

Análise da acessibilidade urbana para o planejamento da urbanização de interesse social

Simone Zarpelon Leão¹
Benamy Turkienicz¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/SimmLab
Faculdade de Arquitetura, Rua Sarmento Leite, 320 Sala 306 - 90020-150 – Porto Alegre, RS, Brasil
leao_simone@yahoo.com, benamy.turkienicz@gmail.com

Abstract. An analysis of housing issues in the city of Canela (RS, Brazil) has been made in 2008 as part of the development of the Master Plan for Housing. The present paper deals with one component of this analysis, which is the assessment of urban accessibility for low-income population, and its consequences on the treatment of the problem of current shortage of low-income housing and the future demand from population growth until 2020. A three steps method is applied: (i) urban mobility is assessed and mapped on the basis of the road system and the routes of public transport; (ii) accessibility to different urban services, such as public education and health, recreation, consumption and jobs are measured and mapped considering the location of urban facilities, population distribution divided by income and age, and urban mobility; (iii) one map for urban accessibility is produced as a result of the weighted combination of accessibility to different urban facilities. This final urban accessibility map is then overlaid to empty urban lots with size and land value appropriate to low-income housing, and a simulation of their development over the future has been made. The lots with higher accessibility were selected, and the impact of urban development was assessed on the capacity of education facilities. Based on this study, we made some preliminary suggestions for widening places in some schools, the need for a new education facility (location and size) and the extension of public transport for an area with low accessibility.

Palavras-chave: Acessibilidade, equipamentos urbanos, habitação de interesse social, geoprocessamento.

1. Introdução

Durante o ano de 2008 foi feito o diagnóstico do problema habitacional de Canela (RS), como parte do desenvolvimento do Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS) deste município. O diagnóstico teve como objetivos: (i) desenvolver e analisar a situação do município de Canela frente aos aspectos que exercem influência sobre a adequação locacional da ocupação habitacional; entre estes aspectos incluem-se os condicionantes ambientais, provimento de infra-estruturas urbanas, provimento e acesso a serviços de educação, saúde e consumo, acessibilidade a empregos, densidade demográfica e construtiva, valor do solo, zoneamento urbano, entre outros; (ii) quantificar e localizar a necessidade habitacional do município, considerando o déficit atual de domicílios, a inadequação do estoque atual e a demanda futura por habitações no horizonte temporal do plano habitacional (Fundação João Pinheiro, 2006); e (iii) caracterizar a oferta de habitações de interesse social, considerando os programas, políticas e fundos governamentais, de nível municipal a federal, voltados para a população de baixa renda (Brasil, 2007a).

O presente artigo aborda em detalhes um dos componentes desenvolvidos no diagnóstico do problema habitacional de Canela, que aborda a avaliação das condições de acessibilidade urbana para a população de baixa renda, e os desdobramentos desta situação em uma perspectiva de tratamento do déficit habitacional atual e da urbanização futura advinda do incremento populacional no horizonte de 2007 a 2020.

Acessibilidade refere-se não ao sítio onde o domicílio se localiza, mas à sua posição relativa a outras edificações, das quais sua vida depende, tais como escolas, postos de saúde, hospital, parques, áreas de abastecimento e consumo, postos de empregos, etc. A população reside em domicílios, mas circula pela cidade consumindo seus diversos serviços, que são distribuídos de forma heterogênea no espaço (Miller e Wu, 2000). A acessibilidade da população aos serviços urbanos depende do nível de provimento do serviço, tal como o número de vagas escolares ou o número de atendimentos nos postos de saúde, assim como a distribuição da população e a forma de alcance desses equipamentos, ou seja, a mobilidade

dos habitantes, que é influenciada, por sua vez, pelo sistema viário e os serviços de transporte.

2. Metodologia

A metodologia está dividida em três partes. Inicialmente é avaliada e mapeada a mobilidade da população, considerando-se o sistema viário e de transporte coletivo existente. Posteriormente, avaliou-se a acessibilidade a diferentes tipos de equipamentos e serviços urbanos, individualmente, considerando a distribuição da população, e suas características de renda e faixa etária. Em uma terceira etapa é produzido um mapeamento síntese de acessibilidade urbana, integrando-se as acessibilidades a serviços individuais, ponderando-se sua importância para a qualidade de vida. Cada uma destas etapas é descrita a seguir.

2.1 Mobilidade urbana

Com foco em habitação de interesse social, a mobilidade da população de baixa renda dá-se majoritariamente por deslocamento a pé ou via transporte coletivo. Dessa forma, dois critérios foram considerados para se chegar a uma medida de mobilidade: (i) o valor de integração global de cada via; e (ii) o número de linhas de ônibus nas vias da sede urbana.

A medida de integração global, calculada através de métodos de sintaxe espacial, caracteriza a centralidade (integração) das vias, identificando aquelas mais conectadas e que são percorridas mais vezes para os diversos deslocamentos da população no território municipal (Hillier e Hanson, 1984). A Figura 1(a) mostra a distribuição espacial da integração global em Canela. Em escala relativa, os valores de integração global variam de 17 a 66. As vias mais integradas, com valores superiores e cor vermelha, concentram-se no centro e suas imediações.

Com relação ao transporte coletivo em Canela, existem cinco linhas de ônibus urbano que circulam dentro da sede urbana. A Figura 1(b) mostra o número total de linhas urbanas por trecho de via da sede urbana.



(a) Integração Global das vias da sede urbana (b) Linhas de transporte coletivo
Figura 1. Parâmetros geográficos para cálculo da mobilidade urbana

A premissa de trabalho é que as vias com maior valor de integração e com maior número de linhas de transporte público oferecem maior facilidade ao deslocamento, ou seja maior *Mobilidade*. Com o objetivo de dar peso igual aos dois fatores, o cálculo da mobilidade combina os valores conforme a Equação 1. Dividindo a integração global por 16,5, temos valores da mesma magnitude para os dois fatores. Ou seja, tanto a integração quanto o transporte coletivo tem valores mínimos e máximos entre 0 e 4. A mobilidade, portanto, passa a ter valores aproximadamente entre 1 e 8.

$$Mobilidade = \frac{Integração\ global}{16,5} + número\ de\ linhas\ de\ ônibus \quad (1)$$

Com base no cálculo dos valores de mobilidade das vias, foi produzido um mapa de *Atrito*, que possui uma relação inversa à mobilidade (menor atrito = maior mobilidade). O mapa de atrito foi obtido através da normalização inversa de escala de atributos, transpondo os valores mínimos e máximos de mobilidade para a sede de Canela para os valores de 1 a 5 de atrito, conforme a Equação 2. O mapa de atrito em linhas foi transformado em mapa de atrito em polígonos cobrindo toda a área de estudo. Foi feito um buffer de 100 metros no entorno das vias e atribuído a este polígono o nível de atrito que ele exerce. No caso de superposições entre os polígonos com diferentes níveis de atrito, o atrito mínimo é atribuído ao segmento. Para as áreas da sede urbana a mais de 100 metros de uma via definiu-se um atrito de nível 6. Com o objetivo de ampliar a abrangência da análise para a área rural do município, fez-se o cruzamento do mapeamento de atrito na sede urbana com as estradas e rodovias dentro do território de Canela. Neste caso, considerou-se que as rodovias estaduais oferecem um atrito de nível 5 em toda a sua extensão. As demais estradas urbanas, estaduais e municipais, oferecem atrito de nível 5 dentro do perímetro urbano e 10 na zona rural. Um atrito máximo de valor 100 foi estabelecido para as áreas rurais localizadas além da faixa de 100 metros das estradas existentes. O gráfico ilustrativo da normalização de escala e o mapa de atrito resultante são apresentados na Figura 2.

$$Atrito = 5,6133 - (0,5908 \times Mobilidade) \quad (2)$$

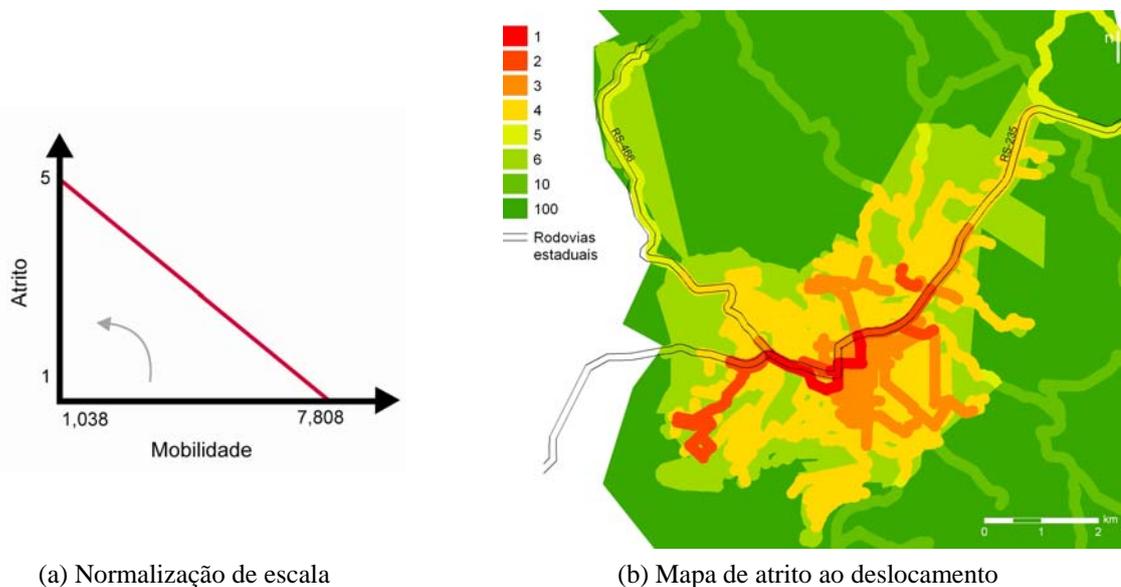


Figura 2. Atrito ao deslocamento urbano

2.2 Acessibilidade a equipamentos urbanos

A análise da acessibilidade a equipamentos e serviços urbanos, tendo em vista o foco do estudo na população de baixa renda, considera três fatores: (i) destinos – a localização e tamanho de equipamentos públicos de saúde, educação e lazer do município de Canela, assim como a postos de trabalho; (ii) origens – a distribuição da população, com particular interesse na população de baixa renda, segundo o censo de 2000, e atualizada para 2007; (iii) meio – a estrutura viária e o sistema de transporte coletivo que serve de meio de deslocamento entre as origens e destinos (mapa de atrito).

Para medir a acessibilidade aos equipamentos e serviços urbanos utilizou-se o método de avaliação do custo-distância (Eastman, 2003b). Neste método o espaço é considerado não

isotrópico, ou seja, ele apresenta características que podem facilitar ou dificultar a mobilidade sobre ele em certas regiões e direções. Neste caso, temos a localização dos destinos, os equipamentos e serviços urbanos, e o mapa de atrito, por onde as pessoas devem deslocar-se para atingir os destinos. O deslocamento origem-destino é desenvolvido em um ambiente de grade de células a partir do destino, onde a cada passo, o valor do atrito é adicionado. Uma célula com atrito 1 decorre na soma da medida da célula, enquanto que uma célula com atrito 3 resulta na soma de três vezes a medida da célula. A acessibilidade final de cada célula do sistema aos destinos existentes refere-se ao menor custo possível de deslocamento desta célula ao destino mais próximo, neste caso, dependendo da rede viária e do sistema de transporte coletivo como facilitadores da mobilidade sobre o território urbano. O mapa de custo-distância, em unidade métrica, é normalizado para uma escala de 0 a 100, utilizando-se uma função linear inversamente proporcional ao valor do custo-distância (maior custo-distância = menor acessibilidade).

A Figura 3 ilustra o mapeamento da acessibilidade para o caso específico dos equipamentos públicos de ensino fundamental de Canela. A Figura 3(a) apresenta a localização das escolas, sobrepostas à distribuição da população na faixa etária de 7 a 14 anos e com renda até 5 salários mínimos, usuária deste nível de ensino, e das linhas de transporte coletivo. A Figura 3(b) mostra o mapa de acessibilidade da sede urbana de Canela a estes equipamentos de ensino, considerando sua localização e o mapa de atrito do tecido urbano. O mesmo procedimento foi adotado para os equipamentos públicos de saúde, de ensino de nível médio, de lazer e recreação, de abastecimento e consumo, e a postos de emprego.

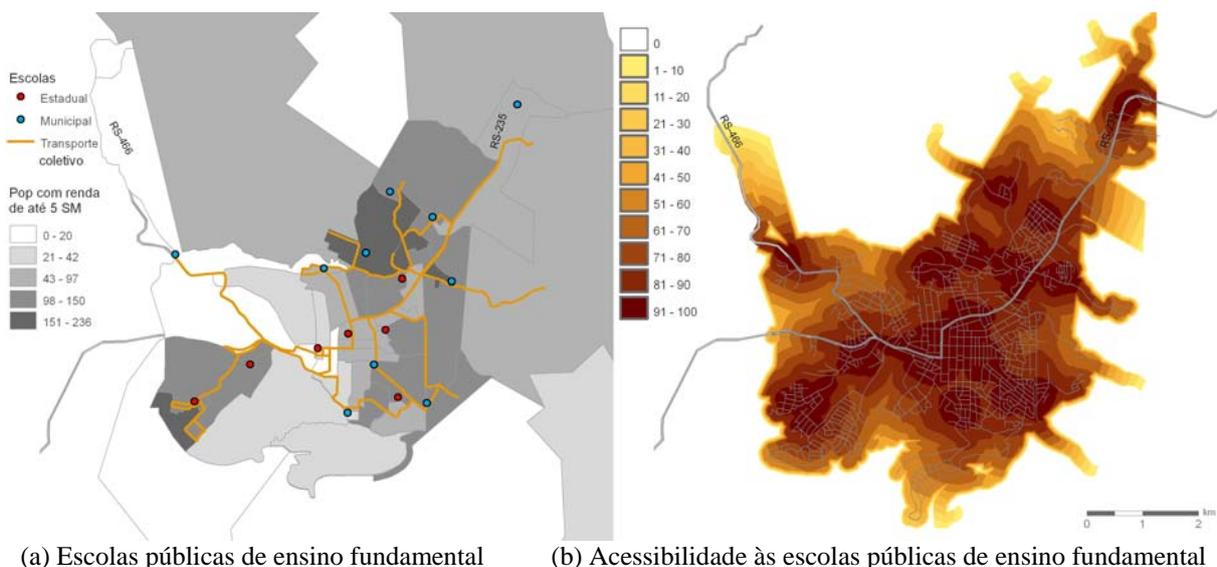


Figura 3. Localização de serviços urbanos e acessibilidade a estes serviços: Educação

2.3. Mapa síntese da acessibilidade urbana

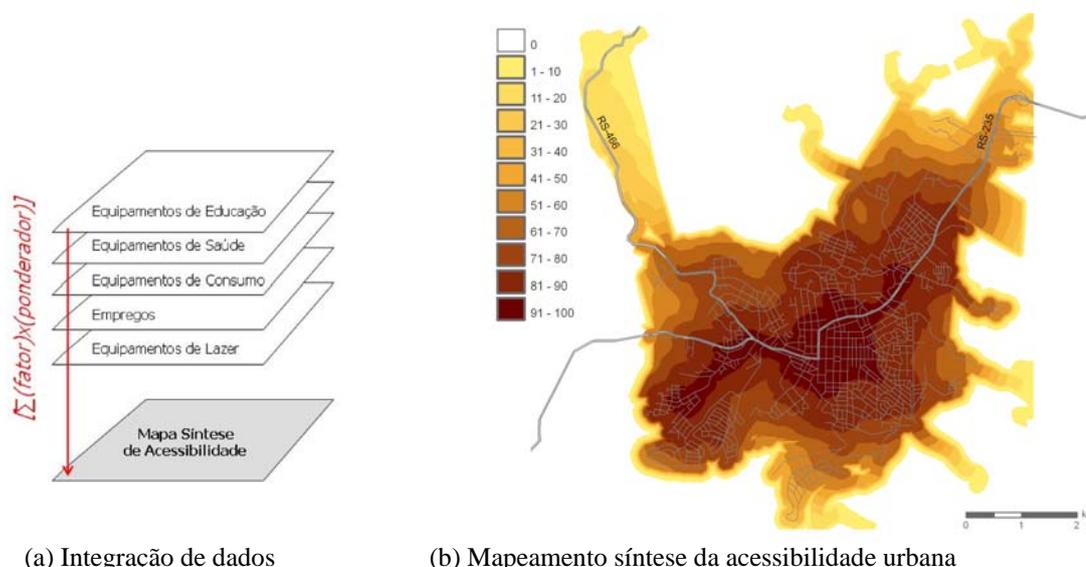
Tendo em vista que a acessibilidade a equipamentos de educação, de saúde, de consumo, de lazer e recreação e a empregos possui níveis diferenciados de influência sobre a qualidade de vida urbana, elas foram ponderadas de modo a qualificar esta diferenciação. O processo analítico hierárquico foi utilizado como método para obtenção dos ponderadores (Saaty, 1977). O método baseia-se na elaboração de uma matriz de comparação entre fatores. Cada par de fatores é comparado entre si, definindo-se qual o mais importante e o quanto mais importante, dentro de uma escala definida de comparação. Esta escala varia de 1 a 9, sendo o valor 1, equivalente à situação em que os dois fatores são igualmente importantes; o valor 3 representa a situação de que um fator é levemente mais importante que outro, e assim por diante, até o valor 9, representando a condição de um fator ser extremamente mais importante

que outro. O método fundamenta-se na avaliação qualitativa das múltiplas relações entre fatores, sendo os ponderadores o resultado matemático, por cálculo vetorial, dessa avaliação qualitativa. O índice ROC avalia a consistência matemática do conjunto de comparações par-a-par. Quando o ROC é igual ou inferior a 0,10 a matriz de comparações é consistente matematicamente e os ponderadores resultantes podem ser utilizados como indicadores dos níveis diferenciais de influência dos fatores na questão de análise.

Obteve-se os seguintes ponderadores para as acessibilidades urbanas (com um ROC = 0,08): (i) educação – 37,0% (*Aedu*); (ii) saúde – 29,2% (*Asau*); (iii) consumo – 9,6% (*Acon*); (iv) empregos – 21,1% (*Aemp*); e (v) lazer e recreação – 3,1% (*Alaz*).

A Figura 4 ilustra o processo de cruzamento de mapas para produção do mapa síntese de acessibilidade (*Aaccess*), assim como o mapa resultante deste processo. O cruzamento é feito através de álgebra de mapas, utilizando-se o método de combinação linear ponderada dos atributos, ou seja, pelo somatório das acessibilidades, multiplicados pelos seus respectivos ponderadores, conforme a Equação 3 (Eastman, 2003a). As áreas com atributos de valor baixo referem-se a zonas com deficiência na acessibilidade a um ou mais equipamentos ou empregos. As áreas com atributos de valor alto, por sua vez, são caracterizadas pela adequação simultânea na acessibilidade aos diferentes equipamentos urbanos e empregos. A acessibilidade urbana de Canela varia de 1 a 99, com uma média de 60. 40% da área da sede urbana possui uma acessibilidade urbana igual ou superior a 75.

$$A_{access} = [(A_{edu} \times 0,370) + (A_{sau} \times 0,292) + (A_{con} \times 0,096) + (A_{emp} \times 0,211) + (A_{laz} \times 0,031)] \quad (3)$$



(a) Integração de dados

(b) Mapeamento síntese da acessibilidade urbana

Figura 4. Obtenção do mapa síntese da acessibilidade urbana

3. Resultados e discussão

O PMHIS trabalha como premissa da priorização da ocupação de lotes vazios urbanizados para o tratamento do problema do déficit habitacional, com o objetivo de uma urbanização mais compacta, sustentável e econômica (Nallathiga, 2007). No esgotamento destes lotes, ou na impossibilidade de utilizá-los, a expansão futura será direcionada para a periferia ainda não urbanizada da sede municipal. Assim, são aproveitados ao máximo, as infra-estruturas e serviços urbanos disponíveis. Existem 796 lotes vazios urbanizados com valor do solo adequado para a urbanização de baixa renda, igual ou inferior a 80R\$/m², totalizando cerca de 108 hectares. Dentre estes, verifica-se a predominância de lotes de grandes dimensões. Apenas 0,2% da área total dos lotes nesta faixa de valor possuem dimensão de até 200 m², adequado para uma urbanização de baixa renda de padrão unifamiliar. No outro extremo, quase metade da área disponível nesta faixa de valor do solo

encontra-se em lotes com área superior a 2.000 m².

A avaliação do padrão de lotes vazios e urbanizados disponíveis é importante para a definição do padrão de urbanização a ser empregado. Segundo o diagnóstico habitacional 3.436 novas unidades habitacionais serão necessárias para suprir o déficit habitacional atual e a demanda pelo incremento populacional até 2020 para a população na faixa de renda de até cinco salários mínimos. Caso fosse adotado um padrão de ocupação uni-familiar para estes desenvolvimento, seriam necessários 3.436 lotes urbanos de tamanho pequeno. Verifica-se, entretanto, que não há essa disponibilidade na cidade. O padrão mais apropriado para as condições de parcelamento do solo e de valor do solo de Canela é a produção de edificações multi-familiares. Esse padrão já começa a ser adotado pela municipalidade, exemplificado pelo Condomínio Santa Marta, no bairro São José, em fase de projeto, para abrigar a população da área invadida da Pedreira, que possui quatro edifícios de quatro pavimentos cada, totalizando 64 unidades habitacionais.

Para a simulação da urbanização de baixa renda no horizonte do PMHIS, utilizamos plantas arquitetônicas do padrão de referência da Caixa Econômica Federal para edifício residencial com unidade habitacional de 45,82 m² (Brasil, 2007b). O pavimento tipo possui oito apartamentos por andar, podendo ter até quatro andares, totalizando 32 apartamentos. Este padrão tem uma área construída total de 2.124,05 m², sendo a área projetada de 530 m². O lote para comportar este padrão de construção deve possuir de 800 a 1.000 m². Ou seja, para abrigar 3.436 famílias, seriam necessários 108 lotes com tamanho entre 800 a 1.000 m² e valor do solo igual ou inferior a 80R\$/m². A Figura 5 apresenta o mapa síntese de acessibilidade urbana, com a sobreposição dos lotes vazios urbanizados com dimensão e valor do solo adequados para a baixa renda (167 lotes disponíveis). Os lotes com valor entre 41 e 80R\$/m² (19 lotes) tem acessibilidade urbana alta, variando de 81 a 91, com uma média de 85. Já os lotes de valor do solo inferior (148 lotes) possuem uma acessibilidade urbana variando de 30 a 93, com uma média de 56.

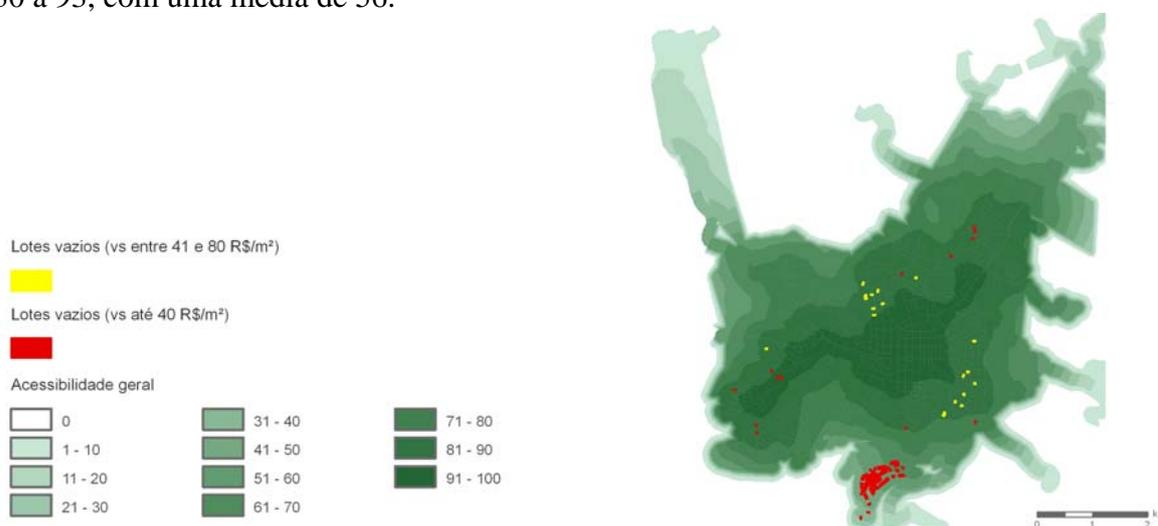


Figura 5. Mapa síntese da acessibilidade urbana com sobreposição dos lotes vazios urbanizados com dimensão entre 800 e 1.000 m² e valor do solo (vs) de até 80R\$/m²

Foi feita a simulação da urbanização de 108 lotes com melhor acessibilidade urbana e padrão apropriado de tamanho e valor para a baixa renda segundo o padrão construtivo da CEF, e a estimativa da repercussão desta urbanização sobre a demanda de vagas escolares de nível fundamental e a capacidade dos equipamentos existentes. Mantendo-se o perfil demográfico do Censo 2000 no futuro, haverá 12 pessoas em cada lote urbanizado com idade entre 7 a 14 anos, que demandam por equipamentos públicos de ensino fundamental (IBGE, 2000). Cada escola possui um número de vagas escolares e uma demanda existente em 2007.

O incremento de demanda de cada novo lote urbanizado foi adicionado à demanda pré-existente da escola mais próxima. De forma agregada as escolas existentes possuem um número de vagas superior a demanda, mesmo incluindo o incremento de população há um excedente de 244 vagas nas escolas nas proximidades dos lotes urbanos vazios. Quando analisamos a relação entre a oferta e a demanda de vagas de modo geográfico, entretanto, identificam-se áreas com carência de vagas. Três escolas da sede urbana, assinaladas na Figura 6, apresentaram escassez de vagas. A escola 1 e 2 apresentam um déficit de 31 e 69 vagas, respectivamente, permitindo a ampliação de vagas com a mesma infra-estrutura existente. Já a escola 3 apresentou um déficit muito elevado, de quase 450 vagas escolares, indicando a necessidade de instalação de uma nova unidade educacional. A demanda de vagas sobre esta escola provém dos lotes vazios com baixa acessibilidade ao sul da sede urbana. Desta forma, é adequado a instalação da nova escola nas proximidades desta concentração de lotes vazios no sul da sede, assim como a abertura de uma nova rota de transporte coletivo que faça a ligação desta área com o centro da cidade.

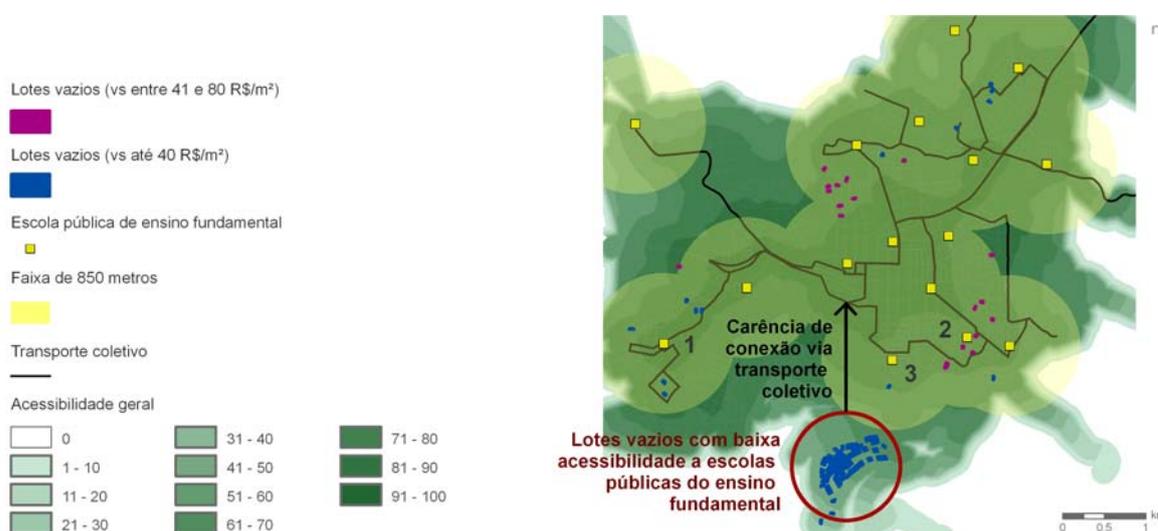


Figura 6. Localização de lotes urbanos vazios em relação às escolas públicas de ensino fundamental

4. Conclusões

Para o Centro das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos/HABITAT (2003), “(...) Moradia adequada é mais do que um teto sobre a cabeça. Também significa privacidade adequada; espaço adequado; acessibilidade física; segurança adequada; segurança da posse; estabilidade estrutural e durabilidade; iluminação, aquecimento e ventilação adequados; infra-estrutura básica adequada, como equipamentos de água, esgoto e coleta de lixo; qualidade ambiental e fatores relacionados à saúde apropriados; bem como localização adequada e acessível ao trabalho e outros equipamentos básicos; e tudo isso deve estar disponível a custos acessíveis”.

Analisando-se as condições de moradia no Brasil a partir dos parâmetros acima descritos, evidenciam-se necessidades habitacionais consideráveis ainda não satisfeitas. Os problemas habitacionais brasileiros, particularmente visíveis nas aglomerações urbanas, incluem como regra: a segregação espacial da população pobre em assentamentos informais, a carência de moradias, a escassez de serviços e de infra-estrutura urbana, dificuldades de acesso às oportunidades de emprego produtivo e a ocupação de áreas de risco e legalmente protegidas. A escassez relativa e os elevados preços da terra urbana decorrentes de uma política de uso do solo inadequada colaboram para aumentar os problemas habitacionais do país (Maricato, 2005).

Lotes para a alta renda não possuem, em regra, restrições exceto aquelas relacionadas à legislação ambiental e urbana. Altos valores para aquisição de solo, assim como valores construtivos elevados em decorrência das condições de solo ou declividade, podem ser absorvidos por esta parcela da população. Assim, a faixa de alta renda pode, a princípio, habitar em qualquer parte da cidade. No outro extremo, encontra-se a população de baixa renda, cuja localização habitacional é restringida por diversos fatores. Além das restrições legais, a população de baixa renda requer solo de baixo custo e condições de solo e declividade do terreno que incorram em menor custo construtivo dos domicílios. Além disso, em função da dependência do deslocamento a pé e através do sistema de transporte coletivo, a população de baixa renda necessita localizar seus domicílios com boa acessibilidade aos equipamentos públicos de educação, saúde, de consumo, de lazer e recreação, assim como aos postos de trabalho. A população de renda média apresenta a situação intermediária, sendo também restringida pelo valor do solo, pelo valor construtivo da moradia e por questões de acessibilidade urbana, porém em um nível de menor dependência de ações do governo à questão habitacional.

Com objetivo de conferir relevância à questão habitacional no Brasil, o Ministério das Cidades instituiu o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS) vinculado a um fundo financeiro para dar suporte e instrumentar as políticas públicas setoriais, estimulando a mobilização de estados e municípios para que, de forma participativa, elaborem e regulamentem seus instrumentos de planejamento e gestão na área habitacional (Brasil, 2005). Nesta perspectiva, o Governo Federal estabeleceu a elaboração de Planos Locais de Habitação de Interesse Social como requisito para adesão ao SNHIS e aos recursos do FNHIS. O presente estudo apresentou um componente do desenvolvimento de tal iniciativa no contexto do município de Canela, RS.

Referências bibliográficas

- BRASIL. Ministério das Cidades (2005) **Lei 11.124**, de 16 de junho de 2005: 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.
- _____. (2007a) **Plano Nacional de Habitação de Interesse Social**. Brasília..
- _____. (2007b) Plano Nacional de Habitação de Interesse Social. Brasília. **ANEXO I (Capítulo 2.1)** Plantas arquitetônicas dos padrões de referência de custo adotados: (i) Apartamento de 45,82 m² – PR5-2QT-2125 – prédio residencial.
- EASTMAN, J. R. (2003a) Exercise 2-8 – MCE: Non-Boolean Standardization and Weighted Linear Combination. **IDRISI Kilimanjaro – Tutorial**. Clark Labs, MA, USA.
- _____. (2003b) Exercise 2-5 – Cost Distances and Least-Cost Pathways. **IDRISI Kilimanjaro – Tutorial**. Clark Labs, MA, USA.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (2006) **Déficit Habitacional no Brasil 2005**. Belo Horizonte.
- Hillier, W., Hanson, J. (1984) **Social logic of space**, New York: Cambridge.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000) **Censo Demográfico 2000 - Resultados do universo**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- MARICATO, E. (2005) A nova política nacional de habitação. In **Jornal O Valor**, São Paulo, 24 de novembro de 2005.
- Miller, H. J. e Wu, Y-H (2000) GIS Software for Measuring Space-Time Accessibility in Transportation Planning and Analysis. **Geoinformatica**, Volume 4, Number 2: 141-159/ June, 2000, The Netherlands.
- Nallathiga, R. (2007) Compact City and Smart Growth as Policy Guiding Models for Achieving Sustainable City Development. **Journal of Urban Policy**, Vol. 2, No. 1, pp. 42-59.
- ONU/Habitat (2003) **Monitoring housing rights**: Developing a set of indicators to monitor the full and progressive realisation of the human right to adequate housing. Nairobi, Quenia.
- SAATY, T. L. (1977) A scaling method for priorities in hierarchical structures, **Journal of Mathematical Psychology**, Vol. 15 (3): 234-281.