

UTILIZANDO UM SIG PARA AVALIAR NÍVEIS DE ACESSIBILIDADE EM UMA CIDADE MÉDIA

RAIA JUNIOR, Archimedes A.¹; SILVA Antônio N. R. da²; LIMA, Renato da S.²

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - Departamento de Engenharia Civil
Via Washington Luís, km 235 - Caixa Postal 676 - 13.565-905 - São Carlos - SP- Brasil
Fone (016) 2748262 - Fax (016) 2748259 - E-mail address: raiajr@power.ufscar.br

² UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - EESC - Departamento de Transportes
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - Caixa Postal 359 - 13.560-250 - São Carlos - SP- Brasil
Fone (016) 2749254 - Fax (016) 2749255 - E-mail address: anelson@labtrans.stt.eesc.sc.usp.br

ABSTRACT

Accessibility may be defined as a measure of the easiness with which an area with a certain power of trip attraction, may be reached from a particular zone by means of an specific transportation system. It is, therefore, a measure with spatial characteristics, which makes the Geographic Information Systems, excellent tools for its analysis. This research tries to estimate the accessibility in a medium sized city, which is located in the State of São Paulo, using a SIG-T, software specifically designed for transportation applications.

This paper presents the evaluation of some of these accessibility measures, each of which emphasizes an specific characteristic of the transportation system, which has permitted the development of an interesting diagnostic of the city of Araraquara, in what concerns the supply of transportation

It is important of emphasize that the knowledge of the accessibility in a city may be useful, not only for stimulating the improvement of the transportation systems in the most critical regions, which has been made evident by the results of the research, but may also be used as an indirect measure of the value of urban land, with which accessibility has a close relationship.

Keywords: accessibility, Geographic Information System, value of urban land.

RESUMO

Acessibilidade pode ser definida como uma medida da facilidade com que uma área, com certo poder de atração de viagens, pode ser alcançada a partir de uma zona particular e através de um determinado sistema de transportes. Trata-se portanto de uma medida com características de natureza espacial, o que torna os Sistemas de Informação Geográfica excelentes ferramentas para sua análise. Este trabalho tem como objetivo avaliar a acessibilidade em uma cidade de porte médio localizada no interior do estado de São Paulo com um SIG-T, *software* especialmente desenvolvido para aplicações em transportes.

Nesse trabalho foram avaliadas algumas dessas medidas de acessibilidade, cada uma delas enfatizando uma característica específica do sistema de transportes, o que permitiu a elaboração de um diagnóstico bastante interessante sobre a cidade de Araraquara, no que diz respeito a oferta do serviço de transportes.

É importante frisar que o conhecimento da acessibilidade de uma cidade pode ser útil não apenas para estimular a melhoria dos sistemas de transportes nas regiões mais críticas, o que ficou evidente com os resultados obtidos, mas pode ser usada ainda como uma medida indireta do valor dos terrenos urbanos, com os quais guarda estreita relação.

Palavras chave: acessibilidade, Sistemas de Informação Geográfica, valor do solo urbano.

1. INTRODUÇÃO

A especulação imobiliária no Brasil faz com que terrenos urbanos sejam mantidos vazios, aguardando a valorização decorrente do investimento público em equipamentos e infra-estrutura para atender as regiões mais afastadas. Visto que eles promovem considerável aumento nos custos das redes de infra-estrutura, já existem propostas para a tributação desses terrenos ociosos que, no entanto, não levam em consideração que os terrenos com diferentes acessibilidades possam ter preços diferenciados.

Para se conhecer a possível relação existente entre a acessibilidade e o preço dos terrenos urbanos, foi desenvolvido este estudo, que leva em consideração os preços de uma quantidade razoável de preços de terrenos e diversas medidas de acessibilidade.

2. ACESSIBILIDADE E VALOR DO SOLO URBANO

A escassez de recursos disponíveis para investimentos básicos nas cidades por parte dos órgãos públicos, principalmente as Prefeituras, torna imprescindível a racionalização do uso desses recursos. O grande espalhamento das cidades, provocado por terrenos vazios, é um dos grandes responsáveis pelo desperdício de recursos, fazendo com que o investimento em redes de infra-estrutura e transportes seja muito alto. Uma forma de minimizar esse problema seria tributar os terrenos desocupados de forma diferenciada, penalizando os proprietários que especulam com a terra urbana e, ao mesmo tempo, aumentando a arrecadação do município para atender às demandas de infra-estrutura e transportes.

Uma estratégia de tributação foi proposta por SILVA (1993), no entanto, trata todos os terrenos de forma idêntica, não importando a sua localização (diferentes acessibilidades) na cidade. Seria interessante que houvesse um tratamento diferenciado para aqueles lotes que se situam mais próximo dos principais pólos de atração de viagens da cidade, pois isso parece produzir alterações sensíveis no seu valor de mercado (RAIA JUNIOR, 1995).

Existem indícios de que o valor dos terrenos urbanos depende de alguma forma da sua acessibilidade. É por esse motivo que se pretende, neste trabalho, através de um estudo de caso, verificar se realmente se confirma essa hipótese, o que pode produzir elementos para uma estratégia de tributação mais justa da propriedade urbana. Sistemas de Informação Geográfica especificamente desenvolvidos para aplicações em transportes, têm sido utilizados como ferramentas auxiliares em seu planejamento (SIMKOWITZ, 1989; SIMKOWITZ, 1990).

2.1. Valor do solo urbano

Na história da humanidade, o valor do solo sempre foi caracterizado como medida de riqueza e poder. Antigamente, porém, o valor do solo era medido apenas através da renda que ele propiciava, através do seu cultivo. Com isso, em primeira instância, era avaliado apenas o valor do solo agrícola, negligenciando a renda do solo urbano (GONZALES, 1985). Com o tempo, passaram a ser consideradas, sobre o valor do solo, a influência da localização e dos custos de transporte.

Devido a introdução de outras variáveis no valor do solo, mudanças no uso do solo passaram a ser mais freqüentes, podendo ser explicadas pela concorrência de atividades e as benfeitorias neles existentes. "Quando a renda fundiária aumenta numa determinada cidade, a

incidência deste aumento nos custos de ocupação de determinada localidade fará com que os usos ali situados se transfiram para posições talvez menos vantajosas em termos de transporte, porém, mais favoráveis em termos gerais de renda" (NIGRIELLO, 1977).

O valor do solo é influenciado por duas categorias de fatores, os fatores físicos (imobilidade e indestrutibilidade do solo) e fatores de localização (sistema de transportes, prestígio social e características ambientais). Tendo em vista esses fatores, pode-se dizer que os terrenos mais próximos ao centro são os mais disputados pelos usuários, fazendo com que o valor do solo distribua-se de forma decrescente a partir do centro até os limites da cidade. Porém, há outros fatores de localização e formação do preço do solo, além do acesso ao centro, conforme as necessidades criadas pela sociedade, em sua evolução.

Em resumo, a teoria marginalista sobre o valor do solo preocupa-se, na realidade, em construir modelos que possam representar o preço de mercado deste solo e das benfeitorias nele efetuadas. Uma das variáveis mais consideradas nestes modelos é a acessibilidade aos centros urbanos conjuntamente com o nível de renda da demanda por tipo de imóvel, ao coeficiente de ocupação do solo, ao entorno físico e aos serviços e equipamentos urbanos locais.

2.2. Conceito de acessibilidade

Acessibilidade é, geralmente, definida como a facilidade com que um local é atingido a partir de outro local, ou como a facilidade com que uma pessoa em um ponto pode ter acesso a uma via de transporte (ou sistema de transporte), de onde pode ter acesso a todas as outras localidades dentro de uma área definida, considerando suas várias atratividades e o custo do deslocamento. Na literatura sobre o assunto, existe uma série de definições para o conceito de acessibilidade, cada uma com especificações segundo as necessidades de cada autor. Porém, num sentido mais global, pode ser aceita a definição de INGRAM (1971) que diz que a acessibilidade é a característica de um determinado local com respeito a alguma forma de fricção (alguma medida de tempo ou distância). Outras definições consideradas podem ser citadas, como a de MORRIS et al. (1978) que diz que a acessibilidade é função do número de oportunidades de escolha. DAVIDSON (1995) conceitua acessibilidade como sendo a facilidade com que cada ponto pode se ligar com todos os outros. TAGORE & SIKDAR (1995) concluíram que a acessibilidade é o potencial de oportunidades de interação de cada ponto com todos os outros.

Um local com boa acessibilidade será mais atrativo do que um local com baixa acessibilidade e portanto será mais valorizado. Não se pode dizer que a acessibilidade seja o único determinante do valor de uma localidade, mas certamente é um dos mais importantes. Dessa forma, qualquer mudança na acessibilidade de um local poderá influenciar a valorização do mesmo. Pode-se dizer, genericamente, que um modo de promover o desenvolvimento urbano e regional de uma área é aumentar sua acessibilidade.

Há uma função inversa de acessibilidade, denominada *isolamento*, que é uma medida negativa da utilidade. Acessibilidade e isolamento são características de um local, definidas pelo sistema de transporte existente e pelo uso do solo na região (distribuição de atividades). Se o isolamento for visto como uma medida da inutilidade de um local, um aumento na acessibilidade significa uma redução no isolamento ou na inutilidade do local (DAVIDSON, 1995).

O conceito de acessibilidade pode possuir diferentes significados, de acordo com o aspecto a que se refere. Entretanto, não deve ser confundido com o conceito de mobilidade, que é a capacidade de um indivíduo deslocar-se, e o uso que esse indivíduo faz dessa capacidade. Acessibilidade, por outro lado, está geralmente relacionada com a oportunidade que um indivíduo tem de participar de uma atividade particular, alcançando facilmente um determinado destino ou atividade. A oportunidade de alcançar um destino é usualmente expressa matematicamente pelo

chamado “*índice de acessibilidade*”, que a relaciona a parâmetros, como por exemplo, custo de viagem, tempo de viagem, distância etc. Uma considerável variedade de medidas de acessibilidade tem sido proposta nos últimos 30 anos, tendo sido aplicadas para uma grande quantidade de problemas (ALLEN et al., 1993).

2.3. Índices de acessibilidade

Várias são as formulações existentes para os índices de acessibilidade, porém, como já citado anteriormente, todas têm basicamente o mesmo significado. As variações existentes em cada método são devidas às necessidades específicas de cada caso. Algumas variáveis novas, nesse tipo de avaliação, foram utilizadas, como no estudo de DAVIDSON (1995), que introduziu o conceito de isolamento, e no de TAGORE & SIKDAR (1995), que analisam a mobilidade como uma das variáveis da acessibilidade.

Para TAGORE & SIKDAR (1995), existem 3 componentes essenciais para a caracterização da acessibilidade, a saber: a) localização e caracterização da população residente; b) distribuição geográfica e intensidade das atividades econômicas; c) as características do sistema de transportes existentes. Os autores introduziram nas pesquisas de acessibilidade a influência da mobilidade. Os resultados obtidos mostraram uma sensível melhora em relação aos estudos que não consideravam a mobilidade como variável da acessibilidade.

3. VALOR DOS IMÓVEIS URBANOS

A etapa subsequente do estudo consistiu no levantamento do preço de mercado de imóveis em várias regiões da cidade de Araraquara. Isso foi feito através de consultas às imobiliárias, jornais e Prefeitura. Esses valores serviram de base para a posterior obtenção de mapas temáticos dos valores dos imóveis urbanos (por faixa de preço). A ferramenta utilizada nesta etapa foi, basicamente, o *software* TransCAD¹ que é um SIG desenvolvido para aplicações em transportes.

Foram pesquisados os preços de 258 terrenos colocados à venda nos mais diversos pontos da cidade. Como os dados fornecidos pelos anúncios de jornais não continham, na maioria das vezes, o endereço dos terrenos, considerou-se, como referência de localização, o centróide de cada loteamento. Este centróide serviu, posteriormente, como base para o levantamento de outras variáveis de medida de acessibilidade. Nem todos os loteamentos existentes na cidade possuíam terrenos para a venda. Os loteamentos que possuíam algum lote à venda (*loteamentos selecionados*) estão representados na Figura 1.

Uma vez caracterizados os bairros selecionados, atribuiu-se a eles o preço médio do metro quadrado, levando em conta os terrenos à venda neles existentes, através do editor de dados do TransCAD. Os preços médios de terrenos dos loteamentos selecionados variaram desde R\$7,00 (periferia) até R\$108,00 (centro) por metro quadrado. A Figura 2 mostra um gráfico do tipo *pizza* apresentando a porcentagem do número de loteamentos por faixa.

Constatou-se que cerca de 84% dos 62 bairros selecionados possuem valores médios do metro quadrado de terrenos colocados à venda de até R\$50,00. Portanto, a maior parte das áreas desocupadas na cidade, pelo menos nos bairros selecionados, são destinadas à classe média e

¹ TransCAD é um programa criado e comercializado pela Caliper Corporation, 1172 Beacon Street, Newton, MA - 02161, USA

baixa. Com os bairros todos caracterizados e localizados espacialmente, pode-se agora levantar medidas de acessibilidade e as possíveis relações entre os preços dos terrenos.

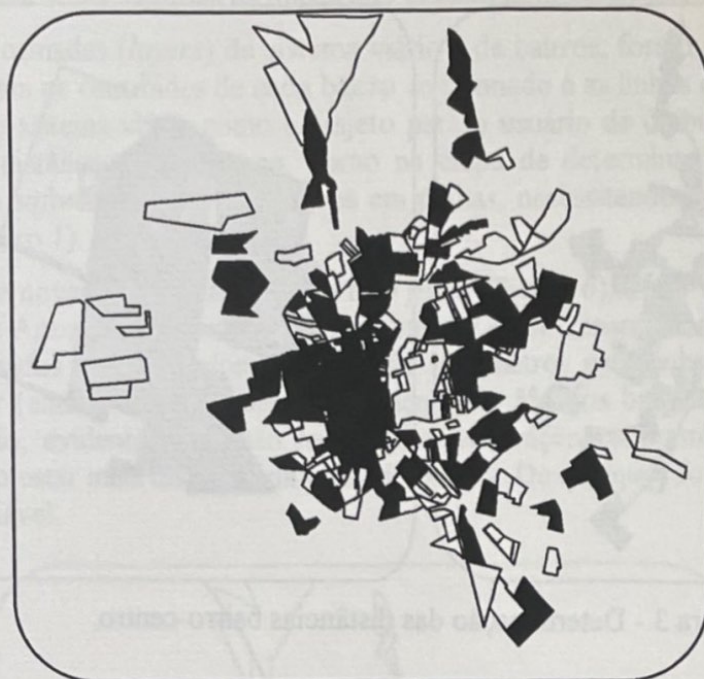


Figura 1 - Bairros selecionados entre todos os loteamentos.

4. AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM DIFERENTES ZONAS

Após o levantamento dos valores dos imóveis e da elaboração dos mapas básicos, pode-se, então calcular algumas medidas de acessibilidade, baseadas nos diversos métodos pesquisados: distância ao centro, distância à linha de ônibus, pavimentação do sistema viário e relação entre a extensão das vias com transporte coletivo e seu sistema viário.

4.1. Distância ao centro da cidade

Esta medida de acessibilidade é uma das mais comuns encontradas na literatura sobre planejamento de transportes e estudos sobre acessibilidade. Dentre os autores, pode-se citar INGRAM (1971) e RAIA JUNIOR (1996).

A distância de cada bairro selecionado ao centro da cidade, neste caso, foi medida como sendo a distância do centróide do bairro selecionado e o centro da cidade de Araraquara, admitido como sendo o ponto por onde passam todas as linhas de ônibus. Essa distância foi tomada como sendo o menor caminho, ao menos visualmente, entre um determinado bairro e o centro da cidade, através do sistema viário. Estas distâncias são apresentadas na Figura 3, assim como um detalhe, em maior escala, desse mesmo mapa.

As distâncias que separam os centróides dos 62 bairros selecionados ao centro de Araraquara, calculadas automaticamente pelo TransCAD em milhas e, posteriormente convertidas em metros (multiplicadas por 1609,3) estão no Quadro 1. A Figura 6 apresenta um gráfico de barras mostrando as distâncias de todos os bairros selecionados ao centro, por classe de

comprimentos. A grande maioria dos bairros selecionados está distante do centro entre 2 e 5 quilômetros.

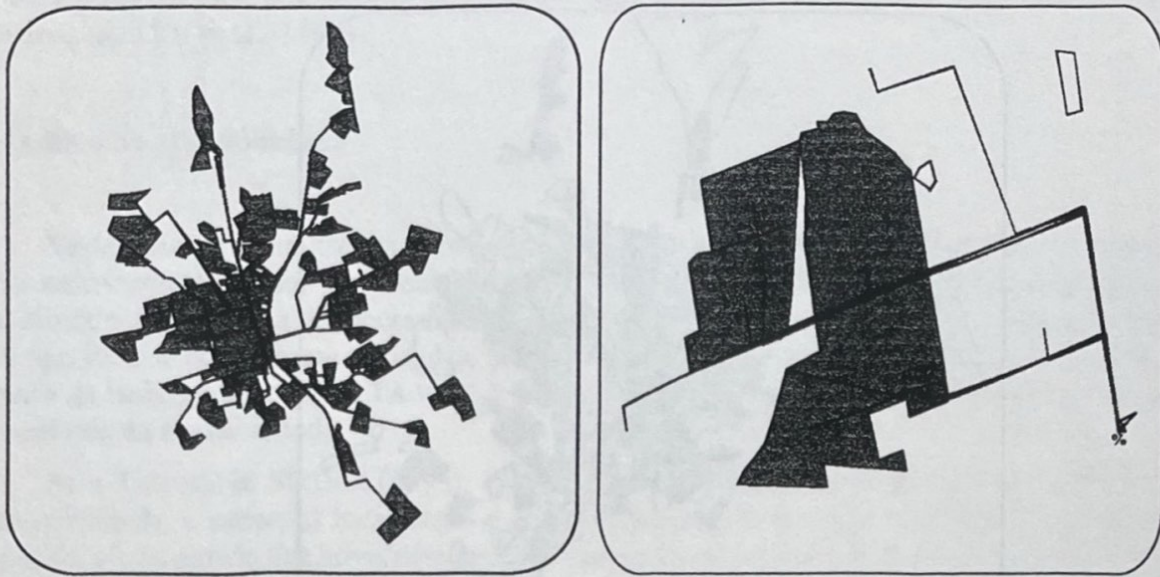


Figura 3 - Determinação das distâncias bairro-centro.

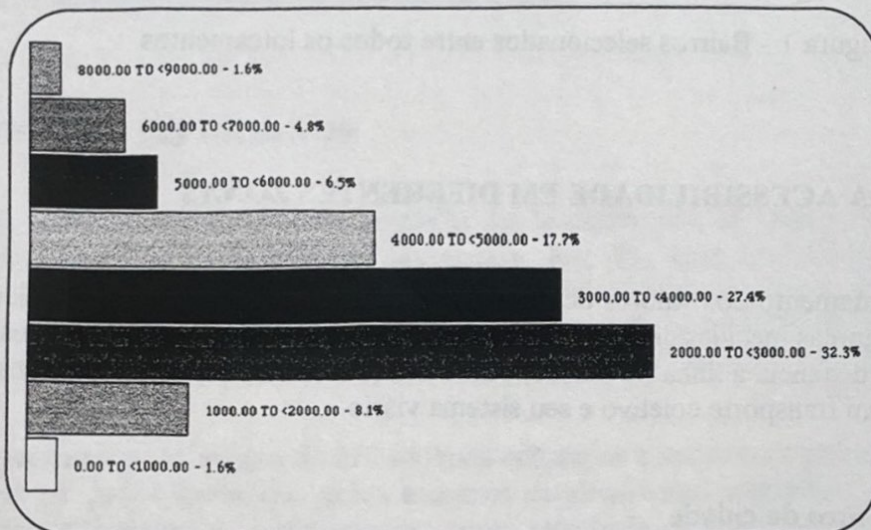


Figura 4 - Gráfico das distâncias, por classe, dos bairros ao centro.

4.2. Distância ao transporte coletivo

Um fator que influencia a acessibilidade de um terreno, segundo NIGRIELLO (1977), é a distância que os usuários têm de caminhar para utilizar o transporte coletivo. Esta distância é tomada desde o ponto de origem do usuário (centróide) até o ponto em que ele embarca no transporte coletivo, ou seja, até a via pública onde circula o ônibus. Esta medida tem uma significância maior quando se considera bairros de média e baixa renda, uma vez que nos bairros de renda mais alta, poucas são as pessoas que se utilizam deste meio de transporte.

A partir de um mapa digitalizado do sistema viário urbano, pode-se digitalizar todas as linhas de transporte coletivo, tomando-se o cuidado de se sobrepor as diversas linhas de transporte coletivo onde elas coincidiam, ou seja, nos trechos da cidade onde passavam diversas

linhas. Esse detalhe foi importante para o cálculo da próxima medida de acessibilidade, a relação entre linhas de ônibus e sistema viário, que será apresentada no próximo item, pois esta medida leva em consideração a soma de todas as linhas que passam num determinado trecho.

A partir das camadas (*layers*) de sistema viário e de bairros, foram calculadas as menores distâncias que separam os centróides de cada bairro selecionado e as linhas de transporte coletivo, também utilizando o sistema viário como o trajeto para o usuário de ônibus. A Figura 5 mostra graficamente essas distâncias. Neste caso, como na etapa de determinação das distâncias dos bairros ao centro, o *software* calcula os valores em milhas, necessitando-se converter os valores em metros (ver Quadro 1).

Utilizando-se novamente de um gráfico tipo *pizza* (Figura 6), pode-se considerar, por este critério, a cidade de Araraquara como sendo bem atendida por transporte coletivo, ou seja, 79% dos bairros selecionados são atendidos a menos de 300 metros pela linha de ônibus, 16% têm atendimento regular (entre 300 e 600 metros) e menos de 5% dos bairros estão a mais de 600 metros. Este critério, evidentemente não leva em consideração os pontos mais distantes dos bairros, que poderão estar mais distantes da linha de ônibus. De qualquer forma, este pode ser um critério de análise viável.

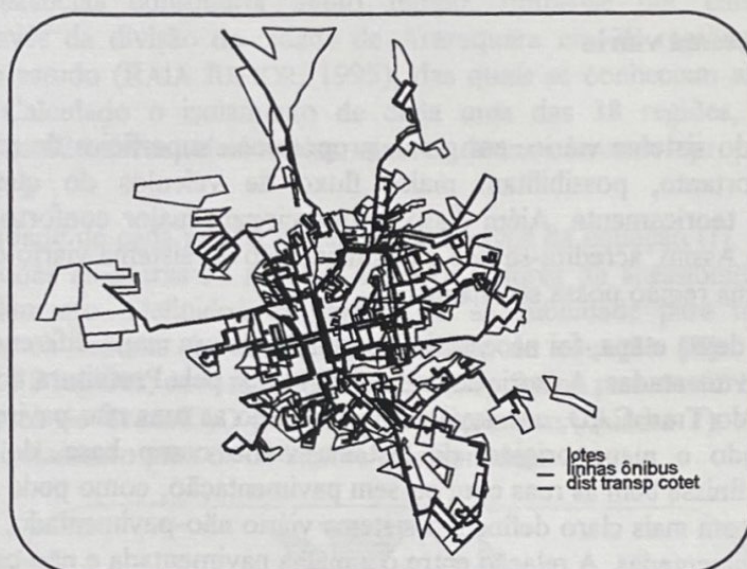


Figura 5 - Distâncias dos centróides dos bairros ao transporte coletivo.

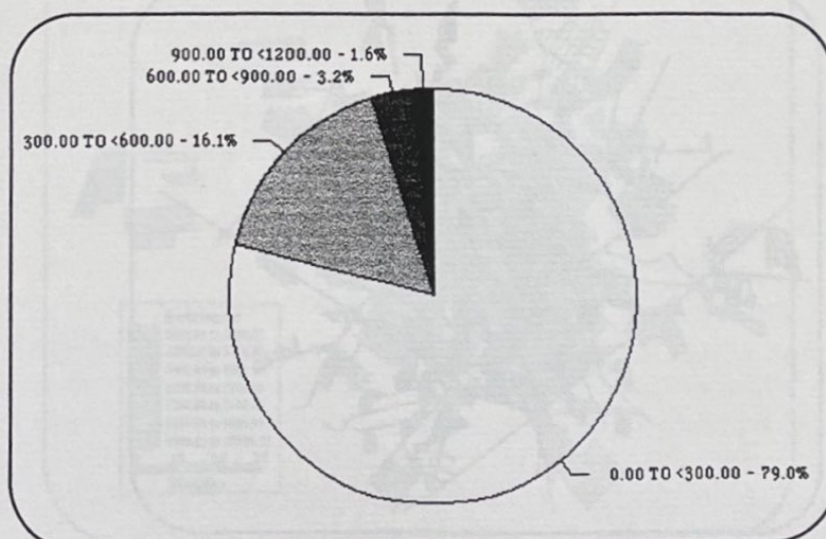


Figura 6 - Porcentagem de atendimento nas diversas classes.

4.3. Relação entre linhas de ônibus e sistema viário

Um outro indicador de acessibilidade pode ser a relação entre o comprimento das linhas de ônibus que servem um determinado bairro e o tamanho do seu sistema viário. Este resultado é obtido pela soma do comprimento das linhas de ônibus do bairro (TC) dividida pela soma dos comprimentos das vias pertencentes a este mesmo bairro (SV) - ver Quadro 1. Vale lembrar que o cálculo de TC leva em consideração o número de linhas que passam por um determinado trecho, como já citado no item anterior. Isso faz com que, para um mesmo comprimento de sistema viário, os bairros centrais, onde passam várias linhas num mesmo trecho, tenham um valor de TC maior que um bairro onde passa apenas uma linha de ônibus, na periferia, por exemplo.

Os bairros de pequenas dimensões e que são servidos pela rede de transporte coletivo podem ter na grande maioria de suas vias a presença de ônibus urbanos, como é o caso do Jardim Nova América. Já, os bairros com maiores áreas poderão ter apenas parte de seu sistema viário recebendo transporte coletivo e mesmo assim ter um bom atendimento. No entanto, a relação entre o transporte coletivo e o sistema viário não deixa de ser um indicador de acessibilidade.

4.4. Pavimentação do sistema viário

A pavimentação do sistema viário, em geral, proporciona superfícies de rolamento mais suaves e uniformes, portanto, possibilitam maior fluxo de veículos do que outras não pavimentadas, ao menos teoricamente. Além disso, proporcionam maior conforto ao usuário e menor tempo de viagem. Assim, acredita-se que a pavimentação do sistema viário contribua para que a acessibilidade de uma região possa ser maior.

Para a realização dessa etapa, foi necessária a obtenção de um mapa diferenciando as ruas pavimentadas das não-pavimentadas. A partir de dados fornecidos pela Prefeitura, foi digitalizado, utilizando-se novamente do TransCAD, um novo mapa contendo as ruas não-pavimentadas. Esse mapa foi executado tendo o mapa original do sistema viário como base, de modo que a sobreposição dos dois definisse bem as ruas com ou sem pavimentação, como pode ser observado na Figura 9. As ruas em tom mais claro definem o sistema viário não-pavimentado, enquanto que as mais escuras estão pavimentadas. A relação entre o a malha pavimentada e não-pavimentada de cada um dos 62 bairros pode ser observada no Quadro 1.

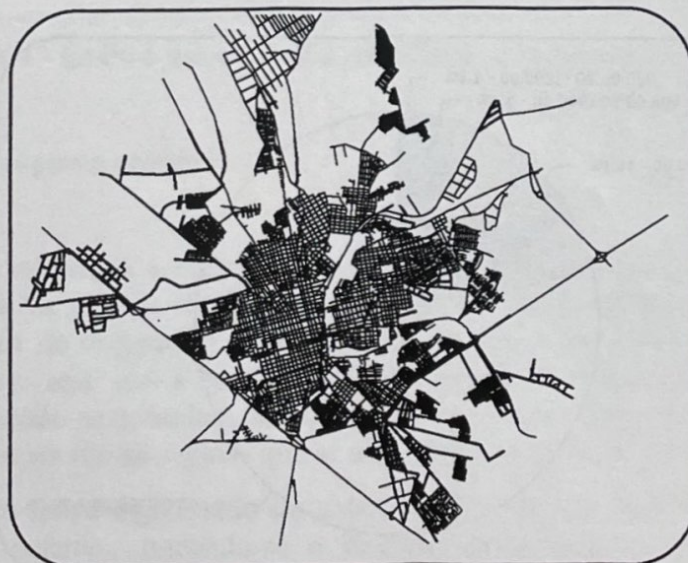


FIGURA 7 - Vias pavimentadas e não-pavimentadas.

4.5. Isolamento

Dentre as mais novas medidas de acessibilidade identificadas na bibliografia, está o isolamento, definido por DAVIDSON (1995), e pode ser entendida como sendo a medida inversa da acessibilidade. Foi calculado para Araraquara, adaptando-se a definição aos dados disponíveis. A acessibilidade (X_i) e o isolamento (Y_i) são assim definidos:

$$X_i = \sum_j Pop_j \times (Dist_{ij})^{-\alpha} \quad (I) \quad \text{e} \quad Y_i = (X_i / Pop_{total})^{-1/\alpha} \quad (II)$$

onde: Pop_j = população da zona j;
 $Dist_{ij}$ = distância do centróide da zona i ao da zona j;
 Pop_{total} = população total de Araraquara
 α = expoente da função potência utilizada, $\alpha=2$.

Para o cálculo do isolamento, portanto, precisou-se dos valores das distâncias entre todos os bairros de Araraquara (cerca de 200), e não somente dos bairros selecionados, tendo em vista que a acessibilidade de um bairro é função da distância deste a todos os demais bairros. Como o cálculo dessas distâncias consumiria muito tempo, optou-se por calcular o Isolamento indiretamente, através da divisão da cidade de Araraquara em 38 regiões de nível de renda, efetuada em outro estudo (RAIA JUNIOR, 1995), das quais se conheciam as distâncias entre as diversas regiões. Calculado o isolamento de cada uma das 38 regiões, esses dados foram extrapolados para os 62 bairros selecionados, através de um comando apropriado do TransCAD (*Column Aggregate*).

A acessibilidade de cada região foi calculada através da equação (I), que é um somatório da região i para todas as outras 37 regiões. Com os valores de acessibilidade das 38 regiões, calculou-se o isolamento. Definidos os valores de acessibilidade para todas as 38 regiões calculou-se, então, os valores do Isolamento, através da equação (II). Após o cálculo do isolamento para as 38 regiões, os resultados foram extrapolados para os 62 bairros selecionados, utilizando os recursos do TransCAD já citados anteriormente (Quadro 1). A Figura 8 mostra o mapa temático do isolamento para os 62 bairros selecionados.

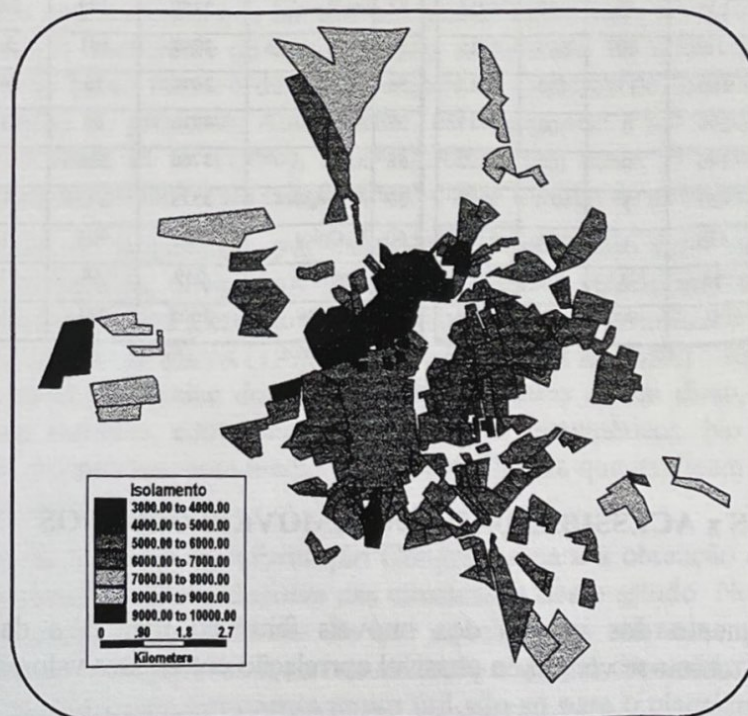


Figura 8 - Isolamento calculado através dos 62 bairros selecionados.

Vale lembrar que na Figura 8 estão representados os valores do isolamento para todas as regiões da cidade, e não apenas dos bairros selecionados. A partir desses valores de isolamento e das demais medidas de acessibilidade calculadas, será analisado no próximo item a possível correlação que possa haver entre elas e o preço dos terrenos urbanos.

QUADRO 1 - Medidas de acessibilidade para os 62 bairros selecionados.

ID	BAIRRO	Dist. ao centro (m)	Dist. ao TC (m)	TC/SV (%)	% PAV.	ISO-LAM.	ID	BAIRRO	Dist. ao centro (m)	Dist. ao TC (m)	TC/SV (%)	% PAV.	ISO-LAM.
1	Cidade Jardim	5825	595	10	38.6	5317	32	São Jorge	2092	241	1	21.1	5544
2	Selmi Dei	8111	80	14	49.2	7045	33	Gaivotas	2559	386	0	15.9	5544
3	Águas do Paiol	6180	64	23	14.0	6133	34	Melhado	1625	193	22	100	5544
4	Vale do Sol	5504	32	19	79.5	6133	35	Regina	3750	193	10	13.5	5571
5	N. Araraquara	4924	193	15	49.6	6133	36	Iguatemi	6148	80	28	93.3	7768
6	Botânico	4731	145	6	98.9	5309	37	Arco Íris	3347	161	14	29.7	5675
7	São Geraldo	2929	129	0	100	4109	38	Del Rey	4957	0	0	22.2	5807
8	Sta Angelina	2977	579	9	100	4108	39	Hortênsias	6534	129	11	13.7	7101
9	Biagioni	3637	628	0	53.7	5304	40	Morada Sol	3878	64	34	100	5105
10	Primavera	2623	113	92	100	4202	41	Brasília	4168	64	29	99.3	5105
11	Harmonia	3653	97	28	100	4268	42	Xavier	3025	97	0	100	6754
12	Eldorado	3315	257	0	100	4581	43	Estações	4072	80	14	100	6754
13	Roseiras	3540	418	0	100	4203	44	Tabapuã	3492	241	19	100	6754
14	V. Rosas	4184	483	0	100	4202	45	Floridiana	2993	354	17	100	6754
15	Primor	4152	145	12	100	4997	46	América	3895	274	12	100	6542
16	Imperador	5118	97	22	100	5105	47	Gramado	2993	97	0	100	5927
17	Tinen	4232	451	0	100	5105	48	Pinheiros	5359	241	17	100	5729
18	Aclimação	4796	885	3	8.3	5105	49	Sta Clara	4764	80	21	100	5876
19	Universal	4313	48	20	54.7	6318	50	Brasil	2543	64	24	100	6379
20	Laranjeiras	3508	16	17	98.7	5595	51	Silvania	2060	80	12	100	5659
21	Manacás	3798	241	0	1.6	3816	52	Sta Júlia	2688	193	7	12.5	5473
22	Santana	2511	161	30	98.6	6355	53	Alvorada	1175	193	40	100	5544
23	São Paulo	1706	145	0	100	6715	54	Sta Rosa	2350	129	22	100	5544
24	Morumbi	2478	16	10	86.5	6715	55	Mangiacapra	2092	161	5	100	5544
25	Quitandinha	2768	193	17	100	6715	56	Eliana	2446	16	26	100	5544
26	Carmo	2655	290	0	100	6715	57	A. Branca	2816	64	21	84.3	5480
27	Sta Lúcia	2832	145	0	100	5102	58	Itália	3766	338	5	63.0	5362
28	Campus Ville	3814	451	5	89.4	5168	59	Araraquara	3573	145	0	24.4	5362
29	Aranga	2060	418	1	22.8	5544	60	Y. Ópice	3621	901	0	100	5460
30	São José	1786	48	0	100	6215	61	Centro	949	48	91	99.9	5474
31	N. América	1690	0	94	100	5544	62	Tangará	3605	241	0	100	3713

5. RELAÇÃO PREÇOS x ACESSIBILIDADE DOS IMÓVEIS URBANOS

Após o levantamento dos valores dos imóveis feito no item 3 e das medidas de acessibilidade no item 4, tentou-se verificar a possível correlação entre esses valores.

A correlação e a regressão matemática são técnicas que podem ser utilizadas em planejamento portanto, procurou-se aplicar as mesmas para verificar se as medidas de

acessibilidade, aqui, levantadas são bons indicativos de que uma maior acessibilidade a um terreno promove uma valorização no seu preço. Constatou-se a existência de uma relação funcional entre a variável dependente (preço) e as variáveis independentes. Essa correlação poderia ser explicada por meio de uma regressão múltipla. O resultado obtido com a regressão foi:

$$Y = 2715,780 + 320,948 \ln(A) + 1,430 \ln(B) + 0,266C + 0,159D + 0,061E - 337,542 \ln(AE)$$

Onde: Y = preço do terreno, em Reais por metro quadrado;

A = distância do centróide da zona que contiver o terreno ao centro da cidade;

B = distância do centróide da zona que contiver o terreno à linha de ônibus;

C = relação entre a extensão de linhas de ônibus do bairro e a extensão do sistema viário;

D = porcentagem de vias pavimentadas do bairro;

E = nível de isolamento do bairro.

O coeficiente de correlação encontrado foi $R^2 = 0,479$. Vale observar que diversas operações matemáticas foram realizadas com as variáveis antes das operações de regressão, inclusive introduzindo uma nova variável (a distância ao centro vezes o isolamento), com o intuito de melhorar o valor do coeficiente de correlação. Porém, a hipótese de que a linha teórica de regressão é uma reta foi mantida, pois os coeficientes numéricos finais eram dados em relação às funções utilizadas (ln, exp etc.).

6. CONCLUSÕES

Muitas são as variáveis capazes de influenciar os preços de terrenos urbanos, dentre elas, a acessibilidade. Foram, neste estudo, utilizadas algumas medidas de acessibilidade que, hipoteticamente, poderiam explicar esse fenômeno: *distância ao centro, distância ao transporte coletivo, relação entre a extensão das vias que recebem linhas de transporte coletivo e a extensão do sistema viário do bairro, a porcentagem de pavimentação do sistema, e o isolamento.*

A análise dos dados mostra que há uma coerência lógica entre acessibilidade e o valor dos terrenos. No entanto, o coeficiente de determinação encontrado foi relativamente baixo, talvez, também decorrente do baixo número de dados empíricos (valores de terreno) disponíveis e das aproximações efetuadas no processo. Ainda assim, este resultado é bem melhor do que aqueles obtidos por RAIA JUNIOR et al. (1996), $R^2 = 0,367$ e por RAIA JUNIOR & SILVA (1996), $R^2 = 0,263$. Estes últimos não incluíram o isolamento como medida de acessibilidade.

Para o cálculo do isolamento, por exemplo, foi necessário fazer uma extrapolação de dados de 38 para 62 regiões, devido aos motivos já citados anteriormente. O baixo valor do coeficiente de determinação leva a crer que mais variáveis devem ser utilizadas no processo, como as citadas por RAIA JUNIOR & SILVA (1996) e RAIA JUNIOR et al. (1996) - topografia do terreno, tempo de viagem, nível econômico dos bairros, dentre outras. Além disso, outros modelos de regressão podem ser testados, com maiores refinamentos matemáticos. No entanto, percebe-se uma clara evolução da pesquisa, com medidas de acessibilidade que explicam melhor a correlação acessibilidade-preço dos terrenos.

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica para a obtenção e análise dos dados, foi fundamental, ajudando de forma decisiva nas conclusões desse estudo. No entanto, devem ser utilizadas fontes de dados mais confiáveis do que aquelas aqui utilizadas, podendo conduzir a resultados mais coerentes. Apesar disso, a visualização espacial da realidade apresentada pelas medidas de acessibilidade é uma ferramenta muito útil não só para o planejamento de transportes como para o planejamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, W. Bruce; LIU, Dong; SINGER, Scott. *Accessibility measures of U.S. metropolitan areas*. In: Transportation Research Board, v. 27B, n. 6. Great Britain, 1993. p. 439-449.
- DAVIDSON, Kenneth Bell. *Accessibility and isolation in transport network evaluation*. Austrália, 1995.
- ERLANDER, Sven & STEWART, Neil F. *The gravity model in transportation analysis: theory and extensions*. VSP, Netherlands, 1990.
- GONZALES, Suely Franco Netto. *A renda do solo urbano: hipóteses de explicação de seu papel na evolução da cidade*. In: FARRET, Ricardo Libanez. O Espaço da Cidade - Contribuição à Análise Urbana. São Paulo, Editora Projeto, 1985.
- INGRAM, D. R. *The concept of accessibility: a search for an operation form*. In: Regional Studies, v. 5. Pergamon Press. 1971. Great Britain. p. 101-107.
- NIGRIELLO, Andreina. *O valor do solo e sua relação com a acessibilidade*. (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1977.
- RAIA JUNIOR, Archimedes A. *Uma Avaliação do modelo META para cálculo de custos de transportes e seu uso na tributação de terrenos urbanos ociosos*. São Carlos, 1995a. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RAIA JUNIOR, Archimedes A. & SILVA, Antônio N. R. da. *Relação acessibilidade-preço de terrenos com o uso de um SIG*. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL. Anais, v.3. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1996. p.338-348.
- RAIA JUNIOR, Archimedes A.; SILVA, Antônio N. R. & LIMA, Renato da S. *Acessibilidade e valor de terrenos urbanos - o caso da cidade de Araraquara*. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO e urbano. Anais Eletrônicos. Associação Nacional de Transportes Públicos. Curitiba. 1996.
- SILVA, Antonio Nelson Rodrigues da. *O custo do solo urbano ocioso e uma nova sistemática de tributação da propriedade*. São Carlos, 1993. 137p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SIMKOWITZ, Howard J. *GIS: Technology for transportation*. Civil Engineering, v. 59, n. 06, p. 72-75, June 1989.
- SIMKOWITZ, Howard J. *Integrating Geographic Information System technology and transportation models*. Transportation Research Record, TRB, National Research Council, Washington, n. 1271, p. 44-47, 1990.
- TAGORE, M. R. & SIKDAR, P. K.; *A new accessibility measure accounting mobility parameters*. Índia, 1995