



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **LOCALIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS, UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA**

**Fernando Rodrigues Lima (1); Carlos Alberto Nunes Cosenza (2); Angela Maria  
Gabriella Rossi (3)**

- (1) Programa de Engenharia Urbana – Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil – e-mail: frlima@poli.ufrj.br
- (2) Programa de Engenharia Urbana – Escola Politécnica e Programa de Engenharia de Produção- COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil – e-mail: cosenza@pep.ufrj.br
- (3) Programa de Engenharia Urbana – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil – e-mail: gabriella.rossi@poli.ufrj.br

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma abordagem metodológica para localização espacial de conjuntos habitacionais, desenvolvida a partir do resultado de vários estudos de localização industrial e gestão habitacional, elaborados pelos autores. O ferramental utilizado nestes estudos de localização, originalmente baseado em modelo matemático, foi aprimorado ao longo do tempo e hoje já emprega Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na organização e análise dos dados. O objetivo geral é determinar como implementar tais métodos e técnicas na escolha de sítios para sediar empreendimentos habitacionais. Estes empreendimentos serão classificados em tipologias, permitindo assim o cotejo de resultados em função de sistema construtivo, renda familiar, etc. Na metodologia que será apresentada, para se chegar a um “*ranking*” de possíveis localizações, são processados perfis de oferta (parcelamento do território) e demanda (tipologias habitacionais) de fatores de localização que determinem ou restrinjam as alternativas. O processamento destes perfis se efetua por operações baseadas em lógica “*fuzzy*”, produzindo como resultado uma hierarquia de índices de localização, para todas as alternativas de projeto pesquisadas. Sua principal aplicação é instrumentar processos de apoio à tomada de decisão na gestão habitacional, e na intenção de validá-lo para este tipo de estudo, várias aplicações do modelo em escala urbana já foram efetuadas, como verificação de Zoneamento Industrial na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e indicação de municípios para o Projeto Biodiesel. Atualmente os autores estão desenvolvendo diversas aplicações do modelo para estudos de localização das atividades e empreendimentos de impacto no desenvolvimento das cidades, visando atender a projetos de inovação tecnológica e ações sustentáveis.

Palavras-chave: Gestão Habitacional, Geoprocessamento, Engenharia Urbana.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A situação habitacional no Brasil

A questão habitacional no Brasil se caracteriza, como em quase todos os países em desenvolvimento, por um mercado imobiliário formal excludente, onde uma grande parte da população não encontra alternativa a não ser a informalidade, para ter acesso a uma moradia. As causas desta situação são de dimensão econômica (concentração de renda, natureza complexa do mercado de trabalho, falta de financiamentos) e de dimensão política (modelos pouco eficientes de articulação entre agentes privados e públicos sobre a produção do ambiente construído).

Segundo o *Relatório Global sobre os Assentamentos Humanos: Financiamentos para a Residência Urbana*, publicado em 2005 pelo Programa para os Assentamentos Humanos das Nações Unidas (UN-HABITAT, 2005), 33,9 milhões de brasileiros são sem teto, e somente nas áreas urbanas, 24 milhões não têm casa ou vivem em residências precárias. O déficit habitacional, de cerca 7,7 milhões de residências, das quais 5,5 milhões estão nas cidades, alcança 13 milhões se se consideram as residências precárias (sem infra-estrutura de serviços). No mesmo documento, afirma-se que um dos grandes problemas do acesso à residência é a falta de meios econômicos da população, o que inviabiliza o acesso a financiamentos.

A situação atual das necessidades habitacionais brasileiras são consequência do crescimento urbano acelerado e da ocupação desordenada de seu território que, nos últimos 50 anos, apresentou uma das maiores taxas de urbanização do mundo. A falta de acesso à habitação para a maioria da população, por sua vez, tem causado o aumento do número de favelas e de aglomerados subnormais.

O crescimento econômico não aconteceu na mesma velocidade que a urbanização e a falta de políticas públicas eficientes e bem articuladas entre si, assim como a falta de um planejamento adequado para as cidades, regiões, ou melhor, para o próprio país, fez com que as cidades brasileiras, principalmente as maiores, aquelas que aparentemente oferecem maiores oportunidades de trabalho, sejam espaços insustentáveis do ponto de vista da qualidade de vida, condições de habitabilidade e equidade social. Além do problema habitacional, somam-se outros graves problemas urbanos como a poluição de rios, lagos e praias devido a um sistema insuficiente de infra-estrutura técnica e social e a um sistema ineficiente de transportes coletivos.

O retrato genérico das cidades brasileiras revela a segregação sócio-espacial, onde a camada mais abastada da população reside em condomínios habitacionais dotados de espaços de lazer em área particular protegida por sistemas privados de segurança, e a população de baixa renda, quando não consegue ter acesso à moradia no mercado imobiliário privado, e por falta de subsídios públicos para a moradia de baixa renda, não encontra outra opção a não ser ocupar ilegalmente áreas livres, privadas ou públicas, causando o aumento da favelização nas cidades, hoje provocada pelo empobrecimento da população.

Todavia, a partir do rumo que tem tomado, nos últimos 10 anos, a evolução da política urbana e social brasileira, percebe-se uma quebra de inércia e finalmente surge a possibilidade de se conseguir reverter o quadro existente.

À extinção do Banco Nacional da Habitação – BNH, em 1985, sucedeu-se um período de estagnação no que se refere à elaboração de políticas habitacionais. Foi um período marcado por instabilidades políticas e os governos estaduais e municipais tomaram iniciativas no desenvolvimento de ações locais, com elevado grau de autofinanciamento, e baseadas em modelos alternativos, destacando-se entre eles os programas de urbanização e regularização de favelas e de loteamentos periféricos.

Pode-se afirmar que, até a aprovação do Estatuto das Cidades, em 2001 e a posterior criação do Ministério das Cidades, em 2003, a situação habitacional brasileira esteve fora da pauta de governo.

Recentemente, porém, assiste-se a uma retomada de ações voltadas à essa questão, por parte do governo central. Os princípios da nova Política Habitacional de Habitação - PNH e do Plano Nacional de Habitação – PLANHAB, se forem concretamente implementados, revelam uma mudança de paradigma na forma de tratar a questão habitacional brasileira, uma vez que se passa a considerar a existência de dois mercados distintos a serem igualmente atendidos: a habitação de baixa renda (ou de interesse social) e a habitação de mercado.

Com relação ao segmento de habitação de mercado, o fato do poder público aumentar os recursos financeiros para permitir que o mercado privado construa habitações voltadas para as faixas de renda média, diminui a competição por recursos para a faixa de renda baixa.

Com relação ao segmento de habitação para a baixa renda, foi recentemente aprovada a Lei Federal 11.124/2005 que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Sendo assim, passa-se a priorizar investimentos federais para as faixas de baixa renda com o objetivo de diminuir o crescimento de ocupações urbanas ilegais.

O lançamento do programa habitacional federal “Minha Casa Minha Vida” representa o primeiro produto significativo da nova PNH, uma ação de subsídio forte à produção formal de moradia para a faixa de 1 a 3 salários mínimos, faixa de renda mais baixa da população, que até hoje não têm sido atendida em seu direito à moradia e à cidade.

Destaca-se, neste trabalho, a preocupação com o produto que pode ser originado desse programa. Espera-se que não sejam repetidos os mesmos erros do passado, que podem ser englobados em dois aspectos principais: a) a qualidade do empreendimento e b) a localização do mesmo.

O primeiro aspecto refere-se à qualidade do ambiente construído que será produzido. Experiências anteriores nacionais e internacionais demonstraram que a reduzida preocupação com o projeto do produto, ou seja, com as características formais e técnicas dos conjuntos habitacionais produzidos em larga escala foram um fator determinante para a posterior degradação tanto das edificações como de seu entorno urbano.

O segundo aspecto diz respeito à falta de integração dos conjuntos habitacionais, tanto em relação a seu entorno imediato, como em relação com a cidade. Produziram-se empreendimentos na periferia, não somente afastados da oferta de trabalho, mas também dos equipamentos sociais básicos (instalações voltadas à saúde, à educação, ao lazer, à cultura). Além disso, muitos foram realizados sem acesso à infra-estrutura técnica (água, esgoto e resíduos sólidos) e desprovidos de transporte coletivo eficiente.

A contribuição deste trabalho refere-se ao segundo aspecto. A ferramenta utilizada pode facilitar a tomada de decisão quanto à localização dos futuros conjuntos habitacionais promovidos pelo Programa “Minha Casa Minha Vida”, para que os mesmos possam responder à grande demanda por habitação inclusive de forma qualitativa e não somente quantitativa.

## **1.2 Estudos de Localização na Gestão Habitacional**

A partir desta contextualização propomos aqui uma metodologia para estudos de localização espacial voltados para gestão habitacional, mais especificamente os relacionados ao problema da localização de empreendimentos habitacionais, metodologia esta a ser implementada a partir de um modelo de localização que emprega o cotejo entre a oferta e a demanda de fatores. A fundamentação teórica está baseada em um algoritmo para localização industrial (COSENZA, 1981) onde este cotejo é efetuado com apoio de um modelo matemático, empregando lógica “fuzzy”.

A lógica “fuzzy” vem sendo amplamente empregada na análise de situações subjetivas, estando por esta razão consagrada a partir dos anos 80, através do registro crescente de patentes na área de automação e

controle. Esta lógica difere da tradicional “*crispy*” ao trabalhar com o conceito de pertinências relativas, entendendo que um mesmo aspecto observado pode pertencer simultaneamente a dois ou mais conjuntos, manifestando-se de uma forma diferenciada em cada um deles. Com isto, amplia o horizonte de adequação das modelagens às situações reais, sem prescindir do rigor matemático e da metodologia científica.

O ponto de partida desta nossa proposição consiste na análise criteriosa das condicionantes para projetos de empreendimentos habitacionais e dos aspectos territoriais a serem considerados no estudo. Em seguida, devem ser selecionados os fatores de localização determinantes para a localização destes empreendimentos, e definidos a abrangência do território (unidades territoriais e seu parcelamento) e o perfil dos projetos (tipologias habitacionais).

A oferta e a demanda destes fatores são então mensuradas, tanto quanto ao grau com que se manifestam no território, quanto ao seu peso para os projetos. Empregando uma base de dados georeferenciada, a mensuração da oferta e da demanda é efetuada a partir de variáveis lingüísticas, que facilitam o procedimento de atribuição dos diversos níveis associados aos fatores (crucial, condicionante, bom, regular, etc.).

O cotejo entre a oferta e a demanda é executado por operações “*fuzzy*” entre as matrizes que contém os dados da oferta do território e da demanda dos projetos. Obtém-se como resultado uma nova matriz com os índices hierárquicos de localização para os empreendimentos habitacionais. Estes índices indicam a adequação de cada tipo de projeto (tipologia habitacional) considerado, em cada uma das parcelas do território (setores censitários) estudadas.

Estes índices hierárquicos são normalizados para o valor 1,0 (um), de modo que resultados muito próximos deste valor indicam que a oferta atende plenamente à demanda, recomendando a localização neste sítio. Valores superiores a 1,0 (um) também recomendam a localização, indicando que existe um excedente de oferta que poderá ser direcionado para outros empreendimentos. Valores inferiores a 1,0 (um) indicam que o projeto não é recomendado para aquela localização, pois pelo menos um fator deixou de ser atendido satisfatoriamente.

Toda a metodologia é implementada em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), empregando técnicas de geoprocessamento, geovisualização e geodatabase (base de dados). Estas técnicas permitem associar os dados do estudo de localização às feições geográficas da base SIG, que representam os elementos de infra-estrutura e do território. As informações obtidas são então organizadas em mapas digitais, contendo camadas temáticas e tabelas de dados, possibilitando assim que todos os dados da base sejam trabalhados por meio de ferramentas SIG para análise espacial e análise estatística. A lógica “*fuzzy*” também está incorporada neste ferramental, utilizada tanto na mensuração quanto no cotejo dos dados de oferta e demanda, tornando assim a atribuição de níveis e pesos uma tarefa mais produtiva e eficiente.

Para estas aplicações do modelo em Engenharia Urbana estamos adotando uma escala territorial de maior resolução espacial (bairros e setores censitários), e tratando como tipologias habitacionais um conjunto de atributos envolvendo sistema construtivo, renda do usuário, custo de construção, padrão de acabamento, sistemas prediais embarcados, etc.

### **1.3 Um breve histórico sobre Modelos de Localização**

Modelos de localização são freqüentemente utilizados na verificação da melhor alternativa para implantação física de um projeto, e podem ser aplicados para estudos em âmbito macro e micro territorial. A macro-localização atua em grandes escalas, de forma a indicar através de ferramentas de análise a região mais apropriada, evitando que a ausência ou baixa oferta de um fator inviabilize o empreendimento. A micro-localização é empregada em escalas mais refinadas, e indica dentro de uma região qual sítio melhor se ajusta às condicionantes do empreendimento (uso de solo, geologia, transportes, mão-de-obra, serviços, restrições ambientais, etc).

A abordagem que adotamos para a solução de problemas de localização leva em conta quais fatores um projeto necessita para ser bem sucedido, e verifica como estes mesmos fatores estão presentes em parcelas do território estudado. Registra também a importância que cada fator tem para determinado projeto, de modo a criar um perfil de demanda distinto para cada tipologia de projeto considerada no estudo.

No nosso modelo os fatores de localização são também classificados quanto à sua natureza, podendo ser de ordem geral ou específica. Fatores específicos são aqueles considerados essenciais, o seu não atendimento pode eliminar a escolha do sítio, usualmente estes fatores estão relacionados com infraestrutura diferenciada, condicionantes de processo ou economias de suporte ao empreendimento (matéria-prima, clima, insumos, mercado, etc.). Fatores gerais estão presentes na demanda da maioria dos projetos (água, energia, serviços gerais, transporte, etc.), e seu grau de oferta não impacta tanto quanto o de um fator específico, uma vez que sua carência poderá ser corrigida ao longo do tempo com ações e estratégias. Este último aspecto é particularmente interessante, pois permite também considerar na mensuração da oferta a existência de planejamentos e intervenções futuras.

Os modelos de localização baseados no confronto entre oferta e demanda foram inicialmente desenvolvidos na Itália, pela SOMEA (ATTANASIO, 1974), sendo voltados para buscar o equilíbrio de atividades produtivas entre o norte e sul daquele país. O modelo matemático inicialmente foi implementado empregando lógica “*crispy*”, e depois foi aprimorado em pesquisas na COPPE/UFRJ (COSENZA, 1981) de forma a operar com lógica “*fuzzy*”.

Recentemente os autores aplicaram este aperfeiçoamento do modelo em vários estudos de localização, para verificar quais cidades estariam aptas para sediar as atividades do ciclo de produção do Biodiesel (plantio, esmagamento e transesterificação) nas várias regiões do Brasil (LIMA, 2006). O estudo levou em conta a oferta de mais de 20 fatores de localização (produção agrícola, inserção social, infraestrutura, etc.) em cada um dos municípios estudados, de forma que a localização proposta contemplasse os objetivos sociais e econômicos previstos no projeto.

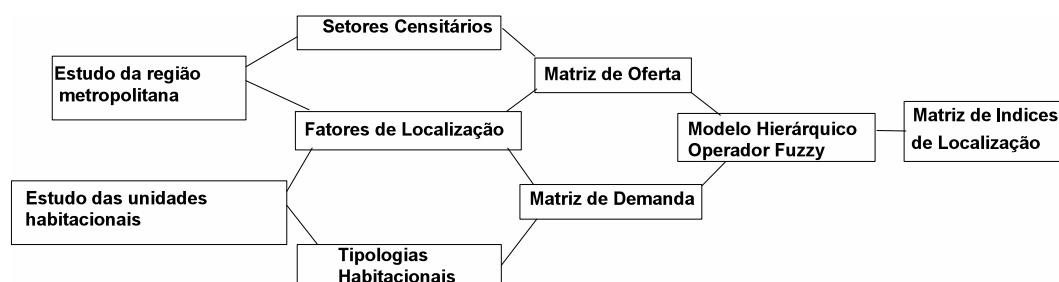
O objetivo da metodologia aqui proposta é portanto migrar para a escala da região metropolitana, parcelando o território em unidades geográficas (distritos, bairros) ou operacionais (setor censitário) que possuam registro sistemático de dados (censo, pesquisa temática, etc.). Serão considerados como fatores de localização aqueles aspectos relacionados a condicionantes que atuam na escolha do sítio para um empreendimento habitacional, como inserção social, viabilidade econômica, adequação física e de infraestrutura, qualidade de vida, sustentabilidade e preservação ambiental, etc.

Para tanto apresentaremos a seguir a metodologia a ser adotada em um estudo para localização de empreendimentos habitacionais a partir de setores censitários de regiões metropolitanas, considerando como tipologias conjuntos de moradias unifamiliares e multifamiliares, de baixa e de média renda.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Estrutura do modelo**

A abordagem inicial da metodologia aqui apresentada (Figura 1) consiste em selecionar um conjunto de fatores de localização que, além de estarem intrinsecamente associados ao objeto de estudo (empreendimento habitacional), possam ter na prática sua oferta mensurada em parcelas do território (setores censitários) e sua demanda verificada em relação aos projetos pesquisados (tipologias habitacionais). Os níveis de oferta e demanda são então definidos e especificados para cada fator, sustentando as variáveis que serão atribuídas para efeito do cotejo entre oferta e demanda empregando lógica “*fuzzy*”. O resultado obtido é uma matriz de índices de localização para sediar um determinado empreendimento habitacional, hierarquizada e normalizada para que se possa detectar o desempenho de cada setor censitário, para cada tipologia habitacional pesquisada.



**Figura 1** - Metodologia. para o estudo de localização

## 2.2 Definição dos fatores de localização

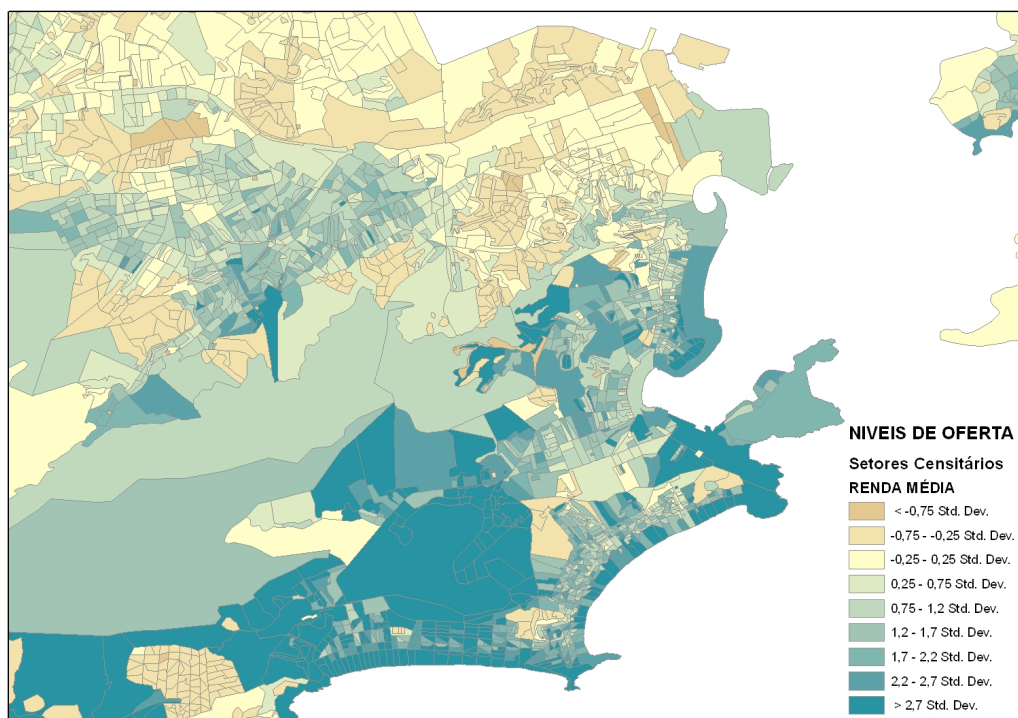
O primeiro passo consiste em listar os fatores de localização, definidos a partir dos estudos sobre a região metropolitana e os projetos habitacionais. O estudo da região metropolitana contribui para definir sua abrangência e critério para o parcelamento, em função dos dados disponíveis (população, economia, etc.) e da forma como poderá ser parcelado (setor censitário, bairro, distrito, município, etc). O estudo das unidades habitacionais contribui para levantar as condicionantes que atuam direta (processo construtivo, padrão de acabamento, etc.) e indiretamente (serviços, mão-de-obra, malha viária, etc) na implantação do empreendimento habitacional. Estes estudos do território e do empreendimento também serão úteis na definição dos níveis de mensuração de oferta e demanda, assim como das variáveis lingüísticas que serão adotadas para modelá-las no âmbito “fuzzy”. Apresentamos aqui uma lista de fatores de localização que propomos para este tipo de estudo.

1. OFERTA DE TRABALHO COM QUALIFICAÇÃO- Existência de atividades próximas que possam gerar empregos fixos que demandam treinamento específico.
2. OFERTA DE TRABALHO SEM QUALIFICAÇÃO- Existência de atividades próximas que possam gerar empregos temporários ou informais.
3. ÁREAS DE LAZER E CULTURA - Existência ou possibilidade de construir parques, jardins, quadras, espaços para eventos, passeios, etc.
4. NÚCLEOS DE EDUCAÇÃO- Existência e dimensão de vagas em escolas do ensino fundamental e médio.
5. NÚCLEOS DE FORMAÇÃO- Existência e dimensão de vagas em centros de treinamento profissional e técnico.
6. SAÚDE PÚBLICA- Proximidade dos postos de atendimento ambulatorial, atenção á saúde e emergências / pequenas intervenções.
7. ADEQUAÇÃO GEOTÉCNICA- Condições de estabilidade e resistência dos solos.
8. TRANSPORTE PUBLICO- Presença, dimensão e qualidade dos serviços de transporte coletivos, integração modal dos sistemas de mobilidade.
9. FORNECIMENTO DE ENERGIA- Condições de fornecimento da rede atual e possibilidades de ampliação ou inserção de tecnologias limpas / sustentáveis.
10. FORNECIMENTO DE ÁGUA- Qualidade e condições de fornecimento (regularidade, volume) de água tratada e possibilidade de expansão na rede.
11. REDE DE ESGOTOS- Coleta, tratamento e destinação dos efluentes e possibilidade de implantação de melhorias.
12. DRENAGEM URBANA- Condições da drenagem existente e possibilidade de implantação de melhorias.
13. RESÍDUOS SÓLIDOS- Tipo de coleta, tratamento e destinação do lixo e possibilidade de implantação de novos dispositivos / destinos.
14. RESTRIÇÕES DE MEIO AMBEINTE- Existência ou proximidade de pontos ou áreas de interesse ecológico e ambiental.
15. RESTRIÇÕES DE HABITABILIDADE- Existência ou proximidade de pontos ou áreas que produzam poluição, aérea, hídrica ou sonora.

16. INTEGRAÇÃO COM A METRÓPOLE- Proximidade, acessibilidade e relações de intercâmbio com os demais bairros (relativo aos demais sítios estudados).
17. CONFORTO AMBIENTAL- Adequação das condições de temperatura, umidade, ventos e chuvas (relativo aos demais sítios).
18. SEGURANÇA PÚBLICA - Ocorrência de histórico de crimes e delitos (relativo aos demais sítios).
19. INSERÇÃO VICINAL- Grau de aceitação das comunidades vizinhas.
20. SATURAÇÃO URBANA- Grau de comprometimento dos serviços de infra-estrutura básica existentes (relativo aos demais sítios).

### 2.3 Oferta dos fatores de localização

Uma vez definidos os fatores, a oferta destes é então mensurada em cada setor censitário com o suporte das ferramentas de geoprocessamento e geovisualização, tornando a construção da base de dados SIG (geodatabase) mais efetiva e precisa. Esta base de dados implementa aspectos relacionais, definidos a partir de tabelas contendo campos chave de geocódigos (sistemática de identificação do IBGE), dados estes que facilitarão a agregação e geração de novos dados tabulares às feições geográficas já implantadas.



**Figura 2** – Exemplo de níveis de oferta obtidos por análise estatística.

A quantidade de níveis de oferta pode variar entre 4 e 10, uma maior quantidade permite mais recursos de geovisualização, no entanto um número menor de níveis facilita a operação de cotejo. De qualquer forma, optando-se por 10 níveis iniciais, estes podem ser posteriormente reagrupados na base de dados em 4 níveis (COSENZA; LIMA, 1991), facilitando assim a atribuição das variáveis lingüísticas (excelente, bom, regular, fraco).

As regras para atribuição destas variáveis estão definidas em fichas de registro, e a operacionalização destas regras no ambiente SIG ocorre preferencialmente por meio de duas técnicas de geoprocessamento:

- Análise espacial, quando parâmetros como distancia e pertinência a elementos geográficos georeferenciados (vias, pólos geradores de tráfego, vazios urbanos, etc.) são utilizados para atribuir os níveis de oferta.
- Análise estatística, quando o dado está diretamente associado a uma parcela do território (população, renda, escolaridade, etc.), e parâmetros estatísticos como desvio padrão, histograma, percentil, etc. se mostram apropriados para o agrupamento em níveis de oferta. (Figura 2)

## 2.4 Demanda pelos fatores de localização

A demanda, por sua vez, também é organizada em tabelas na base de dados, onde os valores (pesos do fator) são atribuídos por peritos, baseados em sua experiência factual advinda da implantação e operação de projetos similares. A tabela abaixo (Tabela 1) descreve tipologias habitacionais empregadas em um estudo nosso de demanda.

**Tabela 1-** Tipologias habitacionais para demanda em estudos de Gestão Habitacional

SIGLA	TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
ATE1	Residências para assentamentos temporários emergenciais	Destinadas ao remanejamento temporário de famílias vindas de áreas de risco ou desalojadas por fenômenos naturais
ATP1	Residências para assentamentos temporários planejados	Destinadas ao remanejamento temporário de famílias cadastradas e contempladas em projetos de assentamento habitacional em fase de planejamento ou execução, cujas moradias tenham sido requisitadas por demandas do estado
UBR1	Residências unifamiliares para baixa renda	destinadas a fixação de famílias em casas, com renda até 4 salários mínimos, com baixo impacto na infra-estrutura urbana atual
UMR1	residências unifamiliares para média renda	destinadas a fixação de famílias em casas, com renda acima de 4 salários mínimos, com baixo impacto na infra-estrutura urbana atual
MBR4	residências multifamiliares para baixa renda, com até 4 pavimentos	destinadas a fixação de famílias em prédios pequenos, com renda até 4 salários mínimos, com médio impacto na infra-estrutura urbana atual
MMR4	residências multifamiliares para média renda, com até 4 pavimentos	destinadas a fixação de famílias em prédios pequenos, com renda acima de 4 salários mínimos, com médio impacto na infra-estrutura urbana atual
MMR5	residências multifamiliares para média renda, acima de 4 pavimentos	destinadas a fixação de famílias em prédios grandes, com renda acima de 4 salários mínimos, com médio impacto na infra-estrutura urbana atual
PBR4	residências uni e multifamiliares para baixa renda, com até 4 pavimentos	destinadas a fixação de famílias em casas e prédios, com renda até 4 salários mínimos, com médio impacto na infra-estrutura urbana atual
PMR4	residências uni e multifamiliares para média renda, com até 4 pavimentos	destinadas a fixação de famílias em casas e prédios, com renda acima de 4 salários mínimos, com médio impacto na infra-estrutura urbana atual
PPRP	residências uni e multifamiliares para baixa e média renda, vários tipos/pavimentos	destinadas a fixação de famílias em casas e prédios, com renda variável, com alto impacto na infra-estrutura urbana atual

Estas tipologias habitacionais são então verificadas quando às demandas pelos fatores de localização (Tabela 2), e neste ponto deve ser identificado como o fator impacta na tipologia: se é de ordem geral (G) ou específico (E). Conforme já mencionado, fatores específicos imprimem maior peso no resultado, uma vez que sua ausência ou baixa oferta pode eventualmente inviabilizar uma alternativa de localização. Na mensuração da demanda, quanto maior a dependência de um fator para determinada tipologia habitacional, maior será o nível atribuído ao mesmo. Usualmente estes já são mensurados atribuindo as variáveis lingüísticas em 4 níveis de demanda (crítico, condicionante, pouco condicionante, irrelevante).



**Tabela 2-** Organização dos dados de demanda para estudos de Gestão Habitacional

Tipologia	Fator 1	Fator 2	....	.....	Fator N
ATE1	E critico	G Pouco cond.	... ..	... ..	G critico
ATP1	G condicionante	G irrelevante	... ..	... ..	G irrelevante
...	... ..	... ..	... ..	... ..	... ..
....	... ..	... ..	... ..	... ..	... ..
....	... ..	... ..	... ..	... ..	... ..
PPRP	E condicionante	E Pouco cond.	... ..	... ..	G Pouco cond.

## 2.5 Processamento do modelo de localização

Depois de preenchidas, as matrizes de oferta de demanda são exportadas e processadas externamente ao ambiente SIG, por meio de um recurso computacional especialmente elaborado para operar com lógica “fuzzy”, que processa estas matrizes com base em uma matriz de cotejo entre oferta e demanda (Figura 3). Neste quadro, a diagonal que assume valores iguais a 1 (um) representa as situações de equilíbrio entre oferta e demanda. Os demais valores representam excedente ou escassez, e podem ser ajustados em razão dos objetivos do estudo, de forma a maximizar ou minimizar as distâncias entre oferta e demanda.

OFERTA						
		fraco	regular	bom	ótimo	
DEMANDA	Irrelevante		0	$\mu_{B_1}(x)$	$\mu_{B_2}(x)$	$\mu_{B_3}(x)$
		0	1/n!	1/(n-1)	1/(n-2)	1/(n-3)
		$\mu_{A_1}(x)$	0	1	$1 + \mu_{B_1}(x)/n$	$1 + \mu_{B_2}(x)/n$
		$\mu_{A_2}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_2}(x)$	1	$1 + \mu_{B_1}(x)/n$
		$\mu_{A_3}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_3}(x)$	$\mu_{B_2}(x)/\mu_{A_3}(x)$	1
		$\mu_{A_4}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_4}(x)$	$\mu_{B_2}(x)/\mu_{A_4}(x)$	$\mu_{B_3}(x)/\mu_{A_4}(x)$

**Figura 3 -** Cotejo entre oferta e demanda

Quando, por exemplo, a ligeira escassez de um fator não é tão critica para um projeto, os valores vão sendo gradativamente diminuídos na medida em que se afastam para baixo da diagonal, em um caso contrário, onde qualquer redução de oferta fosse determinante para o êxito do empreendimento, seriam então atribuídos valores iguais a 0 (zero) para qualquer situação de demanda abaixo da diagonal. Outra possibilidade é de contemplar no estudo as potenciais economias paralelas, neste caso os valores que expressam atendimento superior ao demandado seriam gradativamente incrementados na medida que se afastem da parte superior da diagonal.

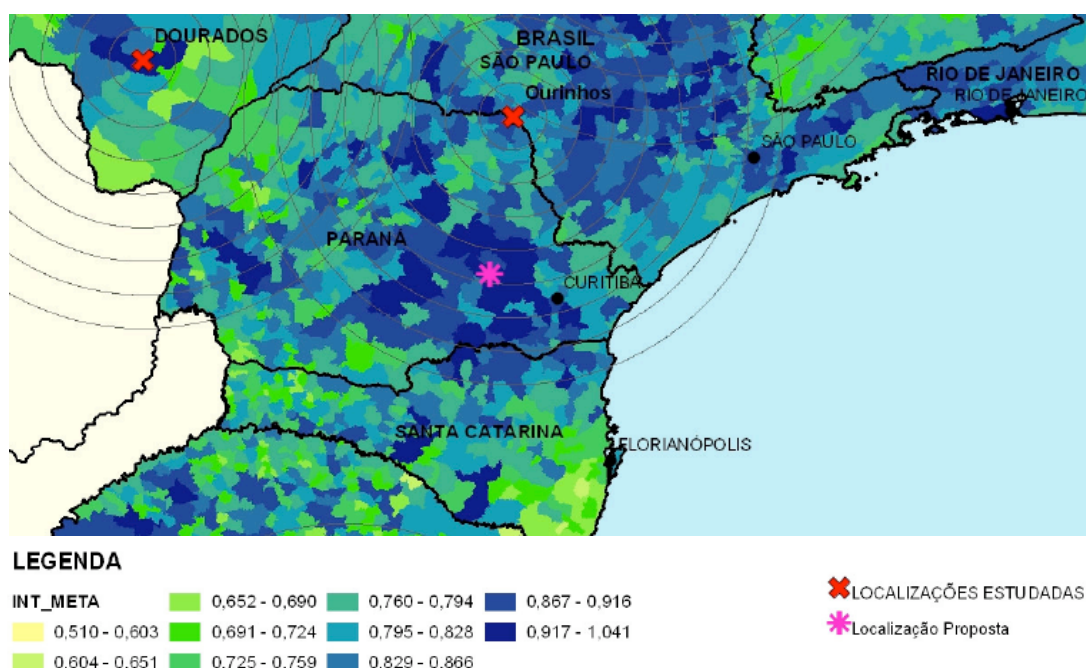
## 2.6 Obtenção dos índices de localização

Os resultados são obtidos na forma de matriz (Figura 4), onde as colunas representam os projetos estudados, e as linhas as parcelas do território consideradas. O valor normalizado em 1,0 (um) representa uma situação de equilíbrio entre a oferta e a demanda, indicando a localização. Os valores inferiores a 1,0 (um) indicam que melhores condições de oferta são demandadas, não recomendando a localização, e os superiores a 1,0 (um) indicam que há excedente de oferta em um ou mais fatores, recomendando a localização.

105.Assis Chateaubriand	4102000	1,043	1,044	0,876	0,945	0,966	1,094
106.São João do Ivaí	4125001	0,986	1,008	0,898	0,944	1,018	1,114
107.Rio Claro	3543907	0,973	0,94	0,906	0,986	1,019	1,143
108.Campo Mourão	4104303	0,996	0,978	0,874	0,986	1,006	1,126
109.Rolândia	4122404	0,991	0,966	0,891	0,978	1,021	1,118
110.Imbituva	4110102	1	0,996	0,901	0,909	1,029	1,13
111.Ipiranga	4110508	1	0,996	0,901	0,909	1,029	1,13

**Figura 4-** Partição de Matriz dos índices de localização obtidos para estudos de municípios

As tabelas contendo os resultados com os índices de localização são então novamente agregadas ao ambiente SIG, utilizando os geocódigos para relacioná-los com as demais tabelas já existentes. O passo seguinte consiste em analisar estes índices de localização obtidos, agrupando-os em classes com auxílio de métodos estatísticos (Figura 5). Estes resultados, por expressarem hierarquias determinadas dentro de um conjunto de possibilidades, são então encaminhados para apoio à tomada de decisão.



**Figura 5 -** Geovisualização dos índices de localização obtidos para estudos de municípios

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modelos de localização também podem ser empregados no estudo de uso do solo e da ocupação de áreas urbanas. Uma derivação desta metodologia de localização industrial pode tratar os diversos empreendimentos relevantes para uma cidade (ex: zonas industriais, conjuntos habitacionais, áreas de proteção, empreendimentos comerciais, etc.) como empreendimentos a localizar. Uma ampla lista de fatores de localização relacionados a estes empreendimentos pode ser elaborada, baseada em dados disponíveis de população, renda, emprego, educação, saúde, mercado imobiliário, mobilidade, etc., compondo assim uma lista de fatores relacionados com a dinâmica urbana.

A oferta destes fatores nas cidades pode ser levantada a partir de dados censitários, anuários estatísticos municipais e pesquisas de campo. A maioria das instituições oficiais (IBGE, IPEA, etc.) já disponibiliza em suas *home-pages* estes dados, parcelados territorialmente (bairro, distrito, etc.), e muitas vezes até já organizados em bases de dados geográficas (SIG).

Especialistas como planejadores, engenheiros, arquitetos, urbanistas, representantes do poder público e de concessionárias podem, por sua vez, contribuir como consultores na elaboração das matrizes de oferta e demanda. Estes podem usar seu conhecimento factual para determinar a importância de um

fator no comportamento de empreendimentos relevantes para a cidade (ex: quanto o preço do terreno impacta na construção de novas unidades), e ferramentas tais como análise *multi-criteria* podem ser empregadas na equalização de suas opiniões (LIANG; WANG, 1991), que por vezes podem ser divergentes.

As simulações por índice obtidas (dados de *output*) sinalizariam para cenários possíveis, e ajudariam na adoção e priorização de ações nas cidades. Por outro lado, examinando a base de dados quanto aos perfis de oferta e demanda encontrados (dados de *input*), será possível identificar que fatores são efetivamente importantes na obtenção destes cenários, e assim planejar intervenções estratégicas de forma a incrementar os resultados esperados (ex: revitalizar uma área de interesse cultural).

Conforme intencionados apresentar, um operador lógico para confrontos entre oferta e demanda, associado a recursos de ambiente SIG, pode ampliar os horizontes em métodos e técnicas para Engenharia Urbana, possibilitando assim colaborar para a prática de gestão nas cidades através da simulação e monitoramento de cenários envolvendo estudos da dinâmica urbana.

#### 4 REFERÊNCIAS

ATTANASIO, D. & ALII, Masterlli- Modelo di Assetto Territoriale e di Localizzazione Industriale. Centro Studi Confindustria, Bologna, 1974.

ATTANASIO, D. , Fattori de Localizzazione nell'Industria Manifatturiera. Centro Studi Confindustria, Bologna, 1976.

COSENZA, C. , A Industrial Location Model, Working Paper, Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge University, Cambridge, 1981.

COSENZA, C & LIMA, F. , Aplicação de um Modelo de Hierarquização de Potenciais de Localização no Zoneamento Industrial Metropolitano: Metodologia para mensuração de Oferta e Demanda de Fatores Locacionais, Proceedings of V ICIE - International Congress of Industrial Engineering, Rio de Janeiro, november 1999, ABEPRO, Rio de Janeiro, 1991.

CURRY, B. & MOUTINHO, L. , Computer Models for Site Location Decisions. International Journal of Retail & Distribution Management., Vol. 20, 1992.

JARBOE, K. , Location decisions on high-technology firms: A case study, Technovation, Vol. 4, pp. 117-129, 1986.

KAHRAMAN, C. & DOGAN, L. , A “fuzzy” Group decision-making for Facility Location Selection, Information Sciences, p. 157, University of California, Berkley, 2003.

LIANG. G. & WANG, M. , A “fuzzy” Multi-Criteria Decision-Making Method for Facility Site Selection; Int. J. Prod. Res., Vol. 29, No. 11, pp. 2313-2330, 1991.

LIMA, F.; COSENZA, C. & NEVES, C. , Estudo de Localização para as Atividades de Produção do Biodiesel da Mamona no Nordeste Empregando Sistemas de Informação Georeferenciados, Proceedings of XI Congresso Brasileiro de Energia, pp. 661-668, V. II , Rio de Janeiro, june 2006, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

REZENDE, J. , Modelo de Localização de Estações de Serviços utilizando Lógica “fuzzy”, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

UN-HABITAT. Relatório Global sobre Assentamentos Humanos 2005: Financiamento para Moradia Urbana. Nairobi, 2005.