

PROCEDIMENTO PARA ELABORAÇÃO DO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE COM APOIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG

M.Sc. Rodrigo Ferreira Dias, Consultor, rodrigo@terra-gis.com

Dr.Ing. Carlos David Nassi, professor, PET/COPPE/UFRJ, nassi@pet.coppe.ufrj.br

RESUMO

O presente estudo almeja elaborar uma metodologia com vistas à identificação de nichos populacionais na região urbana, nos quais os habitantes tenham dificuldade de deslocamento através do modo de transporte público por ônibus. A aplicação de Sistema de Informação Geográfica (SIG) auxiliou a elaboração e o desenvolvimento do Índice de Acessibilidade e permitiu a interação entre dados sociais, populacionais e da rede de transporte público por ônibus. Desta forma, foram definidas regiões nas quais a população possui dificuldade de realizar deslocamentos através do uso do transporte público por ônibus e, também foi possível identificar uma proporção significativa da população de baixa renda entre as regiões com baixo Índice de Acessibilidade (IA). O desenvolvimento de métodos que possam ser facilmente manuseados e de baixo custo de implantação são fatores preponderantes para elaboração do presente trabalho, visto que se objetiva a aplicação por órgãos do governo, dentre as esferas municipal e estadual.

Palavras-chave: Transporte Público, Sistema de Informação Geográfica e Índice de Acessibilidade

INTRODUÇÃO

A deficiência de acesso a determinadas áreas fornecedoras de serviços gera entraves sociais que se reflete na evolução sócio-espacial de distintas classes sociais. Entretanto, o impacto na população que se encontra em situação de vulnerabilidade social é mais presente que em outras classes.

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

O relevo geograficamente acidentado, o alto custo das tarifas de transporte urbano, e o sistema desarticulado e desorganizado, dificultam o deslocamento e acessos (ao trabalho, lazer, serviços públicos, etc.) da população, e conseqüentemente, afetam e prejudicam a qualidade de vida dos moradores do Município do Rio de Janeiro, Brasil (principalmente a população de baixa renda).

O presente trabalho pretende, através do uso do geoprocessamento, definir um procedimento investigativo com o intuito de localizar áreas onde a dificuldade de acesso ao transporte público por ônibus afeta no desenvolvimento social da população, estes representados em diferentes nichos do espaço urbano, atendidos de forma desigual na questão acessibilidade (aos equipamentos públicos e emprego).

Objetivo

Definir o procedimento de investigação espacial que permite identificar áreas nas quais a população possui dificuldade de realizar deslocamentos através do uso do transporte público por ônibus. Confrontando a análise de acessibilidade aos parâmetros sociais, é possível identificar locais onde a população esteja em estado de exclusão social e desprovida de transporte público, dando suporte à tomada de decisão por parte do gestor público.

A verificação do grau de exclusão social ao longo da mancha urbana, ou seja, qual a qualidade de vida segundo os aspectos sociais, que será obtido pelas informações do Censo Demográfico de 2000 do IBGE.

Os objetivos específicos destes trabalhos são os seguintes:

- a) Propor, através de pesquisa bibliográfica, a criação do Índice de Acessibilidade (IA) que irá auxiliar na identificação dos locais onde a população possua maior dificuldade de deslocamento através do uso do transporte público por ônibus;
- b) Confrontar o resultado do Índice de Acessibilidade com as informações sociais, verificando qual parcela da população se encontra em estado de vulnerabilidade social e desprovida de acesso público por ônibus;

- c) Desenvolver um procedimento que seja capaz de ser utilizada por diversos órgãos públicos de gestão, e que seja possível de ser realizada através da implantação de sistemas de baixo custo.

Delimitação da Área de Estudo

O município do Rio de Janeiro, antiga capital federal do Brasil, possui 1.224 km² de área, compreendendo 160 bairros agrupados em 34 Regiões Administrativas. Pela extensão e complexidade, fica inviável a aplicação da metodologia na totalidade do município no período de realização deste estudo. Assim, esta proposta metodológica será aplicada em uma determinada parte da cidade, a saber, a 20^a Região Administrativa (RA) – Ilha do Governador.

Analisando a atual distribuição de linhas de ônibus destinadas para o transporte público de passageiros no município do Rio de Janeiro, em primeiro momento, é possível verificar que a R.A. da Ilha do Governador possui número reduzido de ligações com os bairros do município e com os demais municípios da região metropolitana. As ligações existentes servem apenas o centro da cidade e alguns bairros da Zona Norte (Méier, Vigário Geral, Bonsucesso e Tijuca).

Aliada a esta característica, na experiência em campo junto à Secretaria Municipal de Assistência Social da Prefeitura do Rio de Janeiro, onde o autor atuou na área de planejamento para a localização de equipamentos públicos, foi possível identificar a dificuldade da população de baixa renda da referida R.A. em acessar os equipamentos municipais, através do uso de transporte público.

Partindo destas premissas, torna-se oportuno a aplicação deste estudo na RA Ilha do Governador e analisar os resultados obtidos com o intuito de identificar locais com baixos índices de acessibilidade.

METODOLOGIA

A seguir serão explicitados os procedimentos metodológicos utilizados na construção dos objetivos propostos.

Índice de Acessibilidade (IA)

O Índice de Acessibilidade surge como uma medida comparativa, com o objetivo de identificar locais onde a população possua menor oportunidade de acesso ao transporte por ônibus em relação ao restante da área estudada.

Com relação ao uso dos indicadores, podem-se destacar as seguintes expressões:

- “Distância média de caminhada até os pontos” – Indicador aplicado para calcular o tempo despedido para acessar o sistema. Utilizado por: HENRIQUE et al (2005).
- “Número de linhas de ônibus” – indicador utilizado para calcular a cobertura do serviço. Aplicado por: HENRIQUE et al (2005), PAIVA (2006) e SANCHES et al. (2007);
- “Número de linhas que margeiam o bairro” - indicador utilizado para calcular a oferta por bairro. Aplicado por SANCHES et al. (2007).

O calculo dos indicadores será realizado através do uso de softwares de geoprocessamento (preferencialmente gratuitos), com detalhamento espacial em nível de setor censitário (IBGE 2000).

Indicador de Deslocamento a Pé (IDP)

SANTOS (2005) discorre sobre a importância da “acessibilidade ao sistema de transporte”. Realizar a espacialização da impedância ao acesso do meio de transporte por ônibus possibilita ressaltar no espaço, áreas onde a população necessite efetuar longos deslocamentos da sua residência até a parada de ônibus mais próxima. Assim, o desenvolvimento de uma metodologia capaz de mensurar esta impedância auxiliará na identificação destes locais.

Este indicador é calculado a partir do “centro de massa” (centróide) do setor censitário, levando como base a distância deste, até o ponto de ônibus mais próximo. Desta forma, pode-se estimar o deslocamento que cada indivíduo realiza a pé de sua residência com o objetivo de obter transporte desejado (Figura 1).

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

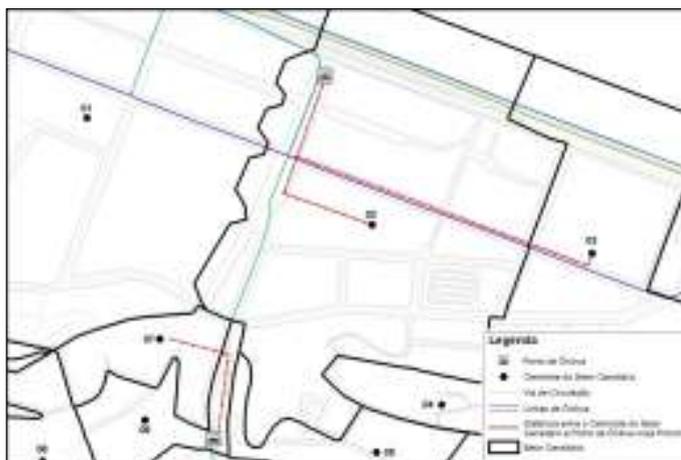


Figura 1 – Distância entre o centróide do setor censitário e o ponto de ônibus mais próximo.

O cálculo da distância é realizado com base no deslocamento seguindo o eixo do logradouro mais próximo do centróide até o ponto de ônibus¹ definido na via. O uso de software livre, como o TerraView desenvolvido pelo INPE, ou proprietário, como o TransCAD, são os mais indicados para realizar este procedimento.

Desta forma, pode-se estimar que a dificuldade de acessar o meio de transporte por ônibus é diretamente proporcional à distância percorrida pelo indivíduo a pé.

Indicador de Oferta de ônibus (IO)

Um estudo desenvolvido para a cidade de Londres, mencionado por BRUTON (1979), utilizou como parâmetros o número de linhas que servem determinada zona, a frequência do sistema de ônibus, além da área desta região.

No caso do presente estudo, a mensuração deste indicador é determinada com base na disponibilidade (oferta) de linhas de ônibus oferecidas ao indivíduo no setor censitário que o mesmo reside (Figura 2). O cálculo poderá ser realizado por qualquer software de SIG.

¹ Os pontos de paradas foram definidos nas interseções das linhas dos ônibus com os eixos dos logradouros, ou seja, nas esquinas das interseções. Essa medida simplificada foi resultado da escassez de base de dados georreferenciada desta informação

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

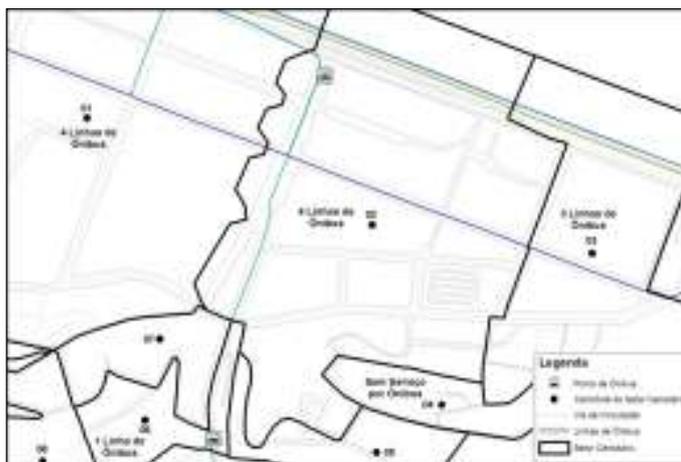


Figura 2 – Quantidade de linhas de ônibus que atendem o setor censitário.

Em posse destes valores, é possível estimar que a oferta de linhas de ônibus seja inversamente proporcional ao tempo de espera no ponto e a maior probabilidade do indivíduo de se deslocar para o destino desejado.

Indicador de Ligação Inter-bairro (ILB)

Constitui de um algoritmo capaz de qualificar e quantificar a importância (de forma subjetiva) que uma determinada linha de ônibus impõe em sua área de abrangência, ou seja, a utilização do Indicador de Ligação Inter-Bairro permite analisar de forma comparativa, o número de bairros que a(s) linha(s) de ônibus de um determinado local consegue(m) atender (Figura 3).

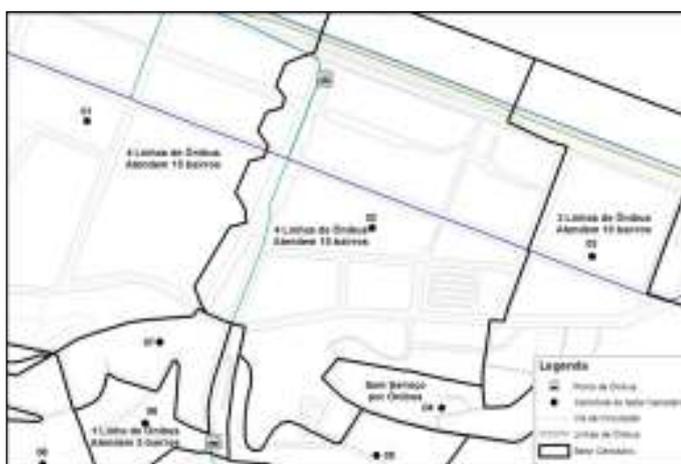


Figura 3 – Número total de bairros atendidos pelas linhas de ônibus disponíveis no setor censitário.

Base Teórica – Normalização dos Indicadores

Para a elaboração do IA, a exemplo do cálculo do IDH e de muitos outros índices sintéticos, procede-se, em primeiro lugar, à “normalização” dos valores de cada um dos indicadores. Isso é feito para que todos sejam compatibilizados e tenham o mesmo intervalo de variação numa escala de 0 a 1.

A transformação de cada indicador em índice obedece à clássica fórmula utilizada por Mahbub ul Haq, Amartya Sen e sua equipe quando da criação do IDH.

Para tanto, aplica-se a fórmula abaixo para cada um dos indicadores.

$$X_{i,p} = \frac{X_i - \text{MIN}(X_i)}{\text{MAX}(X_i) - \text{MIN}(X_i)}$$

Onde:

- $X_{i,p}$ = valor normalizado na escala de 0 a 1 do indicador i no lugar p
- $\text{MAX}(X)$ = maior valor obtido pelo indicador i entre todos os lugares pesquisados;
- $\text{MIN}(X)$ = menor valor obtido pelo indicador i entre todos os lugares pesquisados;
- X_i = valor obtido pelo indicador i .

Após a aplicação da fórmula com o objetivo de realizar a normalização de cada indicador em intervalos de 0 a 1, a comparação entre os valores das mesmas as entidades torna-se possível. Valores próximos ao 0 (zero) indica resultado satisfatório; valores próximos a 1 (um) demonstra que o nível medido é precário.

A fórmula e a metodologia aplicada anteriormente em cada indicador resultam na comparação de cada setor censitário com todos os outros.

Base Teórica – Construção do Índice de Acessibilidade

Aplicando a fórmula citada anteriormente aos três indicadores (normalização) resulta-se em valores comparativos segundo uma unidade territorial estudada. Para a criação do IA será realizado o somatório dos indicadores com seus respectivos pesos, ou seja, o índice de

Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)

Acessibilidade é o resultado da soma do produto de cada indicador pelo peso W_p do indicador.

$$IA_{IP} = \sum_{i=1}^N x_i w_p$$

Onde:

IAIP = Índice de Acessibilidade

X_i = Indicadores estudados

W_p = Peso atribuído a cada indicador

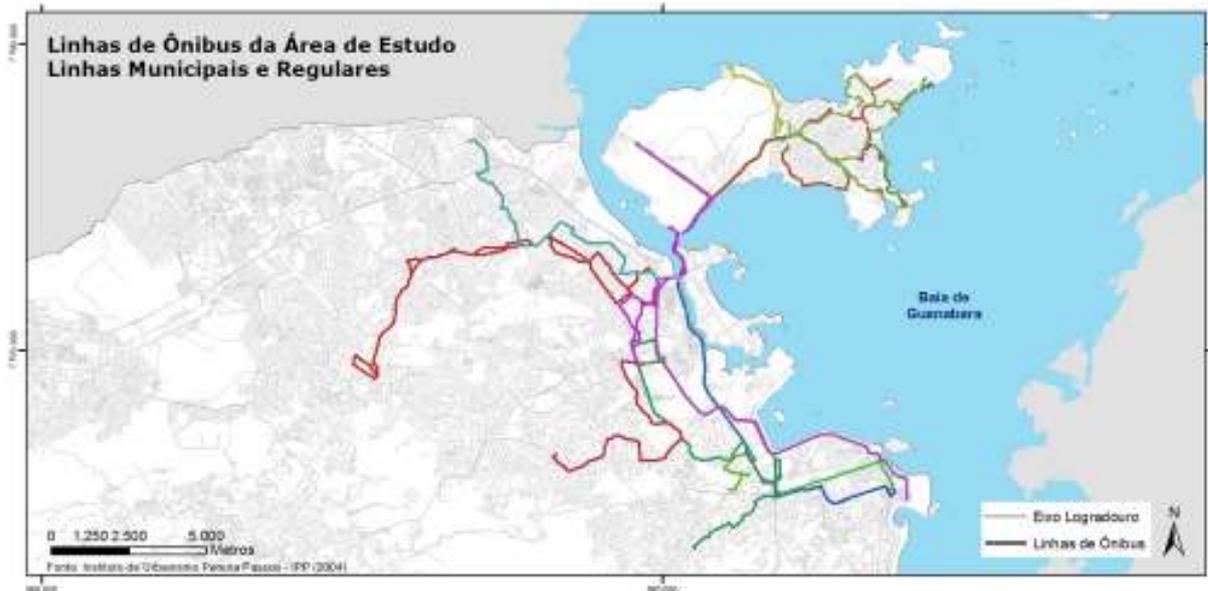
Seguindo a mesma lógica sobre o resultado dos indicadores, o IA também tem como resultado final valores compreendidos entre 0 e 1, onde os valores próximos de 0 (zero) indica resultado satisfatório; valores próximos a 1 (um) demonstra que o nível medido é precário.

Base de Dados Georreferenciada

A etapa inicial da metodologia baseia-se na pesquisa de informações espaciais georreferenciadas e alfanuméricas disponíveis nos centros de pesquisa de referência. Neste estudo de caso, as bases de dados foram obtidas através do consentimento dos seguintes órgãos:

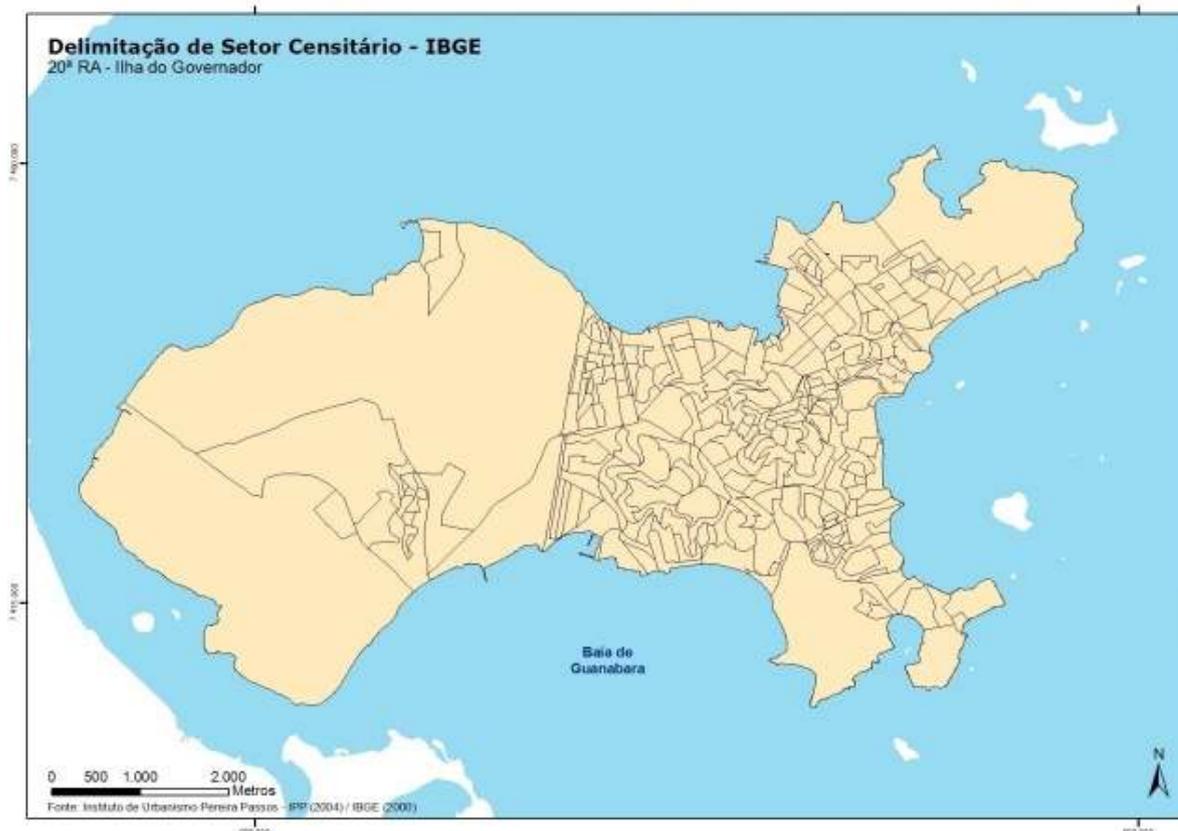
- **GIS/PET/COPPE/UFRJ** – Cessão de uso da base de dados georreferenciada das linhas de ônibus do município do Rio de Janeiro, no formato “Route System” utilizado pelo software Caliper TransCAD (Mapa 1);

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*



Mapa 1 - Linhas de ônibus da área de estudo.

- **Diretoria de Informações Geográficas (DIG), Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP/SMU/PCRJ)** – Cessão de uso da informação de eixo logradouro e limite de favela (no formato “*ShapeFile*”) da 20ª RA, que foi obtido através de restituição da base aerofotogramétrica de 1999, atualizado em 2004;
- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)** – Aquisição da base cartográfica dos Setores Censitário de 2000, no formato “*ShapeFile*” (Mapa 2).



Mapa 2 - Delimitação dos setores censitários – IBGE 2000.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a realização dos cálculos dos indicadores e a definição de seus pesos, torna-se possível a aplicação da fórmula do IA anteriormente citada.

A definição do IA depende da mensuração de três indicadores e a aplicação dos cálculos realizados na totalidade do número de setores censitários definidos na área de estudo.

Abaixo, visualiza-se o resultado encontrado para o menor IA, ou seja, o setor censitário com melhor acessibilidade (0,025349); e o valor para o maior IA, ou seja, o setor censitário com maior dificuldade de acesso (0,834342).

Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)

Código Setor Censitário Municipal	IA
250249	0,025349
250263	0,834342

A Tabela 1 representa o número de setores censitários e a distribuição de frequência, com discriminação de setores classificados como favela (aglomerados subnormais) e de não-favela (segundo informação do IBGE/Censo 2000), e os respectivos percentuais.

Tabela 1 - Número de setores censitários e a distribuição de frequência, em setores favelas e não-favelas

Número de setores censitários							
Grupos		Classes de IA	Total	Favela	%	Não-favela	%
1	A	0,025349 ≤ 0,174655	21	0	0	21	100
2		0,174656 ≤ 0,276059	21	1	5	20	95
3		0,276060 ≤ 0,415279	49	2	4	47	96
4	B	0,415280 ≤ 0,509404	23	2	9	21	91
5		0,509405 ≤ 0,588251	28	4	14	24	86
6		0,588252 ≤ 0,689774	21	10	48	11	52
7	C	0,689775 ≤ 0,732970	64	26	41	38	59
8		0,732971 ≤ 0,777403	40	16	40	24	60
9		0,777404 ≤ 0,834342	11	9	82	2	18
Total			278	70	25	208	75

Com o intuito de auxiliar na identificação dos resultados, uniram-se os grupos a partir do seguinte procedimento: os três primeiros grupos (1, 2 e 3), representam os setores onde a acessibilidade é alta (Grupo A); os grupos intermediários (4, 5 e 6), acessibilidade média (Grupo B); e os grupos 7, 8 e 9, apresentam baixa acessibilidade (Grupo C).

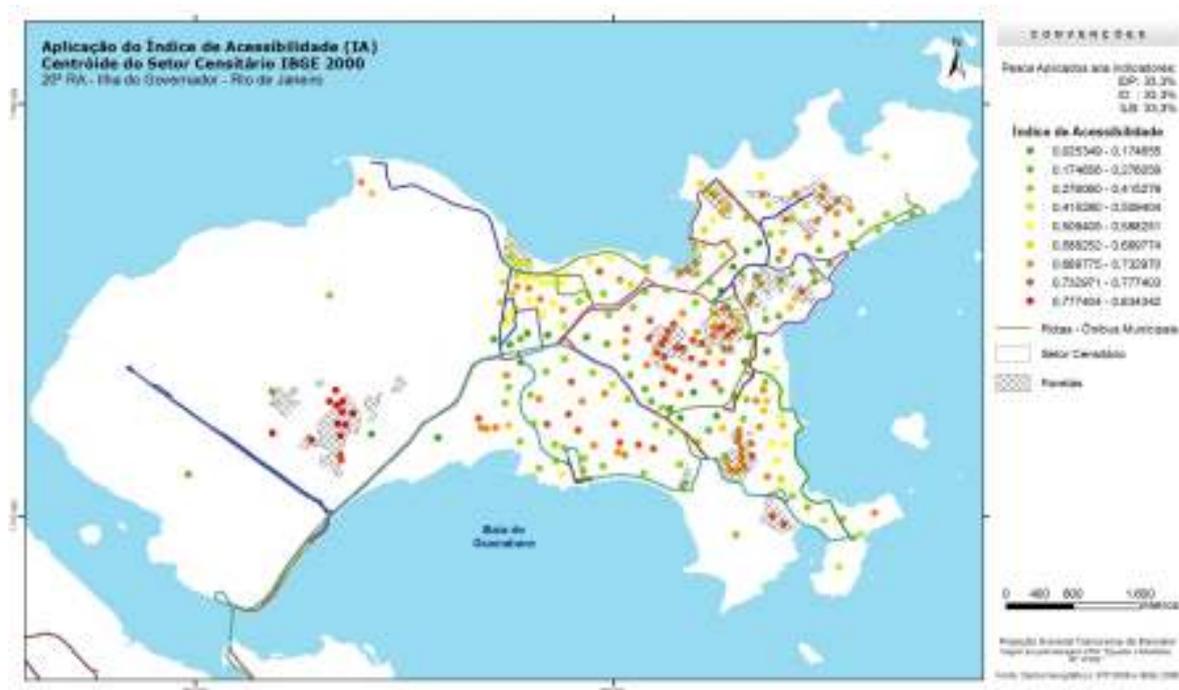
Desta forma, a apresentação do resultado do Índice de Acessibilidade simplesmente no formato de tabela não auxilia a visualização e o confronto dos valores entre os setores censitários. Permite apenas obter informações de caráter estatístico. A transferência da

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

informação do formato tabular para o ambiente de mapa digital facilitará a leitura e identificação dos resultados obtidos.

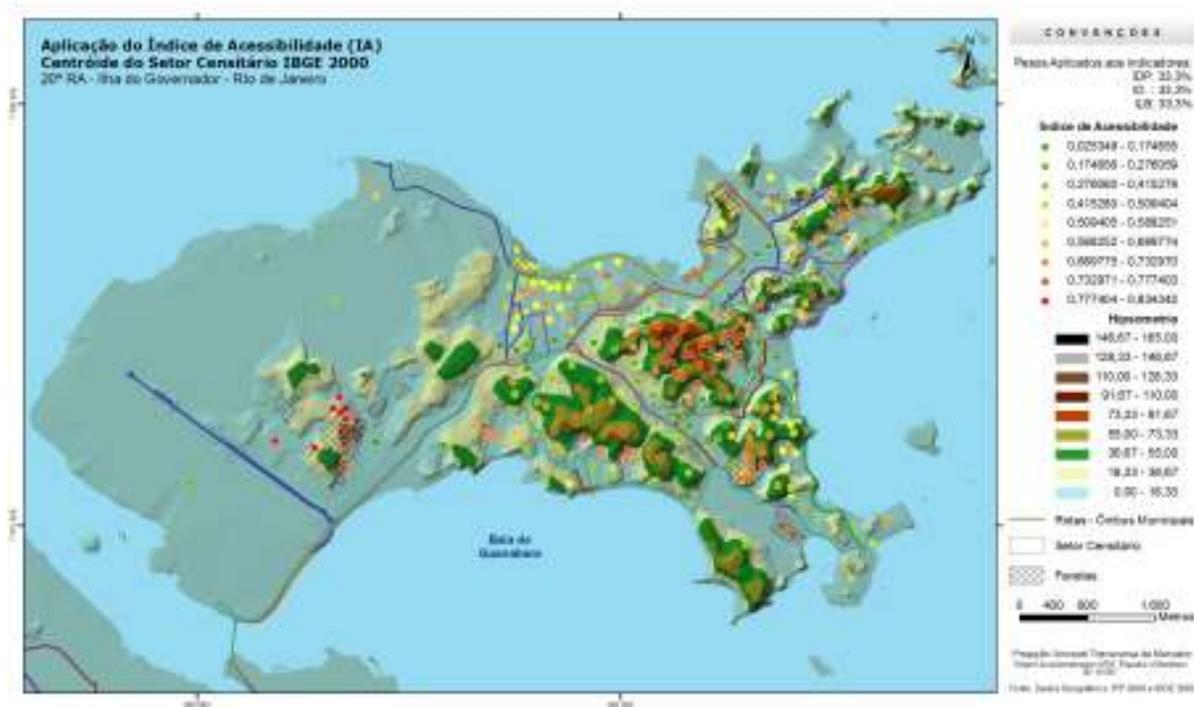
O resultado da espacialização do Índice de Acessibilidade encontra-se abaixo, aplicado ao centróide do setor censitário (Mapa 3); centróide do setor censitário sobreposto a informação de hipsometria (Mapa 4); e Índice de Acessibilidade aplicado ao setor censitário poligonal (Mapa 5);

A graduação de cores representada nos mapas inicia-se a partir do verde escuro (definindo o IA próximo de zero, acessibilidade máxima), passando por valores intermediários, desde a coloração de verde mais claro, amarelo e abóbora; por fim, o tom de vermelho escuro representado o IA próximo de um, ou seja, as áreas com maior deficiência em deslocamento por transporte em ônibus.

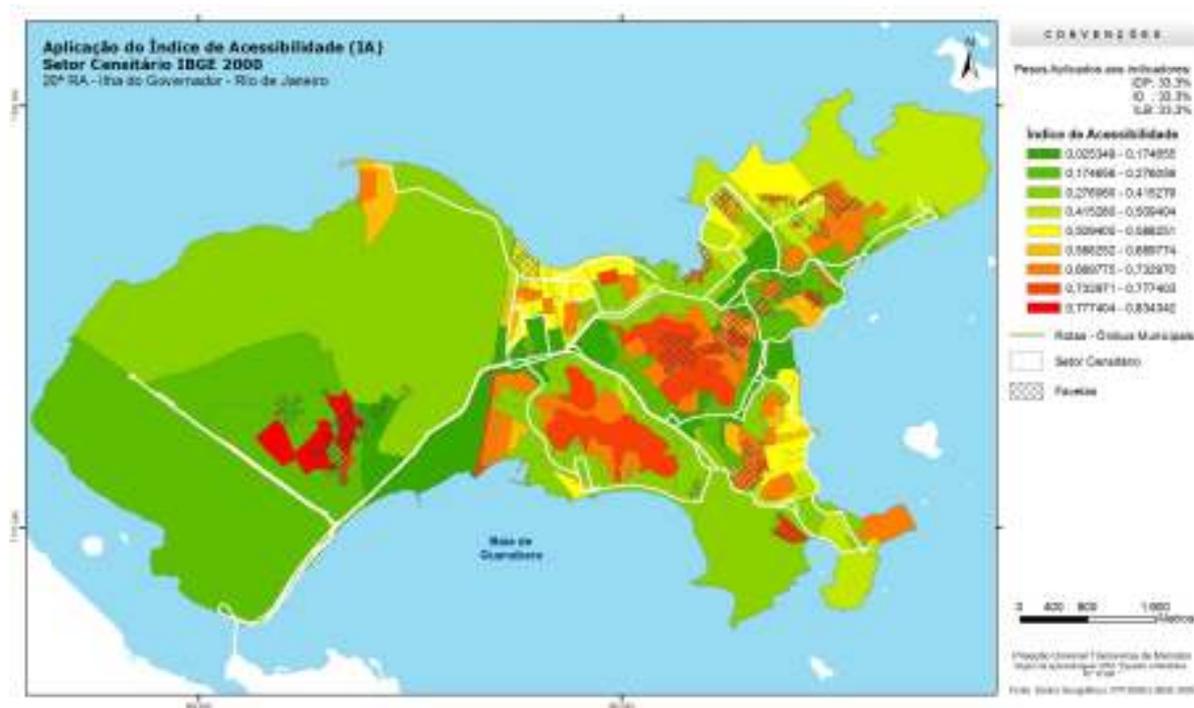


Mapa 3 – Índice de Acessibilidade aplicado ao centróide do setor censitário IBGE 2000

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*



Mapa 4 - Índice de Acessibilidade aplicado ao centróide do setor censitário IBGE 2000 e hipsometria



Mapa 5 - Índice de Acessibilidade aplicado ao setor censitário IBGE 2000.

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

A primeira conclusão a que se chega ao analisarmos o Mapa 3, é a comprovação da correspondência entre setores censitários classificados como favela e o baixo índice de acessibilidade (representantes do Grupo C). Percebe-se que a localização destes assentamentos informais em áreas distantes dos eixos de oferta de transporte público é o fator preponderante que contribui para o baixo índice de acessibilidade.

No entanto, pode-se perceber a existência de alguns pontos pertencentes ao Grupo A e classificados como favela. Este fenômeno, pouco mais de 3%, está localizado em áreas próximas aos principais eixos de circulação do transporte público por ônibus.

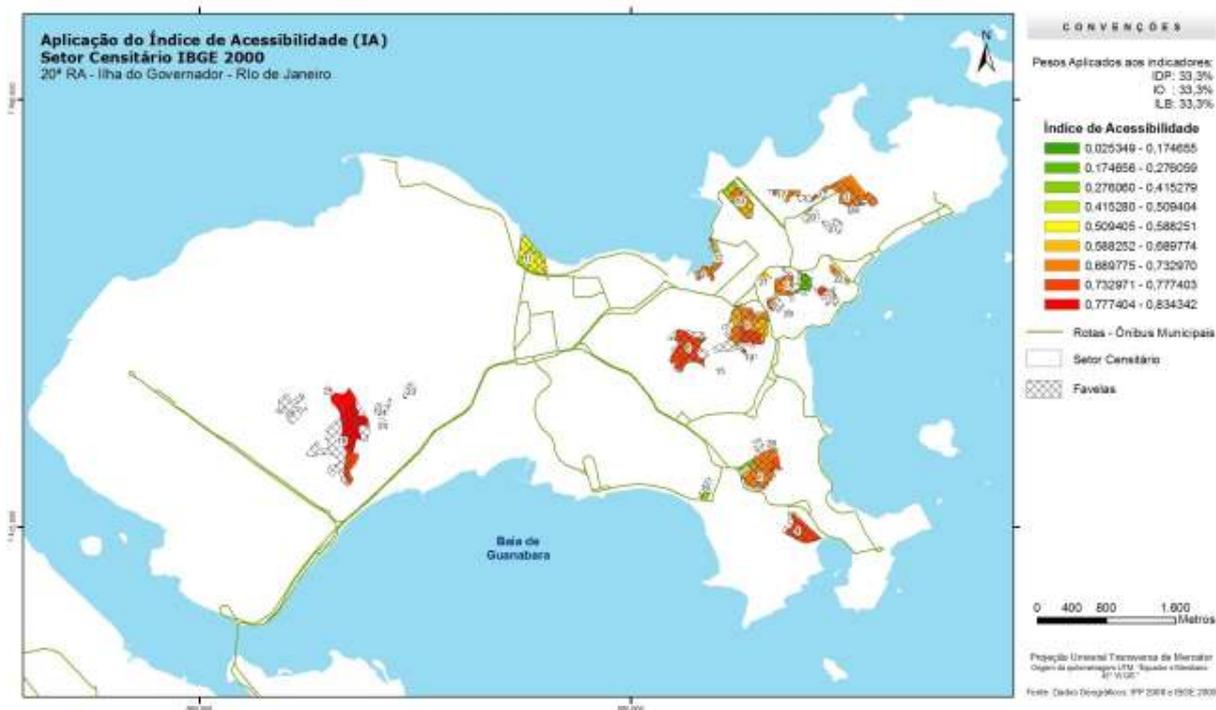
Com a aplicação do IA torna-se possível identificar em algumas regiões que a proximidade do eixo de circulação não acarreta em níveis de alta acessibilidade (inseridos no Grupo A). Vários locais pertencentes ao Grupo B e C encontram-se cortados por esses eixos. Este fator demonstra a importância da integração dos indicadores relacionados com a oferta de ônibus e com os valores de ligação inter-bairro, ou seja, o simples traçado do ônibus por uma determinada região, que no caso visual poderia apresentar noção de alta acessibilidade, não representa esta qualidade.

Alguns setores se destacam por apresentarem valores de baixa acessibilidade e não pertencerem aos grupos de favela. Neste caso, há a necessidade de compreender o motivo deste resultado. A primeira hipótese está relacionada com o tipo de relevo encontrado na área, pois este pode ser um fator limitante ao acesso ao meio de transporte por ônibus.

No caso do Mapa 4, a informação do IA está sobreposta a camada de hipsometria e demonstra a influência da altitude nos valores dos indicadores calculados. O IDP nestes casos se destaca em relação aos outros indicadores, pois a distância percorrida pelo usuário até o ponto de ônibus mais próximo é alta quando se comparado aos setores censitários de locais planos e próximos aos grandes eixos viários.

Os setores censitários classificados como subnormais pelo IBGE (70 setores) e o respectivo valor de IA estão destacados no Mapa 6.

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*



Mapa 6 – Setores censitários classificados como subnormais – Fonte: IBGE 2000

População e Indicador Social

Como já mencionado, o uso do setor censitário como delimitação espacial permite além da análise em relação à acessibilidade, obter informações de caráter social através do uso do Censo Demográfico, agregando dados socioeconômicos que auxiliem a caracterização da área de estudo.

Em posse da informação referente ao total da população por setor censitário (IBGE 2000), e com o objetivo de analisar a distribuição populacional entre os intervalos nos grupos do IA, segue a Tabela 2:

Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)

Tabela 2 – População 2000 por grupo do Índice de Acessibilidade – Fonte: IBGE 2000

	IA	População	%	
1	0,025349 - 0,174655	16.022	7,64%	33,04%
2	0,174656 - 0,276059	17.128	8,17%	
3	0,276060 - 0,415279	36.145	17,23%	
4	0,415280 - 0,509404	17.008	8,11%	24,73%
5	0,509405 - 0,588251	20.133	9,60%	
6	0,588252 - 0,689774	14.732	7,02%	
7	0,689775 - 0,732970	45.522	21,70%	42,23%
8	0,732971 - 0,777403	32.240	15,37%	
9	0,777404 - 0,834342	10.803	5,15%	
Total		209.733	100,00%	

Ao analisar a Tabela 2, percebe-se a baixa concentração populacional nas extremidades (grupo 1 e 9), e inchaço entre os grupos intermediários (grupo 2 ao grupo 8). É também importante observar que o maior contingente populacional encontra-se no grupo C. Isto não constitui surpresa, posto é sabido que a distribuição e oferta de ônibus nesta região são precárias.

A distribuição da população por grupo de IA, em favela e não-favela, está presente na Tabela 3, e demonstra a alta concentração da população residente em favelas nos grupos 5 a 9; em contrapartida, nos grupos de 1 ao 4 prevalece a população residente em setores classificados como não-favela.

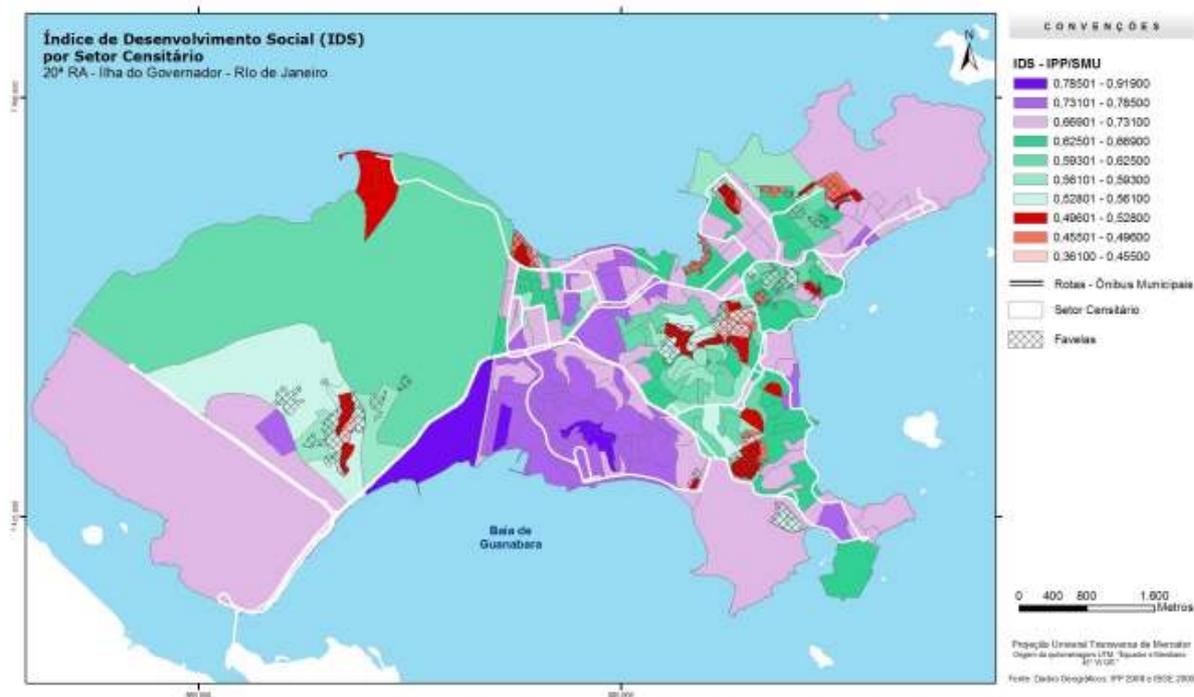
Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)

Tabela 3 – População por Grupo de IA, em setores de favela e não-favela – Fonte: IBGE 2000

Grupos	Classes de IA	Total	População Residente			
			Favela	%	Não-favela	%
1	0,025349 ≤ 0,174655	16.022	0	0,0	16.022	100
2	A 0,174656 ≤ 0,276059	17.128	722	4,2	16.406	95,8
3		36.145	927	2,6	35.218	97,4
4		17.008	1.465	8,6	15.543	91,4
5	B 0,509405 ≤ 0,588251	20.133	4.698	23,3	15.435	76,7
6		14.732	7.840	53,2	6.892	46,8
7		45.522	18.750	41,2	26.772	58,8
8	C 0,732971 ≤ 0,777403	32.240	14.713	45,6	17.527	54,4
9		10.803	8.197	75,9	2.606	24,1
Total		209.733	57.312	27,3	152.421	72,7

O processo de adoção e utilização de indicadores sociais baseados em informações como renda e acesso sobre bens, permitem realizar análises do comportamento da população e se constitui em uma metodologia capaz de analisar os diferenciais intra-urbanos, e obter com maior acuidade, as variações de qualidade de vida através do espaço. O Índice de Desenvolvimento Social – IDS desenvolvido pelo Instituto Pereira Passos (Mapa7) apresenta subsídios para relacionar as informações obtidas pelo Índice de Acessibilidade com as disparidades sociais definidas no espaço.

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*



Mapa 7 – Índice de Desenvolvimento Social – IDS (IPP, 2008)

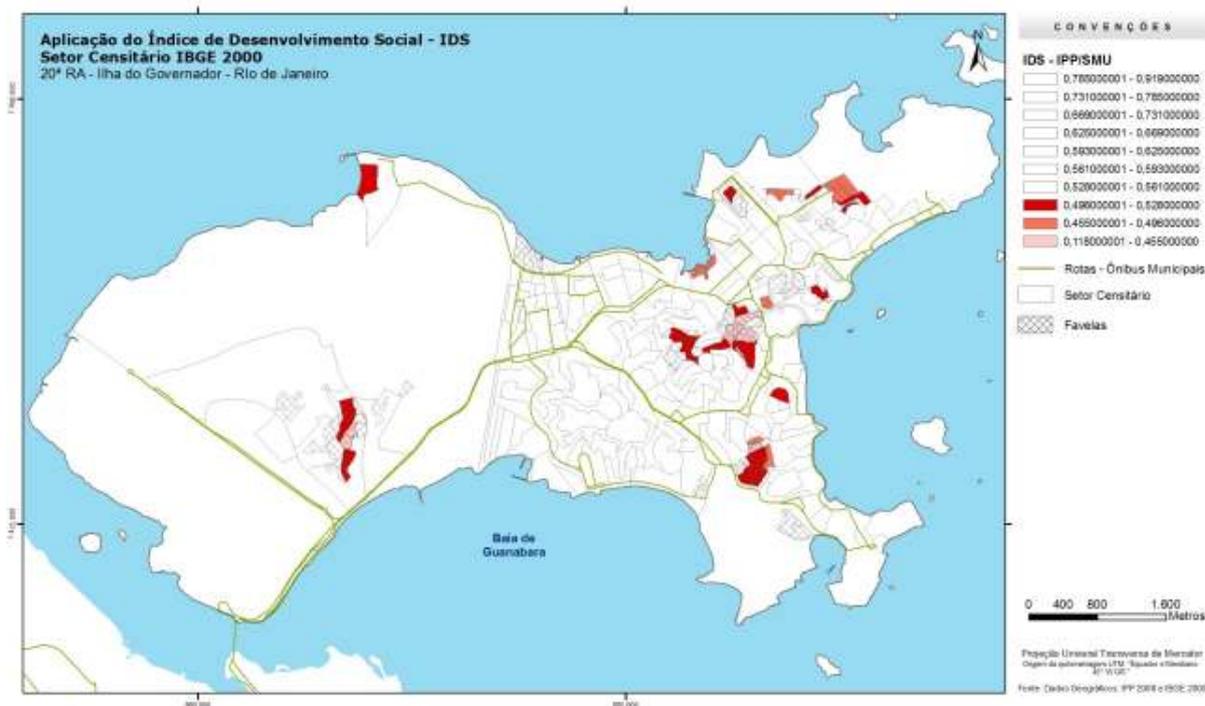
No caso do IDS, os valores próximos a zero representam os locais com baixos índices de desenvolvimento social (nas cores entre vermelho e rosa).

Observando a representação espacial do IDS, pode-se chegar à conclusão que os dados apontam para uma precariedade na qualidade de vida da população nas áreas favelizadas. Com vistas a obter os locais com baixo índice de acessibilidade (IA) e baixo IDS, adotou-se um procedimento onde estas características ficam em evidência.

Com base em programação em linguagem SQL², determinou-se a lógica em que os setores censitários que tivessem valores de IA no grupo C e valores do IDS nos três últimos grupos (7º, 8º e 9º decil), ficassem em destaque. Como resultado, criou-se o Mapa 8, contendo 46 setores censitários.

² Structured Query Language, ou Linguagem de Consulta Estruturada se constitui em uma linguagem de pesquisa declarativa para banco de dados.

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*



Mapa 8 – Setores Censitários com baixos índices de IA e IDS.

Desta forma, os locais destacados representam áreas onde a população apresenta baixa acessibilidade e baixos índices de desenvolvimento social. Estes setores representam uma parcela de 37.645 habitantes (18% da população total), que se encontram segregados de forma espacial e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apoiado em bases conceituais e tecnológicas, o Índice de Acessibilidade configurou-se uma importante ferramenta na avaliação dos fatores limitantes à acessibilidade, com aplicações em diversas áreas do setor privado ou público. Mostrou que o uso do sistema de informação geográfica fornece um suporte tecnológico que facilita a manutenção de uma base de dados geográficos atualizada, consistindo em um importante instrumento de análise espacial.

O Índice de Acessibilidade pode ser considerado como uma ferramenta capaz de auxiliar a tomada de decisão, gerando subsídios para ordenação e gestão do território e podendo ser aplicado nas áreas social, de educação, de saúde, de transporte, entre outras.

A estruturação de um ambiente SIG para a elaboração do estudo mostrou a necessidade de padronização entre as fontes de base de dados. As bases cartográficas cedidas por

*Procedimento para Elaboração do Índice de Acessibilidade com Apoio de Sistema de Informação Geográfica – SIG
(DIAS Rodrigo, NASSI, Carlos)*

diversas instituições de pesquisa apresentaram divergência entre formatos de arquivos e projeção cartográfica, necessitando de refinamentos, correções e conversões entre os diversos formatos para permitir o uso conjunto das entidades para os tratamentos posteriores.

A aplicação de setor censitário como unidade básica de informação, não só facilitou a transposição de informações tabulares, mas sobretudo, possibilitou o desenvolvimento dos procedimentos de análise geográfica que geraram os resultados previstos na proposta metodológica.

Através da aplicação do IA, foram identificadas regiões nas quais a população possui dificuldade de realizar deslocamentos através do uso do transporte público por ônibus. Com base neste resultado, identificou-se uma proporção significativa da população de baixa renda entre as regiões com baixo índice de acessibilidade. A combinação do IA com indicador social (no caso do presente estudo o Índice de Desenvolvimento Social), permite identificar e caracterizar no espaço, locais prioritários para intervenção pública.

Os resultados obtidos com a aplicação do IA servem para demonstrar a complexidade ao representar a realidade, mesmo a partir do uso de metodologias com apelo tecnológico avançado. A causa disto está direcionada com as relações entre os objetos e os fenômenos geográficos não podem ser representados em sua totalidade. Assim, o aprimoramento desta proposta metodológica torna-se fundamental para o entendimento do espaço geográfico.

A composição do IA permite a inclusão de novos indicadores ou a alteração dos pesos dos indicadores propostos inicialmente. Por sua versatilidade, o IA procura atender os objetivos e aplicação de estudos futuros, auxiliando a criação de vários cenários, estes compostos por diferentes indicadores/pesos.

Para finalizar, a última análise refere-se aos softwares utilizados. Praticamente, todas as etapas do estudo foram desenvolvidas com programas disponibilizados na modalidade *open source* e gratuitos, sendo esta, uma decisão tomada desde a elaboração da proposta inicial que serviu de base para este trabalho. A comprovação desta eficiência abre portas para a aplicação do uso de SIG em prefeituras com baixo recurso financeiro das quais não conseguiriam arcar com despesas para a aquisição de *softwares* proprietários.

BIBLIOGRAFIA

- BRUTON, M.J., 1979, **Introdução ao planejamento dos transportes**. Trad. por João B.F. Arruda et al. Rio de Janeiro, Interciência/São Paulo, EDUSP.
- IBGE. 2000. **Base de informações por setor censitário da área urbana dos distrito sede - Censo demográfico 2000** - Resultados do universo - DVD RJ-SP.
- IPP.2008. **Índice de Desenvolvimento Social – IDS**. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP-PCRJ, Rio de Janeiro.
- HENRIQUE, Camila Soares; LOUREIRO, Carlos Felipe Grangeiro. Caracterização espacial da acessibilidade dos usuários do sistema integrado de transporte de fortaleza. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XIX, Novembro/ 2005, Recife, PE, Brasil. **Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2005**, vol. 1, Rio de Janeiro: Anísio Brasileiro e Werner Kraus Junior (editores), 2005. p. 325-337.
- SANCHES, Suely da Penha; FERREIRA, Marcos Antônio Garcia; DE DEUS, Leonardo Rodrigues. Avaliação de indicadores de oferta de transporte coletivo In: CLATPU – CONGRESSO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO Y URBANO, XIV, Novembro/ 2007. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007. 1 CD-ROM.
- SANTOS, B.J.R., 2005, **A Qualidade do Serviço de Transporte Público Urbano**. Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO.