

Análisis Energético Multicriterio con indicadores urbanos para la Expansión y Densificación de Redes de Distribución de Gas Natural

Miguel Edgar Morales Udaeta, Vanessa Meloni Massara
José Aquiles Baesso Grimoni, Geraldo Francisco Burani

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica
GEPEA/EPUSP – Departamento de Engenharia de Energia
E-mail: udaeta@pea.usp.br

Todas las teorías son legítimas y ninguna tiene importancia. Lo que importa es lo que se hace con ellas. **Jorge Luis Borges (1899-1986) Escritor argentino**

Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico, orientados a producir bienes y servicios de utilidad económica, social, y política.

En esta sección, cada semestre, expertos nacionales y/o extranjeros, ofrecerán artículos técnicos que buscan sensibilizar a nuestros lectores, acercándolos con conocimiento, a la aplicación de la metrología en las diferentes actividades de nuestra sociedad.

Resumen:

En la implementación de infraestructuras urbanas intervienen varios factores, desde las posibilidades de consumo debido al ingreso familiar y la sofisticación de uso del suelo, hasta los costos originados por las distancias a cubrir, así como las diferentes concentraciones de edificaciones, industrias, hoteles y futuros proyectos de intensificación de la ocupación de áreas antes representadas por uso residencial horizontal. El artículo presenta un modelo de cuatro sistemas de información que combinados permiten la definición de la expansión o densificación de la red de distribución de gas natural en un municipio. Los cuatro grupos de datos están constituidos por indicadores de calidad de vida, planeamiento urbano, obra civil y proyecciones de consumo, de manera que se cuenta con una clasificación de la afinidad de la implantación o densificación de la red en los barrios que componen la ciudad en estudio.

1. INTRODUCCIÓN

Considerando las posibilidades de atracción (y/o repulsión) a la red de gas natural (GN), generadas por las ventajas competitivas incorporadas en el concepto de dinámica urbana [1;2], se propone la selección de parámetros que puedan intervenir en la expansión de la red de GN en las ciudades brasileñas de perfil predominantemente urbano.

La creación del modelo [3] es propuesta como una forma de empaquetar el análisis teórico a través de un análisis numérico, de acuerdo a las interacciones entre los componentes seleccionados, representados por cuatro conjuntos de informaciones - las bases de datos (también denominados sistemas de información), que permitirán clasificar las unidades de estudio con base en un “índice de afinidad” para la expansión de la red de distribución de GN y a un “índice de densificación”, para el caso de los lugares en los que la red ya existe.

Los 4 sistemas de información que componen el modelo consideran aspectos sociales, técnicos y económicos de la implantación de la red de GN, teniendo como base, la dinámica urbana de las ciudades, relacionada a su característica como consumidora de energía.

El Sistema 1 (SI1) agrupa indicadores sobre calidad de vida [4] que tratan de la presencia de otras infraestructuras como la red de agua, alcantarillado e iluminación pública y también de equipamientos urbanos de transporte, salud, representados por los índices de exclusión social y desarrollo humano entre otros, que son considerados en este trabajo como antecesores de la red de GN.

En el Sistema 2 (SI2) son analizados indicadores de planeamiento urbano [5] que tienen estrecha relación con el Plan Director de las ciudades. En estos parámetros la unidad de estudio se caracteriza por su perfil de ocupación residencial, comercial, de prestación de servicios e industriales, el uso del suelo y su perspectiva de expansión, la zonificación, así como por los emprendimientos inmobiliarios de la región en estudio, que por la determinación de los Códigos de Obras, deben ser equipados con instalaciones para el GN, incrementando el uso de este energético y también por las definiciones de áreas con mayor desarrollo urbano y tasa de urbanización.

Para el Sistema 3 (SI3) se organiza la proyección del consumo de GN [6;2], por medio de factores como la densidad demográfica y el ingreso familiar, asociado a la estratificación domiciliar y de actividades económicas.

Así como para los otros parámetros antes descritos, todos los pesos referentes a cada factor son sumados indicando el “Índice de Afinidad” a la red de GN dentro de la unidad de estudio, de acuerdo a los usos del suelo (R-residencial, C-comercial, S-servicios e I-industrial).

El Sistema 4 (SI4) presenta parámetros que indirectamente representan indicadores de costo de las obras civiles [5;2], para la instalación de las tuberías subterráneas como la distancia del área a atender con respecto a la última área atendida, la suma de la extensión de las calles para la unidad de estudio y el plan de interrupción de las vías que está basado en el levantamiento de las vías de gran tráfico en la región donde debe ser implantada la red. El parámetro densidad construida se representa en metros cuadrados de construcción por el área de estudio, buscando apuntar a la concentración de edificaciones por tipo de uso del suelo y así la necesidad de ramificar la red, volviendo su implantación más cara (es el caso de los usos residencial, comercial y servicios) o no (como por ejemplo, la predominancia del uso industrial).

La tabla 1 resume la distribución de los parámetros usados para la creación del modelo.

2. METODOLOGÍA

Considerando que la selección de los parámetros debe partir del concepto de que la infraestructura para el GN llega a las ciudades en general cuando estas ya están formadas y que este es un servicio de carácter privado y no público, con el detalle de la obtención de lucro como primer objetivo y que al mismo tiempo puede mejorar la calidad de vida de la población y optimizar procesos de los sectores industrial, servicios y comercio fueron asociadas a las tres áreas del conocimiento, tres grupos de interés:

- La Concesionaria del Servicio de distribución de GN;
- La alcaldía de los Municipios, representada por sus departamentos de Obras, Infraestructura y Planeamiento Urbano;
- La población consumidora.

Calidad de Vida (QV)	Siglas	Planeamiento Urbano (PU)	Siglas	Proyección de Consumo de GN (PC)	Siglas	Obras Civiles (OC)	Siglas
Exclusión Social	IEX	Uso del suelo residencial	USres	Densidad Demográfica	DD	Distancia a la última área atendida	D
Desarrollo Humano	IDH	Uso del suelo comercial	UScom	Renta Familiar	RF	Extensión de las vías	E
Abastecimiento de Agua	AA	Uso del suelo servicios	USserv	Estratificación Residencial	Eres	Incidencia de Tráfico	T
Servicio de alcantarillado	CE	Uso del suelo industrial	USind	Estratificación Servicios	Ecom	Densidad Construida residencial	DC res
Iluminación Pública	IP	Zonificación	Z	Estratificación Industrial	Eserv	Densidad Construida comercial	DC com
		Desarrollo Urbano	DU		Eind	Densidad Construida servicios	DC serv
		Emprendimientos Inmobiliarios residenciales	Ll res			Densidad Construida industrial	DC ind
		Emprendimientos Inmobiliarios servicios	Llserv				
		Tasa de Urbanización	TU				

Tabla 1. Composición de los Sistemas de Información. Elaboración: [3].

La metodología basada en indicadores urbanos [3] tiene como objetivo desarrollar procedimientos que permitan analizar y orientar la expansión y la densificación de la red física de GN dentro de un municipio a través del estudio de la dinámica entre diversos sectores y también analizar la dinámica urbana que determina la expansión del sistema de red de GN metropolitano.

El modelaje sistémico de los factores involucrados fue elaborado a través de las siguientes etapas:

- Identificación, caracterización y sistematización de los principales factores que intervienen;
- Definición de las unidades de estudio de acuerdo con la disponibilidad de informaciones sobre los parámetros;
- Priorización de parámetros cuantitativos y cualitativos a través de la atribución de una escala de ponderación que unifica la dimensión asociada a todos los indicadores evaluados en la unidad de análisis para que puedan ser tratados matemáticamente.
- Evaluación del sistema con la finalidad de orientar la selección, recorriendo a directrices teóricas y también a la aplicación de métodos multicriterio para apoyar el modelaje.

El método de análisis jerárquico (AHP), favorece las evaluaciones que consideran un conjunto relativamente extenso de parámetros buscando determinar cuales la importancia relativa de cada uno en el auxilio de la toma de decisión.

Este método permite que, cuando existen diferentes factores que contribuyen para la toma de una decisión, sea determinada la contribución relativa de cada uno, ofreciendo todas las características de un sistema, englobando los elementos de forma que una modificación en uno de ellos se refleje en los otros.

Con esta idea, Saaty creó a finales de la década de los 70s, una técnica de selección basada en la lógica de la comparación por pares, como se muestra en la ecuación 1.

El modelaje para comparaciones por pares se calcula de forma matricial (Saaty, 1980):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{a) } a_{ij} = \alpha; \\ \text{b) } a_{ji} = 1/\alpha; \\ \text{c) } a_{ii} = 1 \end{array}$$

Ecuación 1. Saaty matriz (1980).

DISTRITOS	Zona de la ciudad	Ranking de Afinidad por Sistemas de Información								Ranking General	
		Resultado - Modelo				Resultado - Decisión Lens				Mod	DL
		IQV	IPU	IPC	ISC	IQV	IPU	IPC	ISC		
Barcelona	este	1°	3°	4°	2°	1°	3°	4°	2°	3°	3°
Boa Vista	sur	4°	8°	4°	8°	4°	8°	4°	8°	10°	10°
Centro	centro	1°	1°	1°	3°	1°	1°	1°	3°	1°	1°
Cerâmica	oeste	4°	7°	7°	5°	4°	7°	7°	5°	9°	9°
Fundação	norte	3°	4°	7°	5°	3°	4°	7°	5°	6°	6°
Mauá	sur	2°	9°	7°	8°	2°	9°	7°	8°	11°	11°
Nova Gerti	sur	3°	5°	4°	8°	3°	5°	4°	8°	7°	7°
Olímpico	centro	2°	9°	6°	7°	2°	9°	6°	7°	10°	10°
Oswaldo Cruz	centro	1°	6°	8°	4°	1°	6°	8°	4°	6°	6°
Prosperidade	norte	5°	8°	6°	4°	5°	8°	6°	4°	10°	10°
Santa María	este	1°	7°	7°	4°	1°	7°	7°	4°	5°	5°
Santa Paula	centro	1°	2°	2°	1°	1°	2°	2°	1°	2°	2°
Santo Antônio	oeste	1°	4°	3°	4°	1°	4°	3°	4°	4°	4°
São Caetano	sur	1°	10°	9°	9°	1°	10°	9°	9°	12°	12°
São José	oeste	3°	7°	5°	6°	3°	7°	5°	6°	10°	10°

Tabla 2. Resultado del ranking de afinidad por sistemas en general - comparación con el AHP. Fuente: MASSARA, 2007.

Siendo:

a=comparación por pares entre criterios y α es el valor de la intensidad (importancia) del criterio.

Con las importancias relativas de los criterios calculadas se hace la prueba de integridad de las atribuciones, denominado índice de inconsistencia, que debe estar alrededor del 10% (Tabla 2).

El método de escalonamiento fue escogido ya que permite trabajar con el concepto de análisis jerárquico- AHP, [7;8] y con ello elaborar la validación del algoritmo propuesto en este modelaje, a través de la comparación de los resultados obtenidos por el prototipo, con aquellos resultados de la prueba basado en esta metodología a través del programa computacional *Decision Lens* [8].

La conversión de números en escala en la perspectiva del estudio de la red de GN, fue asociada a 5 niveles de acuerdo a la tabla 3.

La selección de 5 intervalos se basa en las informaciones básicas recogidas por órganos públicos [4;6] alcaldías [2] que usan en general, como división de tablas y mapas 5 grupos, lo que facilita la asociación de la escala para el análisis de la red de GN a los valores numéricos obtenidos de fuentes oficiales.

Antes de la conversión en escala, es necesaria la transformación de todos los parámetros a la misma unidad; de esta forma, el modelo debe transformar automáticamente los parámetros en porcentaje. A continuación, para la asignación de pesos, se calculan 5 intervalos numéricos para cada parámetro en base a su amplitud numérica. Cabe resaltar que cada factor exige un cálculo individual de sus valores extremos para la composición de las 5 fajas.

Faja	Escala Semántica para el GN	Escala AHP
1	Baja afinidad a la implantación de la red (o a la densificación)	1
2	Baja a Media afinidad a la implantación de la red (o a la densificación)	3
3	Media afinidad a la implantación de la red (o a la densificación)	5
4	Media a alta afinidad a la implantación de la red (o a la densificación)	7
5	Alta afinidad a la implantación de la red (o a la densificación)	9

Tabla 3. Adaptación de la escala AHP al estudio del GN. Elaboración: [3].

Nota: Ver siglas en la tabla 1.

Índices por Sistemas de Información	
IQV	IEX+IDH+AA+EC+IP
IPU	USres+UScom+USserv+USind+Z+DU+Llres+Llserv+TU
IPC	DD+RF+Eres+Ecom+Eserv+Eind
IOC	D+E+T+DCres+DCcom+DCserv+DCind
Índice General	
Lgeral	IQV+IPU+IPC+IOC
Índices por Categorías de Ocupación del Suelo	
IRES	IEX+IDH+AA+CE+IP+USres+Z+DU+Llres+TU+DD+RF+Eres+D+E+T+DCres
ICOM	IEX+IDH+AA+CE+IP+UScom+Z+DU+Z+TU+DD+RF+Ecom+D+E+T+DCcom
ISERV	IEX+IDH+AA+CE+IP+USserv+Z+DU+Llserv+TU+DD+RF+Eserv+D+E+T+DCserv
IIND	USind+Z+Eind+D+DCind

Tabla 4. Resumen de la base de cálculo del "Índice de Afinidad". Elaboración: [3].



Figura 1. Resumen de la metodología. Elaboración: propia.

• Aplicación del algoritmo para el cálculo del Índice de Afinidad: La fórmula matemática para la determinación del índice comprende la media de la suma simple de todos los pesos asignados a cada parámetro por unidad de estudio que está basada en el algoritmo de índices oficiales de la Alcaldía de São Paulo [2].

El índice de afinidad es utilizado para el análisis de lugares donde la red de GN no existe o está en fase inicial de expansión.

• Y como última etapa, la validación de criterios de apoyo a la toma de decisiones para el planeamiento de la expansión de la red de GN a través de estudios de caso en municipios del Estado de São Paulo mediante la comparación entre el resultado obtenido a través del modelo y el mapeo de la red existente.

La tabla 4 muestra las posibilidades de cálculo del Índice de Afinidad: General, por Sistemas de Información o por Categorías de Ocupación del Suelo. En resumen, el índice de afinidad es utilizado para el análisis de lugares donde la red de GN no existe. Para el estudio de áreas donde la red ya fue instalada, se propone el índice de densificación, que tiene la intención de comparar el número total de unidades domiciliarias y de actividades económicas, con el número de las unidades ya conectadas a la red de GN.

La Figura 1 resume la metodología propuesta.

3. ESTUDIO DE CASO

Para este estudio fue seleccionada la ciudad de São Caetano do Sul en el Gran ABC paulista [5], compuesta por 15 barrios, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. El Municipio de São Caetano do Sul en la Región Metropolitana de São Paulo. Fuente: [4]. Nota: Sin escala.

La ciudad tiene 15 km², está localizada al sudeste de la capital, en el límite entre los

distritos de Ipiranga, Sacomã y Vila Prudente, está compuesta por 15 barrios y presenta históricamente una formación predominantemente industrial [5]. Sin embargo, en los últimos quince años ese perfil se transformó, debido a la transferencia o cierre de algunas industrias, obligando a una rápida revisión de las posibilidades de ocupar el vacío dejado por la contribución de esas empresas por otros tipos de ocupación del espacio urbano. Por ello, la zonificación de la ciudad propició la verticalización de la mayoría de los barrios para el uso residencial de medio y alto nivel, así como el incentivo al comercio y prestación de servicios, mezclándose al uso industrial de pequeña escala distribuido en todos los barrios del municipio.

Ese proceso de aumento de la concentración demográfica, del ingreso familiar, de la densidad construida y consecuentemente del consumo de energía, llamó la atención de la distribuidora de gas para la extensión de la red subterránea que comenzó a ser instalada en junio de 2004, con la intención de prestar el servicio a mercados básicamente de uso mixto - residencial de alto nivel con comercio y servicios - mostrando que este tipo de ocupación puede ser preponderante en la creación de nuevos mercados.

Se destacan como premisas para la selección:

- La difusión reciente de la red de gas permitió el acompañamiento in situ de la expansión (diferente de São Paulo, con distritos con servicio de GN desde el inicio del siglo XX) y la verificación simultánea con el resultado obtenido por el uso de la metodología propuesta;
- Debido a la pequeña dimensión del municipio, facilidad de identificación de las áreas atendidas por la red, pero que aún usan GLP, convirtiéndose en potenciales puntos de densificación;
- Uso mixto más difundido que en São Paulo, con pocas manzanas de uso predominantemente residencial propiciando un estudio con un nuevo enfoque, donde las micro industrias, restaurantes, hospitales, academias de gimnasia y universidades se distribuyen a lo largo del territorio, posibilitando una prueba de mayor precisión en el uso del prototipo debido a las pequeñas variaciones de características fundamentales entre los barrios;
- El territorio es atendido puntualmente, aunque su expansión esté en desarrollo, lo que facilita su acompañamiento en tiempo real.

Para simplificar la demostración fueron especificadas las siguientes características:

- Unidad de estudio: barrios, identificados en la Figura 3 (a) por letras (de A a O);
- Cálculo: índice de afinidad - alternativa 1 por "sistemas de información" y alternativa 3 "general".

Los sistemas de información - asignación de los pesos de 1 a 9

En el análisis de los indicadores de calidad de vida (SI1), se verifica un empate entre varios distritos. Esa base de datos tiene importancia en municipios con gran variación de condiciones de infraestructura como por ejemplo, en la ciudad de São Paulo.

Para São Caetano, comparado con otras ciudades presenta un peso elevado en todos los ítems, es necesario un análisis detallado, considerando el municipio individualmente, de manera que se relacionen los barrios que lo componen, que aunque tienen buenos índices de calidad de vida, presentan diferencias en la comparación entre sí (Figura 3a).

Para el SI2 (indicadores de planeamiento urbano), los valores indican que la mejor combinación de afinidad en un barrio es la de ocupación del suelo mixto, incluyendo además de las residencias, comercio y servicios, también la ocupación industrial, incluso de pequeña escala.

Otros parámetros sobresalientes son el número de emprendimientos inmobiliarios y la zonificación de los barrios con asignación de peso 7 y 9, indicando posibilidad de expansión en esas áreas de uso residencial vertical e industrial.

La tasa de urbanización es despreciable y en el la alteración del cálculo del índice (Figura 3b). En la verificación del índice originado en los indicadores de proyección de consumo (SI3), resalta el número de establecimientos con actividad económica industrial y de prestación de servicios (Figura 3c).

Para el último sistema, el SI4 (indicadores de obra civil), la verticalización y concentración de industrias, comercio y servicios, representada por las densidades construidas por uso del suelo son determinantes, así como la pequeña distancia del área a atender desde el último punto ya atendido por GN (que en este caso es la red de alta presión que circunda al municipio).

En este ítem los pesos son aplicados de forma contraria a los otros parámetros, es decir, cuanto mayor es la distancia y extensión de las vías menor es el peso asignado (Figura 3d).

Los pesos están representados en la Figura 3. Eje Y se puede ver el índice de afinidad para cada uno de los sistemas de información.

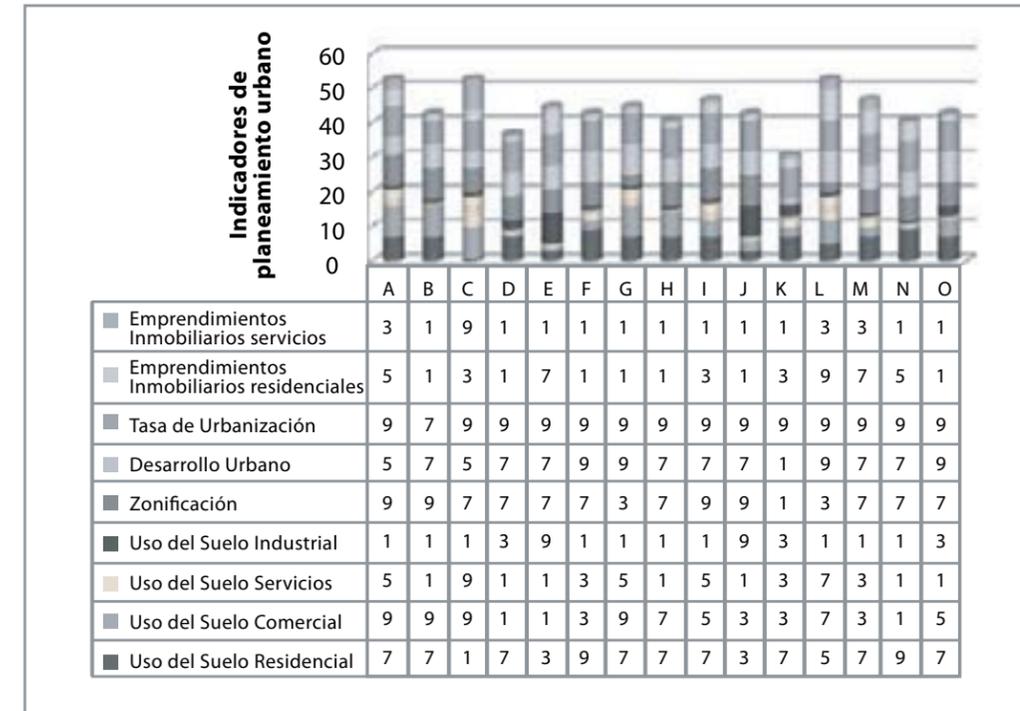


Figura 3b

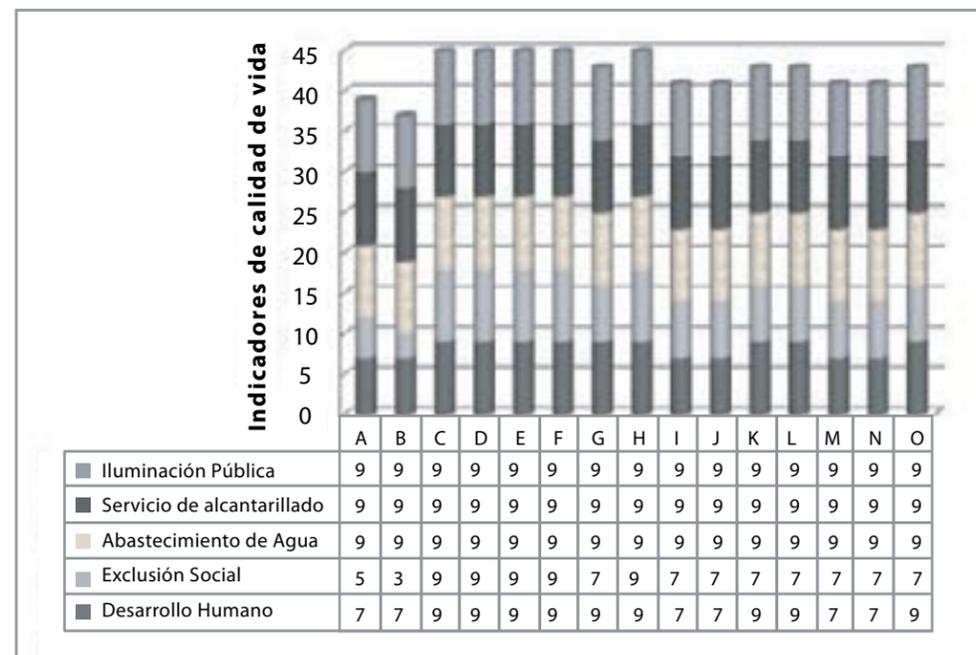


Figura 3a

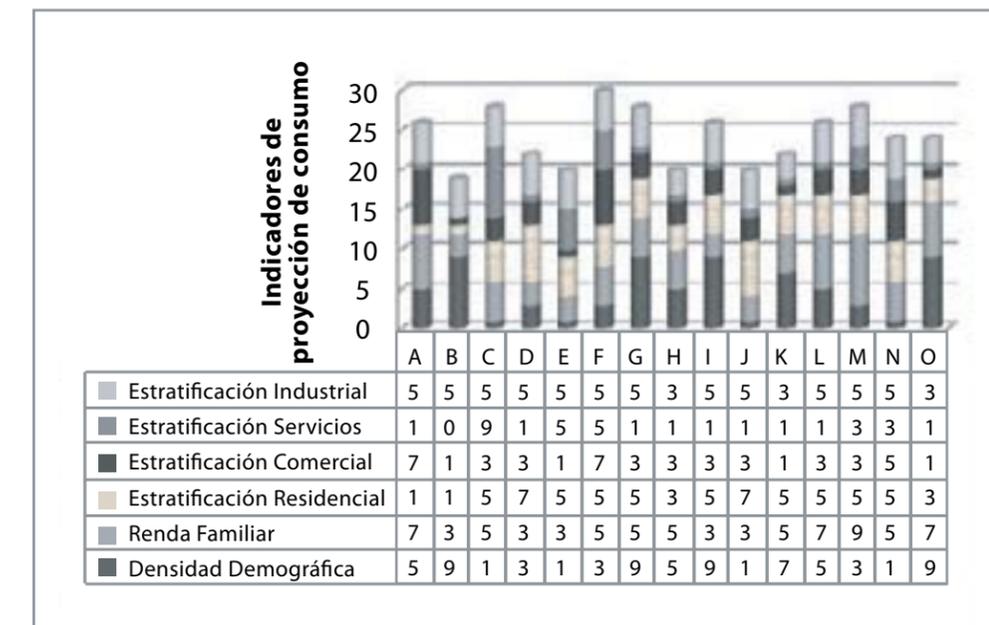


Figura 3c

Figura 3. Asignación de pesos a los 15 barrios en estudio. Elaboración propia.

Leyenda:

- Primer grupo - rosado
- Segundo grupo = lila
- Tercer grupo = verde
- Cuarto grupo = amarillo
- Áreas ya atendidas = naranja

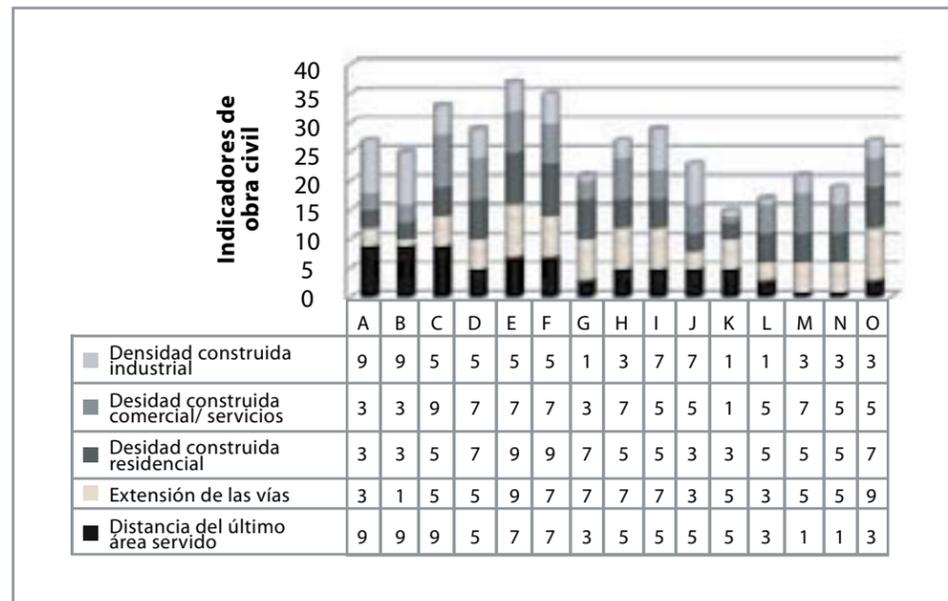


Figura 3d

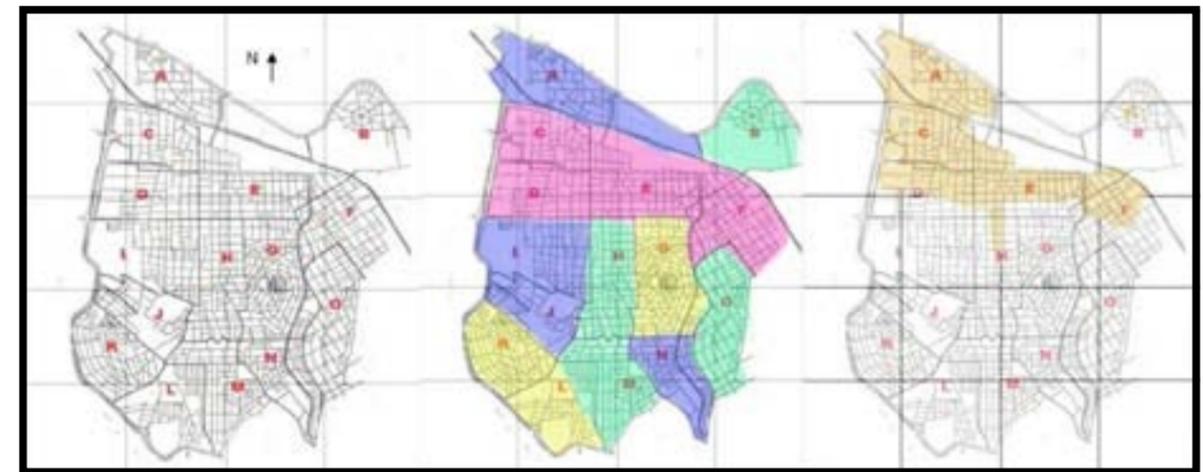


Figura 4. Los barrios del Municipio (a). Simplificación de la clasificación obtenida por regiones de la ciudad (b). Áreas ya atendidas por la red de GN (c). Fuente: [3;5]

Los “índices de afinidad” por sistemas de información e índice general

Todas las clasificaciones presentan orden de afinidad similar, con alternancia en las primeras posiciones de los barrios con característica dominante constituida por el uso mixto del suelo, donde la verticalización residencial (densidad construida residencial) es el factor determinante de la afinidad a la red de GN.

La elevada alta concentración de edificios forma un círculo vicioso que congrega la sofisticación de comercio y servicios al mayor número de emprendimientos inmobiliarios, mayor ingreso y consecuentemente, la mejor calidad de vida. En esos barrios también la proximidad a la red que circunda la ciudad, es otro factor facilitador de la expansión del servicio. Esos parámetros compensan la incidencia del alto tráfico en esos barrios y también la gran extensión a atender.

En base al análisis global de los resultados demostrados, los barrios pueden ser reunidos en 4 grupos de afinidad a la red de GN:

- El primer grupo, formado por el barrio Centro que ocupa la primera posición en casi todos los ranking, seguido por los

barrios Santa Paula, Barcelona y San Antonio que se alternan en las primeras posiciones, destacando como importantes en la afinidad a la red de gas el uso mixto del suelo (combinación entre residencias, comercio y servicios) y los altos índices de densidad construida residencial, traduciendo la verticalización dominantes en los 4 barrios y el alto poder adquisitivo.

- El segundo grupo muestra la alternancia entre los barrios Santa María, Nova Gerti, Fundação, São José y Cerámica que presentan como preponderantes de afinidad el desarrollo urbano futuro previsto con la introducción de edificios residenciales y de prestación de servicios donde antes habían industrias y el actual número de emprendimientos inmobiliarios (que solo pierde frente a los 4 barrios mejor clasificados).
- Un tercer grupo de barrios sin características definidas en la cual las posiciones del ranking oscilan entre los dos primeros grupos (Boa Vista y Olímpico).

- Un último grupo que define barrios sin mucho interés, principalmente en el ámbito de la verificación por categorías de uso del suelo (Prosperidade, São Caetano y Mauá), concentrando poco comercio y servicios, uso residencial horizontal, baja concentración poblacional, incluso con altos ingresos (como es el barrio São Caetano) o de la reunión de industrias (barrio Prosperidade), donde se recomienda la atención puntual a las industrias.

La Figura 4 corresponde a la representación gráfica del índice general. La Figura 4(a) muestra los barrios del municipio estudiado representados por letras en color rojo para comparación con la Tabla 2. La Figura 4(b) presenta la homogeneidad en la clasificación de los distritos vecinos en orden de “afinidad a la implantación de la red de GN”, segundo a puntuación obtenida en los cuatro sistemas y en conjunto.

El área de color rosado y parte del área en color azul que representa a región donde están los distritos mejor posicionados en el ranking, corresponden a la expansión real de la red en el Municipio (b).

La Figura 4(c) muestra el área efectivamente cubierta por la concesionaria, validando la respuesta obtenida con el modelo.

El resultado es satisfactorio cuando se compara con la implantación que ocurre en tiempo real en el municipio (que cubre puntualmente los barrios Centro, Santa Paula, Barcelona y Santa María y de forma específica trechos industriales de: Fundação y Prosperidade).

4. CONCLUSIONES

El modelo basado en indicadores urbanos ha presentado resultados coherentes cuando fue probado en ciudades del Estado de São Paulo, demostrando ser una herramienta de cálculo con buen grado de precisión, fácil comprensión y apoyo en el proceso de toma de decisiones sobre la expansión y densificación de la red de GN en las ciudades brasileñas.

En todos los casos, el ranking general refleja la realidad. De esta manera, aunque el interés sea un ámbito específico representado por cualquiera de los otros ocho rankings, resulta interesante compararlo con la respuesta global.

El modelo es propicio para la detección de diferencias internas respecto a las tendencias “globales” de la ciudad, a través de la síntesis de parámetros variables. El abordaje de las variables en diferentes unidades territoriales también promueve lecturas diversificadas de la ciudad, cuanto mayor la agregación, una mayor homogenización ocurre, escondiendo realidades “locales”.

La creación de un mercado residencial y comercial basado en la introducción gradual del GN en los usos cotidianos puede acabar por inducir una clientela que viabilice la introducción de la canalización y distribución.

La propuesta de estudiar mercados para el GN a partir de informaciones urbanas busca incorporar la dinámica de las ciudades al desarrollo de otras fuentes energéticas, con la intención de introducir un concepto de red de distribución, que puede ser relevante, si se equilibran tarifas y el nivel de atención del servicio, propiciando el incremento de la calidad de vida de la población y optimizando procesos productivos [9].

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles.

- ANP, de la Financiadora de Estudios y Proyectos.

- FINEP y del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- MCT por medio del Programa de Recursos Humanos de la ANP para el Sector Petróleo y Gas - PRH-ANP/MCT y también el apoyo de la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo.

- FAPESP del Proyecto 03/06441-7: Nuevos Instrumentos de Planeamiento Energético Regional en la Perspectiva del Desarrollo Sustentable.

6. REFERENCIAS

[1] FORRESTER J. W. Urban Dynamics. Cambridge, M.I.T. Press, 1969.

[2] SÃO PAULO (CIDADE) - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. Dinâmica Urbana. São Paulo, Sempla, 2006.

[3] MASSARA, V.M. A Dinâmica Urbana na Otimização da Infra-Estrutura para o Gás Natural. São Paulo, Tese (Doutorado em Energia), Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, 2007.

[4] SEADE- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Pesquisa Municipal Unificada, São Paulo, Seade, 2010.

[5] SCS - SÃO CAETANO DO SUL (CIDADE). Síntese dos bairros. Prefeitura Municipal, São Caetano do Sul, 2011.

[6] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cadastro Nacional das Atividades Econômicas (CNAE). Rio de Janeiro, Ibge, 2003.

[7] SAATY, T. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. Londres, McGraw-Hill, Londres. 1980.

[8] SAATY, T. Manual de uso do Programa Computacional Decision Lens. Londres, 2006.

[9] UDAETA, M.E.M.; GRIMONI, J.A.B.; BURANI, G.F.; RIGOLIN, P.H.C.; MASSARA, V.M. Fundamentos e Introdução à Cadeia Produtiva do Gás Natural. São Paulo, EDUSP/FAPESP, 2010. 262p.

APÓYENOS PARA CONTINUAR DIFUNDIENDO
CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS

Esta página
puedes reservarla
para tu empresa

Contáctenos
administrador@cdtdegas.com