

# **XI CONGRESO NACIONAL Y VIII LATINOAMERICANO DE AGRIMENSURA**

## **VALUACIÓN MASIVA DE INMUEBLES: PROPUESTA PARA “BELÉM DO PARÁ” – BRASIL**

### **AUTORES:**

**Prof. Dr. EVERTON DA SILVA  
Msc EDINEIDE SANTOS COELHO  
Bacharel DILSON KIYOJI AIHARA**

### **AGRADECIMIENTOS**

A la “Universidade Federal de Santa Catarina” (UFSC) por posibilitar y apoyar el desarrollo de proyectos de extensión y pesquisa, y pela oportunidad de participar de este importante Congreso relacionado a la Geociencia.

A los técnicos y gestores del Ayuntamiento del Municipio de “Belém do Pará” - Brasil, que proporcionaron y acreditaron en el trabajo desafiador que fue hacer una nueva propuesta de valuación masiva en una ciudad de gran porte y con un complejo mercado inmobiliario.

A la empresa Aeroimagem S/A que dio el soporte necesario para los levantamientos de datos y para las análisis que llevaron al resultado que ahora se presenta en el Congreso de Agrimensura.

## ÍNDICE GENERAL

1. CONSIDERACIONES INICIALES .....	2
2. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE BELÉM.....	3
3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS .....	4
3.1. ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS DEL CATASTRO INMOBILIARIO.....	4
3.2. ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS PARA LOS ANÁLISIS.....	6
3.3. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL ACTUAL MODELO DE EVALUACIÓN .....	8
3.3.1. Medidas de desempeño – Terreno Vacante.....	9
3.4. MODELADO DEL MERCADO DE TIERRAS .....	9
3.4.1. Modelado del mercado de tierras – Belém/Barrios.....	10
3.4.2. Definición de la Planta de Valores Genéricos - PVG.....	16
3.4.3. Modelado del mercado de casas .....	16
3.4.4. Modelado del mercado de apartamentos .....	19
4. DEFINICIÓN DE LOS MODELOS DE VALUACIÓN MASIVA DE LOS INMUEBLES .....	22
4.1. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA TERRENOS.....	22
4.2. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA DE LAS EDIFICACIONES.....	23
4.3. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA INMUEBLES CONSTRUIDOS.....	23
4.4. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA UNIDADES EN CONDOMINIOS VERTICALES.....	24
5. SIMULAÇÕES E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	25
6. CONSIDERACIONES FINALES.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: ubicación del municipio de belém. ....	3
Figura 2: gráfico de los sectores de los tipos de unidades de inmuebles. ....	5
Figura 3: gráfico de sectores de los usos en las unidades inmobiliarias. ....	6
Figura 4: histograma del área de los terrenos.....	10
Figura 5: residuos estandarizados x valores estimados de regresión – modelo terrenos. ....	13
Figura 6: representación espacial de los residuos de la regresión.....	14
Figura 7: correlograma de Moran para los residuos de la regresión. ....	14
Figura 8: semivariograma de los residuos de la regresión. ....	15
Figura 9: superficie fatiada de los residuos interpolados por krigeagem.....	15
Figura 10: histograma de los residuos estandarizados – modelo de regresión de las casas. ....	18
Figura 11: residuos estandarizados x valores estimados de la regresión – modelo casas.....	19
Figura 12: histograma de los residuos estandarizados – modelo de regresión de los apartamentos. ....	21
Figura 13: residuos estandarizados x valores estimados de la regresión – modelo apartamentos.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: cantidades de unidades de valuación por tipología. ....	4
Tabla 2: cantidades de unidades por uso.....	5
Tabla 3: distribución de eventos del mercado por tipo de inmueble.....	7
Tabla 4: variables empleadas en los análisis.....	7
Tabla 5: medidas de desempeño de las evaluaciones. ....	8
Tabla 6: medidas de desempeño para terrenos vacantes – modelo actual.....	9
Tabla 7: variables utilizadas en el análisis de regresión.....	10
Tabla 8: modelo de regresión múltiple – terrenos vacantes. ....	12
Tabla 9: variables empleadas en el análisis de regresión de las casas. ....	16
Tabla 10: modelo de regresión múltiple – casas.....	17
Tabla 11: variables empleadas en el análisis de regresión de los apartamentos. ....	19
Tabla 12: modelo de regresión múltiple – apartamentos.....	20

## RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo presentar los procedimientos y resultados logrados en la valuación masiva de la Ciudad de Belém, capital del Estado del Pará en Brasil. Los trabajos empezaron en junio de 2010, donde las metas principales fueron la Planta de Valores Genéricos y la revisión de los modelos de valuación masiva de los inmuebles. Esta acción del municipio cambió considerablemente los procedimientos de valuación, donde: la unidad de referencia pasó a ser el valor de metro cuadrado de terreno (y no más el metro lineal de la frente del terreno); la entidad espacial de la planta de valores pasó a ser el segmento de calle (y no más el lado de manzana); los modelos de valuación fueran establecidos con base en el comportamiento del mercado local.

La colecta de datos para el desarrollo de los análisis fue realizada en un período de cuatro meses, e involucraron: datos de infraestructura de las calles, datos del mercado inmobiliario, datos del catastro, cartografía, leyes, entre otros. Estos, concomitantemente, fueran organizados para posibilitar los diferentes análisis que serían realizados posteriormente y al tiempo en que eran verificados, quedaban disponibles en un sistema de información en la Internet.

La base de datos formada por la pesquisa de mercado durante el período de colecta evidenció que el modelado podría ser realizado solo para terrenos, casas y apartamentos. Las otras tipologías de inmuebles presentarían una pequeña cantidad de comparables, el que imposibilitó el empleo de análisis estadísticas. Así, fueran ajustados modelos de regresión múltiple para cada tipo mencionado anteriormente, siendo los mismos la base para el establecimiento de los modelos de valuación masiva.

Los resultados de los nuevos procedimientos de valuación evidenciaron el alejamiento de los valores catastrales (en uso) del comportamiento del mercado inmobiliario, con un promedio de diferencia de 140%. Esta enorme distancia hizo con que la política fiscal tuviese que ser analizada, de manera a evitarse aumentos muy grandes en el monto fiscal.

## 1. CONSIDERACIONES INICIALES

El Impuesto Predial en Brasil, desde la Constitución de 1988, viene legalmente destacándose como un poderoso instrumento de intervención en la política urbana. Todavía, es conveniente acordar que este impuesto tiene como base de cálculo el valor de la propiedad, y si este no estuviere representando el comportamiento del mercado inmobiliario, este instrumento, que debe ser utilizado para asegurar el cumplimiento de la función social de la propiedad, bien como para ampliar el ingreso municipal, podrá provocar enormes injusticias fiscales.

La necesidad de desarrollar acciones administrativas relacionadas al espacio urbano con mayor eficacia, llevó el Ayuntamiento de Belém a empezar en el año de 1998 un proyecto de modernización de su sistema catastral urbano. Hasta aquel momento, innumerables eran las dificultades encontradas en función de la inexistencia de datos, qué, o por no existieren o por la forma como estaban registrados en el catastro, tornaban la su recuperación lenta, provocando de esta manera, acciones lentas o inviables.

Los trabajos desarrollados para el cumplimiento del fin arriba descrito fueron: elaboración de la base cartográfica, levantamientos catastrales (inmobiliario, mobiliario, infraestructura en las calles e informaciones turísticas) y la actualización de la Planta de Valores Genéricos (PVG).

En esta ocasión (1998) la planta de valores fue elaborada por el método comparativo de datos de mercado, donde los eventos o comparables fueran procesados por zonas homogéneas, empleando factores predeterminados o consagrados en la ingeniería de valuaciones. Para cada una de las zonas fue determinado un valor de metro lineal de frente de terreno como referencia para valuación de los terrenos de la zona. En esta oportunidad no se cambió el modelo de valuación masiva de los inmuebles, manteniéndose lo establecido en el año de 1977, que es basado en la Expresión Harmónica de *Jerret*.

Uno de los puntos frágiles del modelo citado anteriormente es la unidad de referencia, o sea, el valor del metro lineal de frente de un terreno estándar. Esto porque el mercado inmobiliario consolidó el valor de metro cuadrado como referencia, y las directrices existentes en la Norma Brasileña para Valuación de Bienes también adoptan el valor del metro cuadrado. De esta forma, se llegó a la conclusión que el cambio de la unidad de referencia de la planta de valores debería acontecer para el avance en el proceso de valuación masiva de los inmuebles en la ciudad de Belém.

De otra parte, la planta de valores vigente ya presentase con doce años desde su última actualización, y desde ahí solo se hizo con empleo de índices de corrección monetaria. El qué, para una ciudad como Belém<sup>1</sup>, que presenta enorme dinámica en el ambiente construido, ya debe contener muchas distorsiones. La implantación de infraestructura, la macro drenaje, la revitalización de áreas históricas, la revisión del plan director del municipio (normas urbanísticas), entre otros, seguramente contribuyeron para cambios significativos en el mercado inmobiliario.

En el año 2010, una nueva acción de la Administración fue conducida para actualización de la Planta de Valores Genéricos y para revisión de los modelos de valuación masiva de los inmuebles. Esta cambió considerablemente los procedimientos de valuación, donde: la unidad de referencia pasó a ser el valor de metro cuadrado de terreno (y no más el metro lineal de la frente del terreno); la entidad espacial de la planta de valores pasó a ser el segmento de calle (y no más el lado de manzana); los modelos de valuación fueran establecidos con base en el comportamiento del mercado local.

La colecta de datos para el desarrollo de los análisis fue realizada en un período de cuatro meses, e involucraron: datos de infraestructura de las calles, datos del mercado inmobiliario, datos del catastro, cartografía, leyes, entre otros. Estos, concomitantemente, fueran organizados para posibilitar los diferentes análisis que serían realizados posteriormente. Al tiempo en que los datos eran verificados, quedaban disponibles en un sistema de información en la Internet, adaptado para el acompañamiento de los trabajos por los técnicos del Ayuntamiento.

Los análisis que antecederan el modelado del mercado inmobiliario fueran realizadas con el apoyo de sistemas de información geográfica: Kosmo Desktop<sup>2</sup> y SPRING<sup>3</sup>. Los análisis espaciales posibilitaron una mejor comprensión del ambiente construido y del comportamiento del mercado, donde los diferentes procesamiento realizados habilitaron el empleo de variables de ubicación importantes en la etapa de modelado, enfatizándose: promedio de la renta del jefe de domicilio, jerarquización de las vías por densidad de inmuebles residenciales, modelo digital del terreno.

---

<sup>1</sup> Belém possui atualmente em seu banco de dados cadastral cerca de 380.000 unidades imobiliárias.

<sup>2</sup> [www.saig.es](http://www.saig.es)

<sup>3</sup> [www.dpi.inpe.br](http://www.dpi.inpe.br)

La base de datos formada por la pesquisa de mercado durante el período de colecta evidenció que el modelado podría ser realizado solo para terrenos, casas y apartamentos. Las otras tipologías de inmuebles presentarían una pequeña cantidad de comparables, el que imposibilitó el empleo de análisis estadísticas. Así, fueron ajustados modelos de regresión múltiple para cada tipo mencionado anteriormente, contemplando variables estructurales y de ubicación. Los ajustes fueron satisfactorios, con los presupuestos de los análisis atendidos.

En el caso específico de terrenos, hubo la investigación de la dependencia espacial de los residuos de la regresión, que se presentó significativa. Una superficie fue generada por interpolación geoestadística (*Kriging*) para mejorar las estimativas de los valores unitarios de la Planta de Valores Genéricos.

Los modelos de valuación masiva de los inmuebles fueron establecidos a partir del comportamiento del mercado inmobiliario expreso por los modelos de regresión. Los factores fueron entonces fundamentados en los respectivos coeficientes de regresión, que para mejor comprensión y publicación en el reglamento legal, fueron convertidos en tablas.

Los resultados de los nuevos procedimientos de valuación masiva de los inmuebles evidenciaron el alejamiento de los valores catastrales en uso del comportamiento del mercado inmobiliario. Los valores catastrales estaban con un promedio de diferencia de 140%. Esta enorme distancia hizo con que la política fiscal tuviese que ser analizada, de manera a evitarse aumentos muy grandes en el monto fiscal.

Un proyecto de Ley y su reglamentación (Decreto) fueron desarrollados, y al momento están siendo evaluados y discutidos por una comisión técnica para después encaminarlos al Poder Legislativo del Municipio (Concejales).

## 2. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE BELÉM

La ciudad de Belém tuvo su origen en 12 de enero de 1616, en una región habitada por tribus "Tupinanbás".

Con una población de 1.424.124 habitantes (IBGE, 2008)<sup>4</sup>, ocupa la 11ª posición del ranking de las ciudades más populosas de Brasil y la 2ª de la región Norte del País. Tiene el mayor Índice de Desarrollo Humano (IDH) entre las ciudades del norte y en los últimos años viene con crecimiento vertical muy acelerado, por lo hecho de no haber más áreas o espacios para ampliarse horizontalmente, llevando de esta manera inversiones para su región metropolitana. La Ciudad tiene el 5º valor de metro cuadrado más alto del País.

Belém está ubicada en las margenes del Río Guamá, próxima a la Foz del Río Amazonas. En la Figura 1 es posible visualizar su localización en Brasil.

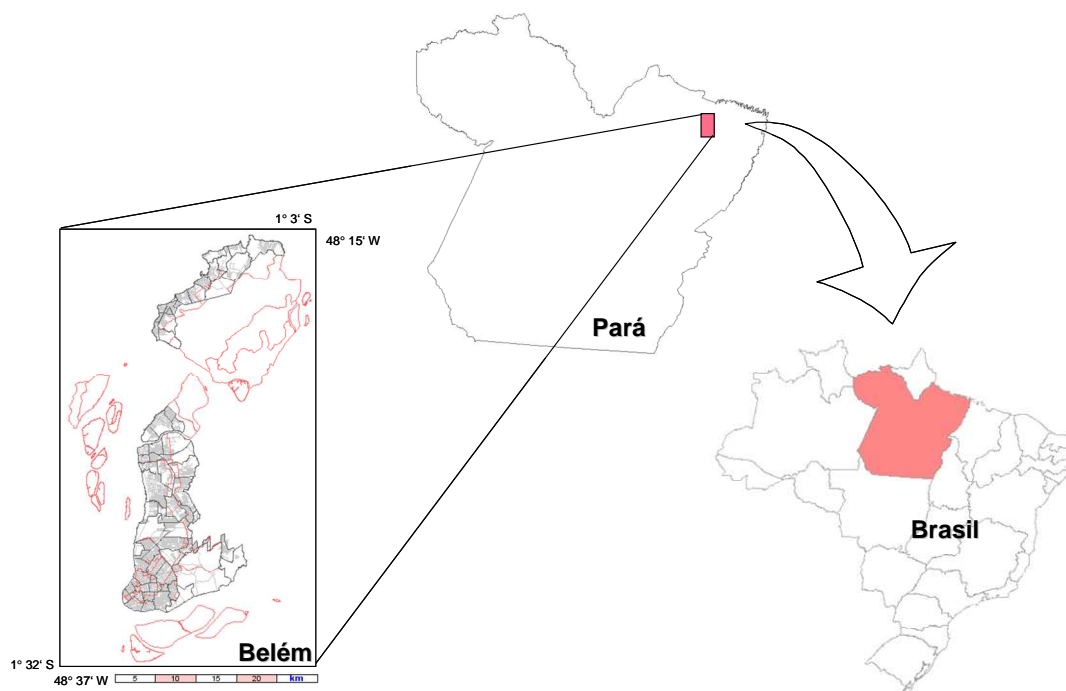


Figura 1: ubicación del municipio de Belém.

<sup>4</sup> [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

El relevo es formado por superficie plana o levemente ondulado. Está en una altitud de 10 metros con respecto al nivel del mar. El clima es cálido y húmedo, típicamente ecuatorial, influencia directa de la floresta amazónica, onde las lluvias son constantes. Las innumerables mangueras existentes en las calles de Belém ayudan amenizar el calor, principalmente en los meses más cálidos de julio hacia noviembre, cuando la temperatura puede alcanzar 41 grados.

La economía de Belém es basada fundamentalmente en las actividades comerciales, servicios y turismo, aunque sea desarrollada la actividad industrial, como: algunos astilleros, metalúrgicas, pesca y procesamiento de la palma, mas principalmente la industria maderera. La ciudad es rica en historia, cultura, colores, olores, sabores y en naturaleza, que pueden ser observados en sus diversos puntos turísticos.

La capital del Estado del Pará posee oficialmente 71 barrios, distribuidos en 8 distritos administrativos.

### 3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

#### 3.1. ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS DEL CATASTRO INMOBILIARIO

El número de unidades inmobiliarias activas existentes en la base disponible fue de 379.802. A partir de los datos de estas unidades fue posible caracterizar el uso e ocupación del suelo urbano. En una visión general, podemos percibir por los números de las Tablas 1 y 2 el comportamiento de la ocupación cuanto al tipo del inmueble e uso, respectivamente. Las Figuras 1 y 2 presentan una visión relativa de estas cantidades.

Tabla 1: CANTIDADES DE UNIDADES DE VALUACIÓN POR TIPOLOGÍA.

Tipo de Inmueble	Cantidad Absoluta	Cantidad Relativa - %
0- Terreno Vacante	37.546	9,89
1- Casa	278.967	73,45
2- Apartamento	46.884	12,34
3- Sala	5.187	1,37
4- Tienda	5.810	1,53
5- Galpón	1.880	0,49
6- Cobertizo	1.235	0,33
7- Especial	2.293	0,60
<b>Total</b>	<b>379.802</b>	<b>100,00</b>

La tipología más numerosa es la “Casa”, con 73,45% de las unidades (278.967) existentes en el ambiente construido. En seguida vienen las tipologías “Apartamento” y “Terreno Vacante”, con 12,34% e 9,89% de las unidades, respectivamente. Se puede afirmar que las dos primeras son tipologías asociadas al uso residencial, sumando juntas poco más de 85% de los inmuebles. Casi 10% de los terrenos permanecen baldíos, pudiéndose considerar un valor bajo, dando margen a la fuerte especulación de los inmuebles<sup>5</sup> y de cierto modo a un proceso de renovación urbana. Los demás tipos de inmuebles presentan un bajo porcentaje, donde es interesante llamar la atención para las Salas, que, a pesar del fuerte proceso de verticalización que viene ocurriendo en la ciudad, los emprendimientos tienden a ser residenciales.

La Figura 2 posibilita visualizar el comportamiento relativo de los tipos de inmuebles existentes en Belém. La representación fue realizada por el empleo del gráfico de sectores (pizza).

<sup>5</sup> A la excepción del distrito de Mosqueiro, a donde se ha entendido que hay más oferta que demanda por inmueble

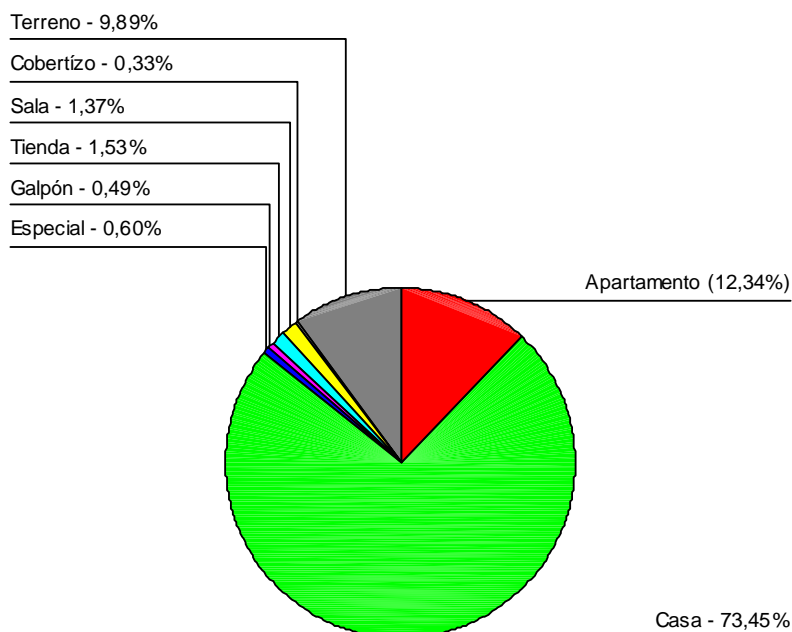


Figura 2: gráfico de los sectores de los tipos de unidades de inmuebles.

La Tabla 2 presenta las cantidades absoluta y relativa de unidades inmobiliarias por uso. Como ya evidenciado por los números de unidades por tipo de inmueble (Tabla 1), el uso predominante es el residencial. Algo que era de se esperar, pues difícilmente tendríamos una ciudad con un uso diferente de residencial predominando. Lo que llama la atención es la medida en sí. Si consideramos que los usos fuertemente ligados a la generación de renta son el Comercial, Industrial y Servicios, apenas 6,31% estarían en esa condición. Ciertamente en los demás tipos de usos también existen la generación de renta, y que puede ser significativa (ex: empleados domésticos, jardineros autónomos, entre otros).

Tabla 2: **CANTIDADES DE UNIDADES POR USO.**

Uso	cantidad Absoluta	cantidad Relativa - %
0- Terreno Vacante	37.542	9,89
1- Residencial	315.401	83,04
2- Comercial	15.579	4,10
3- Industrial	483	0,13
4- Servicios	7.916	2,08
5- Religioso	1.364	0,36
6- Otros	1.517	0,40
<b>Total</b>	<b>379.802</b>	<b>100,00</b>

La Figura 3 posibilita la visualización de la distribución relativa de los diferentes usos dados a los inmuebles de la ciudad. De la misma forma que en la Figura 1, la representación fue realizada por el empleo del gráfico de sectores (pizza).



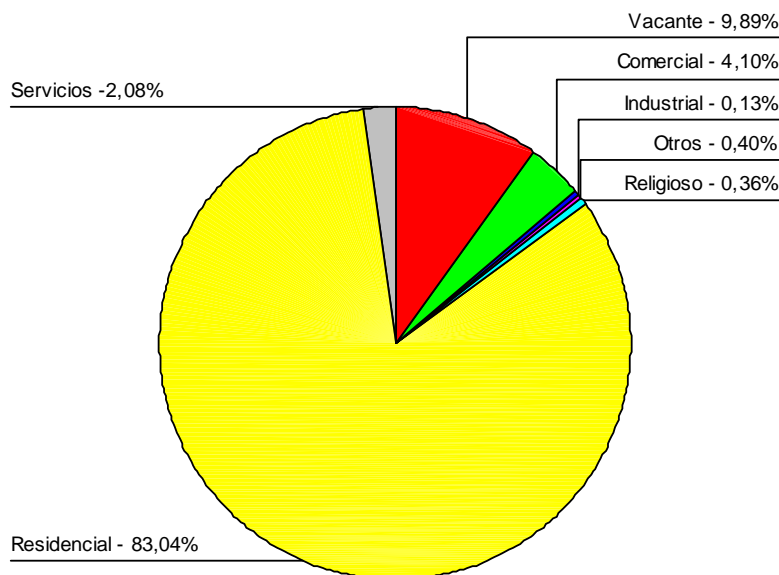


Figura 3: gráfico de sectores de los usos en las unidades inmobiliarias.

Los datos de catastro fueron la base para el direccionamiento de los análisis que fueron realizados. En este sentido, un trabajo de actualización espacial del catastro fue concomitantemente realizado para mejor desenvolvimiento de los análisis espaciales. La planta de referencia catastral (base espacial) estaba considerablemente desfasada, donde aproximadamente 30.000 lotes, resultantes de nuevos loteamientos, desmembramientos y unificaciones, fueron actualizados.

### 3.2. ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS PARA LOS ANÁLISIS

La organización de los datos para los análisis visando establecer los nuevos modelos de valuación masiva de los inmuebles envolvió varios materiales y datos levantados junto a diferentes Secretarías de la Administración Municipal, al IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística) y al mercado inmobiliario.

La preparación de los datos envolvió el procesamiento y organización de tablas de banco de datos y análisis espaciales, teniendo por finalidad el establecimiento de una matriz de datos de mercado inmobiliario con variables explicativas que sirviesen al modelado. Igualmente, las variables fueron preparadas para que todos los inmuebles del universo pudiesen ser evaluados por los modelos de evaluación. Así, algunas variables de localización fueron obtenidas a partir de superficies generadas por interpolación geo-estadística.

La primera etapa del levantamiento de los datos de mercado ocurrió en campo, donde todas las calles de la ciudad fueron recorridas para identificación de los inmuebles que se encontraban en venta, así como para levantar algunas características de infraestructura disponibles (pavimentación, red eléctrica y red de iluminación). En esa oportunidad los inmuebles en oferta fueron fotografiados.

En un segundo momento, después de la organización de los datos de campo en planillas, fueron realizadas llamadas telefónicas para complementar la investigación con el valor de oferta o transacción y dimensiones de los inmuebles. En las áreas donde la muestra se encuentra con pocos eventos, se hizo una nueva visita en campo en la tentativa de ampliar el número de eventos pesquisados.

El último paso de la pesquisa de mercado fue la visita a las inmobiliarias, donde la expectativa de conseguir un buen número de casos fue frustrada. A pesar del grande número de inmobiliarias y correctores en la ciudad, la receptividad de los agentes de mercado fue baja.

El resultado final de la composición de la muestra para los análisis del mercado inmobiliario, donde fueron considerados solamente los eventos en que las variables explicativas y explicadas fueron colectadas, sobre todo las de

localización, contó con 1818 individuos. Los mismos se distribuyen de la siguiente forma en relación a los tipos de inmuebles:

Tabla 3: **DISTRIBUCIÓN DE EVENTOS DEL MERCADO POR TIPO DE INMUEBLE.**

Tipo	cantidad	
	Absoluta	Relativa
Casa	799	43,95
Apartamento	483	26,57
Sala	9	0,5
Tienda	11	0,6
Galpón	10	0,55
Especial	5	0,27
Terreno Vacante	501	27,56
<b>Total</b>	<b>1.818</b>	<b>100</b>

Los números más expresivos, como puede ser observado en la tabla 3, y que presentaron condiciones para análisis inferencial, están relacionados a los tipos de inmuebles casa, apartamento y terreno vacante. Para los demás tipos la cantidad fue muy baja, imposibilitando análisis visando el modelaje del mercado para los mismos.

A estos comparables fueron asociadas variables explicativas, que se encuentran descriptas en la tabla 4, a seguir:

Tabla 4: **VARIABLES EMPLEADAS EN LOS ANÁLISIS.**

N.º	Variable	Tipo	Descripción	Forma de Entrada
1	V_VALOR	Continua	Valor monetário del inmueble	R\$
2	V_TEST	Continua	Frente del lote para calle principal	M
3	V_AREALO	Continua	Área del lote	M²
4	V_PAVIM	Cualitativa	Pavimentación	1- tiene y 2- no tiene
5	V_DDOCA	Continua	Distancia del inmueble a Doca	Km
6	V_SITUA	Dicotômica	Posición del lote en la cuadra	1- medio; 1- esquina; 0- demás
7	V_RENDA	Continua	Renta promedio de jefe de Domicilio	R\$
8	V_ELASTIC	Cualitativa	Elasticidad	1- transacción y 2- oferta
9	V_COTA	Continua	Altitud media del terreno	M
10	V_COAPRO	Cuantitativa	Índice de aprovechamiento	Índice
11	V_PERES	Continua	Porcentaje de residencias	%
12	V_CARAC	Cualitativa	Condominio horizontal cerrado	1- no y 2- si
13	V_REGIAO	Cualitativa	Región de la ciudad	1- sur; 2- norte; 3- mosqueiro
14	V_COORD	Continua	Coordenadas planas - TSA	Km
15	V_GARAG	Cuantitativa	Vagas de garage	Unidades
16	V_ANDAR	Cuantitativa	Piso de la unidad	Unidades
17	V_CONSERV	Dicotômica	Conservación	1- buena; 1- regular; 0- mala
18	V_PADRAO	Dicotômica	Padrón Constructivo	1- lujo/alto; 1- medio; 0- demás
19	V_AMR	Continua	Área media de las residências	M²
20	V_ELECON	Cualitativa	Elemento constructivo	1- otros; 2- material
21	V_NPAV	Cuantitativa	Número de pavimentos	Unidades
22	V_ARCA	Continua	Área de la casa	M²
23	V_ARPT	Continua	Área del apartamento	M²

### 3.3. ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL ACTUAL MODELO DE EVALUACIÓN

Antes del modelado propiamente dicho del mercado inmobiliario, se hizo el análisis del desempeño del actual modelo de evaluación para los inmuebles del tipo apartamento, casa y terreno vacante.

El análisis del desempeño de evaluación consistió en comparar el valor de evaluación con el valor comercial del inmueble. El valor efectivamente empleado en la distribución puede eventualmente ser diferente del valor de evaluación. Aunque, todavía es importante que el comportamiento del mercado sea mantenido.

El análisis del desempeño tuvo como objetivo básicamente la medición de dos aspectos: nivel y uniformidad de evaluación. El nivel se refiere al porcentaje o cociente por lo cual las propiedades son evaluadas con relación al valor del mercado; mientras que la uniformidad está relacionada al tratamiento de igualdad tributaria con relación a propiedades individuales.

De Cesare (2009) presenta las principales medidas empleadas para verificar el nivel y la uniformidad de las evaluaciones, así como las indicaciones de los límites considerados aceptables por el IAAO (*International Association of Assessing Officers*) para análisis de las medidas. El instituto recomienda el uso de la mediana del cociente entre el valor de la evaluación y el precio de venta para identificar el nivel por lo cual un grupo de inmuebles fue evaluado con relación a los valores practicados en el mercado inmobiliario, demostrando que tan cerca los inmuebles fueron evaluados del nivel legal o deseado. La medida más utilizada para verificar la uniformidad de las evaluaciones es el coeficiente de dispersión con relación a la mediana (CD), que indica la variabilidad de las evaluaciones con respecto al valor de mercado de los inmuebles. El CD es la desviación media, expresado en término de porcentaje, del nivel en que cada propiedad fue evaluada con relación a la mediana del valor evaluado dividido por el valor del mercado.

La Portaria 511 de 2009 del Ministerio de las Ciudades da publicidad a las Directrices Nacionales para el Catastro Territorial Multifinalitário (CTM). Uno de los capítulos trata de la evaluación de inmuebles para fines fiscales, que orienta la realización del análisis de desempeño de las evaluaciones, indicando también los límites de las medidas consideradas aceptables. La Tabla 5 resume la tabla 4 publicada por De Cesare (2009) y adiciona los límites aceptables para las medidas de desempeño definidos en las Directrices de la Portaria 511.

Tabla 5: **MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE LAS EVALUACIONES.**

Variable en estudio: cociente entre el valor de la evaluación y el valor de mercado		Límites Aceptables	
	Medidas	IAAO (1999)	Directrices CTM (2009)
<b>Nivel</b>	Promedio	0,90 - 1,10	0,70 – 1,00
	Mediana		
	Promedio Ponderada		
<b>Uniformidad</b>	Coeficiente de Variación - CV	i. <= 10-15%, residencial	<= 30%
	Coeficiente de Dispersión - CD	ii. <= 15-20%, demais segmentos	
	Diferencial Relacionado al Precio – DRP	i. Se < 0,98, indica progresividad	
		ii. Se > 1,03, indica regresividad	

Los datos considerados para análisis de desempeño tomaron en cuenta la correspondencia entre los datos pesquisados en el mercado y los registrados en el catastro inmobiliario. Este procedimiento fue tomado para poder comparar datos semejantes y no distorcer los resultados. Todavía, más específicamente para los inmuebles de tipo “casa”, se tuvo mayor dificultad en seleccionar los casos similares, teniendo en cuenta las desactualizaciones catastrales y el propio desconocimiento por parte de los propietarios y agentes de mercado de las reales características de los inmuebles.

A seguir serán presentadas las medidas de desempeño del modelo de evaluación en vigor para los inmuebles de tipo terreno vacante. Las tipologías “Casa” y “Apartamento” no serán presentadas por motivo de espacio, pero los resultados fueron similares a los que serán presentados a seguir.

### 3.3.1. Medidas de desempeño – Terreno Vacante

El cálculo de las medidas de desempeño para terrenos vacantes fue realizado sobre un conjunto de datos de 152 eventos de mercado, donde las áreas informadas en la pesquisa (investigación) son iguales o similares a las registradas en el catastro. La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos.

Tabla 6: MEDIDAS DE DESEMPEÑO PARA TERRENOS VACANTES – MODELO ACTUAL.

150	15000,00	13843,90	0,9229	0,7543	0,5689
151	3000,00	3686,68	1,2289	1,0602	1,1241
152	4000,00	5576,61	1,3942	1,2255	1,5019
Soma	44012300,00	4718999,32	34,3173	19,9242	7,1771
Número de Observações			152	Categoria	Terrenos
Normalidade de VC/PV			Não se aproxima da curva normal		
Nível das Avaliações	Média	0,2258			
	Mediana	0,1686	Não satisfaz ao critério das Diretrizes CTM		
Uniformidade	CV (%)	93,17			
	CD (%)	77,73	Falta de uniformidade (recomenda-se 30%)		
	DRP	2,1057	Indica regressividade: quanto maior o valor no mercado, menor o valor cadastral.		
Outras Medidas	Média Ponderada	0,1072			
	DP	0,2103			

Dos medidas merecen destaque entre los resultados presentados en la tabla 6: la mediana y el coeficiente de dispersión. Ambas presentan valores muy por encima de los límites establecidos tanto por el IAAO cuanto por las Directrices del CTM. La mediana del cociente entre el valor catastral y valor de mercado está considerablemente abajo del límite sugerido. Podemos, por la mediana, afirmar que los valores evaluados para los terrenos se encuentran en un nivel de cerca de 17% del mercado inmobiliario. Ya el promedio, nos da un valor de aproximadamente 23%. Estos resultados demuestran la necesidad de revisión de los valores catastrales y corrobora la acción que la Administración Municipal tomó en ese sentido.

Al observar el DRP (diferencial relacionado al precio), siguiendo las orientaciones del IAAO, vemos que el actual modelo de evaluación de los terrenos es considerablemente regresivo, o sea, cuanto mayor el valor en el mercado, menor el valor de la evaluación. Este hecho lleva a la práctica de iniquidad fiscal, tributándose los contribuyentes de manera injusta.

### 3.4. MODELADO DEL MERCADO DE TIERRAS

El modelado del mercado de tierras fue realizado por Análisis de Regresión Múltiple, siendo empleadas diferentes estrategias, como: regresión clásica, regresión espacial y krigeagem interactiva. La estrategia que se presentó más viable fue la de la regresión clásica, donde los diferentes atributos ahora organizados fueron utilizados.

El modelado del mercado de tierras fue realizado distintamente para dos áreas del Municipio: 1) Barrios de Belém y 2) Distrito de Mosqueiro. En este trabajo se presenta solamente el modelado para los barrios de Belém, que representa la mayor parte del área urbana del municipio y, consecuentemente, mayor heterogeneidad en el mercado inmobiliario. A seguir son descriptos los procesos de modelado.

### 3.4.1. Modelado del mercado de tierras – Belém/Barrios

En un primer momento hubo la preocupación en eliminar de la muestra los casos atípicos oriundos de la fuente ITBI<sup>6</sup>, dejando de lado un análisis más profundo de los resultados de modelado. Definida la muestra final, fueron realizados diversos procesamientos en el sentido de encontrar el modelo que presentase un buen ajuste y atendiese a los presupuestos de análisis en uso, donde los cuidados con los presupuestos de regresión fueron observados de forma criteriosa: multicolinealidad, heterocedasticidad y auto-correlación espacial.

En razón de las características de variabilidad de área de los terrenos, como puede ser observado en el histograma de la Figura 4, donde ocurre un pequeño número de inmuebles que poseen grandes áreas (cauda alargada para derecha), se entendió adecuado limitar la muestra a los eventos que poseen área inferior a 8.000,00 m<sup>2</sup>. Esto se debió al hecho de que el número de eventos con área superior a 8.000,00 m<sup>2</sup> es muy pequeño y probablemente caracteriza un determinado segmento de mercado, pudiendo tener variables explicativas diferentes del conjunto trabajado, lo que podría provocar perturbaciones en el modelo. Así, como el objetivo del modelado es la estimación del valor del lote padrón por trecho de calle, se procuró no distanciarse de las características de la muestra de esa referencia.

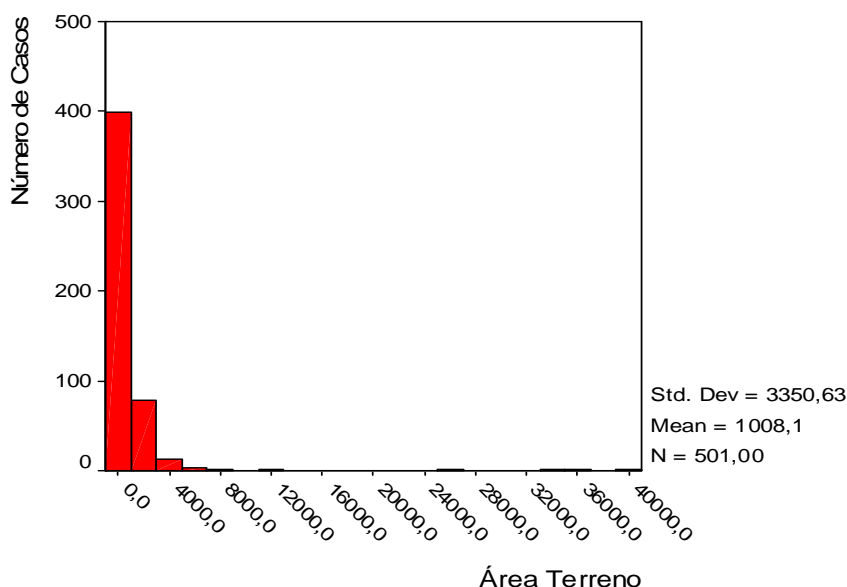


Figura 4: histograma del área de los terrenos.

La matriz de datos empleada en el modelado del mercado inmobiliario de tierras por regresión múltiple es compuesta por las variables descritas en la Tabla 7.

Tabla 7: **VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN.**

N.º	Variable	Tipo	Descripción	Forma de Entrada
1	V_VALOR	Continua	Valor monetário del inmueble	R\$
2	V_TEST	Continua	Frente del lote para la calle principal	M
3	V_AREALO	Continua	Área del lote	M <sup>2</sup>
4	V_PAVIM	Cualitativa	Pavimentación	1- tiene y 2- no tiene
5	V_DDOCA	Continua	Distancia de inmueble a Doca	Km
6	V_SITUA	Dicotômica	Posición del lote en la manzana	1- medio; 1- esquina; 0- demás
7	V_RENDA	Continua	Renta promedio de Jefe de Domicilio	R\$

<sup>6</sup> ITBI – Impuesto sobre a Transmisión de Bienes Inmuebles (Impuesto sobre el Traslado de Dominio).

**XI CONGRESO NACIONAL Y VIII LATINOAMERICANO DE AGRIMENSURA  
VALUACIÓN MASIVA DE INMUEBLES: PROPUESTA PARA “BELÉM DO PARÁ” - BRASIL**

8	V_ELASTIC	Cualitativa	Elasticidad	1- transacción y 2- oferta
9	V_COTA	Continua	Altitud promedio del terreno	M
10	V_COAPRO	Cuantitativa	Índice de aprovechamiento	Índice
11	V_PERES	Continua	Porcentaje de residencias	%
12	V_CARAC	Cualitativa	Condominio horizontal cerrado	1- no y 2- si
13	V_REGIAO	Cualitativa	Región de la ciudad	1- sur; 2- norte; 3- mosqueiro
14	V_COORD	Continua	Coordenadas planas - TSA	Km

En la Tabla 7 se presenta la variable dependiente V\_VALOR (1) y las variables independientes (2 a 14). Hay que destacar que la variable descripta como número 10 (V\_COORD) se distribuye en nueve variables, una vez que esta representa las coordenadas del centroide del lote estudiado, y estas fueron procesadas según un polinomio de tercer grado. O sea, se combinó una superficie de tendencia - TSA ( $X + Y + XY + X^2 + Y^2 + X^2Y + XY^2 + X^3 + Y^3$ ). Para reducir el efecto de multicolinealidad se trabajó con el desvío del promedio de las coordenadas.

Se puede observar por la descripción de las variables que la mitad de ellas corresponde a datos de localización, marcando en los análisis la importancia de esta característica en la formación del valor del suelo. Estas fueron obtenidas a partir de análisis espaciales, posibilitadas por el material cartográfico disponible y preparado para este fin. La actualización de la malla de lotes y la creación del registro de partes de callejuelas dieron gran contribución al desenvolvimiento de los análisis.

El valor estudiado, variable dependiente, presentó mejores resultados cuando transformado en logaritmo natural. Siendo este tipo de constatación normalmente hecha en estudios de mercado inmobiliario, en razón, tal vez, de la dificultad de poder hacer un diseño de muestra, pues no es posible definir previamente que inmuebles serían interesantes en la composición de la muestra, por se tratar de eventos de mercado y que no están bajo el control del investigador. Así difícilmente se encuentra una distribución que sería ideal para el modelo, teniéndose que recurrir a transformaciones que mejoren el comportamiento de las variables para atender las pre-suposiciones de los análisis.

Cada una de las variables independientes (2 a 14) de la Tabla 7 fue analizada inicialmente con el fin de verificar la relación de las mismas con la variable dependiente. Las correlaciones parciales de las variables independientes en relación a la variable dependiente presentaron el comportamiento esperado (señal) y fueron, de manera general, buenas, siendo que la menor fue la de la variable V\_COTA. Esto se explica por el hecho de que áreas de alta y baja valorización se asociaron a cotas menores, como la región de Doca, que es baja, pero de alta valorización en el mercado inmobiliario, por ejemplo, por la condición de rentabilidad que presenta a los inmuebles y padrón de ocupación del suelo.

Entre las variables independientes de los índices se presentaron en la mayoría de los casos en niveles bajos. Sin embargo, algunas presentaron correlaciones encima de 0,8: 1- entre V\_LNTEST (frente del lote) y VLNAREL, y entre V\_REGION y V\_DDOCA. En el primer caso, el índice fue de 0,868. La relación positiva entre el frente del inmueble y su superficie es esperada, una vez que en general las mayores áreas poseen mayores lados. En el segundo caso el índice fue de 0,883. También se trata de un comportamiento esperado, una vez que el punto de referencia para el cálculo de las distancias (Doca) queda para la parte sur de la ciudad y la variable V\_REGION divide la ciudad en las regiones sur y norte.

Aunque las correlaciones presentadas anteriormente sean un poco elevadas, se optó por mantener las variables en el análisis y verificar si se podría perjudicar los resultados. Una vez que se entendió que son variables importantes en el entendimiento del comportamiento del mercado inmobiliario y que podrían complementar la explicación de la variabilidad de los valores.

El procesamiento de la regresión fue realizado con el método *Stepwise*, que resultó en un modelo con 14 variables independientes y con un buen ajuste, considerando que se trata de un modelo de valuación masiva de inmuebles y de su área de cobertura, teniendo un coeficiente de determinación de la orden de 91,3%, restando 8,7% de variabilidad no explicada. El coeficiente de correlación (0,955) demostró una fuerte correlación entre la variable dependiente y las independientes actuando en conjunto. Y el test de significado del modelo (F de *Snedecor*) apuntó para el rechazo de la hipótesis de no haber regresión a un nivel significativo de 1%, con un índice calculado (269,552) bien arriba de la tabla (2,13).

Las variables, individualmente, fueron testadas en cuanto a las hipótesis de los valores calculados para t ser o no diferentes de 0 (cero), a un nivel de significancia de 5% en el teste t de *Student*. Las variables que participan del modelo (Tabla 8) presentaron las señales esperadas y compatibles con los resultados corrientes en la

literatura y trabajos desarrollados en esta área, siendo la variable V\_SITUA y algunos componentes del polinomio rechazados en el test.

Tabla 8: **MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE – TERRENOS VACANTES.**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
14	(Constant)	6,108	,389	15,717	,000		
	V_LNAREL	,794	,049	,541	16,071	,000	,214
	V_DDOCA	-,119	,012	-,404	-10,171	,000	,153
	V_RENDA	2,220E-04	,000	,099	4,713	,000	,547
	V_PAVIM	,435	,096	,081	4,532	,000	,756
	V_COAPRO	,257	,060	,098	4,271	,000	,463
	V_PERES	-1,48E-02	,003	-,101	-5,243	,000	,650
	CHARACTER	,519	,092	,115	5,668	,000	,585
	V_ELASTI	,331	,069	,083	4,837	,000	,818
	EDM2NDM	6,240E-03	,001	,125	4,861	,000	,363
	V_COTA	3,920E-02	,009	,112	4,326	,000	,363
	NDM2EDM	-1,30E-03	,000	-,079	-3,224	,001	,404
	REGIAO	-,440	,146	-,133	-3,015	,003	,124
	V_LNTEST	,209	,087	,085	2,412	,016	,196
	EDM3	-3,73E-03	,002	-,050	-2,297	,022	,511

a. Dependent Variable: LNVALOR

Las variables independientes, con excepción de V\_LNAREL y V\_LNTEST, entraron en la forma directa, sin ningún tipo de transformación. Los valores de VIF (*variance inflation factor*) están abajo del límite máximo, que según DES ROSIERS *et al.* (2003) es de 10, donde el mayor valor fue de 8,092 para la variable V\_REGIAO.

El modelo de regresión presentado en la TABLA 8 puede ser escrito en forma de ecuación. Como la variable dependiente fue transformada (logaritmo natural), al aplicar el antilogaritmo, la ecuación pasa a ser escrita como en [1]:

$$\begin{aligned}
 VALOR = & 449,511 * 2,212^{V\_LNAREL} * 0,8877^{V\_DOCA} * 1,0002^{V\_RENDA} * 1,5442^{V\_PAVIM} \\
 & * 1,2928^{V\_COAPRO} * 0,9854^{V\_PERES} * 1,6808^{V\_CARAC} * 1,3930^{V\_ELAST} * 0,0006^{EDM2NDM} \\
 & * 1,0399^{V\_COTA} * 0,9987^{NDM2EDM} * 0,6438^{V\_REGIAO} * 1,2325^{V\_LNTEST} * 0,9963^{EDM3}
 \end{aligned}
 \quad [1]$$

De la ecuación [1] es posible sacar algunas conclusiones:

- para cada kilómetro que un determinado terreno se distancia de la región de Doca su valor decrece en un promedio 11,23%;
- para cada real aumentado en la renta promedio del jefe del domicilio el valor del terreno sube 0,02%;
- cuando el terreno se encuentra en calle pavimentada el valor es un promedio 54,42% superior al de un terreno localizado en calle no pavimentada. Este grande porcentaje de diferencia puede ser explicado por la distribución espacial de la variable, donde la no pavimentación ocurre en general donde los valores de los inmuebles son más bajos;
- para cada unidad de aumento en el coeficiente de aprovechamiento, el valor del terreno sube en un promedio 29,28%;
- cuando el porcentaje de residencias del circun-vecindario de un terreno aumenta en una unidad, el valor del inmueble decrece 1,46%;
- cuando la altitud del terreno se eleva en un metro, el valor del mismo sube en promedio 3,99%.

Es importante destacar que los coeficientes ajustados en el modelo de regresión son globales, y representan el comportamiento promedio de las variables para la muestra en estudio. Así es posible que los porcentajes presentados tengan variabilidad en razón de la localización de los inmuebles. El análisis del modelo sigue con la verificación de los presupuestos básicos relacionados al comportamiento de los residuos.

Los residuos fueron investigados aun cuanto a la normalidad, pudiéndose afirmar que no hubo violación de ese presupuesto, pues por las propiedades de la curva normal: 68% de los residuos deben estar en intervalo  $(-1; 1)$ , 90% en el intervalo  $(-1,64; 1,64)$  y 95% en el intervalo  $(-1,96; 1,96)$ ; y la distribución presentada por los residuos en esta análisis fueron los siguientes: 66,70% en el intervalo  $(-1; 1)$ , 91,20% en el intervalo  $(-1,64; 1,64)$  y 95,2% en el intervalo  $(-1,96; 1,96)$ . Siendo porcentajes próximos de los pre-establecidos para curva normal.

Puede observarse, aun, por el gráfico de la Figura 5 los puntos que poseen residuos mas elevados. Después de la padronización de los residuos, de manera de identificar los casos atípicos, se destacaron con residuos arriba de 2 desvíos padrón (en módulo) 15 casos, y de esos, ningún caso quedó encima de 3 desvíos (en módulo). Algunos autores de trabajos relacionados a la valuación masiva de inmuebles creen que el análisis de puntos atípicos no debe restringirse al examen del límite de dos desvíos-padrón, una vez que tratan de explicar un comportamiento mucho más heterogéneo que las evaluaciones individuales. Todavía, es importante enfatizar que el hecho de permitir un mayor relajamiento, no significa que deje de ser necesario investigar si los residuos mas elevados pueden ser fuente de perturbaciones en el modelo.

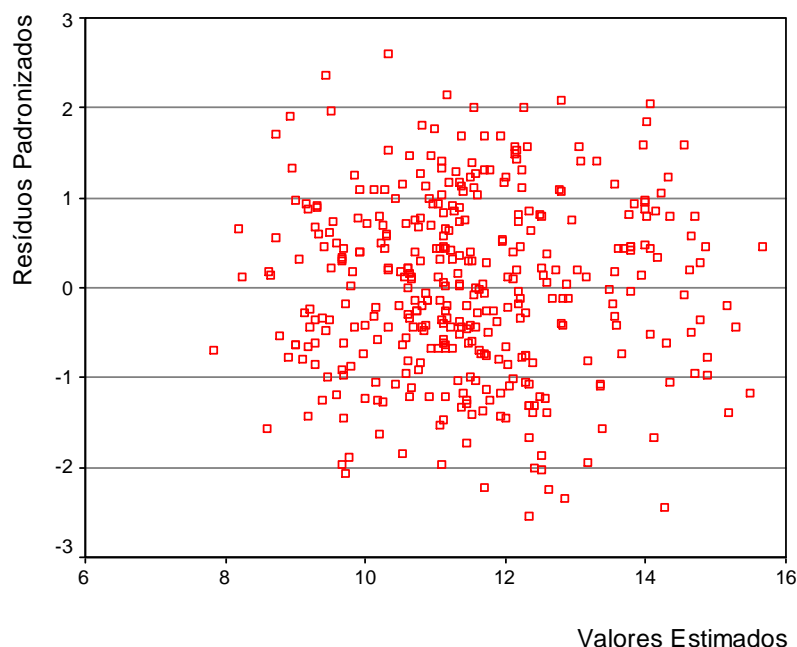


Figura 5: residuos estandarizados x valores estimados de regresión – modelo terrenos.

Los residuos del modelo de regresión fueron representados espacialmente en el modo de implantación puntual y esquema de color divergente, de modo a poder percibir el comportamiento de los mismos en relación a la localización (Figura 6). Los mayores residuos fueron representados en los colores verde y azul, siendo el primer color para los negativos y el segundo para los positivos. Los residuos mayores fueron representados por círculos mayores.



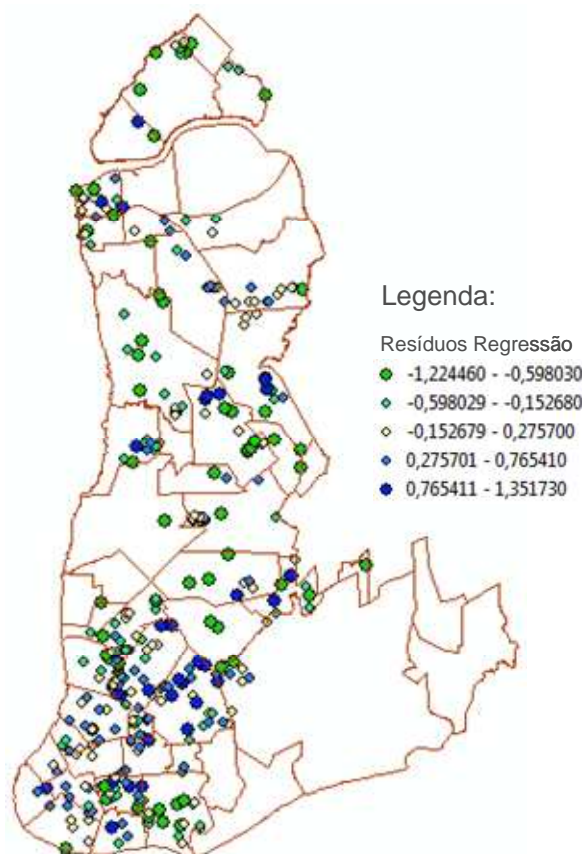


Figura 6: representación espacial de los residuos de la regresión.

La auto-correlación espacial calculada globalmente por el índice de Moran no demuestra la dependencia espacial de los residuos, sin embargo, cuando calculado para distancias o Lag menores, queda confirmada la percepción de dependencia obtenida en la visualización de la distribución espacial de los residuos.

Los agrupamientos de residuos positivos y negativos indican que parte de la variabilidad de los datos no fue explicada por el modelo de regresión. Estos agrupamientos apuntan para la existencia de dependencia espacial de los residuos, que puede ser verificado en el Correlograma de Moran presentado en la Figura 7. Las distancias de un orden de 300 metros entre pares de puntos el índice de auto-correlación de Moran es de aproximadamente 0,32.

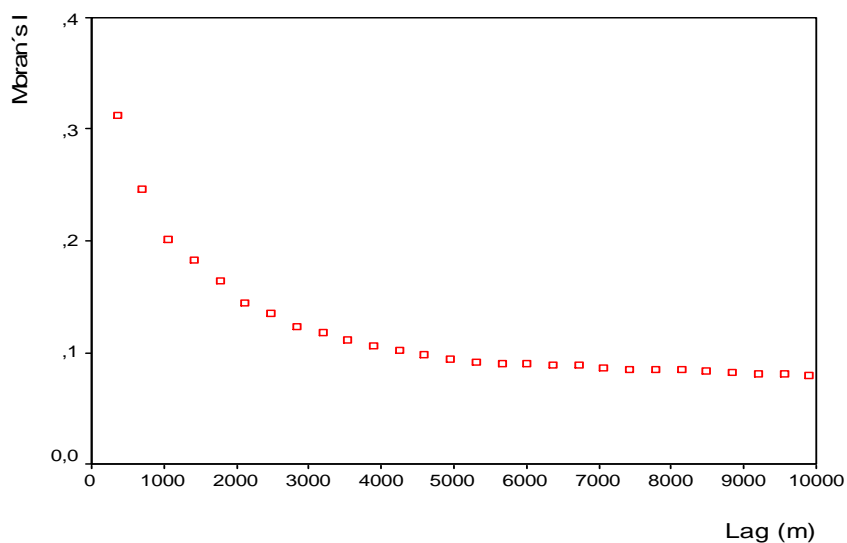


Figura 7: correlograma de Moran para los residuos de la regresión.

Para corregir o recuperar parte de la variabilidad inherente a localización que no fue explicada por el modelo, se elaboró una superficie con los residuos de la regresión con el método de interpolación geo-estadístico (krigeagem). El primer paso fue verificar la estructura de dependencia espacial de los residuos por medio del semivariograma (Figura 8). Con un Lag de 300 metros el modelo exponencial se presentó con mejor ajuste, teniendo un efecto pepita de 0,081169, contribución igual a 0,21581 y alcance de 1.110 metros considerando todas las direcciones para los vectores entre pares de puntos. Estos elementos corroboran la conclusión sobre la auto-correlación espacial de los residuos y nos permiten afirmar que en el alcance establecido en el ajuste de modelo hay un porcentaje de aproximadamente 72% de dependencia.

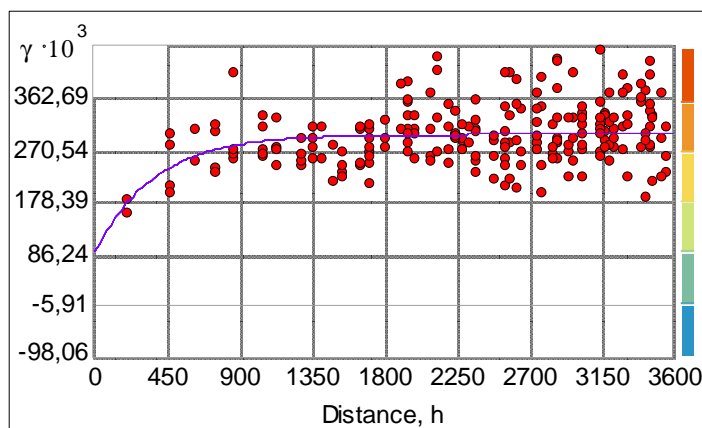


Figura 8: semivariograma de los residuos de la regresión.

Con los elementos del ajuste del modelo teórico (exponencial) a la estructura de correlación espacial de los residuos se hizo la interpolación por krigeagem para obtención de la superficie de los residuos. La Figura 9 presenta este resultado.

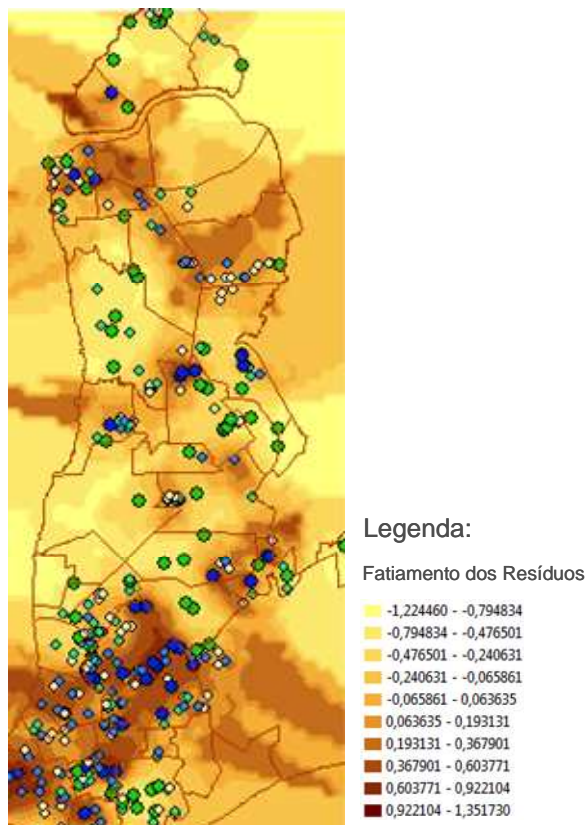


Figura 9: superficie fatiada de los residuos interpolados por krigeagem.

Los residuos de la superficie fueron relacionados con el centro de los trechos de calles para posterior corrección de los valores estimados por el modelo de regresión.

### 3.4.2. Definición de la Planta de Valores Genéricos - PVG

Por los resultados presentados en el análisis del modelo de regresión múltiple, se puede concluir que el mismo presenta condiciones de ser utilizado para estimación de valores de lote padrón en los distintos trechos de calles. Sin embargo, tomando en cuenta la dependencia espacial de los residuos, que fue modelada en una superficie por krigeagem, se hizo la corrección de los valores por el porcentaje de dependencia espacial encontrado en el semivariograma (72%). O sea, por convención 72% del residuo corresponden a componente de localización no explicada.

Con el procedimiento descrito anteriormente, se definió los valores unitarios del lote padrón para cada trecho de calle, que fueron en seguida homogeneizados por los factores relacionados a infraestructura (Factor de Mejoramientos Públicos y Factor de Pavimentación) para establecimiento de los valores de referencia (PVG) del modelo de valuación masiva de los terrenos de la ciudad.

Siendo así, cada segmento de calle tuvo su valor unitario de referencia calculado, formando de esta manera la Planta de Valores Genéricos.

### 3.4.3. Modelado del mercado de casas

El modelado del mercado de casas fue realizado por Análisis de Regresión Múltiple, donde el objetivo fue evaluar el comportamiento de determinadas características constructivas con respecto al valor de mercado para apoyar la definición del modelo de evaluación con base en el costo de reproducción.

En el análisis fueron empleadas las variables presentadas en la Tabla 9, que describen un conjunto de 672 eventos de mercado.

Tabla 9: **VARIABLES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE LAS CASAS.**

N.º	Variable	Tipo	Descripción	Forma de Entrada
1	V_VALOR	Continua	Valor monetário del inmueble	R\$
2	V_AREALO	Continua	Área del lote	M²
3	V_PAVIM	Cualitativa	Pavimentación	1- tiene y 2- no tiene
4	V_DDOCA	Continua	Distancia del inmueble a Doca	Km
5	V_RENDA	Continua	Renta promedio del jefe del Domicilio	R\$
6	V_ELASTIC	Cualitativa	Elasticidad	1- transacción y 2- oferta
7	V_COTA	Continua	Altitud média del terreno	M
8	V_PERES	Continua	Porcentaje de residencias	%
9	V_CARAC	Cualitativa	Condominio horizontal cerrado	1- não e 2- sim
10	V_REGIAO	Cualitativa	Región de la ciudad	1- sul; 2- norte; 3- mosqueiro
11	V_COORD	Continua	Coordenadas planas - TSA	Km
12	V_CONSERV	Dicotômica	Conservación	1- buena; 1- regular; 0- mala
13	V_PADRAO	Dicotômica	Padrón Constructivo	1- lujo/alto; 1- médio; 0- demás.
14	V_AMR	Continua	Área promedio de las residencias	M²
15	V_ELECON	Cualitativa	Elemento constructivo	1- otros; 2- material
16	V_NPAV	Cuantitativa	Número de pavimentos	Unidades

La Tabla 9 presenta la variable dependiente V\_VALOR (1) y las variables independientes (2 a 16). Como comentado en el análisis aplicado a los terrenos baldíos (ítem 5.3.1), la variable descrita como número 11

(V\_COORD) se distribuye en nueve variables, una vez que esta representa las coordenadas del centroide del lote estudiado, y estas fueron procesadas según un polinomio de tercer grado. De manera similar, las variables del tipo “Dicotómica” se distribuyen en columnas conforme el número de modalidades. Por ejemplo: la variable V\_CONSERV se distribuye en dos variables: V\_CONBOA y MG\_CONMA.

El valor estudiado, variable dependiente, presentó mejores resultados cuando transformado en logaritmo natural. Las variables correspondientes a las áreas de la casa y del lote, bien como la renta promedio fueron también transformadas para mejor ajuste de los regresores. Las correlaciones parciales de las variables independientes en relación a la variable dependiente fueron, de modo general, buenas.

El procesamiento de la regresión fue realizado con el método *Stepwise*, que resultó en un modelo con 19 variables independientes y con un buen ajuste, considerando tratarse de un modelo de valuación masiva de inmuebles y su área de cobertura, teniendo un coeficiente de determinación de orden de 89,0%, restando 11,0% de variabilidad no explicada. El coeficiente de correlación (0,943) demostró una fuerte correlación entre la variable dependiente y las independientes actuando en conjunto. El test de significancia del modelo (F de *Snedecor*) apuntó para el rechazo de la hipótesis de no haber regresión a un nivel de significancia de 1%, con un índice calculado (277,106) bien encima del de la tabla (1,90).

Las variables, individualmente, fueron testadas para las hipótesis de los valores calculados para t ser o no diferentes de 0 (cero), a un nivel de significancia de 5% en el test t de *Student*. Las variables que participan del modelo (Tabla 10) presentaron las señales esperadas y compatibles con los resultados corrientes en la literatura y trabajos desarrollados en esta área.

Tabla 10: **MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE – CASAS.**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
19 (Constant)	4,174	,397		10,507	,000		
V_LNAMR	,290	,064	,113	4,538	,000	,270	3,699
V_LNARCA	,238	,031	,159	7,670	,000	,396	2,527
V_DDOCA	-4,58E-02	,007	-,230	-6,428	,000	,132	7,580
V_LNAREL	,380	,031	,220	12,183	,000	,520	1,924
V_CONBOA	,115	,041	,047	2,843	,005	,626	1,597
V_ELECON	,237	,065	,054	3,652	,000	,763	1,310
V_LNREND	,289	,042	,162	6,964	,000	,313	3,198
MG_CONMA	-,235	,055	-,066	-4,285	,000	,713	1,402
CARACTER	,326	,102	,057	3,186	,002	,524	1,909
V_PAVIM	,266	,049	,078	5,420	,000	,814	1,229
NDM2	-1,90E-03	,000	-,070	-4,264	,000	,627	1,596
V_NPAV	,151	,034	,068	4,428	,000	,722	1,385
V_PERES	-7,72E-03	,002	-,065	-3,962	,000	,632	1,583
V_PADMED	,627	,065	,249	9,667	,000	,254	3,930
V_PADALT	,859	,092	,215	9,381	,000	,320	3,122
V_PADBAI	,364	,055	,141	6,604	,000	,370	2,705
V_ELASTI	,228	,059	,051	3,858	,000	,951	1,052
EDM2NDM	1,792E-03	,001	,051	3,250	,001	,687	1,456
REGIAO	-,179	,079	-,072	-2,254	,025	,167	5,973

El modelo de regresión presentado en la Tabla 10 puede ser escrito en la forma de ecuación. Como la variable dependiente fue transformada (logaritmo natural), al aplicar el anti-logaritmo, la ecuación pasó a ser escrita como en [2]:

$$\begin{aligned}
 VALOR = & 64,9854 * 1,3361^{V\_LNAMR} * 1,2691^{V\_LNARCA} * 0,9552^{V\_DDOCA} * 1,4626^{V\_LNARLO} \\
 & * 1,1221^{V\_CONBOA} * 1,2671^{V\_ELECO} * 1,3352^{V\_LNREND} * 0,7902^{V\_CONMA} * 1,3860^{CARACT} \\
 & * 1,3051^{V\_PAVIM} * 0,9981^{NDM2} * 1,1632^{V\_NPAV} * 0,9923^{V\_PERES} * 1,8726^{V\_PADMED} \\
 & * 2,3607^{V\_PADALT} * 1,4396^{V\_PADBAI} * 1,2556^{V\_ELAST} * 1,0018^{NDM2EDM} * 0,8363^{REGIAO}
 \end{aligned}$$

[2]

De la ecuación [2] es posible sacar algunas conclusiones:

- una edificación con conservación buena vale en promedio 12,21% más que una edificación de conservación regular, al paso que una edificación mal conservada vale en promedio 20,08% menos;
- edificaciones con elemento constructivo de material valen en promedio 26,71% más que las de madera;
- el padrón alto en casas valoriza en promedio 136,07% en relación al padrón primario; el padrón promedio valoriza 87,26% y el bajo 43,96%;
- cuando la casa se encuentra en un condominio cerrado tiende a valer 38,60% más que casas fuera de condominios;
- casas de la región norte de la ciudad valen en promedio 16,27% menos que las de la parte sur.

El comportamiento de los regresores (coeficientes de regresión) con relación a los valores estimados orientó la definición de los factores de ponderación del modelo de valuación masiva de las edificaciones.

Se destaca más una vez que los coeficientes ajustados en el modelo de regresión son globales, y representan el comportamiento promedio de las variables para la muestra en estudio. Así, es posible que los porcentajes presentados tengan variabilidad en razón de la localización de los inmuebles. El análisis del modelo sigue con la verificación de los presupuestos básicos relacionados al comportamiento de los residuos.

Los residuos fueron investigados incluso para la normalidad, pudiendo afirmarse que no hubo violación de ese pre-supuesto, pues por las propiedades de la curva normal: 68% de los residuos deben estar en el intervalo (-1; 1), 90% en el intervalo (-1,64; 1,64) y 95% en el intervalo (-1,96; 1,96); y la distribución presentada por los residuos en este análisis fueron los siguientes: 69,9% en el intervalo (-1; 1), 91, 0% en el intervalo (-1,64; 1,64) y 95,3% en el intervalo (-1,96; 1,96). Siendo porcentajes próximos de los pre-establecidos para curva normal. La Figura 10 confirma la conclusión, donde el histograma de los residuos estandarizados presenta un diseño similar al de la curva normal.

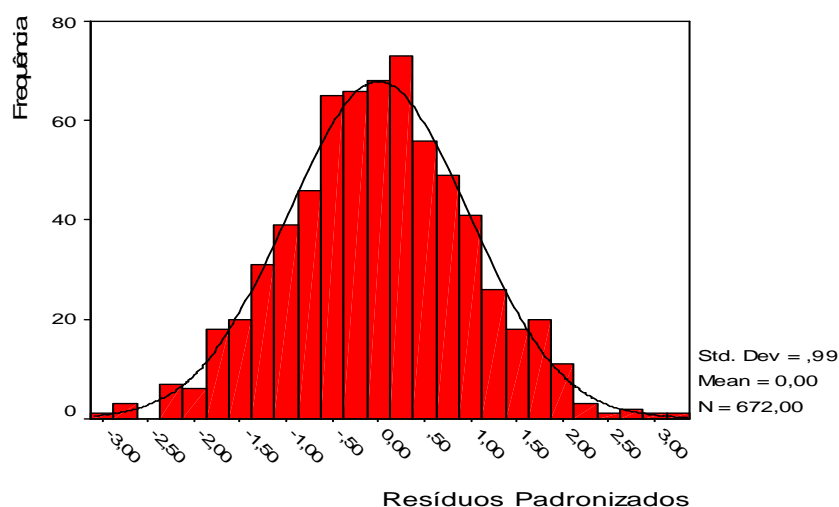


Figura 10: histograma de los residuos estandarizados – modelo de regresión de las casas.

En el gráfico de la Figura 11 pueden ser observados los puntos que poseen residuos más elevados. Los casos atípicos, considerados aquellos con residuos estandarizados superior a 2 en módulo, fueron 27. De esos, ninguno quedó encima de 3 desvíos (en módulo).

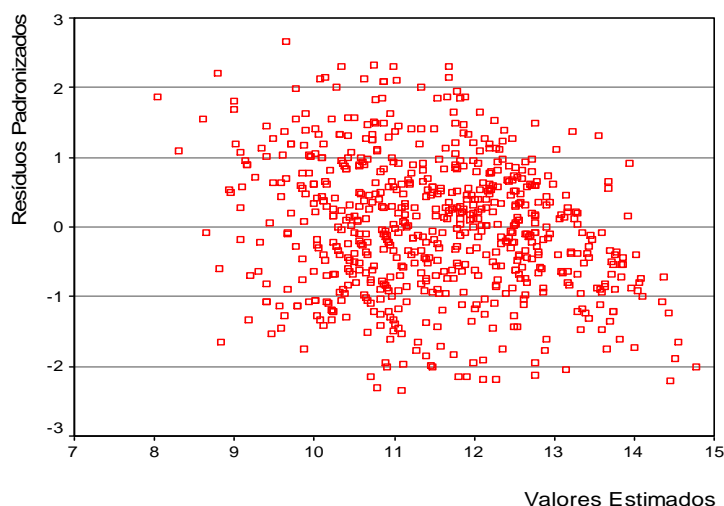


Figura 11: residuos estandarizados x valores estimados de la regresión – modelo casas.

### 3.4.4. Modelado del mercado de apartamentos

El modelado del mercado de apartamentos fue realizado por Análisis de Regresión Múltiple, y fue la base para la definición del modelo de valuación masiva de los inmuebles o unidades autónomas localizadas en condominios verticales. En el análisis fueron empleadas las variables presentadas en la Tabla 11, que describen un conjunto de 470 eventos de mercado.

Tabla 11: **VARIABLES EMPLEADAS EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE LOS APARTAMENTOS.**

N.º	Variável	Tipo	Descrição	Forma de Entrada
1	V_VALOR	Continua	Valor monetário del inmueble	R\$
2	V_AREAED	Continua	Área edificada del apartamento	M <sup>2</sup>
3	V_TEST	Continua	Frente del lote para la calle principal	M
4	V_AREALO	Continua	Área del lote	M <sup>2</sup>
5	V_PAVIM	Cualitativa	Pavimentación	1- tiene y 2- no tiene
6	V_DDOCA	Continua	Distancia del inmueble de Doca	Km
7	V_SITUA	Dicotômica	Posición del lote en la manzana	1- medio; 1- esquina; 0- demás
8	V_RENDA	Continua	Renta promedio del jefe del Domicilio	R\$
9	V_GARAG	Cuantitativa	Vagas de garage	Unidades
10	V_ANDAR	Cuantitativa	Piso de la unidad	Unidades
11	V_COTA	Continua	Altitud média del terreno	M
12	V_CONSERV	Dicotômica	Conservación	1- buena; 1- regular; 0- mala
13	V_PERES	Continua	Porcentaje de residencias	%
14	V_PADRÓN	Dicotômica	Padrón Constructivo	1- lujo/alto; 1- médio; 0- demás
15	V_REGIÓN	Cualitativa	Región de la ciudad	1- sur; 2- norte; 3- mosqueiro
16	V_COORD	Continua	Coordenadas planas – TSA	Km

La Tabla 11 presenta la variable dependiente V\_VALOR (1) y las variables independientes (2 a 16). Como comentado en los análisis anteriores la variable descrita como número 11 (V\_COORD) se distribuye en nueve variables, una vez que esta representa las coordenadas del centroide del lote estudiado, y estas fueron procesadas



según un polinomio de tercer grado. De manera similar, las variables del tipo “Dicotómica” se distribuyen en columnas conforme el número de modalidades.

El valor estudiado, variable dependiente, presentó mejores resultados cuando transformado en logaritmo natural. La variable correspondiente al área del apartamento fue igualmente transformada para mejor ajuste, recibiendo nueva denominación (V\_LNARPT). Las correlaciones parciales de las variables independientes en relación a la variable dependiente fueron, de modo general, buenas y con señales esperados

El procesamiento de la regresión fue realizado con el método *Stepwise*, que resultó en un modelo con 4 variables independientes y con un buen ajuste, considerando tratarse de un modelo de valuación masiva de inmuebles y su área de cobertura, teniendo un coeficiente de determinación de la orden de 88,4%, restando 11,6% de variabilidad no explicada. El coeficiente de correlación (0,940) demostró una fuerte correlación entre la variable dependiente y las independientes actuando en conjunto. El test de significancia del modelo (F de *Snedecor*) apuntó para el rechazo de la hipótesis de no haber regresión a un nivel de significancia de 1%, con un índice calculado (884,863) bien por encima de la tabla (3,32).

Las variables, individualmente, fueron testadas con las hipótesis de los valores calculados para t siendo o no diferentes de 0 (cero), a un nivel de significancia de 5% en el test t de *Student*. Las variables que participan del modelo (Tabla 12) presentaron las señales esperadas y compatibles con los resultados corrientes en la literatura y trabajos desarrollados en esta área.

Tabla 12: **MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE – APARTAMENTOS.**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
4 (Constant)	8,966	,148		60,568	,000		
V_LNARPT	,748	,030	,639	24,710	,000	,374	2,674
V_DDOCA	-4,67E-02	,005	-,184	-9,393	,000	,654	1,530
V_PADALT	,299	,034	,206	8,829	,000	,461	2,171
V_PADBAI	-,689	,097	-,120	-7,092	,000	,873	1,145

El modelo de regresión presentado en la Tabla 12 puede ser escrito en la forma de ecuación. Como la variable dependiente fue transformada (logaritmo natural), al aplicar el anti-logaritmo, la ecuación pasa a ser escrita como en [3]:

$$VALOR = 7830,50 * 2,1128^{V\_LNAREA} * 0,9544^{V\_DOCA} * 1,34902^{V\_PADALT} * 0,5021^{V\_PADBAI} \quad [3]$$

De la ecuación [3] es posible sacar algunas conclusiones:

- un apartamento de padrón alto vale un promedio de 34,90% más que un de padrón mediano. Y en un apartamento de padrón bajo el valor decrece en un promedio de 50%;
- a cada quilómetro que un apartamento se distancia de la región de Doca su valor se reduce un promedio de 4,6%.

El comportamiento de los coeficientes de regresión con relación a los valores estimados fue el esperado, siendo los mismos adaptados para el modelo de valuación masiva de las unidades en condominios verticales. El análisis del modelo sigue con la verificación de los pre-supuestos básicos relacionados al comportamiento de los residuos.

Los residuos fueron investigados también para la normalidad, pudiendo afirmarse que no hubo violación de ese pre-supuesto, pues por las propiedades de la curva normal: 68% de los residuos deben estar en el intervalo (-1; 1), 90% en el intervalo (-1,64; 1,64) y 95% en el intervalo (-1,96; 1,96); y la distribución presentada por los residuos en este análisis fueron los siguientes: 66,8% en el intervalo (-1; 1), 90,8% en el intervalo (-1,64; 1,64) y 95,1% en el

intervalo  $(-1,96; 1,96)$ . Siendo porcentajes próximos de los pre-establecidos para la curva normal. La Figura 12 confirma la conclusión, donde el histograma de los residuos estandarizados presenta un diseño similar al de la curva normal.

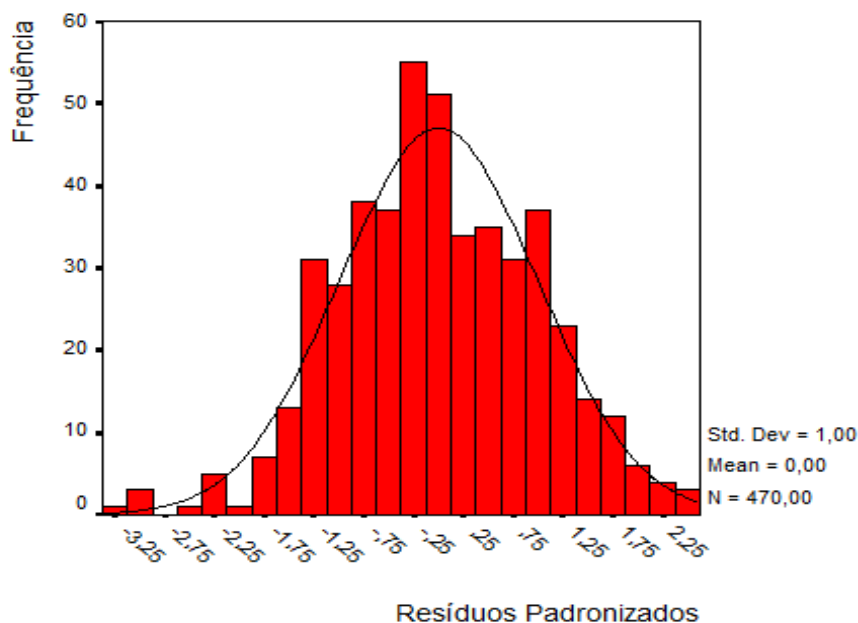


Figura 12: histograma de los residuos estandarizados – modelo de regresión de los apartamentos.

En el gráfico de la Figura 13 pueden ser observados los puntos que poseen residuos más elevados. Los casos atípicos, considerados aquellos con residuos estandarizados superior a 2 en módulo, fueron 20. De esos, solamente 3 casos quedaron con valor encima de 3 desvíos (en módulo).

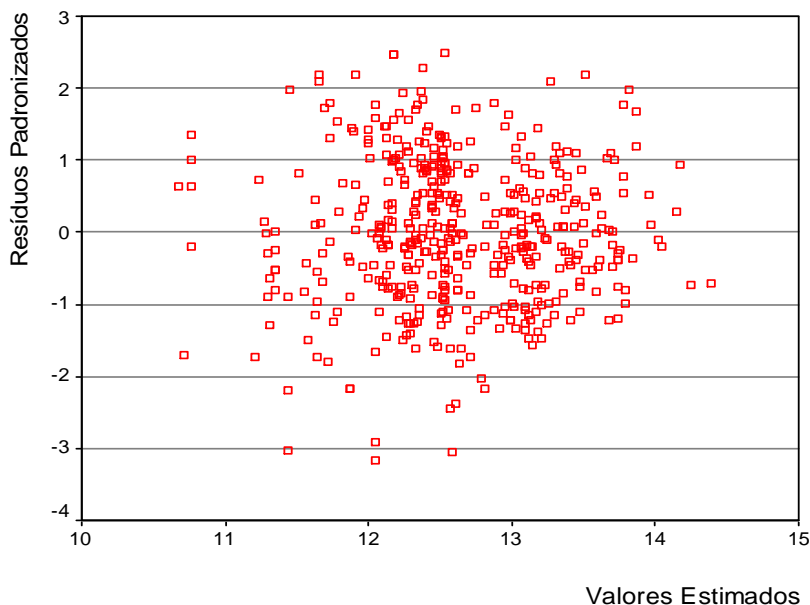


Figura 13: residuos estandarizados x valores estimados de la regresión – modelo apartamentos.



## 4. DEFINICIÓN DE LOS MODELOS DE VALUACIÓN MASIVA DE LOS INMUEBLES

Los modelos de valuación masiva de los inmuebles fueron conectados con los análisis de regresión elaboradas para terrenos, casas y apartamentos. En los casos de terrenos y casas el objetivo fue apoyar la definición de los factores de ponderación, tomando en cuenta el empleo del método evolutivo para evaluación de los inmuebles. Y para las unidades en condominios verticales, el modelo elaborado para apartamentos fue adaptado para empleo en esas unidades.

A seguir son presentados los modelos.

### 4.1. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA TERRENOS

El modelo de valuación masiva de los terrenos fue concebido con base en el comportamiento del mercado inmobiliario expreso por el modelo de regresión (ver ítem 3.4.1). Es importante resaltar que la muestra empleada representó parte del universo, o sea, terrenos encima de 5.000,00 m<sup>2</sup> no participaron del modelado. El motivo para eso fue que había pocos eventos encima de este límite, y muy probablemente el mercado inmobiliario para grandes áreas puede tener un comportamiento diferenciado del lote padrón.

En razón del objeto ser la elaboración de la planta de valores, donde el lote padrón fue establecido con un área de 400,00 m<sup>2</sup>, se entiende que la muestra fue adecuada al fin, una vez que el área del lote padrón está representada. Así, el modelo de valuación masiva de los terrenos utilizando el valor unitario de la planta de valores quedó establecido por la siguiente expresión:

$$V_{vt} = [V + V(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 + F_9)] \times F_{at} \quad [4]$$

Donde:

$$V = A_t \times V_{mq}$$

Los elementos o factores de ponderación empleados en la fórmula de este artículo son descriptos a seguir:

A<sub>t</sub>: área total del terreno

V<sub>mq</sub>: valor del metro cuadrado del lote de referencia (PVG)

F<sub>1</sub>: factor de testada (F<sub>test</sub>)

F<sub>2</sub>: factor de área (F<sub>ar</sub>)

F<sub>3</sub>: factor de forma del lote (F<sub>forma</sub>)

F<sub>4</sub>: factor de situación en la cuadra (F<sub>sq</sub>)

F<sub>5</sub>: factor de topografía (F<sub>top</sub>)

F<sub>6</sub>: factor de condición de superficie (F<sub>cs</sub>)

F<sub>7</sub>: factor de pavimentación (F<sub>pav</sub>)

F<sub>8</sub>: factor de mejoramientos públicos (F<sub>mp</sub>);

F<sub>9</sub>: factor de tipo de ocupación (F<sub>to</sub>);

F<sub>at</sub>: factor de ajuste del valor catastral del terreno

Algunos de los factores establecidos en el modelo de valuación masiva de los terrenos fueron empleados en el análisis de regresión, siendo el comportamiento del coeficiente de regresión transformado en pesos para los

respectivos factores. Son ellos: testada, área, pavimentación y tipo de ocupación. Los otros factores fueron incluidos en el modelo para establecer las diferencias entre los inmuebles, y por tratarse de ponderadores normalmente empleados en modelos de evaluación para fines fiscales.

El factor de ajuste del valor catastral del terreno ( $F_{at}$ ) es definido inicialmente como la unidad (1), y debe ser aplicado solamente para terrenos baldíos. El objetivo de su participación en el modelo es posibilitar el ajuste de la estimativa del valor catastral, cuando quedar comprobado que el mismo está en desacuerdo con el mercado inmobiliario. Se sugiere que la alteración del peso sea hecha mediante proceso administrativo de impugnación o por revisión *ex officio*.

Los pesos de los ponderadores (factores) pueden ser vistos en el proyecto de ley constando en el Anexo 2.

#### 4.2. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA DE LAS EDIFICACIONES

Las edificaciones son evaluadas con base en los costos de reproducción, con ponderadores establecidos en razón del comportamiento del mercado inmobiliario expreso en el modelo de regresión. Este modelo no es aplicado a las unidades pertenecientes a condominios verticales.

El valor de referencia para definición de costo de reproducción fue definido a partir del resultado de la pesquisa publicada mensualmente pelo IBGE para la ciudad de Belém<sup>7</sup>. Se adoptó el valor medio como referencia y a partir del mismo fueron establecidos índices de ajuste para el tipo de edificación y el padrón constructivo ( $F_{pd}$ ), procurando asociar la combinación Tipo x Padrón con la relación de proyectos de la referida investigación.

El modelo definido para obtención de costo de reproducción es el siguiente:

$$V_c = A_{cb} \times C_r \times (F_{pd} \times F_{ec} \times F_{co}) \quad [5]$$

Los elementos o factores de ponderación son empleados en la fórmula de ese artículo son descriptos a seguir:

$A_{cb}$ : área construída bruta

$C_r$ : valor del metro cuadrado de construcción

$F_{pd}$ : factor de padrón constructivo

$F_{ec}$ : factor de elemento constructivo

$F_{co}$ : factor de conservación

Los pesos de los factores fueron dispuestos en forma de tabla y son obtenidos a partir de las características de las edificaciones registradas en el catastro inmobiliario. Un dato importante que no pudo ser incluido en el modelo fue el año de construcción, pues este no consta en el catastro actual. Después la depreciación física y parte de la funcional acaban no siendo bien resueltas en el modelo, pues el estado de conservación ni siempre resuelve este componente del valor inmobiliario.

El valor de la edificación así obtenido es empleado en el modelo de valuación masiva para inmuebles construidos (próximo ítem).

#### 4.3. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA INMUEBLES CONSTRUIDOS

Estando los valores de terreno y de la construcción calculados en conformidad con los modelos anteriormente presentados, estos son aplicados en el modelo que sigue para obtención del valor de la unidad inmobiliaria.

---

<sup>7</sup> SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

$$V_{vi} = (V_{vt} + V_c) \times F_{ip} \times F_{cmi} \times F_{toi} \times F_{avi} \quad [6]$$

Los elementos y factores de ponderación empleados en el modelo son descriptos a seguir:

$V_{vt}$ : valor terreno

$V_c$  = valor construcción

$F_{ip}$ : factor de interés de preservación

$F_{cmi}$ : factor de comercialización

$F_{toi}$ : factor de tipo de ocupación del inmueble

$F_{avi}$ : factor de ajuste del valor catastral del inmueble

La suma de los valores del terreno y de la construcción es realizada del producto de los factores de ponderación para obtención del valor de la unidad inmobiliaria. El peso del factor de interés de preservación fue definido empíricamente, una vez que la muestra recogida en el mercado inmobiliario no presentaba eventos que pudiesen fundamentar los análisis para obtención de este ponderador.

Los factores de comercialización y de tipo de ocupación fueron basados en el modelo de regresión elaborado para casas, siendo dispuestos en forma de tabla para facilitar la aplicación. El factor de ajuste del valor catastral del inmueble, de la misma forma que en el modelo de valuación masiva de terrenos, es definido inicialmente igual a unidad (1). El objetivo de su participación en el modelo es posibilitar el ajuste de estimativa del valor catastral, cuando quedar comprobado que el mismo está en desacuerdo con el mercado inmobiliario. Se sugiere que la alteración de peso sea hecha mediante proceso administrativo de impugnación o por revisión *ex officio*.

#### 4.4. MODELO DE VALUACIÓN MASIVA PARA UNIDADES EN CONDOMINIOS VERTICALES

El modelo de valuación masiva para unidades en condominios verticales es básicamente el modelo de regresión ajustado para los apartamentos, con los elementos adaptados para funcionar como una multiplicación de factores (pesos tabulados).

$$V_{cv} = [(10,405 \times C_r \times F_{ac} \times F_{loc} \times F_{pcv} \times F_{cov} \times F_{ele} \times F_{sit} \times F_{tip})] \times F_{avc} \quad [7]$$

Los elementos o factores de ponderación empleados en la fórmula de ese artículo son descriptos a seguir:

$C_r$ : valor del metro cuadrado de construcción;

$F_{ac}$ : factor de área construída;

$F_{loc}$ : factor de localización;

$F_{pcv}$ : factor de padrón constructivo;

$F_{cov}$ : factor de conservación;

$F_{ele}$ : factor de ascensor;

$F_{sit}$ : factor de situación en el predio;

$F_{tip}$ : factor de tipo de unidad;

$F_{avc}$ : factor de ajuste de valor catastral para unidades en condominio vertical.

La constante 10,405 corresponde a la intersección de modelo ajustado, dividido por el costo promedio de reproducción publicado para ciudad de Belém por el IBGE (SINAPI). Los demás coeficientes de regresión fueron transformados en tablas con pesos por intervalo de datos. Otros factores fueron insertados en el modelo para

posibilitar su aplicación a otros tipos de unidades (sala y tienda), bien como para establecer diferencias de valores para características consideradas importantes y que no participaron del modelado estadística (regresión). Son ellos: factor de ascensor, factor de situación en el predio y factor de tipo de unidad.

El factor de ajuste de valor catastral para unidades en condominio vertical, de la misma forma que en el modelo de valuación masiva de terrenos, es definido inicialmente igual a unidad (1). El objetivo de su participación en el modelo es posibilitar el ajuste de estimativa del valor catastral, cuando quedar comprobado que el mismo está en desacuerdo con el mercado inmobiliario. Se sugiere que la alteración de peso sea hecha mediante proceso administrativo de impugnación o por revisión *ex officio*.

## 5. SIMULAÇÕES E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Los modelos de evaluación establecidos fueron incorporados a un sistema para posibilitar el procesamiento de los cálculos en toda base catastral, de modo a que se evalúen los resultados e interactivamente promover ajustes propiciando correcciones y la mejoría de los modelos. Una serie de simulaciones fueron realizadas para apoyar la definición de la forma de incidencia de las alícuotas. Definición esta que se entiende necesaria en razón de la enorme desactualización de los valores catastrales, de orden de 140%, en relación a los valores obtenidos por los modelos propuestos. Evidentemente que ocurren diferencias muy superiores y también inferiores, como en el caso de parte de los inmuebles localizados en el distrito de Mosqueiro.

Considerando las mismas reglas tributarias, pero modificando solamente los valores de las fajas de incidencia de las alícuotas, el aumento promedio en el montante de lanzamiento fue de aproximadamente 145%. Al aplicar las alícuotas por parcelas deducibles, el aumento en el montante bajó para cerca de 112%. Si considerarnos un descuento en el IPTU de 35% para minimizar el impacto de la revisión de la base de cálculo, el aumento promedio sería de 38%. Con eso, el IPTU promedio para los inmuebles con obligación tributaria sería de R\$632,00. En el lanzamiento de 2011 el promedio fue de R\$527,91. La diferencia relativa entre las medias citadas quedaría en torno de 20%. Este porcentaje es menor que la diferencia entre los montantes lanzados debido al aumento del número de inmuebles contribuyentes.

Un sistema de información en plataforma web fue adaptado para presentación de los resultados de trabajo, con el objetivo de servir a un mejor acompañamiento por el equipo técnico del Ayuntamiento (Intendencia). Las camadas con datos espaciales que sirvieron para análisis fueron disponibles, bien como los resultados de la aplicación de los modelos propuestos para cada inmueble de la base de datos.

Considerando la necesidad de aprobación por el legislativo municipal de alteraciones que ocurran en la evaluación de los inmuebles para fines fiscales, un proyecto de ley y respectiva reglamentación (decreto) fueron desarrollados para discusión y encaminamientos legales.

Algunas cuestiones relacionadas a política fiscal fueron tratadas, modificando las vigentes o sugiriendo nuevas. Las alícuotas, aunque permanecieron las mismas, se sugirió la modificación en la forma de incidencia, empleando por parcelas deducibles, a ejemplo del impuesto de renta. Ciudades como Curitiba e Montevideo (Uruguay) ya aplican este método, que suaviza la curva de la carga tributaria y evita que diferencias de un centavo en la base de cálculo provoquen aumentos significativos en los montantes tributarios de inmuebles con valores encima de los límites superiores de fajas anteriores.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

La valuación masiva de los inmuebles en Belém vino en los últimos años dando muestra de la necesidad de una amplia revisión en sus modelos, culminando en 2012 en una diferencia media significativa entre el valor catastral y el valor de mercado de los inmuebles (140%). La dinámica a la cual fue sometida la ciudad a lo largo de los últimos 12 años (tiempo de desactualización de la planta de valores genéricos) y la manutención de un modelo de evaluación por aproximadamente 35 años dieron muestras de la importancia del trabajo realizado para modernización de los modelos de valuación masiva de los inmuebles, con propuestas de modificaciones significativas en los procedimientos de cálculo de los valores catastrales y en la propia política fiscal.

Como se puede percibir a lo largo del texto presentado, la metodología de trabajo presentada puede ser empleada para innúmeras ciudades y asegura buenos resultados en un corto espacio de tiempo. Sin duda, la

existencia de datos espaciales y alfanuméricos con respecto al registro y mismo de otros temas con un buen nivel de actualización, contribuyen para la eficiencia del proceso. Parte del tiempo usado para el desarrollo de los trabajos fue direccionada a actualización catastral.

Estando el municipio con un catastro estructurado adecuadamente, acciones como el establecimiento de un observatorio del mercado inmobiliario son más fáciles de ser promovidas, y la revisión de los valores de los inmuebles puede ser realizada con mayor frecuencia. Siendo así se puede concluir que es posible asegurar mejor equidad en la tributación inmobiliaria y minimizar el impacto en la sociedad, una vez que el acompañamiento estrecho del mercado inmobiliario por los modelos de evaluación evita grandes aumentos en la carga tributaria y tiende para una ampliación de la receta.

Los datos oriundos del proceso de cobranza del ITBI se mostraron viables en el proceso de evaluación y revisión de los valores unitarios de referencia. Y a su vez con modelos de valuación masiva bien calibrados, se pueden monitorear las declaraciones que son realizadas por los compradores de los inmuebles y ampliar la base de datos del observatorio del mercado inmobiliario.

Los resultados del modelado del mercado inmobiliario permiten concluir que las técnicas empleadas son útiles para la actualización de las plantas de valores, y pueden ser absorbidas por técnicos que se empeñan en el estudio de soluciones para valuación masiva de inmuebles con cierta facilidad. Los modelos de evaluación pueden ser revisados a partir de modelos estadísticos (regresión), confirmando resultados mejor ajustados a la realidad.

El largo período sin una consistente revisión de los valores catastrales torna la implementación de nuevos modelos más compleja y fuertemente dependiente de una amplia discusión con el poder legislativo y la sociedad. Con eso, se ve que frecuentes inversiones en la valuación masiva de los inmuebles podrán traer beneficios cuantitativos y cualitativos a la administración municipal, con menor desgaste político.

Aunque a lo largo del texto tenga ocurrido pocas citaciones de referencias bibliográficas, es importante enfatizar que los métodos empleados en el trabajo fueran fundamentados por algunos textos que se considera como importantes en la evolución de los procedimientos de valuación masiva. Son ellas: González (1996); De Cesare (1998); Dantas e Portugal (2005); Silva (2006).

## REFERENCIAS

- DANTAS, Rubens Alves; PORTUGAL, José Luiz; PRADO, João Freire. *Avaliação de cidades por inferência espacial: um estudo de caso para a cidade de Aracaju*. In : XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – COBREAP, Fortaleza – CE, Anais, CD.
- DE CESARE, Claudia M.. *An empirical analysis of equity in property taxation : a case study from Brazil*. Salford 1998. Tese de doutorado, University of Salford – UK.
- DE CESARE. *Evaluación de inmuebles para fines fiscales*. Lincoln Institute of Land Policy – USA. Curso: Impuesto a la propiedad inmobiliaria, 2009.
- DES ROSIERS, F.; THÉRIAULT, M.; MÉNÉTRIER, L. D.. *Spatial versus non-spatial determinants of shopping center rents : modeling location and neighborhood-related factors*. Document de Travail, Faculte des Sciences de L'Administration, Université Laval, Québec, 2003-18, 32 p.. Disponible : <http://www.fsa.ulaval.ca/rd>.
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf.. *Planta inferencial de valores com dados de ITBI : um estudo sobre integração dos cadastros e modernização do sistema de tributos imobiliários*. Porto Alegre : Ed. NORIE/UFRGS, 1996, 101 p..
- SILVA, E. *Cadastro técnico multifinalitário: base fundamental para avaliação em massa de imóveis*. Florianópolis, 2006. Tese de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.  
<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5300-T.pdf>