares* mais avançados já realizam esta etapa automaticamente para os diversos tipos de *krigagem* existentes, como a Linear ou Universal. Para este estudo foi empregado o *software* ArcView 8, desenvolvido pela ESRI, no módulo *Geostatistical Analyst*. Neste, há um ajuste automático de todos os parâmetros da interpolação, desde o semivariograma ao número de vizinhos necessários para estimação da superfície do índice I, determinando a situação ótima conforme característica dos dados de entrada.

Na superfície, os valores estão descritos de forma contínua no espaço, com a estimação dos valores ausentes para toda a região do estudo de caso, conforme se observa na Figura 6.3.

Os valores variam numa escala de 0 à 2.655,53, definido em função do Índice de Influência.

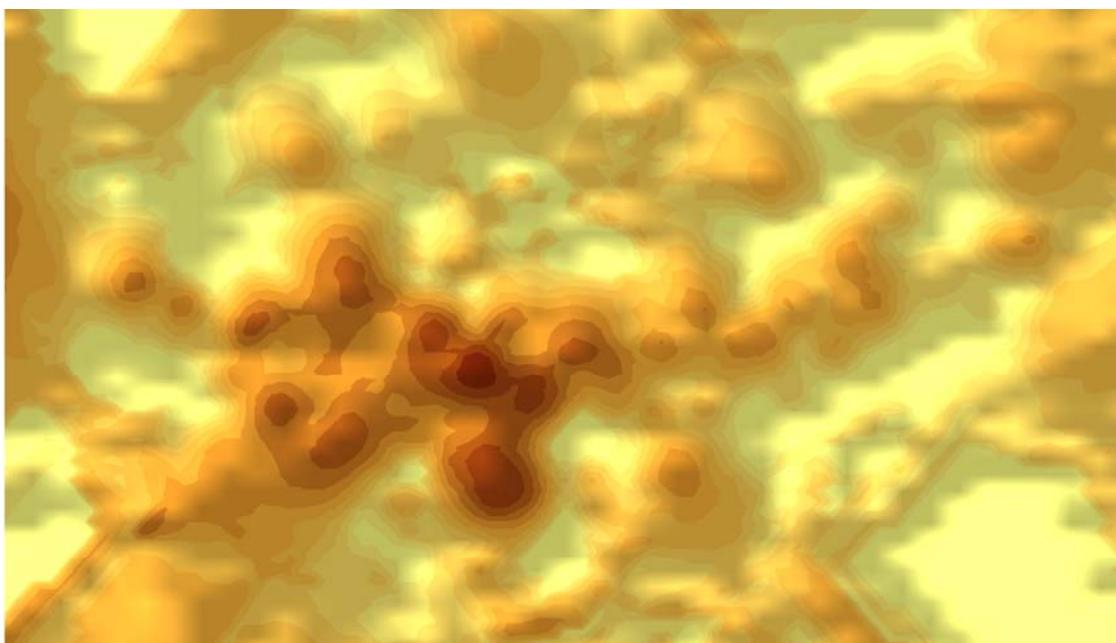


Figura 6.3 – Superfície do Índice de Influência para a região de Águas Claras.

Os valores mais elevados encontram-se situados na região central, reduzindo concentricamente à medida que se distância da região de maior influência. Apesar de representar bem o fenômeno em análise, para uma melhor manipulação destas informações é necessário realizar a vetorização da superfície de modo a possibilitar a sobreposição com a base geográfica de Águas Claras. Nesse processo, ocorre à conversão da imagem *raster* em polígonos, definidos em função da quantidade de classes necessárias para uma melhor análise dos dados. Os atributos inerentes ao índice I ficam relacionados às classes pré-estabelecidas, de acordo com a divisão pretendida.

A Figura 6.4 apresenta a vetorização da superfície em quatro classes, com os seguintes valores de referência: classe 1 (0 – 5), classe 2 (5 – 50), classe 3 (50 – 350) e classe 4 (350 – 2700). Note que nesta classificação há uma uniformização dos valores do Índice de Influência, o que por vezes não representa com a exatidão pretendida a variação do impacto do sistema metroviário no valor do solo.

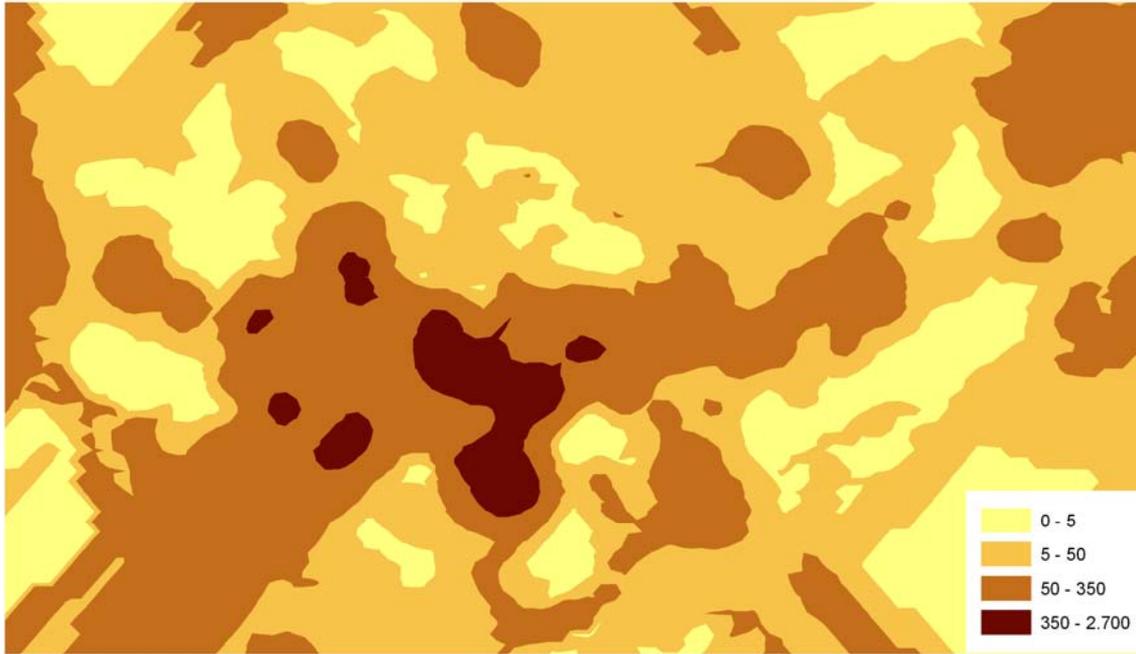


Figura 6.4 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de quatro classes.

Em razão dos valores do índice I a partir dos polígonos, opta-se por realizar o processo de vetorização para oito classes, tomando como referência os seguintes limites: classe 1 (0 – 5), classe 2 (5 – 15), classe 3 (15 – 50), classe 4 (50 – 100), classe 5 (100 – 200), classe 6 (200 – 500), classe 7 (500 – 1100) e classe 8 (1100 – 2700). A Figura 6.5 representa a superfície vetorizada conforme definição da escala, observando-se um nível elevado de detalhamento, o que não contribui para delimitação do polígono de influência.

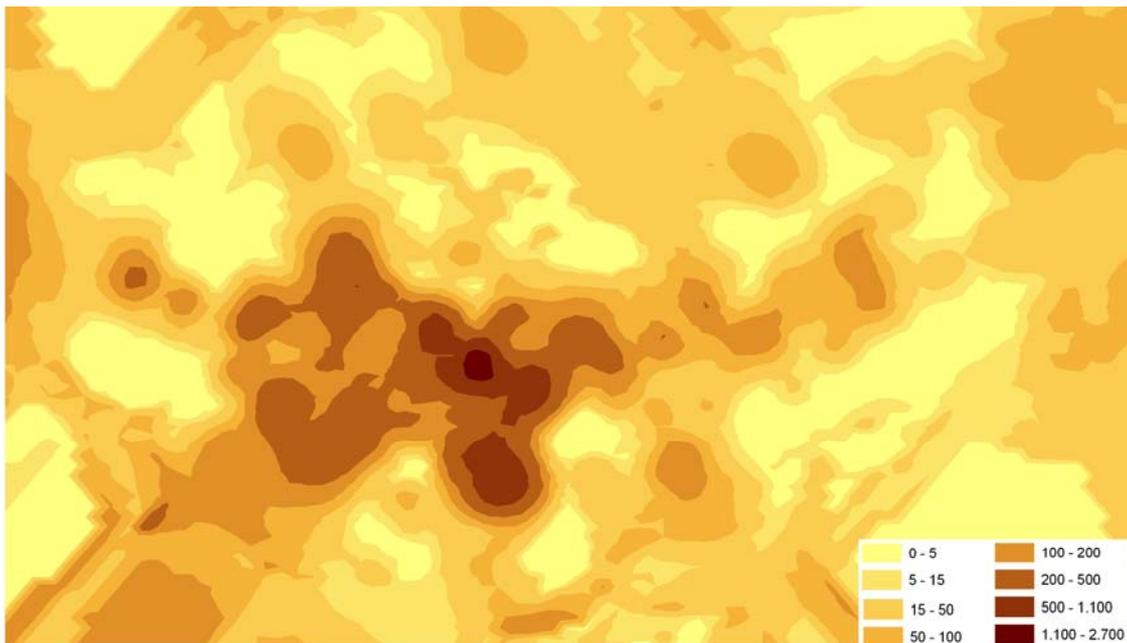


Figura 6.5 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de oito classes.

Como proposta intermediária, realiza-se o processo de vetorização para seis classes, a saber: classe 1 (0 – 5), classe 2 (5 – 20), classe 3 (20 – 80), classe 4 (80 – 240), classe 5 (240 – 800) e classe 6 (800 – 2700). A Figura 6.6 representa a superfície vetorizada, na qual a variação do nível de influência se mostra mais ajustada quando comparamos a região de maior valor e menos detalhada, para a de menor valor.

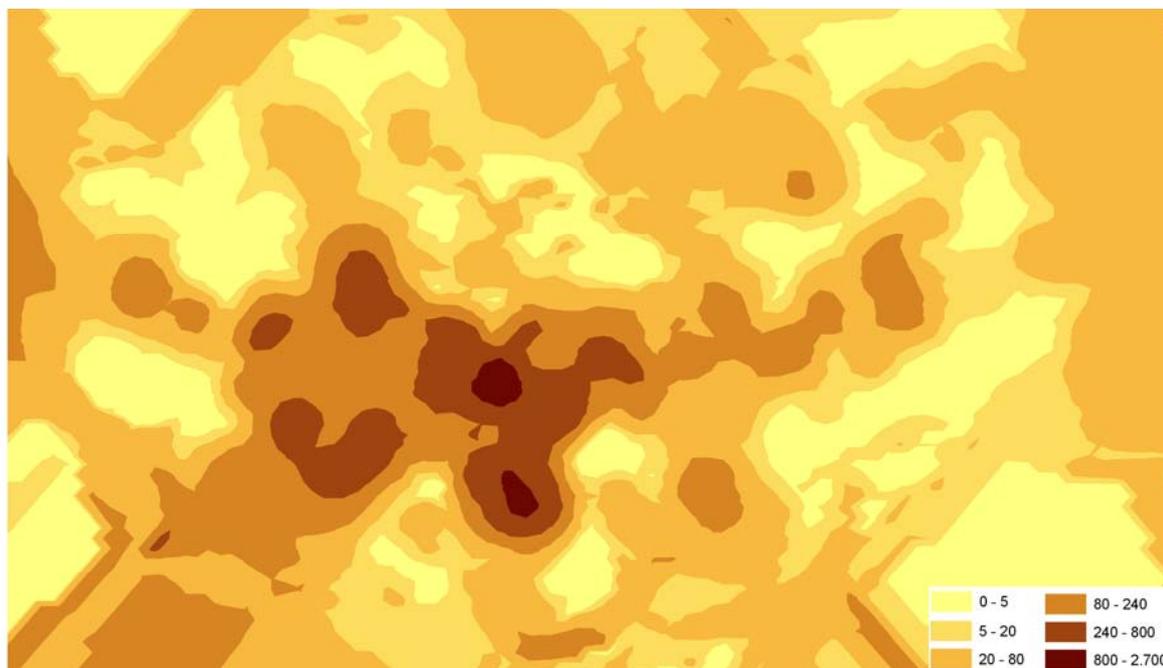


Figura 6.6 – Polígonos do Índice de Influência: proposta de seis classes.

Define-se, portanto, em função do nível de detalhamento e da simplificação do fenômeno em análise, a superfície vetorizada em seis classes a ser utilizada para quantificação dos terrenos. Observa-se que o Índice de Influência corresponde à um maior impacto na região central de Águas Claras, notadamente na área circunvizinha à estação 2 do sistema metroviário, representada pela classe 5. Ressalta-se que as demais estações também denotam um impacto na sua região circunvizinha, com o seu enquadramento nas classes 4 e 5 do Índice de Influência.

### 6.3.5 Quantificação

A partir da definição das classes e do processo de vetorização da imagem, deve-se realizar a manipulação da entidade criada com a sobreposição da base geográfica da área de estudo (Figura 6.7). Essa sobreposição possibilita a determinação de quais terrenos encontram-se classificados segundo a estratificação realizada na subetapa anterior, possibilitando a quantificação dos terrenos segundo as classes do Índice de Influência para a área de estudo.



Figura 6.7 – Sobreposição da superfície vetorizada e base geográfica da região de Águas Claras

Por fim, é necessária a realização da análise de sobreposição entre as duas entidades (Figura 6.8), de modo com que as informações contidas na superfície vetorizada sejam agregadas à base geográfica, possibilitando contabilizar as informações necessárias para discriminar os lotes por classe.

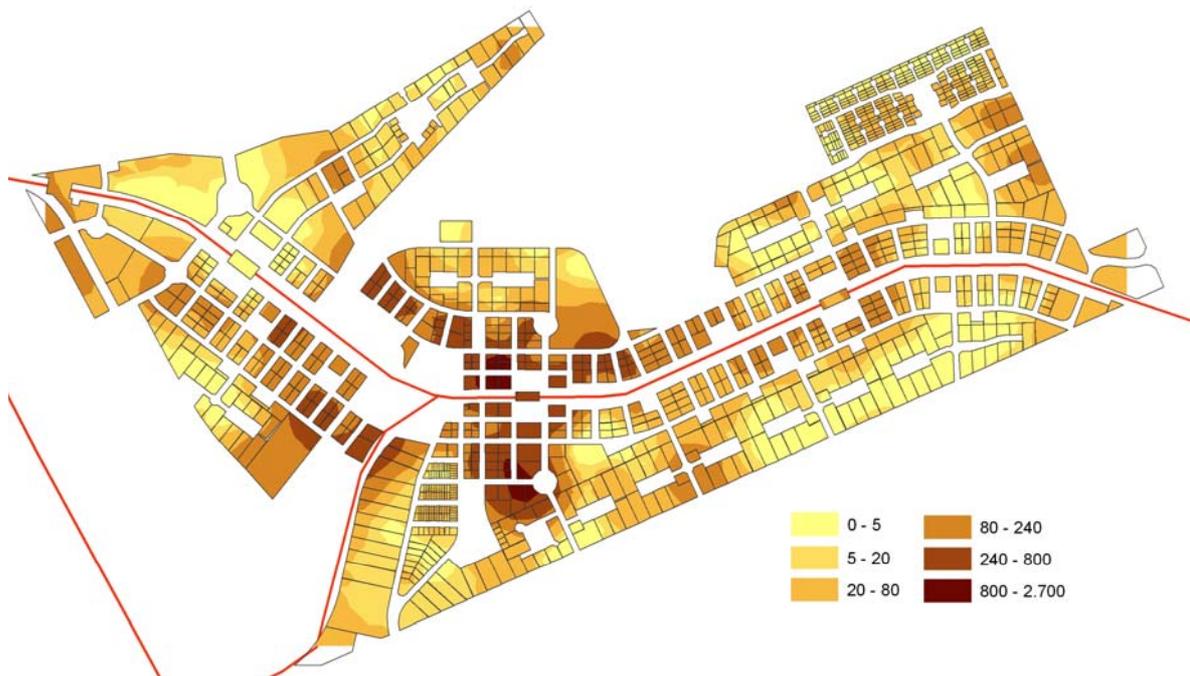


Figura 6.8 – Base geográfica por classes do Índice de Influência

Observa-se na Figura 6.8, que pela interseção entre as duas entidades, um lote pode estar enquadrado em duas ou mais classes. Caso ocorra esta situação, procede-se à uma filtragem das informações, tomando como critério de inclusão para a área de influência a maior classe presente em um dado lote.

Dentre os 1107 lotes da Região Administrativa de Águas Claras, 348 encontram-se dentro do perímetro da área de influência direta do metrô, conforme distribuição apresentada na Tabela 6.2. Observa-se uma concentração maior de lotes na Classe 3, resultado de certa uniformidade dos índices de facilidade de acesso (i) e dos valores dos imóveis, enquanto que apenas 22 lotes enquadram-se na Classe 5, indicativa de maior influência do metrô.

Tabela 6.2 – Estratos – classes e lotes.

<b>Classes</b>	<b>Lotes</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
3	282	81,03
4	62	17,82
5	4	1,15
<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>100</b>

Nota-se que o processo de delimitação das classes dos terrenos é realizado de modo empírico, sendo reconhecida à relação entre as curvas de níveis do fenômeno base da interpolação. A partir da delimitação dos terrenos que sofreram uma maior influência do sistema de transporte metroviário, dá-se prosseguimento à aplicação da metodologia, com o desenvolvimento do modelo de previsão do valor do solo, que tem como finalidade, estabelecer o valor incorporado ao solo em decorrência do transporte público na região.

#### **6.4 METODOLOGIA PARA ESTIMAR O IMPACTO NO VALOR DO SOLO DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DO STPM**

O modelo de previsão tem como finalidade servir de ferramenta para determinação, dentro da área de contribuição de projeto, do valor incorporado ao solo em decorrência da implantação do STPM. Utiliza-se ferramentas estatísticas para o modelo, conforme detalhado no capítulo anterior, em busca de um modelo que consiga se adequar ao fenômeno que se pretende simular.

A estrutura que se segue busca o detalhamento das fases utilizadas para o desenvolvimento do modelo de previsão, de acordo com o estabelecido neste estudo. Como fonte de informações utiliza-se o banco de dados elaborado a partir da consulta aos editais de licitação de terrenos da Terracap, complementadas por dados obtidos da base geográfica da região de Águas Claras.

#### **6.4.1 Variáveis utilizadas no modelo de previsão**

Conforme detalhado neste estudo, é necessário definir as variáveis que serão utilizadas no modelo de previsão. Por se tratar de um modelo estatístico, deve-se definir a variável dependente e as independentes, que tratam basicamente de características físicas, espaciais, econômicas, ambientais, infra-estruturais e de acessibilidade.

A variável dependente do modelo de previsão corresponde ao valor do metro quadrado do solo de um terreno na região, o qual é obtido pela relação entre o valor de venda do terreno com a sua área. As variáveis independentes do modelo correspondem à:

1. período: determinado em função do ano da venda do lote avaliado, obtido pela análise dos editais dos terrenos, correspondendo à uma variável qualitativa. Observa-se ainda que essa possui importante função na previsão, pois a partir dela se possibilitará estabelecer o período futuro que se pretende determinar o impacto;
2. área do lote: determinada pela análise dos editais dos imóveis, consistindo em uma variável quantitativa e física;
3. área máxima: consiste na área máxima permitida de construção para o lote, definida conforme especificações pelo Plano Diretor Local (PDL) da Região Administrativa de Taguatinga, sendo função do coeficiente de aproveitamento do terreno, correspondendo à uma variável quantitativa decorrente de normas edílicas;
4. relação entre o perímetro e a área do lote: consiste em um indicador da forma do terreno (quanto mais alto for o valor do indicador, mais irregular é o formato do lote), correspondendo à uma variável quantitativa e física do terreno;
5. facilidade de acesso: trata-se de um indicador que representa o inverso da distância do centróide do lote às estações de acesso ao sistema de transporte público metroviário; o valor é obtido pela média geométrica das distâncias de cada lote para as estações, consistindo em uma variável quantitativa;

6. coeficiente de aproveitamento: trata-se de um indicador que representa o potencial construtivo do terreno, definido por meio da relação entre a área máxima edificável e a área do terreno, correspondendo à uma variável qualitativa obtida por meio de normas urbanísticas locais;
7. uso do solo: trata-se do uso permitido ao lote ser destinado, definido pelo PDL em função do nível de incomodidade das atividades permitidas; o mesmo é classificado para fins deste estudo em lotes residenciais, comerciais e mistos, consistindo em uma variável qualitativa;
8. presença do sistema metroviário: consiste em um indicador que determina a existência ou não do sistema metroviário em um dado período de tempo, tratando-se de uma variável qualitativa.

Note que as variáveis que indicam o “uso do solo” e a presença do sistema metroviário devem ser tratadas como variáveis *dummy*, ou seja, codificadas em função de algoritmos 0 e 1, determinando a existência ou não de uma dada condição. Assim, emprega-se o código 0 para representação da condição de ausência, enquanto o código 1 indica a presença de uma dada condição.

Destarte, para a variável uso do solo são três condições a serem representadas: residencial, comercial e misto. Assim, definiram-se dois campos que representam as duas situações específicas – RESIDENCIAL e COMERCIAL. Caso a condição a ser expressa indicar a presença do uso residencial e ausência do comercial, deve-se utilizar a codificação 1 – 0, sendo a recíproca verdadeira neste caso. Contudo, caso o uso misto seja indicado, pode-se utilizar a codificação 0 – 0, que representa a ausência das duas condições e, conseqüentemente, a presença da situação representada.

Para a variável que indica a presença da infra-estrutura de transporte na região utiliza-se da mesma lógica: caso o metrô esteja presente, indica-se o código 1, caso ausente, o código 0. O período que representam a inexistência do metro é de 1995 a 2000, enquanto a sua existência corresponde aos anos de 2001 a 2005.

#### 6.4.2 Levantamento e tratamento dos dados

As informações foram levantadas a partir da análise dos editais de vendas da Terracap. Foi realizado um tratamento prévio dos dados, com a retirada de informações duplas, ou seja, àquelas que se repetiam em determinados períodos de tempo. Por fim, foi realizada uma análise das informações de modo a reconhecer os valores acima e abaixo dos demais, sendo estes retirados da amostra total.

A Tabela 6.3 estrutura a quantidade de amostras coletadas segundo o ano de referência do edital pesquisado. A amostra total corresponde à aproximadamente 36% dos lotes existentes na área de estudo, constituindo-se, portanto, uma amostra representativa dos terrenos da região.

Tabela 6.3 – Amostra total dos terrenos segundo o período de comercialização.

Período 1 (1995 a 2000)		Período 2 (2001 a 2005)	
Ano	Amostras	Ano	Amostras
1995	59	2001	73
1996	6	2002	82
1997	11	2003	27
1998	34	2004	34
1999	39	2005	14
2000	21		
<b>Total</b>	<b>170</b>	<b>Total</b>	<b>230</b>

Ressalta-se ainda que os ajustes necessários aos dados, como o reajuste dos valores dos terrenos coletados e à codificação das variáveis *dummy* do modelo, foram realizados em etapas anteriores, não sendo necessário referenciar o procedimento utilizado para tal fim.

#### 6.4.3 Modelo de previsão

Conforme definido, utiliza-se a técnica de Regressão Linear Múltipla para gerar o modelo de previsão a partir das variável dependente e independente definidas no escopo deste estudo, tomando como referência o modelo conceitual desenvolvido no capítulo anterior. Vale salientar que o desenvolvimento deste subitem se dará de forma evolutiva, onde se descreve todo o processo utilizado para a construção da proposta formal e a ideal do modelo de previsão.

Assim, o modelo base de previsão consiste na estrutura da Equação 5.5, presente no Capítulo anterior:

$$V_{m^2} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Período} + \beta_2 \cdot \text{CA} + \beta_3 \cdot \text{Resid} + \beta_4 \cdot \text{Comerc} + \beta_5 \cdot \text{Infra} + \beta_6 \cdot \text{Acesso} + \beta_7 \cdot A_{\text{ter}} + \beta_8 \cdot A_{\text{máx}} + \beta_9 \cdot R_{\text{per}}$$

onde:

$V_{m^2}$ : valor do metro quadrado do solo de um terreno na região;

Período: ano da venda do lote avaliado;

CA: coeficiente de aproveitamento do terreno;

Resid: uso residencial;

Comerc: uso comercial;

Infra: infra-estrutura de transporte público metroviário;

Acesso: índice de facilidade de acesso do terreno;

$A_{\text{ter}}$ : área do terreno;

$A_{\text{máx}}$ : área máxima passível de construção do terreno;

$R_{\text{per}}$ : relação entre o perímetro e a área do terreno.

$\beta_0$ : valor do intercepto do modelo.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9$ : parâmetros do modelo de regressão.

Estruturado o modelo conceitual de previsão, procede-se o desenvolvimento da regressão linear múltipla, com a realização dos testes estatísticos de correlação, do coeficiente de estatística  $t$ ,  $F$ ,  $R^2$  e  $R^2$  ajustado, os quais determinarão o quão o modelo é ajustado ao fenômeno observado.

O coeficiente de determinação –  $R^2$  determina a porcentagem de uma variação na variável dependente  $y$ , em torno de sua média, que é explicada pelo modelo. O teste  $t$  consiste no teste de significância para um coeficiente único, de modo a verificar o pressuposto básico do modelo econométrico, em que todas as variáveis dependentes  $x$  influenciem a variável independente  $y$ . O teste  $F$ , por sua vez, é utilizado para definir a significância global do modelo, onde todas as variáveis são testadas, conjuntamente, acerca da sua relação com a variável independente.

### 6.4.3.1 Modelo de Previsão 1

O modelo de previsão 1 foi desenvolvido a partir da Equação 5.5, com base nos pressupostos econométricos descritos no escopo desta dissertação. O processo utilizado segue a seguinte seqüência: (1) análise de correlação, (2) análise dos parâmetros e (3) ajuste do modelo.

A Tabela 6.4 apresenta a análise da correlação das variáveis dependentes e independentes. Observa-se que as variáveis *Ater* e *Amax* encontram-se com alto valor de correlação, o que indica que as duas são auto-explicáveis. Observa-se a mesma situação entre a variável *Período* e *Infra*, contudo nesse caso a situação é compreensível, pois a existência ou não do sistema é função do ano no qual as informações foram coletadas.

Tabela 6.4 – Correlação das variáveis – Modelo 1.

	Valor	Período	CA	Resid.	Comer.	Infra	Acesso	Ater.	Amax.	Rper
Valor	1,000									
Período	0,672	1,000								
CA	0,625	0,293	1,000							
Resid.	-0,210	-0,287	-0,406	1,000						
Comer.	-0,088	-0,005	-0,207	-0,141	1,000					
Infra	0,572	<b>0,848</b>	0,188	-0,177	0,031	1,000				
Acesso	0,420	0,111	0,761	-0,327	0,000	0,050	1,000			
Ater	0,050	0,107	-0,038	0,053	0,015	0,069	-0,037	1,000		
Amax	0,340	0,245	0,385	-0,109	-0,073	0,151	0,239	<b>0,845</b>	1,000	
Rper	-0,309	-0,177	-0,399	-0,022	0,280	-0,098	-0,344	-0,565	-0,649	1,000

Prosseguindo a análise do Modelo 1, realiza-se a regressão múltipla a partir dos dados, sem a realização dos ajustes observados pela correlação das variáveis. Os resultados obtidos para esta situação, presentes na Tabela 6.5, demonstram valores adequados do coeficiente de determinação e teste F, contudo, apresenta deficiências quando se analisa a estatística t. Com base nessa observação, as seguintes variáveis não influenciam a variável dependente, devendo, devendo portanto serem extraídas do modelo: *Comercial*, *Infra*, *Acesso*, *Ater* e *Rper*. Apesar desta contestação, neste primeiro momento não serão retirados para fins de validação do modelo.

Tabela 6.5 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 1.

Estatísticas de Regressão		Parâmetros calculados			
Estatística	Valor	Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Stat t
<b>R-Quadrado</b>	0,6812	Interseção	-87781,0443	10508,5147	-8,3533
		Período - ano de venda	43,8524	5,2588	8,3388
<b>R-quadrado ajustado</b>	0,6739	CA – coef. de aproveitamento	62,1485	9,4199	6,5976
		Resid. – uso residencial	126,4131	25,3878	4,9793
<b>Erro padrão</b>	150,3720	Comercial – uso comercial	39,0922	28,0518	<b>1,3936</b>
		Infra – presença metrô	46,3904	29,2492	<b>1,5860</b>
<b>Observações</b>	400	Acesso – distância à estação	20,9156	41,6628	<b>0,5020</b>
		Ater – área do terreno	-0,0113	0,0067	<b>-1,6827</b>
<b>Valor do F</b>	92,6013	Amax – área máxima	0,0049	0,0026	1,8641
		Rper – rel. entre per. e área	-27,1264	172,0469	<b>-0,1577</b>

Observam-se ainda algumas incoerências quanto aos valores dos parâmetros de estimação e o da interseção. O valor negativo da interseção pode ser decorrente das variações de escala entre as unidades dos parâmetros de entrada do modelo, como por exemplo, a variável qualitativa *Período* e as quantitativas *Ater* e *Amax*. Para resolução deste problema, pode-se proceder ao ajuste da variável qualitativa a uma escala categórica menor, enquanto às quantitativas é viável a normalização dos valores à uma escala variando entre 0 e 1.

Os usos representados pelas variáveis *Resid* e *Comerc* possuem sinais positivos, influenciando positivamente no valor do solo na área. Contudo, a condição de inexistência que indica o uso misto é a que apresenta maior valor do metro quadrado do terreno, não sendo os parâmetros estimados condizentes com a situação real observada. Assim, é aconselhado a retirada dessas variáveis do modelo porém, como a maioria dos lotes que possuem coeficientes de aproveitamento elevados são de uso misto (Tabela 6.6), a relação entre valor do lote e coeficiente de aproveitamento acaba sendo compensada.

Tabela 6.6 – Estratificação lotes por uso e coeficientes de aproveitamento

Coeficiente de Aproveitamento	Usos			Total geral
	Residencial	Comercial	Misto	
1	39	5	2	46
2	1	34	104	139
2,5	16	0	25	41
3	2	0	15	17
5	0	0	108	108
7	0	3	46	49

A partir da comparação entre os valores previstos pelo modelo e os reais utilizados para sua geração, conforme Figura 6.9, observa-se uma inadequação no que se refere ao período inicial, aproximadamente entre os anos de 1995 a 1998, cujos valores observados foram negativos. Para períodos posteriores e valores do metro quadrado mais elevados, pode-se inferir que o modelo é adequado, em razão da aproximação entre o real e o previsto.

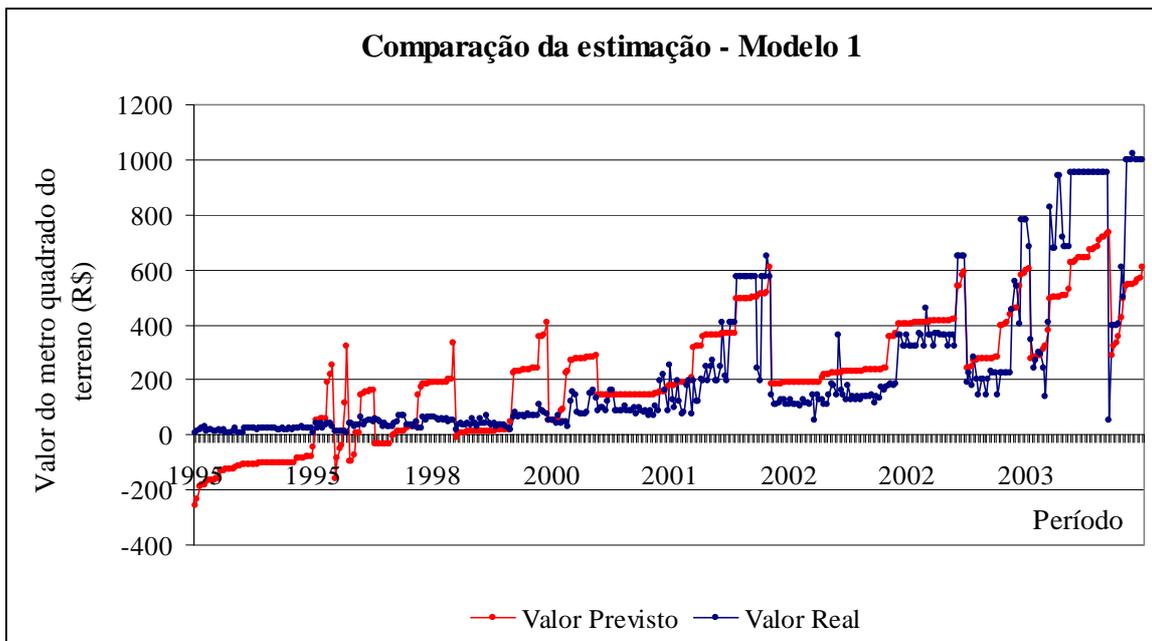


Figura 6.9 – Gráfico de validação do Modelo 1

Este fato pode ter duas razões: a primeira em função da não retirada de variáveis com problemas, identificadas na primeira etapa do desenvolvimento do Modelo 1, enquanto a segunda é função da diferença de valores da variável dependente, ocorrendo uma grande variação entre os dois períodos distintos – 1995 a 2000 e 2001 a 2005. Pode-se determinar ainda que em razão da escolha do modelo funcional pode ocorrer em problema de estimação, pois o modelo de regressão linear pode não ser o mais ajustado ao fenômeno.

#### 6.4.3.2 Modelo de previsão 2

Por meio de uma observação simples ao gráfico da Figura 6.9 pode-se afirmar que o comportamento dos valores preditos assemelha-se ao de uma função logarítmica. Destarte, realiza-se uma transformação do modelo funcional linear à forma logarítmica, utilizando o modelo funcional de regressão do tipo log-log. O modelo log-log apresentado sob sua forma funcional na Equação 6.1, será utilizado para adaptação ao modelo base de previsão:

$$\text{Ln}(Y_1) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Ln}(X_1) + \varepsilon_t \quad (6.1)$$

onde:

$\text{Ln}(Y_1)$ : logaritmo da variável dependente;

$\text{Ln}(X_1)$ : logaritmo da variável independente;

$\beta_0$ : valor do intercepto do modelo.

$\beta_1$ : parâmetros do modelo de regressão.

$\varepsilon$ : termo do erro.

Assim, tem-se a estrutura apresentada na Equação 6.2 para o Modelo de Previsão 2, conforme ajuste à nova estrutura:

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Período} + \beta_2 \cdot \text{CA} + \beta_3 \cdot \text{Resid} + \beta_4 \cdot \text{Comercial} + \beta_5 \cdot \text{Infra} + \beta_6 \cdot \text{Ln}(\text{Acesso}) + \beta_7 \cdot \text{Ln}(A_{\text{terreno}}) + \beta_8 \cdot \text{Ln}(A_{\text{máxima}}) + \beta_9 \cdot \text{Ln}(R_{\text{per}}) \quad (6.2)$$

A partir da conversão dos valores segundo a nova estrutura, procede-se à seqüência de análise do modelo. O teste de correlação apresenta valores semelhantes aos obtidos pelo Modelo 1 contudo, a variável  $R_{per}$  que indica a relação entre o perímetro e a área do terreno, está altamente correlacionada com a  $A_{ter}$  e  $A_{max}$ , sendo linearmente dependentes, devendo ser retiradas da amostra (Tabela 6.7).

Tabela 6.7 – Correlação das variáveis – Modelo 2.

	Valor	Período	CA	Resid.	Comer.	Infra	Acesso	Ater.	Amax.	Rper
Valor	1,000									
Período	<b>0,880</b>	1,000								
CA	0,574	0,293	1,000							
Resid.	-0,302	-0,287	-0,406	1,000						
Comer.	-0,051	-0,005	-0,207	-0,141	1,000					
Infra	<b>0,796</b>	<b>0,848</b>	0,188	-0,177	0,031	1,000				
Acesso	0,359	0,125	<b>0,740</b>	-0,344	0,032	0,053	1,000			
Ater	0,183	0,195	0,242	0,073	-0,165	0,118	0,217	1,000		
Amax	0,422	0,321	<b>0,640</b>	-0,192	-0,221	0,197	0,505	<b>0,890</b>	1,000	
Rper	-0,198	-0,189	-0,278	-0,067	0,191	-0,119	-0,254	<b>-0,992</b>	<b>-0,898</b>	1,000

Retiradas as variáveis citadas, é gerada a regressão dos dados ajustados segundo o modelo log-log. Os resultados obtidos apresentados na Tabela 6.8 mostraram-se superiores aos do modelo linear (com coeficiente de determinação equivalente à 0,9103, enquanto o R-quadrado ajustado apresenta valor de 0,9087).

Tabela 6.8 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 2.

Estatísticas de Regressão		Parâmetros calculados			
Estatística	Valor	Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Stat t
<b>R-Quadrado</b>	0,9103	Interseção	-220,0349	11,2385	-19,5786
		Período - ano de venda	0,1109	0,0056	19,6832
<b>R-quadrado ajustado</b>	0,9087	CA – coef. de aproveitamento	0,1090	0,0072	15,0491
		Resid. – uso residencial	0,1349	0,0272	4,9577
<b>Erro padrão</b>	0,1617	Comercial – uso comercial	0,0473	0,0293	<b>1,6169</b>
		Infra – presença metrô	0,2519	0,0314	8,0302
<b>Observações</b>	400	Acesso – distância à estação	0,0917	0,0896	<b>1,0235</b>
<b>Valor do F</b>	568,135	Aterreno – área do terreno	-0,0803	0,0205	-3,9242

As variáveis *Comercial* e *Acesso*, pela análise da estatística t, não influenciam a variável dependente, devendo, *a priori*, serem retiradas do modelo. Contudo, a variável *Comercial* não deve ser retirada, pois faz parte, em conjunto com a variável *Resid*, do parâmetro que indica o tipo de uso o qual o lote se destina. A variável *Acesso*, por sua vez, é necessária ao modelo de previsão pois reflete a condição da distância do lote às estações do STPM, sendo responsável por parte do Índice de Influência desenvolvido neste estudo.

Comparando os valores previstos pelo modelo log-log com os reais utilizados para o seu desenvolvimento, observa-se uma melhor adequação aos dados, principalmente no período que corresponde à situação sem a presença da infra-estrutura de transporte metroviária instalada, conforme se observa pela análise da Figura 6.10.

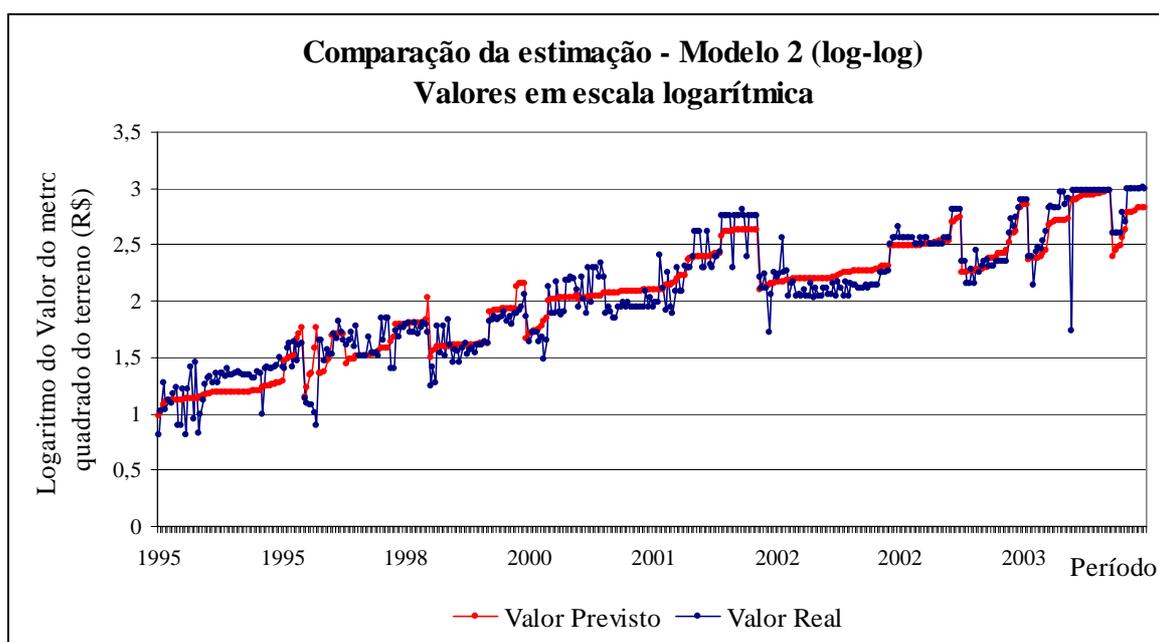


Figura 6.10 – Validação do Modelo 2 – Log-log (valores logarítmicos)

Observa-se que em razão do ajuste dos dados à função logarítmica, não há os valores negativos de terrenos observados no Modelo 1. Assim, os valores previstos foram mais condizentes com a realidade, suprimindo uma deficiência do modelo anteriormente desenvolvido. É necessário ainda realizar a transformação dos valores logarítmicos previstos para sua forma original, conforme Figura 6.11.

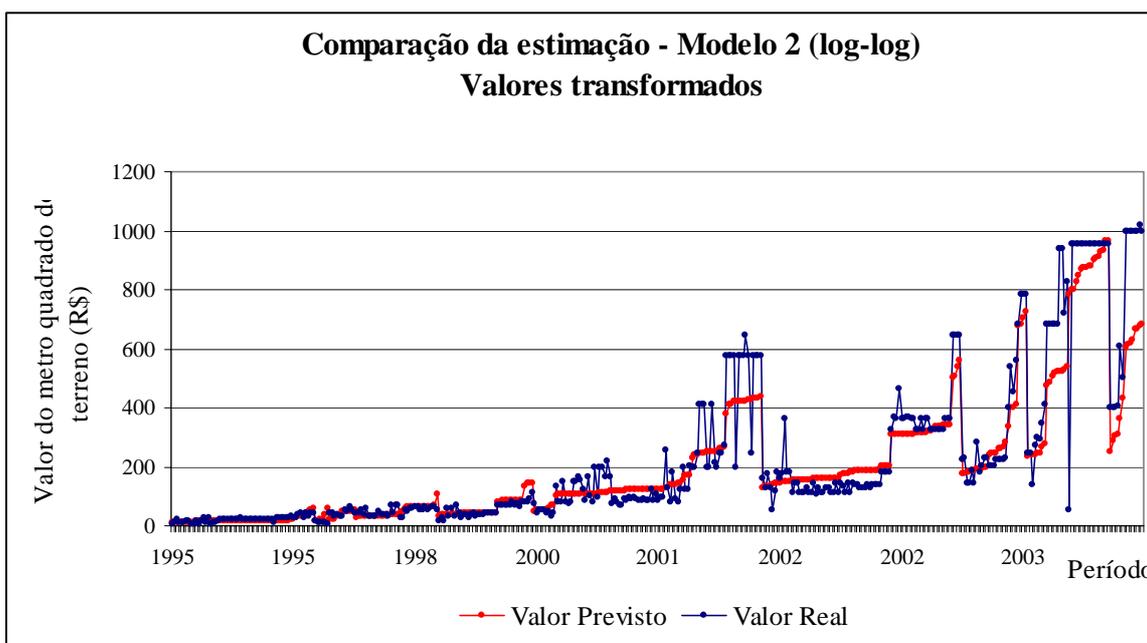


Figura 6.11 – Validação do Modelo 2 – Log-log (valores transformados)

Apesar das restrições desse modelo em razão da não-retirada das variáveis indicadas anteriormente, o mesmo apresenta-se ajustado pela comparação entre os valores previstos e reais. Um inconveniente de se trabalhar com o modelo do tipo log-log é o de sempre realizar a transformação logarítmica dos dados de entrada, porém o resultado obtido compensa esse empecilho.

A Equação final 6.3, portanto, apresenta a seguinte estrutura:

$$\ln(V_{m^2}) = -220,0349 + 0,1109 \cdot \text{Período} + 0,1090 \cdot \text{CA} + 0,1349 \cdot \text{Resid} + 0,0473 \cdot \text{Comercial} + 0,2519 \cdot \text{Infra} + 0,0917 \cdot \ln(\text{Acesso}) - 0,0803 \cdot \ln(A_{\text{terreno}}) \quad (6.3)$$

Independente do ajuste logarítmico dos dados realizados no Modelo 2, o valor da interseção gerada continua negativo, mas com valor menor se comparado com o obtido pelo Modelo 1. Em razão do desenvolvimento do modelo e da análise das variáveis de entrada, identifica-se a variação entre as escalas de grandeza dos diversos parâmetros,

procedendo-se, assim, ao ajuste da variável *Período* a uma escala numérica mais compatível com as demais variáveis. O Modelo 3 será gerado tomando como referência o Modelo 1, para ao fim, aplicá-lo à estrutura funcional do modelo log-log.

### 6.4.3.3 Modelo de Previsão 3

Constatado o problema do sinal da interseção dos Modelos 1 e 2, foi realizado um ajuste quanto as unidades do parâmetro de entrada *Período*, sendo essa uma variável qualitativa. Contudo, quando a mesma é observada em conjunto com as demais variáveis, verifica-se uma diferença de escala de valor, o que possivelmente incide na interseção.

Considerando que essa variável varia entre os anos de 1995 e 2005, e o ano de 2001 é o período em que o metrô entra em operação, realiza-se um ajuste formal, considerando o ano em que o sistema de transporte público entra em operação no período “0”, variando os demais unitariamente, com sinais positivos e negativos, conforme a posição do respectivo ano em relação ao período inicial (Tabela 6.9).

Tabela 6.9 – Ajuste do parâmetro *Período* do Modelo 3

Ano	Variável	Ano	Variável	Ano	Variável
1995	-6	1999	-2	2003	+2
1996	-5	2000	-1	2004	+3
1997	-4	<b>2001</b>	<b>0</b>	2005	+4
1998	-3	2002	+1		

Após o ajuste da variável período, prossegue-se a análise dos dados por meio da análise de correlação do modelo de previsão. A partir dos valores observados na Tabela 6.10 verifica-se uma alta correlação entre os seguintes grupamentos de variáveis: *Período* e *Infra*, com valor de correlação equivalente à 0,848, e *Amax* e *Ater* equivalente à 0,845.

Tabela 6.10 – Correlação das variáveis – Modelo 3

	Valor	Período	CA	Resid.	Comer.	Infra	Acesso	Ater.	Amax.	Rper
<b>Valor</b>	1,000									
<b>Período</b>	0,672	1,000								
<b>CA</b>	0,625	0,293	1,000							
<b>Resid.</b>	-0,210	-0,287	-0,406	1,000						
<b>Comer.</b>	-0,088	-0,005	-0,207	-0,141	1,000					
<b>Infra</b>	0,572	<b>0,848</b>	0,188	-0,177	0,031	1,000				
<b>Acesso</b>	-0,387	-0,134	-0,698	0,352	-0,065	-0,055	1,000			
<b>Ater</b>	0,050	0,107	-0,038	0,053	0,015	0,069	0,034	1,000		
<b>Amax</b>	0,340	0,245	0,385	-0,109	-0,073	0,151	-0,208	<b>0,845</b>	1,000	
<b>Rper</b>	-0,309	-0,177	-0,399	-0,022	0,280	-0,098	0,344	-0,565	-0,649	1,000

Pode-se proceder a retirada da variável *Infra* para a geração da regressão do modelo de previsão, pois em razão do ajuste do período para a estrutura proposta na Tabela 6.9, os valores positivos correspondem a presença do STPM na região, enquanto valores negativos representam a situação inversa. Contudo, a mesma será preservada pois, conforme objetivos desta metodologia, é de se estabelecer uma comparação entre as duas situações, sendo essa variável responsável pela situação condicional. A variável *Amax* pode ser retirada em razão da variável *CA*, que representa o coeficiente de aproveitamento do lote.

A Tabela 6.11 apresenta os valores gerados da regressão múltipla dos dados. Conforme os resultados obtidos nos outros modelos, esse se mostrou ajustado em razão dos valores do teste R-Quadrado e teste F. Ainda, a interseção apresentou valor positivo, o que não foi constatado nos anteriormente. No entanto, os resultados do teste *t* mostraram-se inferiores ao do Modelo 1, com a validação de apenas três variáveis: *Período*, *CA* e *Resid.*

Tabela 6.11 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 3.

Estatísticas de Regressão		Parâmetros calculados			
Estatística	Valor	Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Stat t
<b>R-Quadrado</b>	0,6790	Interseção	3,1649	62,8224	0,0504
		Período - ano de venda	50,5446	2,8341	17,8342
<b>R-quadrado ajustado</b>	0,6790	CA – coef. de aproveitamento	66,2342	8,8400	7,4925
		Resid. – uso residencial	130,8543	25,3509	5,1617
<b>Erro padrão</b>	150,7066	Comercial – uso comercial	46,8695	28,6313	<b>1,6370</b>
		Infra – presença metrô	3,6149	30,3567	<b>0,1191</b>
<b>Observações</b>	400	Acesso – distância à estação	-0,0100	0,0067	<b>-1,4935</b>
		Ater – área do terreno	0,0042	0,0026	<b>1,5961</b>
<b>Valor do F</b>	103,3731	Amax – área máxima	-35,3114	175,3449	<b>-0,2014</b>
		Rper – rel. entre per. e área	3,1649	62,8224	<b>0,0504</b>

Algumas incoerências foram observadas quanto aos valores dos parâmetros de estimação , como por exemplo, a variável *Amax*, que teve sinal negativo, ou seja, influenciando negativamente no valor do metro quadrado do imóvel, o que não representa o comportamento real desse parâmetro no valor do solo. Como nos demais modelos, as variáveis que indicam o uso do imóvel (*Resid e Comercial*) apresentaram sinal positivo, valendo as observações anteriores desenvolvida para os demais modelos quanto à este quesito.

Comparando os valores previstos pelo modelo proposto com os valores reais utilizados para sua geração (Figura 6.12), foi observado o mesmo problema do Modelo 1, em que os valores previstos para o período inicial foram negativos, apesar do parâmetro da interseção ser positivo. Assim, adotam-se os critérios utilizados no Modelo 2 quanto à estrutura funcional do modelo de regressão para resolução desta falha.

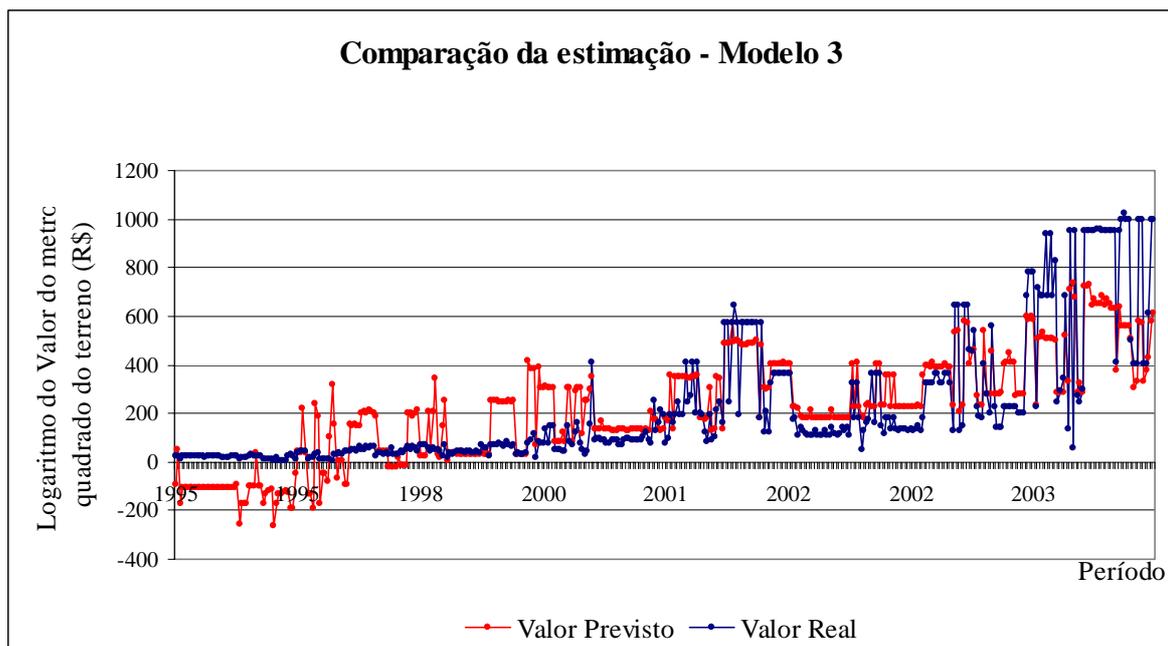


Figura 6.12 – Gráfico de validação do Modelo 3

#### 6.4.3.4 Modelo de previsão 4

Em razão dos valores negativos calculados pelo Modelo 3 e adotando os procedimentos utilizados no Modelo 2 deste estudo, será realizado um ajuste da forma funcional do modelo de regressão linear à forma logarítmica, adotando o modelo de regressão do tipo log-log. A estrutura funcional desse modelo é representada pela Equação 6.1, com o ajuste dado pela Equação 6.2, apresentadas anteriormente.

A análise de correlação apresentada na Tabela 6.12, indica que algumas variáveis possuem alto grau de correlação entre si, devendo-se realizar alguns ajustes, como por exemplo, a retirada das variáveis *Amax* e *Rper*, pois essas possuem um alto grau de correlação com a variável *Ater*. Assim, propõe-se a retirada dessas variáveis para a geração da regressão a partir do modelo log-log.

Tabela 6.12 – Correlação das variáveis – Modelo 4.

	Valor	Período	CA	Resid.	Comer.	Infra	Acesso	Ater.	Amax.	Rper
<b>Valor</b>	1,000									
<b>Período</b>	0,880	1,000								
<b>CA</b>	0,574	0,293	1,000							
<b>Resid.</b>	-0,302	-0,287	-0,406	1,000						
<b>Comer.</b>	-0,051	-0,005	-0,207	-0,141	1,000					
<b>Infra</b>	0,796	0,848	0,188	-0,177	0,031	1,000				
<b>Acesso</b>	-0,359	-0,125	-0,740	0,344	-0,032	-0,053	1,000			
<b>Ater</b>	0,183	0,195	0,242	0,073	-0,165	0,118	-0,217	1,000		
<b>Amax</b>	0,422	0,321	0,640	-0,192	-0,221	0,197	-0,505	0,890	1,000	
<b>Rper</b>	-0,238	-0,177	-0,399	-0,022	0,280	-0,098	0,350	-0,942	-0,915	1,000

Os resultados obtidos com a regressão mostraram-se superiores aos provenientes do Modelo 3 (Tabela 6.13), com coeficiente de determinação equivalente à 0,8953, enquanto o R-quadrado ajustado apresenta valor de 0,8937. Apenas a variável acessibilidade apresentou valores insuficientes da estatística t, conforme os resultados dos demais modelos.

Tabela 6.13 – Parâmetros estimados para o modelo de previsão – Modelo 4

Estatísticas de Regressão		Parâmetros calculados			
Estatística	Valor	Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Stat t
<b>R-Quadrado</b>	0,9103	Interseção	1,8470	0,0754	24,4862
		Período - ano de venda	0,1109	0,0056	19,6832
<b>R-quadrado ajustado</b>	0,9087	CA – coef. de aproveitamento	0,1090	0,0072	15,0491
		Resid. – uso residencial	0,1349	0,0272	4,9577
<b>Erro padrão</b>	0,1617	Comercial – uso comercial	0,0473	0,0293	1,6169
		Infra – presença metrô	0,2519	0,0314	8,0302
<b>Observações</b>	400	Acesso – distância à estação	-0,0917	0,0896	-1,0235
<b>Valor do F</b>	568,1350	Ater – área do terreno	-0,0803	0,0205	-3,9242

Comparando os valores previstos pelo modelo log-log com os reais utilizados para o seu desenvolvimento, observa-se uma melhor adequação aos dados quando analisados conjuntamente, principalmente no período que corresponde à situação sem a presença da infra-

estrutura de transporte metroviária instalada (Figura 6.13). No entanto, para uma comparação mais adequada, deve-se proceder à transformação dos valores logarítmicos à sua forma original, observadas neste momento, as diferenças entre os modelos propostos (Figura 6.14).

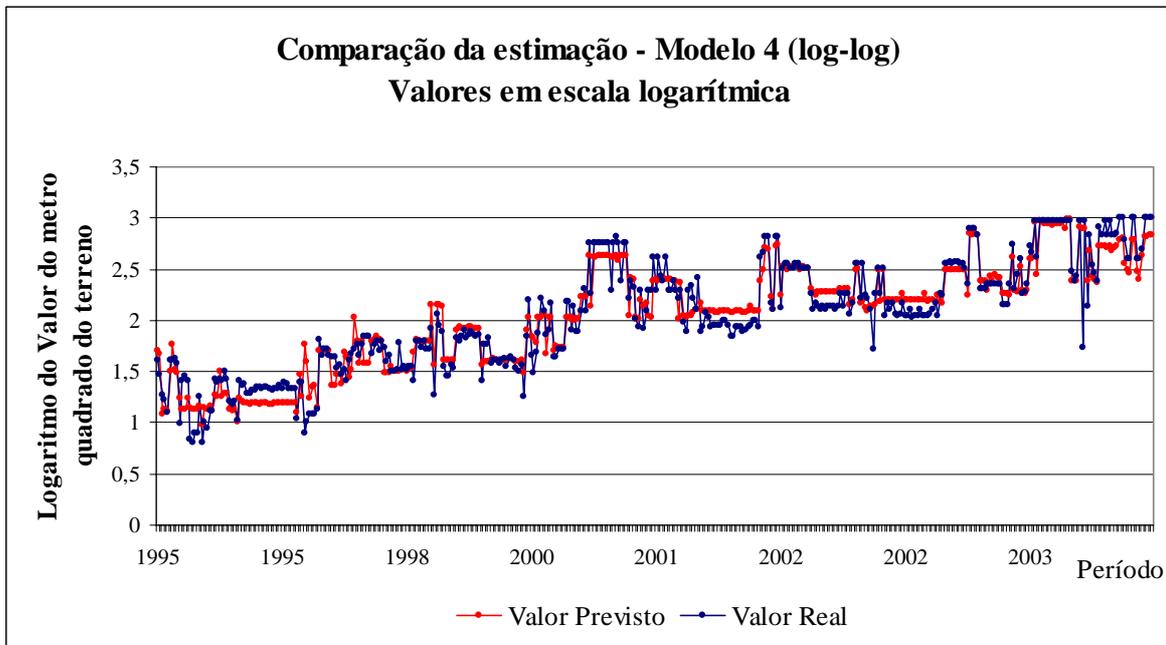


Figura 6.13 – Validação do Modelo 4 – Log-log (valores logarítmicos)

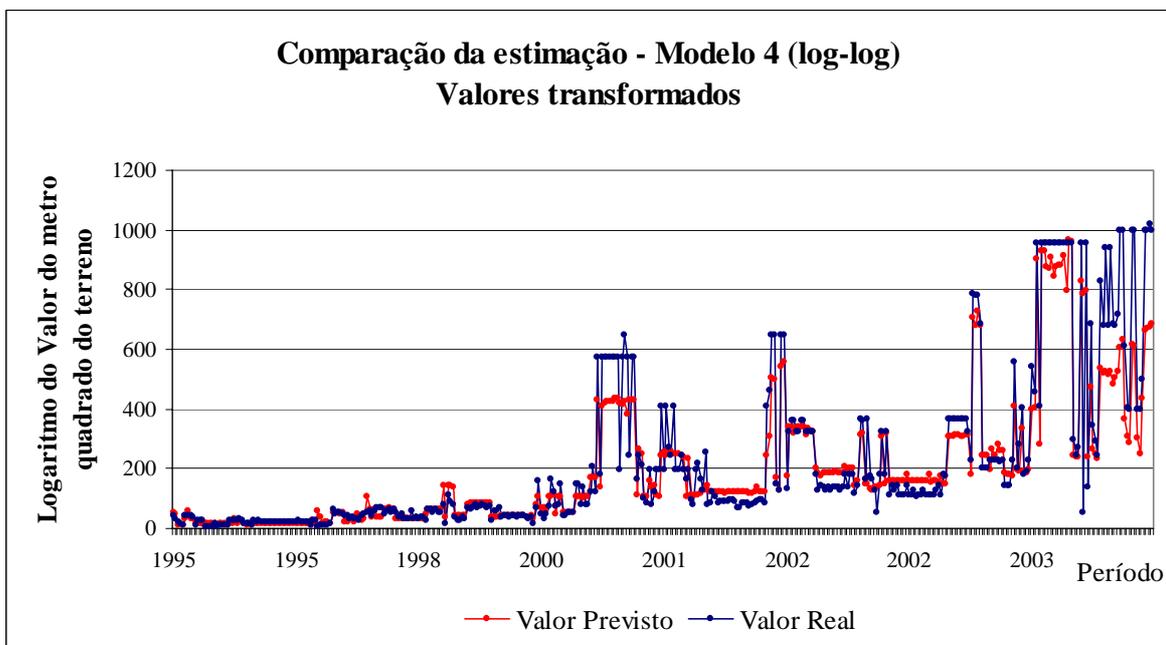


Figura 6.14 – Validação do Modelo 4 – Log-log (valores transformados)

O modelo é válido para aplicação, principalmente em razão da previsão de valores positivos para os períodos iniciais de venda dos imóveis. Recomenda-se, no entanto, que o seu uso deva ser feito apenas quando se não se consiga o ajuste dos dados necessários à previsão de valores positivos. Ressalta-se que o mesmo apresentou resultado diferente quanto ao coeficiente de determinação do obtido pelo Modelo 2, sendo ligeiramente inferior. Contudo, em função da redução do número dos parâmetros de entrada, esse resultado era esperado.

A Equação 6.4 a ser utilizada para quantificação da mais-valia imobiliária apresenta a seguinte estrutura:

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = 1,8470 + 0,1109 \cdot \text{Período} + 0,1090 \cdot \text{CA} + 0,1349 \cdot \text{Resid} + 0,0473 \cdot \text{Comercial} + 0,2519 \cdot \text{Infra} - 0,0917 \cdot \text{Ln}(\text{Acesso}) - 0,0803 \cdot \text{Ln}(A_{\text{terreno}}) \quad (6.4)$$

## 6.5 QUANTIFICAÇÃO DA MAIS-VALIA

A determinação da mais-valia decorrente da implantação do sistema metroviário na região é realizada a partir da aplicação do modelo de previsão desenvolvido aos terrenos identificados dentro da área de influência direta do sistema de transporte público metroviário. Adotar-se-á como horizonte o ano de 2010, sendo esse período definido em função da metade do tempo de retorno do investimento, considerando o ano base de 1995. Note que em razão do ajuste da variável *Período*, o ano considerado como limite equivale ao valor 9, já que a base de referência corresponde ao ano de 2001

Como exemplo desse processo, temos o mesmo terreno utilizado no subitem para delimitação da área de influência, situado na Avenida Pau Brasil, lote 10, próximo à segunda estação do sistema, o qual apresenta as seguintes características:

- área do terreno: 2889,61
- Coeficiente de Aproveitamento: 7;
- Uso do solo: misto;
- Índice de Acesso: 1,70.

Aplicando os valores acima na Equação 6.3 desenvolvida anteriormente, para o ano definido como horizonte de projeto, e delimitando como condição a ausência e a presença da infra-estrutura de transporte público, ter-se-á:

- sem infra-estrutura de transporte.

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = 1,8470 + (0,1109 \cdot 9) + (0,1090 \cdot 7) + (0,1349 \cdot 0) + (0,0473 \cdot 0) + (0,2519 \cdot 0) - ((0,0917 \cdot \text{Ln}(1,7)) - (0,0803 \cdot \text{Ln}(2889,61)))$$

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = 3,3091$$

$$V_{m^2} = \text{R\$ } 2.037,33$$

- com infra-estrutura de transporte.

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = 1,8470 + (0,1109 \cdot 9) + (0,1090 \cdot 7) + (0,1349 \cdot 0) + (0,0473 \cdot 0) + (0,2519 \cdot 1) - ((0,0917 \cdot \text{Ln}(1,7)) - (0,0803 \cdot \text{Ln}(2889,61)))$$

$$\text{Ln}(V_{m^2}) = 3,561$$

$$V_{m^2} = \text{R\$ } 3.638,83$$

A diferença entre as situações equivale à 78,60%, o que corresponde ao acréscimo de valor decorrente da infra-estrutura instalada. O capital total incorporado deverá ser obtido multiplicando o valor do metro quadrado do terreno encontrado pela sua área, resultando em um valor equivalente à R\$ 5.887.103,56, para a situação sem metrô. Para a situação que representa a existência do metrô, o valor do lote equivale à R\$ 10.514.815,95, um acréscimo de R\$ 4.627.712,39.

Considerando os 348 terrenos dentro da área de influência do sistema metroviário, têm-se os seguintes valores:

- sem infra-estrutura de transporte: **R\$ 1.132.408.565,19** (Hum bilhão, cento e trinta e dois milhões, quatrocentos e oito mil, quinhentos e sessenta e cinco reais e dezenove centavos);
- com infra-estrutura de transportes: **R\$ 2.022.568.064,24** (Dois bilhões, vinte e dois milhões, quinhentos e sessenta e oito mil, sessenta e quatro reais e vinte e quatro centavos).

O valor incorporado, conforme o modelo escolhido, é de R\$ 890.159.499,05 (oitocentos e noventa milhões, cento e cinquenta e nove mil, quatrocentos e noventa e nove reais e cinco

centavos), quantia considerável se a compararmos com o custo de implantação de um sistema de transporte desta natureza.

Vale ressaltar que o modelo desenvolvido indiretamente incorpora as variações de mercado entre outros fatores que impactam no valor do solo urbano, em função das variáveis utilizadas como entrada. Contudo, aconselha-se que o mesmo deva ser aplicado com precaução para determinar a mais-valia resultante de uma intervenção.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho desenvolve uma metodologia para estimar a mais-valia imobiliária decorrente da implantação de um sistema de transporte público. A revisão bibliográfica é desenvolvida com enfoque nos principais impactos da implantação de infra-estruturas de transportes, notadamente as de transporte público. Procura-se estabelecer, a partir dos estudos analisados, em que medida se dá o incremento ou redução do valor do solo de uma determinada área de projeto a partir da implantação do sistema de transporte público metroviário.

Reconhece-se, ainda, a importância de projetos de transporte público na cidade como elemento indutor de desenvolvimento e ordenamento territorial. O seu provimento gera diversos impactos no meio, dos quais se destaca a valorização imobiliária. Essa valorização é incorporada pelos proprietários dos imóveis da área onde está instalada a infra-estrutura, sendo o foco desta dissertação, o sistema de transporte público metroviário. É constatado ainda que a delimitação dos beneficiários de tais projetos é atualmente realizada de modo empírico, baseada em distâncias de caminhada aos pontos de acesso ao sistema, por exemplo. Nesse processo, os terrenos que se situam dentro da área estabelecida a partir de um raio concêntrico à estação são considerados beneficiários diretos.

Um outro ponto observado, refere-se ao processo de estimação da valorização decorrente da implantação de tais projetos, cuja avaliação é promovida *a posteriori* da instalação da infra-estrutura de transportes. Esse processo é consubstanciado a partir de procedimentos de avaliação de imóveis, resultando em previsões estáticas, desconsiderando a evolução temporal da valorização. Nota-se ainda que a grande maioria dos estudos busca analisar o impacto das variáveis no valor do solo, e não antever esse impacto.

Assim, desenvolve-se uma proposta metodológica que busca definir os beneficiários decorrentes da implantação do sistema de transporte e mensurar o impacto no valor do solo nos terrenos reconhecidos como integrantes da área de influência. Utiliza-se para delimitação dessa área ferramentas geoestatísticas. Para estimação dos impactos,

desenvolve-se um modelo estatístico de previsão do valor do solo, adaptado a partir dos modelos de avaliações de imóveis e de técnicas estatísticas.

Para aferição da metodologia, utiliza-se como estudo de caso a implantação do sistema de transporte público metroviário na região administrativa de Águas Claras, que é uma cidade que teve sua criação pautada na expectativa de desenvolvimento do sistema metroviário, e sua evolução decorrente da implementação gradual do sistema. Tem-se como pressuposto inicial, que a distância do terreno ao sistema é de fundamental importância para a valorização do solo, correspondendo ao impacto que se pretende avaliar da implantação do sistema.

No entanto, a partir da correlação entre o inverso da distância dos terrenos às estações do sistema metroviário (Índice de Facilidade de Acesso) com o valor do solo observado no momento da venda dos lotes, demonstra que a relação distância e valor não é tão simplista. A metodologia para delimitação da área de influência demonstra que o impacto ocorre de modo disperso no território, não somente concentrado nas áreas lindeiras às estações. O processo de interpolação pela krigagem (ferramenta geoestatística) resulta em uma superfície do fenômeno observado, que delimita os limites da área de influência em função das classes estabelecidas pelo Índice de Influência obtido.

A delimitação das classes de influência, contudo, é definida a partir da sensibilidade do pesquisador, já que não existe um indicador que estabeleça o limite dos benefícios recebidos. Uma possibilidade que se observa de aplicação, não tratada neste estudo, é a de não se determinar à área de influência do projeto, mas sim a hierarquia ou níveis do impacto sobre o valor do solo. Desta forma, para uma posterior parceria entre os beneficiários e o Poder Público, a cobrança em função da mais-valia seria ponderada em razão da classe do índice de influência no qual o terreno encontra-se inserido, distribuindo os ônus de modo equânime à população.

O modelo de previsão desenvolvido demonstra-se aplicável ao estudo de caso, apesar das considerações realizadas ao longo do capítulo, tais como a permanência de certas variáveis, apesar de estatisticamente irrelevantes. A conservação destas variáveis se deu em função do potencial que elas possuem para a ferramenta quando da aplicação a outros estudos de casos, senão o utilizado para este estudo. Citando, por exemplo, a variável *Acesso*, que não

se mostrou significativamente relevante, mas é um fator importante pois delimita uma condição locacional ao modelo.

Um outro ponto que vale ressaltar é o não isolamento de fatores como a especulação imobiliária, que pode vir a impactar positivamente ou negativamente no valor do solo. Salienta-se ainda que parte dela é incorporada ao modelo em decorrência da variação do valor do solo em relação ao período da venda, que incorpora as variações econômicas e do mercado imobiliário ao modelo de previsão.

Para o caso de Águas Claras, a metodologia mostrou-se compreensível e válida, à medida que consegue estimar a mais-valia decorrente do processo de implantação e operação da infra-estrutura do sistema. Em termos absolutos, os valores calculados mostraram-se elevados, contudo, os mesmos representam a tendência estatística calculada para o um dado horizonte de projeto. É fato que os valores não seguem “a rigor” o comportamento da curva, mas consiste em uma primeira aproximação para estimar o valor incorporado em um período conhecido.

A metodologia proposta, conforme constatado, é passível de aplicação na sua totalidade ou em separado, não somente para o caso do sistema de transporte público metroviária, mas para implantação de infra-estruturas de transportes de modo mais abrangente ou de pólos geradores de viagens. Vale ressaltar ainda a necessidade da aplicação da metodologia a diferentes estudos de casos, com vistas à verificação da capacidade de estimação da proposta ora apresentada.

O potencial desta metodologia como instrumento de regulação e gestão urbanística é evidente à medida que pode ser utilizada como ferramenta de controle do impacto no valor do solo, bem como base para engenharia financeira de parcerias público-privadas. Observa-se ainda que, com a gradual implementação dos preceitos do Estatuto da Cidade, faz-se necessário o desenvolvimento de elementos para o cumprimento da função social da propriedade, que necessitam não somente da base teórica, como também do instrumental necessário para sua correta execução.

Reconhece-se de relevante interesse científico a continuação desta pesquisa, recomendando os seguintes temas para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- aplicação de outras ferramentas para o desenvolvimento da metodologia para estimação do impacto no valor do solo, utilizando técnicas de Inteligência Artificial, por meio de Redes Neurais, ou o uso de regressão espacial, de modo que se tenha base de comparação entre as duas ferramentas;
- aplicação da metodologia desenvolvida para outros estudos de caso, seja a partir do sistema metroviário do Distrito Federal ou em outro município do Brasil, de modo a verificar a eficácia do modelo de previsão à casos distintos;
- aperfeiçoamento da metodologia para delimitação da área de influência por meio do desenvolvimento do processo de hierarquização das classes do Índice de Influência;
- implementação no âmbito da administração municipal, da metodologia como instrumento de captação financeira e redistributivo dos ônus da urbanização.

É importante ressaltar que este estudo não busca tratar extensivamente do tema mais-valia urbana, mas sim fornecer bases para instrumentalização de seu retorno à sociedade, além de contribuir para o desenvolvimento de modelos preditivos que consigam estimar o impacto futuro de intervenções em infra-estrutura de transportes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2001). *NBR 14.652-1 Avaliação de bens - Parte 1: procedimentos gerais*. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_ (2004). *NBR 14.652-2 Avaliação de bens - Parte 2: imóveis urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT.

Averbeck, C.E. (2003) *Os Sistemas de Cadastro e Planta de Valores no Município: Prejuízos da Desatualização*. Florianópolis. Internet: [http://downloads.caixa.gov.br/arquivos/gestao\\_urbana/plano\\_diretor/CADASTRO\\_PLANTAS\\_VALOR.PDF](http://downloads.caixa.gov.br/arquivos/gestao_urbana/plano_diretor/CADASTRO_PLANTAS_VALOR.PDF)

Benitez, R.M. (1999) *A infra-estrutura, sua relação com a produtividade total dos fatores e seu reflexo sobre o produto regional*. Planejamento e Políticas Públicas, Vol.1, No.1

Brasil (1966) Leis. Lei Federal nº 5.172, de 25 de outubro de 1996 (alterada pela Lei Complementar nº 118, de 09 de fevereiro de 2005). Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional. Internet: <http://www.presidencia.gov.br/ccivil/Leis/L5172.htm>

Brasil (1988). Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Internet: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm) - 103k - 28 mai. 2005

\_\_\_\_\_ (1997). Departamento Nacional de Estradas e Rodagens. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. *Glossário de Termos Técnicos Rodoviários*. Rio de Janeiro: IPR Publicações.

\_\_\_\_\_ (2001). Leis. Lei Federal No. 10.257 de 10 de Julho de 2001. Internet: [https://www.presidencia.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LEIS\\_2001/L10257.htm](https://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm)

\_\_\_\_\_ (2004). Ministério das Cidades. *Plano Diretor Participativo – Guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos*. Internet: <http://cidades.gov.br>

Brondino, N.C.M. (1999) *Estudo da influência da acessibilidade no valor de lotes urbanos através do uso de redes neurais*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Caldas, E. de L., Silva, G.H. de P. (2000) *Contribuição de Melhoria*. In: Dicas Instituto

Polis – Idéias para a ação Municipal. n.º 152. Internet:  
[http://www.polis.org.br/download/arquivo\\_boletim\\_101.pdf](http://www.polis.org.br/download/arquivo_boletim_101.pdf)

Camargo, E., Druck, S., Câmara, G. (2004) Análise Espacial de Superfícies. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*, eds Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. Brasília, EMBRAPA.

CBTU – Metrô de Belo Horizonte (2005) <http://www.metrobh.gov.br/principal.asp>

Cervero, R. (1998) *The Transit Metropolis: a global inquiry*. Washington: Island Press.

\_\_\_\_\_ (2001) *Integração de Transporte Urbano e Planejamento Urbano*. Belo Horizonte: Escola de Governo da Fundação João Pinheiro. Curso de Gestão Urbana e de Cidades.

Chou, Y. (1996) *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems*. Santa Fé: On Word Press.

Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos - Metrofor (2005)  
<http://www.metrofor.ce.gov.br/numeros.htm>

Companhia de Transporte de Salvador (2005). <http://www.metro.salvador.ba.gov.br/>

Companhia do Metropolitano de São Paulo (2005). <http://www.metro.sp.gov.br/>

Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (2005) [www.metro.df.gov.br/](http://www.metro.df.gov.br/)

Dantas, A. S. (2002) *Neural-Geo-Temporal (NGTM) for person travel demand modelling in the strategic planning of urban transportation*. Nagoya: NIT, Doctoral Thesis. Department of Architecture and Civil Engineering, Nagoya Institute of Technology.

De Cesare, C.M. (1998) *Using the Property Tax for Value Capture: A Case Study from Brazil*. Lincoln Institute of Land Policy - Land Lines: Vol. 10, No. 1.

Diaz, R.B. (1999) *Impacts of Rail Transit on Property Values*. Booz Allen & Hamilton Inc. Mclean, VA.

Din, A., Hoesli, M., Bender, A. (2001) *Environmental variables and real estate prices*. Urban Studies, Vol. 38, pp. 1989-2000.

Distrito Federal (1992). Leis. Lei Distrital n.º 385, de 16 de dezembro de 1992. Autoriza a

implantação do Bairro Águas Claras, na Região Administrativa de Taguatinga - RA III e aprova o respectivo Plano de Ocupação.

Internet: <http://www.mpdft.gov.br/assjur/ldf/1992/385.htm>

\_\_\_\_\_ (2003) Leis. Lei Distrital nº 3.153, de 6 de maio de 2003. Cria as Regiões Administrativas que especifica e dá outras providências. Internet:

[http://sileg.sga.df.gov.br/sileg/default.asp?arquivo=http%3A//sileg.sga.df.gov.br/sileg/legislacao/distrital/LeisOrdi/LeiOrd2003/lei\\_ord\\_3153\\_03.htm](http://sileg.sga.df.gov.br/sileg/default.asp?arquivo=http%3A//sileg.sga.df.gov.br/sileg/legislacao/distrital/LeisOrdi/LeiOrd2003/lei_ord_3153_03.htm)

Do, A. Q., Grudnitski, G. (1992) *A neural network approach to residential property appraisal*. Real Estate Appraiser Chicago: Vol. 58 No. 3, pp. 38-45, Dezembro 1992.

Federação Nacional do Fisco Estadual – Fenafisco (nd) Internet: <http://www.fenafisco.org.br/>

Fiker, J. (2001) *Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos*. São Paulo: Ed. Pini.

Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (2005) [www.trensurb.com.br/](http://www.trensurb.com.br/)

Furtado, F. (2000) *Rethinking Value Capture Policies for Latin America*. Lincoln Institute of Land Policy - Land Lines: Vol. 12, No. 3

Guedes, J. C. (2005) *O emprego de inteligência artificial na avaliação de bens*. Internet: <http://pellisistemas.com.br/home.asp>

Harvey, Jack. (1996) *Urban Land Economics*. 4ªed London: Macmillan Press.

Hill, R.C., Griffiths, W.E., Judge, G.G. (2003) 2ªed *Econometria*. São Paulo: Saraiva

INPE (2002) *SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Processamento de Imagens.

Kawamoto, Eiji.(1994) *Análise de Sistema de Transportes*. 2ªed São Carlos

Maguire,D. (1991) *An Overview and Definition of GIS*. In: Maguire,D., Goodchild, M., Rhind, D. (eds) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. New York, John Wiley and Sons.

Manheim, M.L. (1979) *Fundamentals of transportation systems analysis*. Cambridge: The MIT Press.

McGreal, S., Adair, A., McBurney, D., Patterson, D. (1998) *Neural networks: the prediction of residential values*. Journal of Property Valuation & Investment Bradford: Vol. 16 No.1, pp. 57 – 64.

Metrô Rio (2005) [www.metrorio.com.br/](http://www.metrorio.com.br/)

National Cooperative Highway Research Program – NCHRP (2001). *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects* Transportation Research Board Washington: National Academy Press

Nguyen, N., Cripps, A. (2001) *Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks*. The Journal of Real Estate Research. Vol. 22, No.3, pp.313.

Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, French, N. (2003) *Real estate appraisal: A review of valuation methods*. Journal of Property Investment & Finance. Bradford: Vol. 21, No. 4, pp. 383 – 402.

Pedler, A. (2003) *A transport planners' guide to capturing land value uplift*. Transport Planning Society. Internet: <http://www.tps.org.uk/activities/bursaries/bursary2003.htm>

Pelli Neto, A., Zárata, L.E. (2005) *Avaliação de imóveis urbanos com utilização de redes neurais artificiais*. XII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Belo Horizonte – MG.

Rybeck, R. (2002) *Using Value Capture to Finance Infrastructure & Encourage Compact Development*. Transportation Research Board - Committee on Transportation and Economic Development.

Smith, J.J., Gihring, T.A. (2004) *Financing Transit Systems Through Value Capture – An Annotated Bibliography*. Canada: Victoria Transport Policy Institute. Internet: <http://www.vtppi.org/smith.htm>

Setti, J.R., Widmer, J.A.(1998) *Tecnologia de Transportes*. 2ªed São Carlos

Superintendência de Trens Urbanos do Recife (2005) [www.metrorec.com.br/metrorec](http://www.metrorec.com.br/metrorec)

Taco, P.W.G. (1997) *Modelo de Geração de Viagens com Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto*. Brasília: UnB, Dissertação de

Mestrado em Transportes Urbanos. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

Teixeira, G.L. (2003) *Uso de dados censitários para identificação de zonas homogêneas para planejamento de transportes utilizando estatística espacial*. Dissertação de mestrado, Publicação T.Dm-010A/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

The Royal Institution of Chartered Surveyors – RICS (2002) *Land Value and Public Transport – Stage 1: Summary of findings*. Department of Transport. Office of the Deputy Prime Minister. Reino Unido.

Transit Cooperative Research Program – TCRP (1995) *An Evaluation of the Relationships between Transit and Urban Form* Federal Transit Administration - Transportation Research Board. No.7

Transit Cooperative Research Program – TCRP (1996) *Report 16 – Transit and Urban Form*. Transportation Research Board Washington: National Academy Press

Transit Cooperative Research Program – TCRP (2002) *Transit-Oriented Development and Joint Development in the United States: A Literature Review*. Federal Transit Administration - Transportation Research Board. No.52

Vanderhohe, A. P. *et al.* (1993) *Adaptation of Geographic Information System for Transportation*. Wisconsin: National Academy Press

Worzala, E., Link, M., Silva, A. (1995) *An exploration of neural networks and its application to real estate evaluation*. The Journal of Real Estate Research. Vol. 10 No.3, pp. 185-201.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS EM APUD

- Anselin, L. (1992) *Spatial data analysis with GIS: An introduction to application in the Social Sciences* – Technical Report 92-10. National Center for Geographic Information and Analysis. University of Califórnia.
- Gatrell, A.C. (1991). *Concepts of Space and Geographical Data* In: *Geographical Information Systems – Volume 1: Principles*, eds. Maquire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind, D.W. Longman Scientific & Technical.
- Guedes, J.C. (1995). *O Emprego de Inteligencia Artificial na Avaliação de Bens*. In: VIII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Florianópolis. Anais.
- Hack, J. (2002). *Regeneration and Spatial Development: a Review of Research and Current Practice*, IBI Group, Toronto.
- Huijbregts, C.J. 1975. *Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data*. In: Davis, J.C. & McCullagh, M.J. ed. *Display and analysis of spatial data*. New York. John Wiley, p. 38-53
- Knight, R. and L. Trygg.(1977). *Evidence of Land Use Impacts of Rapid Transit Systems*.Transportation 6.
- Landim, P.M.B. (1998) *Análise Estatística de Dados Geológicos*. Editora Unesp. São Paulo.
- Olea, R. A. (1975). *Optimum mapping techniques using regionalized variable theory*. Kansas, Kansas Geological Survey, 1975. 137p. (Series on Spatial Analysis, 2)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2000) *Integrating Transport in the City. Reconciling the economic, social and environmental dimensions*. OECD proceedings.
- Silva, A. N. R (1998). *Sistemas de Informação Geográfica em Transportes*. Texto apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos para obtenção do título de Livre-Docente. São Carlos.
- Tay, D.P.H., Ho, D.K.H. (1991). *Artificial intelligence and the mass appraisal of residential apartments*, *Journal of Property Valuation & Investment*, 10.
- Walmsley, D.A. and Perrett, K.E. (1992) *The Effects of Rapid Transit on Public Transport and Urban Development*. London: HMSO.

## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A**  
**BANCO DE DADOS**

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
142	208930-0	13,537	-5	2,00	0,00	0,00	0,8736	36146,1510	72401,540	0,02	0
123	211955-2	161,970	1	2,50	0,00	0,00	2,1005	25746,1000	63912,330	0,03	1
122	208982-3	402,000	2	5,00	0,00	0,00	1,7046	9164,4700	45735,000	0,05	1
1049	209137-2	400,000	4	2,00	0,00	0,00	1,4877	21575,2500	42334,000	0,04	1
1043	208923-8	17,881	-2	2,00	0,00	0,00	1,0724	20832,0000	41839,340	0,03	0
196	212548-0	129,570	1	2,00	0,00	1,00	1,6663	20187,8500	41159,600	0,03	1
1017	212172-7	54,000	3	7,00	0,00	0,00	0,945	5840,7000	41062,210	0,06	1
124	211956-0	174,070	1	2,50	0,00	0,00	2,08	15395,8900	40120,000	0,04	1
164	212420-3	574,050	0	7,00	0,00	0,00	0,5988	5584,5300	39144,000	0,05	1
168	212424-6	955,000	3	7,00	0,00	0,00	0,8145	5528,6700	38865,260	0,05	1
171	212427-0	7,874	-5	7,00	0,00	0,00	0,8919	5165,8280	36566,000	0,06	0
1015	212170-0	955,000	3	7,00	0,00	0,00	0,925	4721,8600	33073,390	0,07	1
846	212562-5	999,990	4	5,00	0,00	0,00	1,044	6253,5200	33027,000	0,05	1
842	212558-7	29,487	-6	7,00	0,00	0,00	0,7739	3700,1960	26729,000	0,07	0
1103	212089-5	226,000	2	2,50	0,00	0,00	1,8162	9434,2100	24123,000	0,04	1
174	212526-9	409,000	3	3,00	0,00	0,00	0,9788	7731,0900	23733,000	0,05	1
807	212450-5	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,6833	3215,8700	23059,000	0,07	1
172	212524-2	609,870	4	3,00	0,00	0,00	0,9435	7333,1300	22627,620	0,05	1
840	212556-0	647,360	1	7,00	0,00	0,00	0,79	3239,6500	22576,000	0,07	1
125	211958-7	78,000	0	2,50	0,00	0,00	1,8544	8596,3200	22079,780	0,04	1
1019	212174-3	955,000	3	7,00	0,00	0,00	0,9223	3009,5800	21000,000	0,07	1
161	212417-3	954,000	3	7,00	0,00	1,00	0,5742	3049,8000	20475,000	0,07	1
163	212419-0	954,000	3	7,00	0,00	1,00	0,5883	2889,6100	20475,000	0,08	1
27	212497-1	12,447	-6	2,00	0,00	1,00	1,2799	10275,1530	20402,280	0,04	0
367	212193-0	30,670	-1	2,50	1,00	0,00	1,0976	8047,8700	20207,500	0,05	0
190	212542-0	41,062	-3	2,00	0,00	1,00	1,3191	9868,4640	20000,000	0,05	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
180	212532-3	18,578	-2	2,00	0,00	1,00	1,1159	9751,7460	19871,560	0,05	0
663	212565-0	646,970	1	7,00	0,00	0,00	0,8325	2750,2400	19712,490	0,08	1
297	212148-4	226,000	2	2,50	1,00	0,00	1,8466	7808,6700	19614,450	0,05	1
1052	208792-8	684,000	3	5,00	0,00	0,00	1,078	3842,9800	19569,950	0,06	1
845	212561-7	999,990	4	5,00	0,00	0,00	0,9943	3769,4700	19411,000	0,07	1
60	211889-0	999,840	4	5,00	0,00	0,00	1,381	3901,3600	19085,000	0,07	1
818	212461-0	77,366	-2	7,00	0,00	0,00	0,6173	2669,5810	18525,500	0,08	0
796	212439-4	955,000	3	7,00	0,00	0,00	0,5272	2666,6100	18522,000	0,08	1
812	212455-6	955,000	3	7,00	0,00	0,00	0,6036	2596,9400	18522,000	0,08	1
296	212147-6	227,000	2	3,00	1,00	0,00	1,8517	6608,5500	17737,000	0,05	1
126	211959-5	96,380	0	2,50	0,00	0,00	1,7746	7451,7900	17229,950	0,05	1
94	211935-8	181,460	1	2,50	0,00	0,00	1,764	6594,2100	17114,000	0,06	1
150	208942-4	173,940	1	2,50	0,00	0,00	1,1356	6674,6500	17036,500	0,05	1
405	208857-6	500,000	4	2,50	1,00	0,00	1,2302	6226,7100	15767,780	0,06	1
383	212209-0	226,000	2	2,50	1,00	0,00	0,9647	6147,9400	15759,000	0,06	1
384	212210-3	182,520	1	2,50	1,00	0,00	1,074	5963,5100	15561,000	0,06	1
29	212499-8	16,887	-6	2,00	0,00	1,00	1,3247	7648,0120	15039,000	0,05	0
945	212011-9	1000,000	4	5,00	0,00	0,00	1,5806	2952,7900	14933,000	0,07	1
854	212005-4	683,000	3	5,00	0,00	0,00	1,7158	2968,5700	14932,950	0,07	1
1013	212263-4	12,334	-5	2,00	0,00	1,00	1,2343	7418,6620	14776,680	0,05	0
1012	212262-6	244,000	3	2,00	0,00	1,00	1,205	7403,8500	14769,000	0,05	1
938	208789-8	54,797	-3	5,00	0,00	0,00	0,9544	2668,5510	13387,500	0,08	0
939	208790-1	135,530	-1	5,00	0,00	0,00	1,0382	2591,6300	13385,500	0,08	0
11	208929-7	227,000	2	2,50	0,00	0,00	1,0376	5315,2900	13276,480	0,06	1
154	212410-6	683,000	2	7,00	0,00	0,00	0,7222	2003,8800	13213,000	0,10	1
31	212501-3	403,050	4	2,00	0,00	1,00	1,3577	6440,8100	12902,000	0,06	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
226	212343-6	45,260	-1	2,50	1,00	0,00	1,0989	5117,7300	12778,880	0,06	0
242	212268-5	196,650	0	2,50	1,00	0,00	1,4135	4866,9900	12589,030	0,06	1
115	212159-0	47,243	-3	5,00	0,00	0,00	0,9218	2476,1610	12500,000	0,08	0
1051	208791-0	682,000	3	5,00	0,00	0,00	1,0046	2516,6600	12387,000	0,08	1
243	212269-3	182,130	1	2,50	1,00	0,00	1,4618	4990,8200	12273,950	0,06	1
822	212465-3	574,190	0	7,00	0,00	0,00	0,7577	1700,2700	11900,000	0,10	1
824	212467-0	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,8196	1692,3200	11900,000	0,10	1
800	212443-2	956,000	3	7,00	0,00	0,00	0,7648	1692,1000	11900,000	0,10	1
802	212445-9	956,000	3	7,00	0,00	0,00	0,8449	1679,5800	11900,000	0,10	1
799	212442-4	574,190	0	7,00	0,00	0,00	0,7273	1666,8100	11900,000	0,10	1
801	212444-0	782,000	2	7,00	0,00	0,00	0,8116	1643,6600	11900,000	0,10	1
295	212146-8	181,760	1	2,50	1,00	0,00	1,7796	4386,3900	11455,000	0,06	1
394	212220-0	229,000	2	2,50	0,00	0,00	1,1344	4423,8100	11250,000	0,07	1
84	208810-0	540,000	2	5,00	0,00	0,00	0,8838	2237,7700	11143,900	0,09	1
356	212329-0	86,900	0	2,00	0,00	0,00	0,9815	5422,5800	10900,000	0,06	1
222	212339-8	400,000	4	2,00	0,00	0,00	1,0921	5620,9100	10884,000	0,06	1
232	212591-9	25,476	-3	2,50	1,00	0,00	0,8851	4299,7270	10875,000	0,06	0
293	212144-1	225,000	2	2,50	1,00	0,00	1,7312	4220,4600	10811,780	0,06	1
660	211987-0	162,020	1	2,50	0,00	0,00	1,8784	4229,1800	10642,500	0,06	1
811	212454-8	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,6338	1515,9400	10500,000	0,11	1
787	212430-0	52,983	-3	7,00	0,00	0,00	0,722	1509,9970	10500,000	0,11	0
795	212438-6	646,960	0	7,00	0,00	0,00	0,5983	1489,7300	10500,000	0,11	1
810	212453-0	196,820	0	7,00	0,00	0,00	0,6527	1487,3400	10500,000	0,11	1
793	212436-0	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,6203	1431,8600	10500,000	0,11	1
404	208856-8	25,382	-3	3,00	1,00	0,00	1,133	3627,8340	10350,000	0,07	0
988	212363-0	58,522	-3	5,00	0,00	0,00	0,948	2094,2030	10298,300	0,09	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
975	212358-4	58,522	-3	5,00	0,00	0,00	1,0004	2067,8120	10298,300	0,09	0
746	212377-0	324,020	1	5,00	0,00	0,00	0,8244	1983,6300	10014,900	0,09	1
292	212143-3	226,000	2	2,50	1,00	0,00	1,7325	4025,0600	10000,000	0,07	1
294	212145-0	181,770	1	2,50	1,00	0,00	1,79	3846,4000	10000,000	0,07	1
165	212421-1	10,177	-5	5,00	0,00	0,00	0,652	2019,6470	9750,000	0,10	0
159	212415-7	51,878	-4	5,00	0,00	0,00	0,6228	2015,9510	9750,000	0,10	0
760	212385-1	363,590	1	5,00	0,00	0,00	0,8023	1889,9000	9646,800	0,09	1
66	211895-5	324,080	1	5,00	0,00	0,00	1,0428	1900,1700	9625,000	0,09	1
867	208825-8	1020,810	4	5,00	0,00	0,00	0,8849	1838,7600	9551,250	0,10	1
162	212418-1	45,320	-4	5,00	0,00	0,00	0,5554	1868,9030	9480,000	0,10	0
158	212414-9	45,766	-4	5,00	0,00	0,00	0,6512	1855,7590	9480,000	0,10	0
160	212416-5	52,909	-4	5,00	0,00	0,00	0,595	1855,7590	9480,000	0,10	0
93	208818-5	69,116	-2	5,00	0,00	0,00	1,0183	1867,4150	9460,000	0,10	0
91	208816-9	24,884	-6	5,00	0,00	0,00	0,9763	1851,2870	9460,000	0,10	0
866	208834-7	366,100	1	5,00	0,00	0,00	1,0362	1906,4800	9450,000	0,10	1
670	208843-6	364,920	1	5,00	0,00	0,00	0,9939	1897,4900	9450,000	0,10	1
1113	208832-0	1000,000	4	5,00	0,00	0,00	1,0311	1893,4100	9450,000	0,10	1
92	208817-7	364,920	1	5,00	0,00	0,00	1,0149	1886,8300	9450,000	0,10	1
672	208844-4	364,920	1	5,00	0,00	0,00	1,0393	1879,5500	9450,000	0,10	1
873	208821-5	366,100	1	5,00	0,00	0,00	0,9915	1877,8300	9450,000	0,10	1
90	208815-0	364,920	1	5,00	0,00	0,00	0,965	1876,2600	9450,000	0,10	1
863	208830-4	1000,000	4	5,00	0,00	0,00	0,9971	1871,5800	9450,000	0,10	1
874	208822-3	366,100	1	5,00	0,00	0,00	0,9852	1868,2800	9450,000	0,10	1
926	208783-9	77,600	-1	5,00	0,00	0,00	0,9709	1853,3500	9450,000	0,10	0
927	208784-7	63,075	-3	5,00	0,00	0,00	0,9946	1849,5290	9450,000	0,10	0
671	212569-2	462,110	1	5,00	0,00	0,00	1,0383	1849,4000	9450,000	0,10	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
923	208780-4	52,118	-3	5,00	0,00	0,00	0,9035	1836,6800	9450,000	0,10	0
924	208781-2	33,266	-4	5,00	0,00	0,00	0,8913	1832,5130	9450,000	0,10	0
905	208776-6	77,600	-1	5,00	0,00	0,00	0,9708	1828,1700	9450,000	0,10	0
876	208824-0	62,444	-3	5,00	0,00	0,00	1,0231	1823,8310	9450,000	0,10	0
875	208823-1	681,000	3	5,00	0,00	0,00	1,0311	1806,1200	9450,000	0,10	1
865	208833-9	364,010	1	5,00	0,00	0,00	1,0003	1801,7800	9450,000	0,10	1
886	208807-0	454,000	2	5,00	0,00	0,00	1,003	1792,9300	9450,000	0,10	1
921	208779-0	718,000	3	5,00	0,00	0,00	0,8595	1785,2900	9450,000	0,10	1
925	208782-0	52,118	-3	5,00	0,00	0,00	0,9563	1782,1600	9450,000	0,10	0
151	208943-2	10,895	-6	2,00	0,00	0,00	1,1414	4642,0930	9393,040	0,06	0
844	212560-9	40,734	-6	7,00	0,00	0,00	0,8063	1197,0980	9107,000	0,12	0
1114	208828-2	940,000	3	5,00	0,00	0,00	0,8726	1843,6900	9000,000	0,10	1
719	211867-0	63,579	-3	5,00	0,00	0,00	0,9039	1812,2740	9000,000	0,10	0
862	208829-0	681,000	3	5,00	0,00	0,00	0,9221	1796,4000	9000,000	0,10	1
891	208793-6	79,460	-1	5,00	0,00	0,00	0,8709	1792,5800	9000,000	0,10	0
860	208837-1	410,050	0	5,00	0,00	0,00	0,8709	1787,2000	9000,000	0,10	1
881	208802-9	940,000	3	5,00	0,00	0,00	0,8873	1787,2000	9000,000	0,10	1
664	208840-1	150,430	-1	5,00	0,00	0,00	0,854	1785,7800	9000,000	0,10	0
721	211869-6	147,330	-1	5,00	0,00	0,00	0,9304	1783,5400	9000,000	0,10	0
869	208827-4	150,430	-1	5,00	0,00	0,00	0,8751	1780,0800	9000,000	0,10	0
727	211871-8	80,330	-1	5,00	0,00	0,00	0,916	1777,8600	9000,000	0,10	0
87	208812-6	323,940	1	5,00	0,00	0,00	0,9021	1775,4900	9000,000	0,10	1
717	212055-0	410,050	0	5,00	0,00	0,00	0,8877	1766,8600	9000,000	0,10	1
687	212095-0	67,119	-2	5,00	0,00	0,00	1,3333	1765,2550	9000,000	0,10	0
1042	212088-7	74,190	-1	5,00	0,00	0,00	0,907	1759,4900	9000,000	0,10	0
1041	212087-9	365,070	1	5,00	0,00	0,00	0,8884	1758,5100	9000,000	0,10	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
731	212061-5	164,390	-1	5,00	0,00	0,00	0,8751	1712,7500	9000,000	0,10	0
1036	212082-8	410,050	0	5,00	0,00	0,00	0,8797	1712,2400	9000,000	0,10	1
879	208800-2	1000,000	4	5,00	0,00	0,00	0,8484	1697,7700	9000,000	0,10	1
733	212063-1	559,000	2	5,00	0,00	0,00	0,8757	1694,7900	9000,000	0,10	1
54	209325-1	280,000	2	2,50	0,00	0,00	1,8916	3452,0700	8743,630	0,07	1
298	212580-3	227,000	2	2,00	0,00	0,00	0,8783	4384,3400	8700,000	0,06	1
677	212080-1	68,619	-2	5,00	0,00	0,00	0,7187	1729,7710	8700,000	0,10	0
1005	211999-4	69,882	-2	5,00	0,00	0,00	0,7025	1694,2100	8700,000	0,10	0
679	212070-4	71,875	-2	5,00	0,00	0,00	0,7764	1693,1970	8700,000	0,10	0
1003	211997-8	71,875	-2	5,00	0,00	0,00	0,6857	1674,6960	8700,000	0,10	0
175	212527-7	647,530	1	7,00	0,00	0,00	0,8324	1195,0200	8512,420	0,12	1
839	212555-2	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,8257	1161,3500	8485,000	0,12	1
980	212033-0	246,420	0	5,00	0,00	0,00	0,9894	1694,7100	8437,000	0,10	1
968	212025-9	196,620	0	5,00	0,00	0,00	1,1604	1706,1500	8436,750	0,10	1
734	212064-0	363,440	1	5,00	0,00	0,00	0,8655	1632,5800	8349,000	0,10	1
754	211883-1	323,790	1	5,00	0,00	0,00	0,9193	1624,2300	8349,000	0,10	1
745	212067-4	57,352	-3	5,00	0,00	0,00	0,8452	1591,5620	8349,000	0,11	0
305	212587-0	204,880	0	2,50	1,00	0,00	0,8084	3299,0000	8256,000	0,07	1
300	212582-0	122,930	0	2,50	1,00	0,00	0,8825	3272,1100	8256,000	0,07	1
56	211884-0	181,690	1	2,50	0,00	0,00	1,7809	3268,3500	8250,000	0,07	1
236	212595-1	123,010	0	2,50	1,00	0,00	0,9014	3256,3300	8250,000	0,07	1
658	211985-4	365,070	1	2,50	0,00	0,00	1,8129	3229,9100	8250,000	0,07	1
656	211983-8	201,000	2	2,50	0,00	0,00	1,7656	3217,8000	8250,000	0,07	1
841	212557-9	82,163	-2	7,00	0,00	0,00	0,8154	1112,8570	8187,690	0,12	0
852	212003-8	196,710	0	5,00	0,00	0,00	1,7356	1626,4300	8129,700	0,10	1
982	212035-6	51,224	-3	5,00	0,00	0,00	0,9656	1546,3090	7994,500	0,11	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
132	211947-1	129,570	1	2,00	0,00	0,00	1,1718	4034,1300	7984,800	0,06	1
55	209326-0	182,700	1	2,50	0,00	0,00	1,8308	3110,8200	7872,750	0,07	1
140	211954-4	25,799	-2	2,00	0,00	0,00	0,873	3878,6740	7700,000	0,08	0
868	208826-6	63,300	-3	5,00	0,00	0,00	0,8776	1518,4120	7620,250	0,11	0
804	212447-5	65,829	-4	5,00	0,00	0,00	0,7497	1502,9480	7500,000	0,11	0
785	212428-9	37,923	-6	5,00	0,00	0,00	0,7445	1493,6330	7500,000	0,11	0
285	212114-0	13,144	-6	2,50	0,00	0,00	1,2976	2958,3940	7485,000	0,08	0
780	212405-0	244,910	0	7,00	0,00	0,00	0,6855	1100,4300	7384,000	0,12	1
769	212394-0	574,370	0	7,00	0,00	0,00	0,7123	1041,4600	7384,000	0,12	1
767	212392-4	574,370	0	7,00	0,00	0,00	0,7172	1058,2600	7383,600	0,12	1
714	211864-5	400,000	4	2,00	0,00	0,00	0,8448	3501,9700	7200,000	0,07	1
964	212355-0	102,510	0	2,00	0,00	0,00	1,2403	3462,5300	7200,000	0,07	1
816	212459-9	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,7956	1077,1400	7140,000	0,12	1
821	212464-5	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,8878	1060,5700	7140,000	0,12	1
817	212460-2	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,8218	1046,0400	7140,000	0,12	1
19	212489-0	784,000	2	7,00	0,00	0,00	0,8141	1043,1700	7140,000	0,12	1
819	212462-9	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,8541	1031,5100	7140,000	0,12	1
23	212493-9	89,049	-2	7,00	0,00	0,00	0,8712	983,8650	7140,000	0,13	0
65	211894-7	72,790	-1	2,00	0,00	0,00	1,0995	3416,1500	7056,000	0,07	0
983	212036-4	196,830	0	5,00	0,00	0,00	0,8266	1379,6100	6906,000	0,11	1
981	212034-8	196,830	0	5,00	0,00	0,00	0,8566	1370,7700	6906,000	0,11	1
991	212366-5	323,950	1	5,00	0,00	0,00	0,8758	1365,0800	6906,000	0,11	1
680	212071-2	77,783	-2	5,00	0,00	0,00	0,7268	1359,9410	6906,000	0,11	0
985	212038-0	409,690	0	5,00	0,00	0,00	0,8142	1352,9500	6906,000	0,11	1
992	212367-3	157,240	-1	5,00	0,00	0,00	0,9067	1350,2300	6906,000	0,11	0
989	212364-9	323,950	1	5,00	0,00	0,00	0,8397	1344,8600	6906,000	0,11	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
683	212074-7	66,805	-2	5,00	0,00	0,00	0,8128	1344,7850	6906,000	0,11	0
987	212362-2	213,750	0	5,00	0,00	0,00	0,8218	1329,3800	6906,000	0,11	1
676	212079-8	198,190	0	5,00	0,00	0,00	0,7966	1328,9300	6906,000	0,11	1
678	212081-0	61,873	-2	5,00	0,00	0,00	0,763	1315,7610	6906,000	0,11	0
684	212075-5	80,293	-2	5,00	0,00	0,00	0,8486	1312,7240	6906,000	0,11	0
682	212073-9	72,126	-2	5,00	0,00	0,00	0,7753	1302,9380	6906,000	0,11	0
859	208836-3	828,000	3	5,00	0,00	0,00	0,8623	1369,2600	6810,800	0,11	1
834	212477-7	573,990	0	7,00	0,00	0,00	0,7694	872,4900	6308,400	0,14	1
835	212478-5	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,7572	900,9800	6308,000	0,13	1
836	212479-3	954,000	3	7,00	0,00	0,00	0,7443	893,7200	6308,000	0,13	1
837	212480-7	646,960	1	7,00	0,00	0,00	0,7237	931,0800	6300,000	0,13	1
788	212431-9	782,000	2	7,00	0,00	0,00	0,6799	895,2700	6300,000	0,13	1
814	212457-2	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,7208	872,3800	6300,000	0,14	1
815	212458-0	574,070	0	7,00	0,00	0,00	0,7472	865,1200	6300,000	0,14	1
173	212525-0	113,132	-2	7,00	0,00	0,00	0,8092	895,9440	6224,400	0,14	0
244	212270-7	9,918	-6	2,00	1,00	0,00	1,3588	3906,2550	5992,965	0,07	0
853	212004-6	164,760	0	2,00	0,00	0,00	1,6408	2933,5300	5973,000	0,07	1
762	212387-8	164,750	0	2,00	0,00	0,00	0,8478	2792,2100	5824,000	0,08	1
267	212129-8	6,495	-6	1,00	0,00	0,00	1,1615	5788,3670	5794,000	0,06	0
68	211897-1	25,210	-6	3,00	0,00	0,00	1,0086	1876,4110	5775,000	0,09	0
111	211932-3	196,820	0	2,00	0,00	0,00	0,9654	2695,9300	5500,000	0,08	1
713	211863-7	36,945	-4	3,00	0,00	0,00	0,8775	1782,6140	5400,000	0,10	0
950	211904-8	12,064	-5	3,00	0,00	0,00	1,4712	1780,0040	5400,000	0,10	0
715	211865-3	11,936	-5	3,00	0,00	0,00	0,8977	1754,2290	5400,000	0,10	0
89	208814-2	24,874	-6	3,00	0,00	0,00	0,9325	1730,4540	5400,000	0,10	0
284	212113-1	13,144	-6	2,00	0,00	0,00	1,268	2996,5540	5389,200	0,07	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
5	212152-2	33,661	-4	3,00	0,00	0,00	0,8168	1770,8230	5388,000	0,10	0
12	212482-3	41,457	-6	7,00	0,00	1,00	0,7953	748,6280	5355,000	0,15	0
1001	211995-1	25,901	-6	3,00	0,00	0,00	0,7375	1678,1610	5220,000	0,10	0
689	208932-7	245,000	3	2,00	0,00	0,00	1,0762	2648,8500	5215,800	0,08	1
978	212361-4	45,037	-3	3,00	0,00	0,00	1,1049	1744,6200	5117,520	0,10	0
135	211950-1	10,406	-6	1,00	0,00	0,00	0,9204	4180,1670	5022,000	0,06	0
104	211925-0	216,510	0	2,00	0,00	0,00	0,8658	2509,6000	5000,000	0,08	1
96	211938-2	51,960	1	2,00	0,00	0,00	1,4783	2469,9500	5000,000	0,08	1
690	208933-5	189,000	2	2,00	0,00	0,00	1,0468	2258,3000	4560,220	0,08	1
694	212043-7	246,030	0	5,00	0,00	0,00	0,7402	909,3800	4500,000	0,13	1
699	212370-3	246,030	0	5,00	0,00	0,00	0,7076	905,9100	4500,000	0,13	1
792	212435-1	42,886	-6	5,00	0,00	0,00	0,5963	895,2720	4500,000	0,13	0
15	212485-8	41,457	-6	5,00	0,00	0,00	0,7513	883,4070	4500,000	0,13	0
696	212045-3	273,370	0	5,00	0,00	0,00	0,6971	876,3600	4500,000	0,14	1
695	212044-5	62,794	-3	5,00	0,00	0,00	0,7122	873,6970	4500,000	0,14	0
1000	211994-3	124,560	-1	5,00	0,00	0,00	0,7613	859,3200	4500,000	0,14	0
1004	211998-6	26,240	-6	5,00	0,00	0,00	0,6871	847,4700	4500,000	0,14	0
770	212395-9	323,760	1	5,00	0,00	0,00	0,7504	908,9200	4474,700	0,13	1
757	212382-7	323,770	1	5,00	0,00	0,00	0,769	822,9500	4474,600	0,14	1
758	212383-5	323,810	1	5,00	0,00	0,00	0,7989	896,7500	4473,950	0,13	1
744	212376-2	323,850	1	5,00	0,00	0,00	0,8145	887,2500	4473,450	0,13	1
313	212098-4	144,000	2	1,00	1,00	0,00	1,3433	4393,9900	4450,000	0,06	1
314	212099-2	197,950	0	1,00	1,00	0,00	1,4313	4340,3600	4350,000	0,06	1
266	212125-5	137,000	3	1,00	1,00	0,00	1,1244	4231,8700	4318,000	0,06	1
979	212032-1	24,874	-6	3,00	0,00	0,00	0,8844	1389,0760	4143,600	0,11	0
681	212072-0	26,608	-6	3,00	0,00	0,00	0,7337	1385,4770	4143,600	0,11	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
315	212100-0	114,750	1	1,00	1,00	0,00	1,3802	3936,3500	3986,000	0,06	1
755	212380-0	361,290	1	5,00	0,00	0,00	0,7747	780,6600	3981,100	0,14	1
756	212381-9	361,290	1	5,00	0,00	0,00	0,8039	778,0000	3981,100	0,14	1
768	212393-2	361,290	1	5,00	0,00	0,00	0,7566	772,4400	3981,100	0,14	1
317	212102-6	142,000	2	1,00	1,00	0,00	1,4127	3973,6400	3972,000	0,06	1
365	212191-3	273,000	3	2,00	0,00	0,00	1,0593	1948,6200	3900,000	0,09	1
221	212338-0	299,000	3	2,00	0,00	0,00	1,0194	1874,0600	3900,000	0,09	1
85	208946-7	292,000	3	2,00	0,00	0,00	0,8729	1774,3500	3600,000	0,10	1
890	208945-9	181,000	2	2,00	0,00	0,00	0,8402	1769,8300	3600,000	0,10	1
316	212101-8	196,110	0	1,00	1,00	0,00	1,4608	3425,0900	3450,000	0,07	1
319	212104-2	144,000	2	1,00	1,00	0,00	1,441	3273,9100	3412,000	0,07	1
286	212115-8	8,935	-6	1,00	1,00	0,00	1,3164	3214,7530	3300,000	0,07	0
272	212134-4	7,915	-6	1,00	1,00	0,00	1,2477	4438,3250	3144,848	0,06	0
271	212133-6	7,952	-6	1,00	1,00	0,00	1,2208	4420,7000	3104,647	0,06	0
1104	212090-9	145,640	1	2,00	0,00	1,00	2,0437	1336,1600	2808,180	0,13	1
49	212520-0	47,872	-3	2,00	0,00	1,00	1,2608	1399,4330	2803,800	0,12	0
273	212135-2	6,498	-6	1,00	1,00	0,00	1,2772	3918,7590	2715,083	0,06	0
1011	211993-5	31,337	-6	3,00	0,00	0,00	0,7887	906,3750	2700,000	0,13	0
1010	211992-7	26,203	-6	3,00	0,00	0,00	0,739	868,0770	2700,000	0,14	0
1101	211979-0	14,910	-6	2,00	0,00	0,00	1,6737	1746,8600	2640,480	0,10	0
289	212118-2	10,001	-6	1,00	1,00	0,00	1,3953	2363,9760	2400,000	0,08	0
416	209548-3	43,150	-1	2,50	0,00	0,00	1,9329	934,6500	2400,000	0,14	0
418	209550-5	256,280	0	2,50	0,00	0,00	1,9553	929,4000	2400,000	0,14	1
419	209551-3	128,140	0	2,50	0,00	0,00	1,9699	912,5700	2400,000	0,14	1
417	209549-1	78,170	0	3,00	0,00	0,00	1,9456	906,6700	2400,000	0,14	1
274	212136-0	6,787	-6	1,00	1,00	0,00	1,3058	2689,8050	2075,311	0,08	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
1096	211974-9	16,380	-6	2,00	0,00	0,00	1,7707	1350,3550	2025,000	0,11	0
1102	211980-3	16,375	-6	2,00	0,00	0,00	1,7318	1304,3390	2025,000	0,11	0
201	212553-6	146,030	1	2,00	0,00	1,00	1,3233	857,6400	1789,560	0,14	1
270	212132-8	48,250	-1	2,50	0,00	0,00	1,209	644,5400	1555,020	0,16	0
308	212137-9	36,691	-2	2,00	0,00	0,00	1,1705	755,0930	1488,000	0,15	0
310	212139-5	28,486	-2	2,00	0,00	0,00	1,1965	741,6910	1488,000	0,15	0
309	212138-7	28,486	-2	2,00	0,00	0,00	1,1769	726,6550	1488,000	0,15	0
311	212140-9	35,772	-2	2,00	0,00	0,00	1,2126	714,8870	1488,000	0,15	0
199	212551-0	18,725	-6	1,00	0,00	1,00	1,2764	1174,3280	1479,552	0,12	0
626	209361-8	29,930	-4	2,00	0,00	0,00	1,5379	674,2590	1330,420	0,16	0
829	212472-6	131,280	1	2,00	0,00	1,00	1,0708	642,6500	1320,000	0,16	1
828	212471-8	180,420	0	2,00	0,00	1,00	1,0525	639,2500	1320,000	0,16	1
424	209556-4	45,243	-3	2,00	0,00	0,00	1,582	671,1000	1296,000	0,15	0
423	209555-6	59,158	-2	2,00	0,00	0,00	1,723	664,9810	1296,000	0,16	0
269	212131-0	18,159	-6	2,00	0,00	0,00	1,1931	647,6150	1296,000	0,16	0
268	212130-1	34,063	-2	2,00	0,00	0,00	1,1784	644,9060	1296,000	0,16	0
427	209559-9	43,770	-1	2,00	0,00	0,00	1,6184	644,4400	1296,000	0,16	0
421	209553-0	164,210	0	2,00	0,00	0,00	1,7096	638,9800	1296,000	0,16	1
426	209558-0	53,487	-3	2,00	0,00	0,00	1,6026	638,5390	1296,000	0,16	0
425	209557-2	39,178	-3	2,00	0,00	0,00	1,5866	635,4800	1296,000	0,16	0
422	209554-8	59,158	-2	2,00	0,00	0,00	1,7188	627,3940	1296,000	0,16	0
420	209552-1	67,824	-2	2,00	0,00	0,00	1,694	610,7860	1296,000	0,16	0
641	209376-6	69,890	0	2,00	0,00	0,00	1,4458	611,4700	1232,000	0,16	1
622	209357-0	34,564	-2	2,00	0,00	0,00	1,7867	606,9070	1232,000	0,16	0
517	209450-9	88,870	0	2,00	0,00	0,00	1,5129	605,4000	1232,000	0,16	1
631	209366-9	79,880	0	2,00	0,00	0,00	1,515	603,0800	1232,000	0,16	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
632	209367-7	76,880	0	2,00	0,00	0,00	1,559	600,7200	1232,000	0,16	1
642	209377-4	69,890	0	2,00	0,00	0,00	1,4919	599,3000	1232,000	0,16	1
621	209356-1	32,265	-2	2,00	0,00	0,00	1,737	599,0260	1232,000	0,16	0
518	209451-7	88,870	0	2,00	0,00	0,00	1,469	593,9900	1232,000	0,17	1
1053	212244-8	82,010	0	2,00	0,00	1,00	1,1204	599,1900	1200,000	0,17	1
1059	212250-2	145,570	1	2,00	0,00	1,00	1,1373	592,2200	1200,000	0,17	1
474	209405-3	41,249	-2	2,00	0,00	0,00	1,7716	543,8480	1117,800	0,19	0
624	209359-6	110,470	1	2,00	0,00	0,00	1,7908	483,7800	960,000	0,22	1
1106	209388-0	34,997	-2	2,00	0,00	0,00	1,4247	479,2860	960,000	0,22	0
644	209590-4	110,470	1	2,00	0,00	0,00	1,4967	475,8100	960,000	0,22	1
519	209452-5	89,700	0	2,00	0,00	0,00	1,5015	470,5900	960,000	0,22	1
540	209473-8	145,130	1	2,00	0,00	0,00	1,4316	470,1200	960,000	0,22	1
634	209369-3	110,470	1	2,00	0,00	0,00	1,5636	457,7700	960,000	0,22	1
614	209349-9	145,130	1	2,00	0,00	0,00	1,8673	455,6500	960,000	0,22	1
498	209430-4	110,470	1	2,00	0,00	0,00	1,573	448,5000	960,000	0,23	1
643	209378-2	89,700	0	2,00	0,00	0,00	1,4574	438,5100	960,000	0,22	1
653	209387-1	89,700	0	2,00	0,00	0,00	1,392	430,5700	960,000	0,22	1
541	209474-6	32,102	-3	2,00	0,00	0,00	1,3989	430,5640	960,000	0,22	0
500	209433-9	106,860	1	2,00	0,00	0,00	1,534	428,7700	960,000	0,22	1
562	209495-9	32,102	-3	2,50	0,00	0,00	1,6446	426,5330	960,000	0,23	0
613	209348-0	110,470	1	2,50	0,00	0,00	1,8291	424,9900	960,000	0,23	1
520	209453-3	145,130	1	2,50	0,00	0,00	1,4622	424,4400	960,000	0,23	1
633	209368-5	110,470	1	2,50	0,00	0,00	1,5245	422,0700	960,000	0,23	1
623	209358-8	89,700	0	2,50	0,00	0,00	1,7461	418,7000	960,000	0,23	1
441	209573-4	145,260	1	2,00	0,00	0,00	1,3542	414,5500	816,000	0,22	1
625	209360-0	41,173	-2	2,00	0,00	0,00	1,4964	410,2260	816,000	0,22	0

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
475	209406-1	38,540	-2	2,00	0,00	0,00	1,8119	410,1700	816,000	0,22	0
646	209380-4	41,891	-2	2,00	0,00	0,00	1,3886	409,0480	816,000	0,23	0
635	209370-7	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,4258	406,6400	816,000	0,23	1
617	209352-9	97,990	0	2,00	0,00	0,00	1,7263	405,7300	816,000	0,23	1
451	209583-1	346,000	3	2,00	0,00	0,00	1,3598	405,4100	816,000	0,23	1
497	209429-0	59,519	-3	2,00	0,00	0,00	1,5517	405,3960	816,000	0,23	0
640	209375-8	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,4754	405,1800	816,000	0,23	1
607	209342-1	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,8098	404,3900	816,000	0,23	1
645	209379-0	32,357	-3	2,00	0,00	0,00	1,3528	403,6350	816,000	0,23	0
637	209372-3	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,4239	402,9500	816,000	0,23	1
473	209404-5	41,891	-2	2,00	0,00	0,00	1,8187	401,6730	816,000	0,23	0
515	209448-7	110,430	1	2,00	0,00	0,00	1,5176	399,6600	816,000	0,23	1
532	209465-7	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,4686	398,9100	816,000	0,23	1
620	209355-3	113,830	1	2,00	0,00	0,00	1,7776	398,4600	816,000	0,23	1
537	209470-3	32,357	-3	2,00	0,00	0,00	1,4201	398,3480	816,000	0,23	0
513	209446-0	110,430	1	2,00	0,00	0,00	1,5241	397,7900	816,000	0,23	1
533	209466-5	105,530	0	2,00	0,00	0,00	1,4342	397,4400	816,000	0,23	1
618	209353-7	127,420	1	2,00	0,00	0,00	1,7713	396,5300	816,000	0,23	1
636	209371-5	43,687	-2	2,00	0,00	0,00	1,4684	396,5270	816,000	0,23	0
536	209469-0	113,830	1	2,00	0,00	0,00	1,4526	396,2200	816,000	0,23	1
493	209425-8	40,694	-2	2,00	0,00	0,00	1,561	395,6420	816,000	0,23	0
628	209363-4	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,5475	395,0000	816,000	0,23	1
629	209364-2	52,200	-1	2,00	0,00	0,00	1,5101	394,9400	816,000	0,23	0
647	209381-2	97,990	0	2,00	0,00	0,00	1,3629	394,7800	816,000	0,23	1
630	209365-0	52,200	-1	2,00	0,00	0,00	1,5523	394,3700	816,000	0,23	0
477	209408-8	110,430	1	2,00	0,00	0,00	1,8119	394,0400	816,000	0,23	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
511	209444-4	129,630	1	2,00	0,00	0,00	1,5335	393,4100	816,000	0,23	1
568	209501-7	129,630	1	2,00	0,00	0,00	1,5891	392,8500	816,000	0,23	1
619	209354-5	97,990	0	2,00	0,00	0,00	1,7327	392,3300	816,000	0,23	1
648	209382-0	97,990	0	2,00	0,00	0,00	1,3957	392,2900	816,000	0,23	1
638	209373-1	129,630	1	2,00	0,00	0,00	1,4684	391,9600	816,000	0,23	1
512	209445-2	41,173	-2	2,00	0,00	0,00	1,4962	390,2230	816,000	0,23	0
534	209467-3	113,830	1	2,00	0,00	0,00	1,4621	388,2600	816,000	0,23	1
585	209518-1	87,440	0	2,00	0,00	0,00	1,4192	388,1600	816,000	0,23	1
549	209482-7	37,702	-2	2,00	0,00	0,00	1,7342	385,1300	816,000	0,23	0
609	209344-8	37,104	-2	2,00	0,00	0,00	1,8139	384,4860	816,000	0,24	0
627	209362-6	53,230	-1	2,00	0,00	0,00	1,5033	383,7500	816,000	0,24	0
535	209468-1	110,430	1	2,00	0,00	0,00	1,4268	380,7900	816,000	0,24	1
578	209511-4	120,600	0	2,00	0,00	0,00	1,5275	374,9100	816,000	0,24	1
615	209350-2	32,789	-3	1,00	1,00	0,00	1,7171	667,4830	665,210	0,16	0
499	209432-0	18,976	-6	1,00	1,00	0,00	1,5386	609,7270	616,000	0,16	0
478	209409-6	20,603	-6	1,00	1,00	0,00	1,7565	605,5930	616,000	0,16	0
496	209428-2	18,976	-6	1,00	1,00	0,00	1,5909	603,2400	616,000	0,16	0
479	209410-0	21,533	-6	1,00	1,00	0,00	1,8059	574,0010	616,000	0,17	0
1091	212242-1	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0842	323,9800	600,000	0,25	1
1084	212235-9	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0257	320,7400	600,000	0,26	1
1071	212222-7	70,644	-3	2,00	0,00	1,00	1,049	320,7350	600,000	0,26	0
1079	212230-8	129,620	1	2,00	0,00	1,00	1,0614	317,1300	600,000	0,26	1
1081	212232-4	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0647	317,1300	600,000	0,26	1
1072	212223-5	26,093	-6	2,00	0,00	1,00	1,0074	313,5270	600,000	0,26	0
1076	212227-8	201,000	2	2,00	0,00	1,00	1,0105	309,9200	600,000	0,26	1
1075	212226-0	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0538	306,5600	600,000	0,26	1

ID	Número da Proposta	Valor do terreno (R\$/m²)	Período de venda	Coefficiente de aproveitamento	Uso Residencial	Uso Comercial	Índice de Acesso	Área do Terreno	Área Máxima à Construir	Relação Perímetro e Área	Presença do Metrô
1085	212236-7	129,580	1	2,00	0,00	1,00	1,072	306,5600	600,000	0,26	1
1087	212238-3	129,580	1	2,00	0,00	1,00	1,0802	306,5600	600,000	0,26	1
1090	212241-3	201,000	2	2,00	0,00	1,00	1,0446	306,3200	600,000	0,26	1
1086	212237-5	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0311	303,0800	600,000	0,27	1
1078	212229-4	201,000	2	2,00	0,00	1,00	1,0124	303,0800	600,000	0,27	1
1088	212239-1	70,644	-3	2,00	0,00	1,00	1,0364	303,0760	600,000	0,27	0
1082	212233-2	138,630	1	2,00	0,00	1,00	1,0237	296,1100	600,000	0,27	1
1066	212257-0	129,580	1	2,00	0,00	1,00	1,0972	296,1100	600,000	0,27	1
1073	212224-3	70,644	-3	2,00	0,00	1,00	1,0482	289,2620	600,000	0,27	0
1024	212179-4	138,630	1	2,00	0,00	1,00	0,9549	283,4200	600,000	0,28	1
1092	212243-0	123,010	0	2,00	0,00	1,00	1,0922	278,9300	600,000	0,28	1
492	209424-0	22,576	-6	1,00	1,00	0,00	1,5953	551,7970	558,790	0,18	0
481	209412-6	22,641	-6	1,00	1,00	0,00	1,7908	484,2730	480,000	0,21	0
491	209423-1	22,641	-6	1,00	1,00	0,00	1,971	463,3030	480,000	0,22	0
480	209411-8	22,641	-6	1,00	1,00	0,00	1,7524	426,7090	480,000	0,22	0
490	209421-5	21,277	-6	1,00	1,00	0,00	1,9333	425,4290	480,000	0,23	0
467	209398-7	23,872	-6	1,00	1,00	0,00	1,8291	425,3810	480,000	0,23	0
606	209341-3	35,062	-3	1,00	1,00	0,00	1,8482	408,7900	408,000	0,23	0
514	209447-9	23,927	-6	1,00	1,00	0,00	1,4897	408,3780	408,000	0,22	0
616	209351-0	35,062	-3	1,00	1,00	0,00	1,767	407,1510	408,000	0,23	0
468	209399-5	25,031	-6	1,00	1,00	0,00	1,98	405,7740	408,000	0,23	0
516	209449-5	22,845	-6	1,00	1,00	0,00	1,4851	403,7540	408,000	0,23	0
605	209340-5	35,062	-3	1,00	1,00	0,00	1,8007	402,1250	408,000	0,23	0
476	209407-0	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	1,7655	401,8100	408,000	0,23	0
469	209400-2	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	1,9857	398,8970	408,000	0,23	0
494	209426-6	20,853	-6	1,00	1,00	0,00	1,5953	398,2010	408,000	0,23	0

<b>ID</b>	<b>Número da Proposta</b>	<b>Valor do terreno (R\$/m²)</b>	<b>Período de venda</b>	<b>Coefficiente de aproveitamento</b>	<b>Uso Residencial</b>	<b>Uso Comercial</b>	<b>Índice de Acesso</b>	<b>Área do Terreno</b>	<b>Área Máxima à Construir</b>	<b>Relação Perímetro e Área</b>	<b>Presença do Metrô</b>
459	209390-1	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	1,8539	394,6700	408,000	0,23	0
471	209402-9	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	2	391,3370	408,000	0,23	0
470	209401-0	22,845	-6	1,00	1,00	0,00	1,9914	391,3180	408,000	0,23	0
495	209427-4	20,853	-6	1,00	1,00	0,00	1,561	390,2970	408,000	0,23	0
463	209394-4	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	1,839	389,8220	408,000	0,23	0
461	209392-8	21,767	-6	1,00	1,00	0,00	1,848	383,3190	408,000	0,23	0
1067	212258-8	26,093	-6	1,00	0,00	1,00	1,1024	334,4290	360,000	0,25	0
1077	212228-6	28,954	-6	1,00	0,00	1,00	1,0622	313,5270	360,000	0,26	0
1064	212255-3	44,334	-4	1,00	0,00	1,00	1,09	299,5930	360,000	0,27	0
1062	212253-7	44,334	-4	1,00	0,00	1,00	1,0879	292,6250	360,000	0,27	0