

AS DIFERENTES ESCALAS DE ANÁLISE ESPACIAL DE UM ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE

Kneib, E. C.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar, para aplicações em planejamento de transportes, as diferentes escalas de análise de um índice de acessibilidade. Como ferramental, utilizam-se os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, para o cálculo e visualização de um índice de acessibilidade específico, o índice de Allen, em três níveis: pontos; e áreas, sendo esta dividida em duas escalas de representação - os Setores Censitários e as Zonas de Tráfego - com aplicação em um caso de estudo em um município brasileiro. Os resultados permitem concluir pela grande variação espacial dos índices gerados segundo as diferentes escalas - pontos, Setores Censitários e Zonas de Tráfego - contribuindo para a avaliação da potencialidade de utilização de cada escala em tipos de estudos específicos, segundo níveis de planejamento distintos.

1. INTRODUÇÃO

Para análises relacionadas ao planejamento de transporte, o espaço tem um papel muito relevante, assim como as ferramentas e técnicas utilizadas para tais investigações. Assim sendo, a análise espacial permite quantificar as propriedades e os relacionamentos dos dados espaciais, em escalas e unidades distintas. Em tais análises, a passagem de uma unidade espacial para outra requer um processo de generalização, simplificação ou eliminação de alguns dados e informações de modo a facilitar sua visualização, ao mesmo tempo em que surgem novas informações antes desconhecidas. Portanto, o uso de uma ou outra unidade espacial de referência condiciona a escala de análise dos fenômenos considerados, podendo alterar os resultados estatísticos e visuais destas associações. No caso dos estudos voltados ao planejamento de transportes, a unidade espacial de análise deve ter extensão compatível com o fenômeno que se pretende estudar.

Para análise espacial, as observações dos dados podem ser classificadas, segundo o padrão de distribuição no espaço geográfico, em três grupos distintos: padrões pontuais, análise de áreas e análise de superfícies. Com relação a dados representados em áreas, destaca-se que as estimativas obtidas dentro de um sistema de unidades de área dependem das diversas formas em que estas áreas são agrupadas; podendo-se obter resultados diferentes simplesmente pela alteração das suas fronteiras. Este problema é conhecido como problema da unidade de área modificável. Assim, para minimizar seu impacto com relação a esses estudos, deve-se procurar utilizar a melhor escala de levantamento de dados disponível, sempre buscando critérios de agregação dos dados que sejam consistentes com os objetivos do estudo.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar, para aplicações em planejamento de transportes, as diferentes escalas de análise de um índice de acessibilidade com base em padrões pontuais e áreas. A partir de uma primeira etapa, de referencial teórico, que procura focar as relações entre espaço e transporte, análise espacial, o problema da unidade de área modificável e acessibilidade; numa segunda etapa utilizam-se os Sistemas de Informação Geográfica - SIG para o cálculo e visualização de um índice de acessibilidade específico, o índice de Allen, em três níveis: pontos; e áreas, sendo esta segunda dividida em duas escalas de representação, os Setores Censitários e as Zonas de Tráfego; com aplicação em um caso de estudo em um município brasileiro.

Os resultados permitem concluir pela grande variação espacial dos índices gerados segundo as diferentes escalas (pontos, Setores Censitários e Zonas de Tráfego), contribuindo para a avaliação da potencialidade de utilização de cada escala em tipos de estudos específicos, segundo níveis de planejamento distintos. A partir das análises efetuadas é possível ainda concluir ainda pela existência, no caso estudado, do problema da unidade de área modificável, corroborando que as estimativas obtidas dentro de um sistema de unidades de área são função das diversas maneiras que estas unidades podem ser agrupadas, refletidas, neste trabalho, nas diferentes escalas de análise do índice de acessibilidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estrutura espacial urbana e Transporte

Segundo Echenique (1975), a *estrutura espacial urbana* é o resultado de dois processos interdependentes de alocação de objetos físicos (solo, edifícios, canais de comunicação) e atividades (trabalhar, viajar, etc) em locais determinados da área urbana, sendo que este processo se dá em tempos diferentes, já que as atividades mudam mais rápido do que os objetos físicos. Assim, a *estrutura espacial urbana* compreende a estrutura física (espaços públicos abertos e formas construídas) e a funcional (atividades) que, ao se interagirem mutuamente, geram fluxos e movimentos, possibilitando a geração de novas estruturas, tornando a cidade um sistema configuracional dinâmico (França, 2004).

Já o trabalho de Rodrigue (2006a) assevera que a estrutura espacial urbana é articulada por dois elementos fundamentais: os nós e os arcos ou *links*. Sobre os *links*, ressalta serem as infra-estruturas que suportam os fluxos dos e entre os nós; e que definem elementos da estrutura espacial urbana (os próprios *links* e nós). Com relação ao transporte, Rodrigue (2006b) destaca que o propósito do transporte é geográfico por natureza, pois este facilita movimentos entre locais distintos. Assim, o transporte tem uma função na organização e estruturação do espaço e dos territórios, que podem variar segundo o nível de desenvolvimento. Nesse contexto, Rodrigue (2006a) reconhece que o transporte é um sistema complexo, e destaca os três elementos centrais que o conformam: nós, links e demanda.

Neste trabalho, para atingir o objetivo, as análises são feitas a partir de um índice de acessibilidade – índice de Allen, abordado no item 2.3 – que considera os nós e os links que conformam o sistema de vias do município objeto do estudo de caso.

2.2 Análise Espacial

A análise espacial é o estudo quantitativo de fenômenos que são possíveis de serem localizados no espaço, e procura avaliar se o fenômeno estudado possui uma referência espacial ou geográfica. Para Câmara *et al.* (2000a), a ênfase da análise espacial é quantificar as propriedades e os relacionamentos dos dados espaciais que são definidos como quaisquer dados que possam ser caracterizados no espaço em função de algum sistema de coordenadas. Destarte, a idéia central da análise espacial é incorporar o espaço à análise a que se deseja fazer.

Na análise espacial, as observações dos dados podem ser classificadas em três grupos distintos, segundo o padrão de como os respectivos dados estão distribuídos no espaço geográfico. A taxonomia, assim denominada, utilizada para analisar os padrões de dados no espaço considera: análise de padrões pontuais, análise de áreas e análise de superfícies (Fook, 2005; Teixeira, 2003; Câmara *et al.*, 2000a). Além desses padrões, pode-se incluir a análise de rede, de especial importância no campo dos transportes (Chou, 1996; Openshaw, 1991):

- Análise de padrões pontuais: tem como objetivo estudar a distribuição espacial de fenômenos que são expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, também chamados de processos pontuais.
- Análise de áreas: é utilizada quando não se dispõe ou não é vantajoso se trabalhar com as localizações exatas dos eventos. Trabalha-se com os valores agregados a partir de polígonos regulares ou não.
- Análise de superfícies: o evento é estudado de forma contínua ao longo do espaço considerado.
- Análise de redes: é utilizada quando os objetos em análise são entidades lineares, ou quando o objeto de estudo é o acesso ou o fluxo entre regiões.

Na análise de áreas, busca-se identificar a existência de padrões espaciais de distribuição, aglomerados e sinais de dependência. Todavia, as estimativas obtidas dentro de um sistema de unidades de área são função das diversas maneiras em que estas unidades podem ser agrupadas; podendo-se obter resultados diferentes simplesmente pela alteração das fronteiras destas zonas. Assim, cabe destacar que, neste tipo de análise, existem algumas restrições, como a descontinuidade das fronteiras e o problema conhecido como unidade de área modificável. Sobre o primeiro, destaca-se que valores próximos às fronteiras em áreas contíguas tendem a ser semelhantes, porém, como cada área é representada por sua média, nas regiões fronteiriças a análise pode ser distorcida, apresentando uma quebra de valor, que de fato não se aplica na realidade (Lopes, 2005; Teixeira, 2003).

Sobre a unidade de área modificável (*modifiable area unit problem*), destaca-se que o nível de agregação e a escala do mapa podem conduzir a erros no processo de análise. Deste modo, deve-se reconhecer que o problema da escala é um efeito inerente aos dados agregados por áreas. Ele não pode ser removido e não pode ser ignorado. Para minimizar seu impacto com relação a esses estudos, deve-se procurar utilizar a melhor escala de levantamento de dados disponível e utilizar técnicas que permitam tratar a flutuação aleatória, sempre buscando critérios de agregação dos dados que sejam consistentes com os objetivos do estudo (Câmara *et al.*, 2000b).

2.3 Acessibilidade

A primeira formalização conceitual e analítica do termo acessibilidade empregado em planejamento de transportes deve-se a Walter G. Hansen, em 1959, quem definiu a

acessibilidade como o potencial de oportunidades de interação espacial. Segundo ele, a acessibilidade é uma medida de distribuição espacial das atividades em relação a um ponto, ajustadas à habilidade e desejo das pessoas ou firmas em superar a separação espacial (Hansen, 1959, apud Salles Filho, 1998).

A partir do trabalho de Hansen, um grande número de estudos e pesquisas considerando a acessibilidade vem sendo desenvolvidos, nos quais são bastante variáveis as definições e índices utilizados. Para Ingram (1971), por exemplo, a acessibilidade pode ser definida como a característica (ou vantagem) inerente a um lugar com relação à superação de alguma forma de fricção que se verifica espacialmente (exemplifica com os itens tempo e/ou distância). Já Burns e Golob (1976) e Morris et al. (1979) consideram acessibilidade a facilidade com a qual atividades podem ser alcançadas a partir de uma dada localização utilizando-se determinado sistema de transporte.

Conforme ressaltado, assim como os conceitos, são diversos os indicadores de acessibilidade. Ingram (1971) e Allen et al. (1993) utilizam medidas de separação espacial, a partir de uma função de impedância; Hansen (1959) apud Lindemann et al. (1998) e Tagore e Skidar (1995) apud Lindemann et al. (1998), utilizam medidas do tipo gravitacional; Pike et al. (1976) apud Salles Filho (1998) utilizam medidas baseadas no custo de viagem, dentre outros.

Sobre o trabalho de Allen et al. (1993), é importante enfatizar que aprofunda o trabalho de Ingram (1971) ao desenvolver um índice de acessibilidade que permite, ao identificar a acessibilidade de toda uma região, fazer uma comparação entre regiões. Trata-se de um índice simples, que define acessibilidade como uma medida de esforço para superar a separação espacial entre dois pontos, utilizando como medida de fricção a distância e o tempo; e desconsidera outras variáveis, como oferta, demanda, ou aspectos comportamentais. Amplamente utilizado na literatura nacional, o índice de Allen, adotado neste trabalho, traduz de forma simples a acessibilidade através das relações de distância entre dois pontos, aqui representados pelos centróides das zonas de tráfego, segundo o descrito na equação 1.

$$A_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N Dist \mu_{ij} \quad (1)$$

Onde:

A_i = Índice de Acessibilidade da zona de tráfego i ;

$Dist \mu_{jk}$ = distância entre os centróides das zonas i e j , através do sistema viário;

N = número de centróides utilizados no cálculo.

Cabe ressaltar que, neste trabalho, além da escala de Zona de Tráfego, este índice é calculado para as escalas de pontos e Setores Censitários, conforme abordagem do item 3.

3. AS DIFERENTES ESCALAS DE ANÁLISE DE UM ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE: ESTUDO APLICADO AO MUNICÍPIO DE MANAUS

Para atingir o objetivo deste trabalho foi realizado um estudo de caso no município de Manaus, capital do estado do Amazonas, no Brasil. A seleção do município justifica-se pela disponibilidade da base de dados necessária à elaboração deste trabalho.

Com uma população de 1.802.014 habitantes registrada em 2010 (IBGE, 2012), Manaus é uma das dez maiores cidades do Brasil. O crescimento, a partir do ano de 2000, foi bastante acelerado e a infra-estrutura para o transporte não conseguiu acompanhar este crescimento no mesmo ritmo.

Segundo a Prefeitura de Manaus e Ceftru (2006), nos anos 80, a população concentrava-se no centro da cidade. Havia um eixo norte-sul de deslocamento bem demarcado. A cidade se expandia paralelamente ao Rio Negro, em direção ao Distrito Industrial. No final dos anos 1980 e começo dos anos 1990, o crescimento populacional em direção norte, leste e nordeste foi muito acentuado. Estas regiões eram as de menor resistência à expansão, apresentando maior disponibilidade de terrenos e maior facilidade de acesso viário em direção ao centro da cidade. A região central, a região do porto e o distrito industrial já se mostravam consolidados, enquanto dezenas de empreendimentos habitacionais eram construídos nas regiões Norte e Leste. Já no final dos anos 1990 as regiões Norte e Leste encontravam-se consolidadas, sendo as zonas de maior crescimento em Manaus. A zona norte já apresentava aproximadamente 150 mil habitantes e a zona leste aproximadamente 230 mil habitantes. A partir do ano 2000 intensificou-se a expansão na direção oeste, paralelamente ao Rio Negro. A classe média e média alta se deslocou para a Ponta Negra, que recebeu uma quantidade grande de empreendimentos habitacionais para população de alta renda. Esquemas ilustrativos das ocupações e dos vetores de crescimento citados são apresentados na Figura 1.

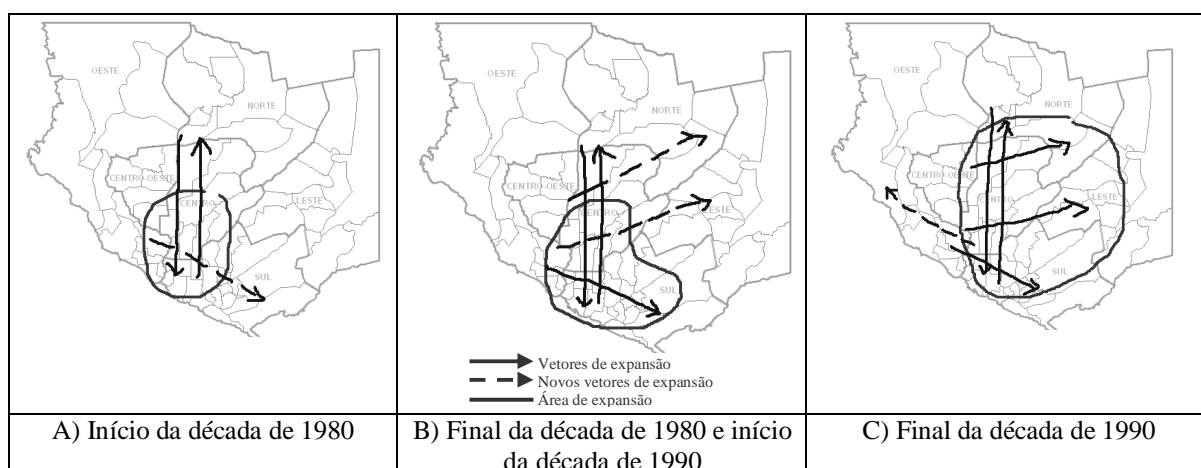


Fig.1 Ocupação e vetores de expansão na cidade de Manaus

Fonte: Prefeitura de Manaus e Ceftru (2006)

3.1 Cálculo e visualização do índice de acessibilidade

Nesta etapa utiliza-se um SIG para o cálculo e visualização de um índice de acessibilidade específico, o índice de Allen (apresentado no item 2), em três níveis: pontos, Setores Censitários e Zonas de Tráfego (os dois últimos sendo casos específicos do nível área); com aplicação no caso de estudo do Município de Manaus.

A. Pontos

A Figura 2 apresenta o índice de acessibilidade por pontos, representados por todos os nós do sistema viário de Manaus. Em conformidade com esse índice, observa-se que o centro geográfico da figura é considerado a área mais acessível, todavia o mesmo não coincide com o Centro Tradicional do Município.

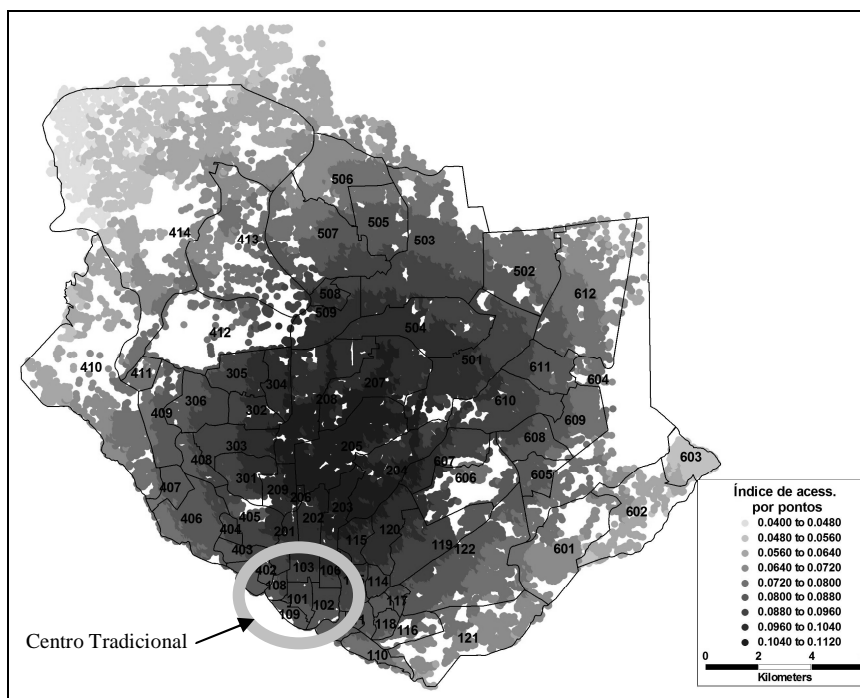


Fig.2 Índice de acessibilidade por pontos (nós) da rede

Na Figura 3 observam-se as curvas de concentração para este índice de acessibilidade por pontos. Em conformidade com o destacado no item 2.2, a análise de superfícies é indicada para reconstruir a superfície na qual as amostras foram retiradas. Esse tipo de análise é mais indicado do que a análise por áreas, nos casos onde o problema da descontinuidade nas fronteiras se mostre significativo. Assim, a superfície é gerada a partir de um processo de interpolação dos dados pontuais representados pelos centróides presentes na área de estudo. E, analogamente à Figura 2, observa-se que o centro geográfico da figura é considerado a área mais acessível, todavia o mesmo não coincide com o Centro Tradicional do Município.

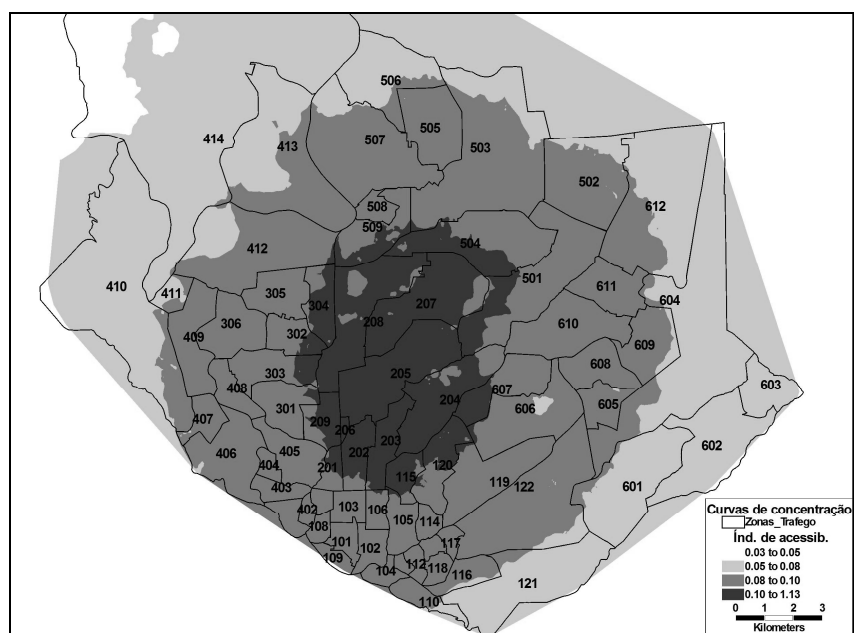


Fig. 3 Curvas de concentração do Índice de acessibilidade por pontos

Esse tipo de análise é mais indicado do que a análise por áreas, nos casos onde o problema da descontinuidade nas fronteiras se mostre significativo. Assim, a superfície é gerada a partir de um processo de interpolação dos dados pontuais presentes na área de estudo. E, analogamente à Figura 2, observa-se que o centro geográfico da figura é considerado a área mais acessível, todavia o mesmo não coincide com o Centro Tradicional do Município.

B. Áreas em escala de Zona de Tráfego

A Figura 4 apresenta o índice de acessibilidade por Zona de Tráfego, considerando os centróides dessas Zonas e sua relação com o sistema viário do Município; enquanto a Figura 5 apresenta as curvas de concentração gerada para este índice, que procura facilitar a visualização do mesmo.

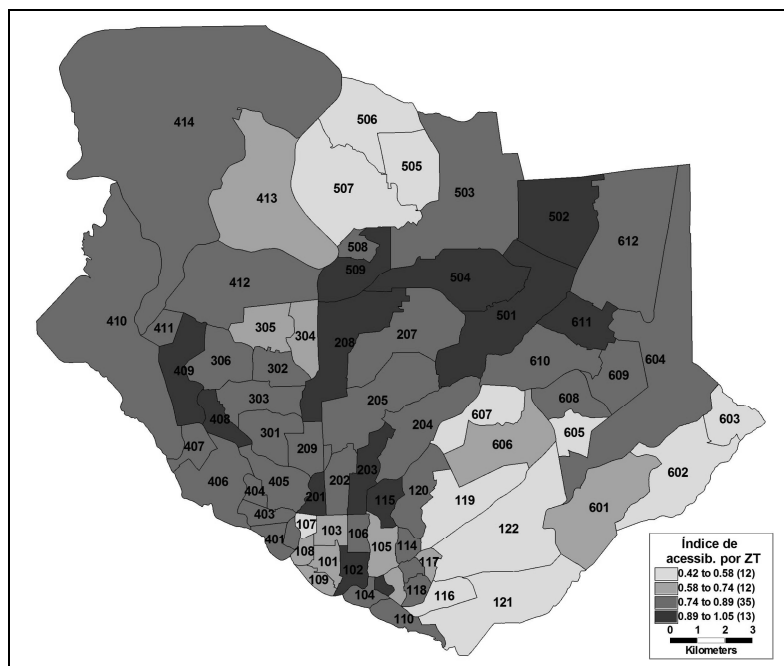


Fig. 4 Índice de acessibilidade por Zonas de Tráfego

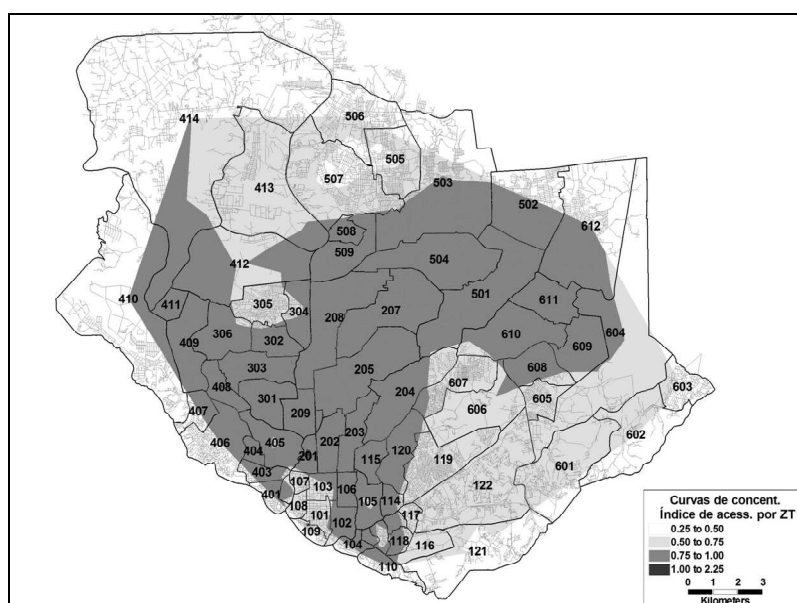


Fig. 5 Curvas de concentração do Índice de acessibilidade por Zonas de Tráfego

Em conformidade com esse índice, por Zona de Tráfego, observa-se que as Zonas consideradas mais acessíveis situam-se na parte norte do município (Zonas 206, 509, 504, 501, 611 e 502). Em comparação com o índice anterior, observa-se que o centro geográfico da figura não é mais considerado a área mais acessível e o Centro tradicional não se situa em uma área considerada acessível (Zona 101).

C. Áreas em escala de Setor Censitário

A Figura 6 apresenta o índice de acessibilidade em escala de Setor Censitário, considerando os centróides desses setores e sua relação com o sistema viário do Município; enquanto a Figura 7 apresenta as curvas de concentração gerada para este índice, que procura facilitar a visualização do mesmo. Em conformidade com esse índice, por Setor Censitário, observa-se que o mapa gerado possibilita um detalhamento do valor da acessibilidade das zonas em uma escala mais detalhada, com valores bastante distintos dos anteriores (por pontos e por Zonas de Tráfego).

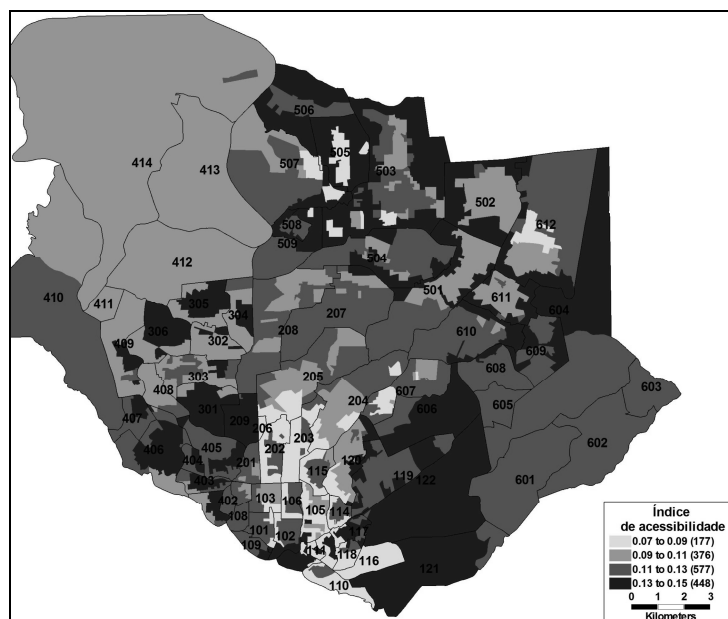


Fig. 6 Índice de acessibilidade por Setores Censitários

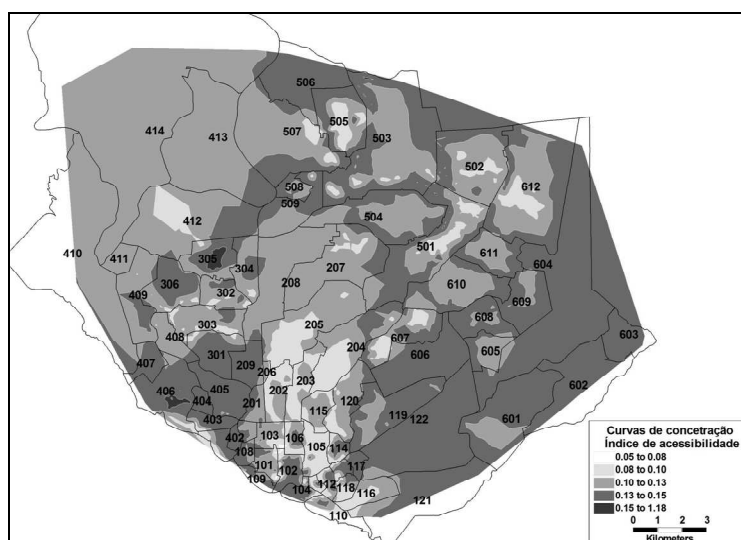


Fig. 7 Curvas de concentração do Índice de acessibilidade por Setores Censitários

Segundo o índice por Setor Censitário, é possível verificar não apenas quais as zonas, mas também quais áreas dessas zonas são mais acessíveis. Assim, as Zonas consideradas mais acessíveis, que podem ser visualizadas segundo as curvas de concentração situam-se na parte leste do município (Zonas 122, 604, 606, 608, 609, 601, 602, 603) e na parte sudoeste do mesmo (Zonas 402, 403, 404, 405, 406, 407, 209 e 301). Em comparação com os índices anteriores, observa-se que o centro geográfico da figura não é mais considerado a área mais acessível e o Centro tradicional situa-se em uma área considerada pouco acessível (Zona 101).

D. As análises dos índices de acessibilidade segundo as diferentes escalas

Para se proceder às análises comparativas dos mapas apresentados nas Figuras 2 a 7, considera-se *análise estratégica* a que se dá em nível de município, em escala de Macrozona de Tráfego, e que possibilita estabelecer diretrizes em nível macro para o setor de transportes; *análise tática* a que se dá em nível de Zona de Tráfego, e que permite identificar padrões em áreas dentro de um município; e *análise operacional* a que permite estabelecer diretrizes em pequenas áreas ou pontos da cidade.

Em uma análise comparativa das Figuras 2 a 7 apresentadas, é possível ressaltar, para o *índice por pontos*, que considera todos os nós e os links do sistema viário:

- Este índice possui um cálculo bastante complexo, pois no SIG é necessário ser gerada uma matriz quadrada para cálculo do índice, que contenha todos os nós;
- Como resultado apresenta que as áreas mais próximas do centro geográfico são as mais acessíveis, não demonstrando variações para regiões localizadas em outras áreas;
- Assim, conclui-se que este índice não é o mais apropriado para as análises de transporte em nível tático ou operacional, pois mostra apenas um padrão concêntrico de acessibilidade que decresce à medida em que se afasta do centro geográfico.

Em uma análise comparativa das Figuras 2 a 7 apresentadas, é possível ressaltar, para o *índice por pontos*, que considera todos os nós e os *links* do sistema viário:

- Este índice possui um cálculo bastante complexo, pois no SIG é necessário ser gerada uma matriz quadrada para cálculo do índice, que contenha a distância entre todos os nós da rede viária, assim quanto maior nível de detalhamento, maior a complexidade de cálculo;
- Como resultado apresenta que as áreas mais próximas do centro geográfico são as mais acessíveis, não demonstrando variações para regiões localizadas em outras áreas;
- Assim, conclui-se que este índice não é o mais apropriado para as análises de transporte em nível tático ou operacional, pois mostra apenas um padrão concêntrico de acessibilidade que decresce à medida em que se afasta do centro geográfico. Essa característica é observada em cidades com formato circular.

Analogamente às anteriores, em uma análise comparativa das Figuras 2 a 7 apresentadas, é possível ressaltar, para o *índice por Setores Censitários*, que considera a relação entre os centróides desses setores, os links e os nós do sistema viário:

- Este índice possui um cálculo mais complexo do que o por Zonas de Tráfego e menos complexo do que o por pontos, pois no SIG é necessário ser gerada uma matriz quadrada para cálculo do índice, que contenha todos os centróides dos Setores Censitários;
- Como resultado, apresenta variações dos índices de acessibilidade detalhados, informação esta de extrema relevância para o Planejamento de Transportes, permitindo identificar, em uma mesma zona, áreas mais e menos acessíveis;

- Assim, conclui-se que, caso haja a disponibilidade da base que contenha os setores censitários, este é o índice mais apropriado para as análises de transporte, em todos os níveis de análise, com destaque para os níveis tático e operacional.

A partir das análises acima, a Figura 8 procura ilustrar as características dos três índices avaliados e, para o caso estudado, é possível observar que o índice por Pontos possui baixa necessidade de dados (apenas a base com o sistema viário, composto de nós e links; todavia possui alta dificuldade de cálculo e baixo detalhamento do resultado (apresenta baixa variação do índice). Para o índice por Setor Censitário observa-se grande necessidade de dados (além da base com os nós e links das vias é necessária a base com os setores censitários e seus centróides, que são em grande número), média dificuldade de cálculo, com resultados satisfatoriamente detalhados. Para o índice em escala de Zona de Tráfego percebe-se média necessidade de dados, baixa dificuldade de cálculo, e resultados com médio nível de detalhe.

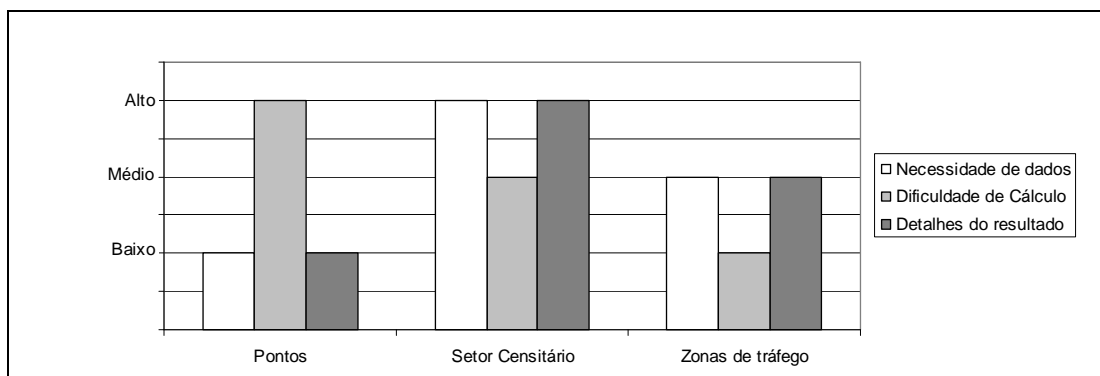


Fig. 8 Gráfico ilustrativo das características dos índices avaliados

Com relação às análises em nível estratégico, tático e operacional, a Figura 9 apresenta um gráfico, no qual é possível observar que o índice pontos apresenta uma baixa aplicabilidade; o índice em escala de Setor Censitário apresenta média aplicabilidade para a análise estratégica e alta para as táticas e operacionais; enquanto a escala de Zona de Tráfego apresenta alta apenas para o estratégico. Esta figura ratifica a observação acima, na qual recomenda-se, caso haja a disponibilidade da base que contenha os setores censitários, que este índice seja calculado, por ser o mais apropriado para as análises de transporte, em todos os níveis, com destaque para os níveis tático e operacional.

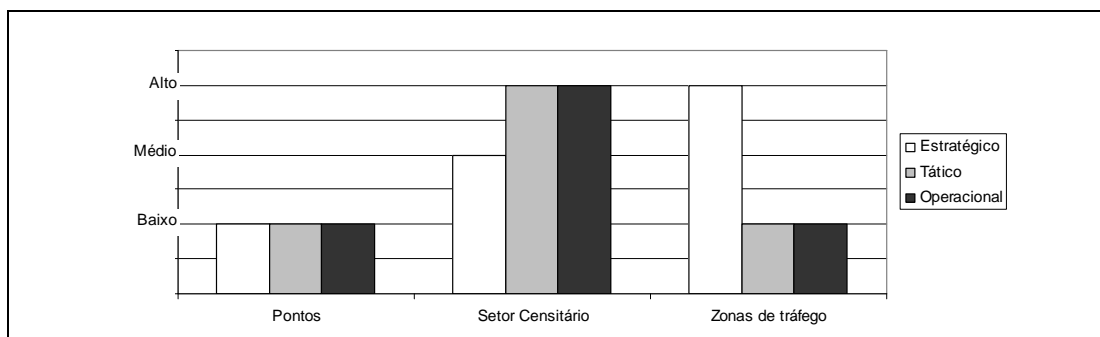


Fig. 9 Gráfico ilustrativo dos níveis de análise dos índices avaliados

A partir dessas análises é possível concluir ainda pela existência, no caso estudado, do problema da unidade de área modificável, corroborando que as estimativas obtidas dentro de um sistema de unidades de área são função das diversas maneiras que estas unidades

podem ser agrupadas, refletidas, neste trabalho, nas diferentes escalas de análise do índice de acessibilidade. É possível destacar ainda ser cogente, para minimizar o impacto com relação a esses estudos, procurar utilizar a melhor escala de levantamento de dados disponível, sempre buscando critérios de agregação dos dados que sejam consistentes com os objetivos do estudo. Considerando ainda, que toda escala de análise influenciará fortemente, em cada nível (estratégico, tático e operacional) na abordagem seguida na modelagem dos dados para fins de previsão no planejamento dos transportes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo, no campo do planejamento de transportes, das diferentes escalas de análise de um índice de acessibilidade. O SIG foi utilizado para o cálculo e visualização de um índice de acessibilidade específico, o índice de Allen, em três níveis: pontos; e áreas, sendo esta segunda dividida em Setores Censitários e Zonas de Tráfego; com aplicação no caso de estudo do Município de Manaus.

Como conclusões da aplicação, no caso estudado, tem-se que a escala de análise de Setor Censitário foi a que, apesar de apresentar média dificuldade de cálculo, apresentou melhores resultados, mais detalhados. E com relação às análises em nível estratégico, tático e operacional, foi possível observar que o índice em escala de Setor Censitário apresenta média aplicabilidade para a análise estratégica e alta para as táticas e operacionais.

Como trabalhos futuros, sugere-se analisar tal índice e tais escalas em outros municípios, visando detectar se os padrões de análise mostram-se similares, principalmente no que tange à concentricidade do índice por Pontos; assim como testar outros índices de acessibilidade nas escalas analisadas - de Pontos, Zonas de Tráfego e Setores Censitários - de modo a verificar qual o índice mais apropriado para este tipo de análise no campo do planejamento de transportes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, W. B., Liu, D., Singer, S. (1993) **Accessibility measures of US Metropolitan Areas**. Transportation Research – B, Volume 27B, Number 6, p. 439 – 449.

Burns, L., Golob, T. (1976) **The role of accessibility in basic transportation choice behavior**. Transportation Volume 5, Number 2 , p. 175 – 198.

Câmara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G., Correa, V. (2000a) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos.

Câmara, G, Carvalho, M. S., Cruz, O. G., Correa, V. (2000b) **Análise Espacial de Áreas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos.

Chou, Y. H. (1996) **Exploring spatial data analysis in geographic information systems**. On Word Press. Santa Fé, EUA.

Echenique, M. (1975) **El concepto de sistemas, modelos y teorías en los estudios urbanos**. In: M. Echenique ed. Modelos matemáticos de la estructura espacial urbana: aplicaciones en América Latina. Buenos Aires:Ediciones Nueva Visión S.A.

- Fook, K. D. (2005) **Integração da estatística espacial em ambientes GIS**. Monografia de Qualificação em Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos.
- França, A. (2004) **Indicadores de desempenho espacial estudo de caso: a cidade de Cutitibanos – SC**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- IBGE (2012) **Cidades @. Amazonas – Manaus**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em www.ibge.com.br. Acesso em março de 2012.
- Ingram, D. R. (1971) **The Concept of Accessibility: a Search for an Operational Form**. *Regional Studies*. Volume 5, Number 2, p. 101 – 107.
- Lindemann, F., Campos, V. B. G., Gonçalves, A. F. M. (1998) **Método de avaliação da acessibilidade viária e sua relação com o uso do solo**. Anais do XII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Volume 1, p. 457 – 468.
- Lopes, S. B. (2005) **Efeitos da Dependência Espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. Dissertação de mestrado em planejamento e operação de sistemas de transporte. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- Morris, M., Duple, P., Wigan, M. (1979) **Accessibility indicators for transport planning**. *Transportation Research A*, Volume 13A, p. 91 – 109.
- Openshaw, S. (1991) **Developing appropriate spatial analysis methods for GIS**. *In: Geographical Information Systems. Vol 1: Principles*. Maguire, D. J.; Goodchild, M. F.; Rhind, D. W. (ed.). Longman Scientific e Technical. Essex. Inglaterra.
- Prefeitura de Manaus, CEFTRU (2006) **Relatório de Diagnóstico do Transporte Coletivo Urbano de Manaus – RTC/MAO**. Prefeitura de Manaus e Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília.
- Rodrigue, J. P. (2006a) **Transportation and Urban Form**. *In: The Geography of Transports Systems*. Routledge.
- Rodrigue, J. P. (2006b) **The notion of accessibility**. *In: The Geography of Transports Systems*. Routledge.
- Sales Filho, L. de H. (1998) **O uso de indicadores de acessibilidade na avaliação de redes estruturais de transporte urbano**. Série estudos econômicos. Instituto Serzedello Corrêa. Rio de Janeiro.
- Teixeira, G. L. (2003) **Uso de dados censitários para identificação de zonas homogêneas para planejamento de transportes utilizando estatística espacial**. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.
- Villaça, F. (2001) **Espaço intra-urbano**. São Paulo, Studio Nobel.