

MARCELO CORRÊA ROSADO

**UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE A
SERVIÇOS PÚBLICOS COM O USO DE SIG –
Aplicação à cidade de Araranguá (SC)**

**Dissertação apresentada ao curso de Pós-
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal de Santa Catarina,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Engenharia Civil.**

**Florianópolis
2000**

**UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE A
SERVIÇOS PÚBLICOS COM O USO DE SIG –
Aplicação à cidade de Araranguá (SC)**

MARCELO CORRÊA ROSADO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Infra-Estrutura e Gerência Viária

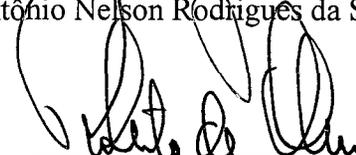
Orientador: Prof. Ismael Ulysséa Neto, M. Sc. - Ph. D.

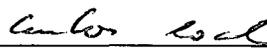
**Florianópolis
2000**

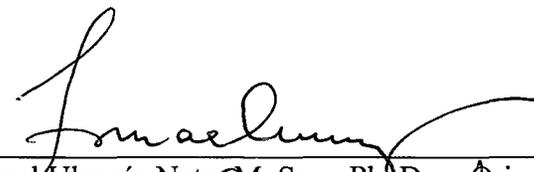
FOLHA DE APROVAÇÃO

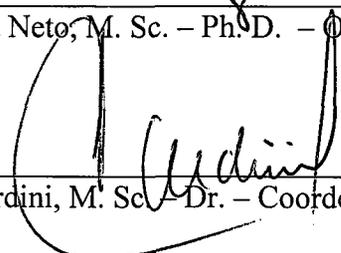
Dissertação defendida em 07 de Abril de 2000, Ata de Defesa nº 138 do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovado pela comissão examinadora,


Prof. Antônio Nelson Rodrigues da Silva, M. Sc. – Dr.


Prof. Roberto de Oliveira, M. Sc. – PhD.


Prof. Carlos Loch, M. Sc. – Dr.


Prof. Ismael Ulysséa Neto, M. Sc. – Ph.D. – Orientador – Moderador


Prof. Jucilei Cordini, M. Sc. – Dr. – Coordenador do CPGEC

PENSAMENTOS

"A vitalidade se revela não apenas na capacidade de persistir, mas também na de começar tudo de novo".

Scott Fitzgerald

"Nem tudo o que escrevo resulta numa realização, resulta mais numa tentativa. O que também é um prazer. Pois nem tudo eu quero pegar. Às vezes, quero apenas tocar. Depois, o que toco às vezes floresce e os outros podem pegar com as duas mãos".

Clarice Lispector

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação:

à meus pais, **Orestes de Paula Rosado Filho e Helohina Corrêa Rosado**, que em determinado momento de suas vidas abdicaram de seus sonhos e de seus projetos pessoais, em prol da sua família;

à minha avó materna, **Helohina Leiria Corrêa** (in memoriam) que apesar da instrução básica em sua formação, sempre que a família estava reunida em sua volta não cansava de instigar aos seus netos à educação dizendo-nos: “A riqueza do pobre está no estudo”;

à minha esposa **Lúcia Antônia Bristot Rosado**, que com sua garra e determinação, não mediu esforços para que eu pudesse concluir mais este passo em direção a evolução cultural e educacional, e que pelo seu amor, soube romper barreiras que a permitiram dar-me o apoio e incentivo para a concretização desta dissertação;

à aqueles que um dia serão o fruto da multiplicação de meu amor por minha esposa, **aos nossos filhos**;

AGRADECIMENTOS

Pela conclusão desta dissertação, gostaria de agradecer:

à meu irmão primogênito, **Orestes Martim Corrêa Rosado e sua família** que, para concretização desta dissertação, abdicaram por um período de tempo da privacidade familiar acolhendo-me junto a estes, e pelo apoio incondicional à conclusão desta;

ao **Professor Ismael Ulysséa Neto**, que em muitas das vezes rompeu a barreira de competente orientador desta dissertação e com um sentimento superior a amizade colocou um norte, um decisivo apoio em questões de ordem particular que me desviavam da conclusão desta dissertação;

aos colegas mestrandos **Alexandre Guedes Júnior e Markus Hasenack**, que com seu conhecimento e experiência em ambientes de SIG, estiveram sempre disposto a dirimir dúvidas que surgiram no desenvolvimento desta dissertação;

à **Universidade Federal de Santa Catarina** e ao **Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil**, pela realização do Curso de Mestrado na área de Infra-Estrutura e Gerência Viária;

aos professores que compõem o programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, em especial nas áreas de concentração de Infra-Estrutura e Gerência Viária e de Cadastro Técnico Multifinalitário desta universidade;

à Prefeitura Municipal de Araranguá, na pessoa do seu Prefeito, **Sr. Primo Menegalli**, e especialmente ao principal contato **Sr. Paulo Ricardo Lazzaretti**, pela disponibilização dos dados que permitiram a consecução desta dissertação;

à agência do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em Araranguá, na pessoa do seu Gerente Administrativo **Sr. Amilton Marinho Machado**, pela disponibilização dos dados censitários.

à agência de fomento a pesquisa **CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, pela bolsa de estudo recebida, a qual teve importância capital para a conclusão deste estudo, em especial após a capacidade de recursos próprios ter-se esgotado na metade deste trabalho;

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E MAPAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	2
1.1 Objetivos.....	5
1.2 Justificativa.....	6
1.3 Limitações do Trabalho.....	7
1.4 Metodologia.....	9
1.5 Estrutura da Dissertação.....	10
2 MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE.....	13
2.1 Medidas de Acessibilidade.....	14
2.1.1 Medidas de acessibilidade do tipo separação espacial.....	15
2.1.2 Medidas de acessibilidade do tipo gravitacional.....	19
2.1.3 Medidas de acessibilidade do tipo contorno.....	23
2.1.4 Medidas de acessibilidade do tipo potencial de atratividade.....	24
2.2 Medidas de Mobilidade.....	26
2.2.1 Índice de deslocamentos efetuados.....	28
2.2.2 Índice de facilidade de deslocamentos.....	28
2.2.3 Índice de potencial de deslocamento.....	29
3 USO DE SIG NA DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES DE ACESSIBILIDADE A SERVIÇOS PÚBLICOS.....	31
3.1 Sistemas de Informações Geográficas.....	32
3.1.1 Vinculação fraca (Loose coupling).....	34
3.1.2 Sobrepor (Overlay) e Consultar (Query).....	36
3.2 Acessibilidade como um Atributo no Ambiente SIG.....	36
3.3 Acessibilidade aos Serviços Públicos de Saúde e Educação.....	37
3.3.1 Zonas de tráfego.....	38
3.4 Escolha do SIG.....	40
3.4.1 Extensões do SIG utilizado.....	43
3.4.2 Analista de Rede (Network Analyst).....	43
3.4.2.1 O programa rede de caminhos mínimo (shortest network paths - SNP.AVX).....	44

4	APLICAÇÃO PRÁTICA	47
4.1	Caracterização da Área de Estudo	47
4.2	Coleta de dados	56
4.3	Construção da Base de Dados.....	58
4.4	Índice de Acessibilidade Proposto	62
4.5	Obtenção de Temas.....	66
4.5.1	Tema Quadras.SHP	68
4.5.2	Tema Centróides.SHP	70
4.5.3	Tema Rede.SHP	72
4.6	Obtenção das Distâncias no SIG Arc View	73
4.7	Cálculo do Índice de Acessibilidade das Quadras Fora do Ambiente SIG.....	83
4.8	Inserção do Atributo Acessibilidade no SIG Arc View.....	85
5	IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DESPROVIDAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS	90
5.1	Acessibilidade aos Serviços de Educação.....	90
5.2	Acessibilidade aos Serviços de Saúde	97
5.3	Considerações Adicionais.....	105
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
6.1	Conclusões	108
6.2	Recomendações.....	110
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
7.1	Referências Bibliográficas.....	113
7.2	Referência Bibliográfica - Internet:	117
	ANEXO A – BIBLIOGRAFIAS RECOMENDADAS	119
	ANEXO B – LISTA CONTENDO OS ÍNDICES DE ACESSIBILIDADE	124

LISTA DE FIGURAS E MAPAS

Figura 3-1	- Botão para execução do programa “Rede de Caminhos Mínimos” (Shortest Network Path)	44
Mapa 4-1	- Localização do município de Araranguá	47
Mapa 4-2	- Área de estudo no município de Araranguá	48
Mapa 4-3	- Setores Censitários em 1981	49
Mapa 4-4	- Percentual de crescimento populacional por setor censitário	50
Mapa 4-5	- Gráficos de crescimento populacional nos setores censitários para o período 1981 – 1996	51
Mapa 4-6	- Relação de população por domicílios nas quadras	52
Mapa 4-7	- Densidade populacional – Recenseamento 1981	54
Mapa 4-8	- Densidade populacional - Recenseamento 1996	55
Figura 4-1	- Botão de adição de tema (Add Theme)	66
Figura 4-2	- Adicionando arquivo CAD	67
Figura 4-3	- Convertendo CAD para SHAPEFILE	68
Figura 4-4	- Adicionar novo tema	69
Figura 4-5	- Tipo da feição do novo tema	69
Figura 4-6	- Botão ferramenta de edição da feição polígonos	69
Figura 4-7	- Opção de adição de tema na vista (view)	71
Figura 4-8	- Janela para entrada da tabela com as coordenadas X e Y	71
Figura 4-9	- Botão ferramenta de edição da feição linha	72
Figura 4-10	- Tabela de atributos do tema Centróides_Total	73
Figura 4-11	- Tabela de atributos do tema Rede	74
Figura 4-12	- Tabelas de dados do tema Educação	76
Figura 4-13	- Tabelas de dados do tema Saúde	77
Figura 4-14	- Relacionamento dos dados tabulares no BD Educação	78
Figura 4-15	- Relacionamento dos dados tabulares no BD Saúde	78
Figura 4-16	- Ferramenta SQL Connection	79
Figura 4-17	- Janela de criação da consulta (query) na conexão com o BD	79
Figura 4-18	- Ferramenta para geocodificar endereço	80
Figura 4-19	- Janela para geocodificação dos equipamentos urbanos	81
Figura 4-20	- Janelas de entrada dos temas com os pontos de origem e destino	82
Figura 4-21	- Tabela contendo os campos identificadores de origem e destino	82
Figura 4-22	- Tabela de atributos do tema de menor caminho para todos destinos	83

Figura 4-23	- Exportar tabela para outro formato	83
Figura 4-24	- Janela de projetos	86
Figura 4-25	- Janela de adição de arquivos ao SIG	87
Figura 4-26	- JOIN da tabela dos atributos das quadras com o arquivo de acessibilidade	88
Mapa 5-1	- Caracterização da distribuição espacial de acessibilidade absoluta ao serviço de educação	91
Mapa 5-2	- Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 100 habitantes e índice menor que 30%	92
Mapa 5-3	- Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 300 habitantes e índice menor que 10%	93
Mapa 5-4	- Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 400 habitantes e índice menor que 1%	94
Mapa 5-5	- Acessibilidade em função da distância a partir da Unidade Escolar	95
Mapa 5-6	- Acessibilidade em função da distância de viagem pela rede viária	96
Mapa 5-7	- Caracterização da distribuição espacial de acessibilidade absoluta ao serviço de saúde	97
Mapa 5-8	- Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 200 habitantes e índice menor que 30%	99
Mapa 5-9	- Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 300 habitantes e índice menor que 10%	100
Mapa 5-10	- Acessibilidade relativa para quadras com população maior que 400 habitantes e índice menor que 1%	101
Mapa 5-11	- Acessibilidade em função da distância a partir do posto de saúde	103
Mapa 5-12	- Acessibilidade em função da distância de viagem pela rede viária a partir do Posto de Saúde	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMS	- Accessibility-Measurement Situation;
AM/FM	- Automatized Mapping / Facilities Management;
CAD	- Computer Aided Design;
CRE	- Coordenadoria Regional de Educação;
CTM	- Cadastro Técnico Multifinalitário;
GEIPOT	- Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes;
GIS	- Geographic Information System;
GPS	- Global Positioning System;
GUI	- Graphical User Interface;
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;
LTM	- Local Transverse Mercator;
MAA	- Medidas Agregadas de Acessibilidade;
MAH	- Modelo de Análise Hierárquica;
MDA	- Medidas Desagregadas de Acessibilidade;
MDT	- Modelo Digital de Terreno;
MERCOSUL	- Mercado Comum do Cone Sul;
MNT	- Modelo Numérico de Terreno;
ODBC	- Open Data Base Connectivity;
PMA	- Prefeitura Municipal de Araranguá;
PS	- Posto de Saúde;
RTM	- Regional Transverse Mercator;
SAH	- Setores Agregados Homogêneos;
SIG	- Sistema de Informações Geográficas;
SIG-T	- Sistema de Informações Geográfica – Transporte;
SQL	- Structured Query Language
UE	- Unidade Escolar
UEA	- Unidade Espacial de Análise
UTM	- Universal Transverse Mercator;
UTPS	- Urban Transportation Planning System;

RESUMO

ROSADO, M. C. Um método de avaliação da acessibilidade a serviços públicos com o uso de SIG – Uma aplicação à cidade de Araranguá (SC). Florianópolis, 2000, 135p. – UFSC, Santa Catarina

Após evidenciar a importância do planejamento urbano e o uso de índices de acessibilidade para o planejamento, se retrata os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como uma ferramenta para realizar algumas atividades, selecionando-se neste estudo os setores de educação e saúde na cidade de Araranguá.

Considerações técnicas são então realizadas com respeito às diferentes medidas de acessibilidade acerca da oferta dos serviços de educação e saúde pelas autoridades municipais, seguido de uma análise do uso potencial do SIG no planejamento destes serviços.

Depois de definir e descrever a área de estudo, o autor apresenta o processo de coleta dos dados para aplicação prática, seguido de uma proposta de índice de acessibilidade, criado para identificar a quadra considerada mais desprovida com os serviços de educação e saúde. Isto é feito por meio da técnica de vinculação fraca (loose coupling) na qual índices de acessibilidade determinados fora do ambiente SIG, retornam para o mesmo como um outro tipo de atributo para as quadras. Com o uso de consultas (queries) envolvendo acessibilidade e população foi possível identificar a quadra mais desprovida dentro da área de estudo.

Para atestar a qualidade do método proposto, uma comparação entre a técnica de vinculação fraca (loose coupling) e o enfoque convencional de áreas de influência (buffers) e áreas de serviço é realizado. Assim pode-se afirmar que o enfoque sobre a técnica do vinculamento fraco (loose coupling) é mais consistente e preciso que o enfoque de áreas de influência (buffer) e áreas de serviço.

Palavras-chaves: Acessibilidade - SIG – Acoplamento

ABSTRACT

ROSADO, M. C. An approach for assessing the urban population accessibility to public services by using GIS – Application to city of Araranguá (SC). Florianópolis, 2000, 135 p. – UFSC, Santa Catarina

After highlighting the importance of urban planning and the use of accessibility indices for planning, the author portrays the Geographic Information Systems (GIS) as an important tool for carrying out such activities, by using data on education and health services in the town of Araranguá (Brazil).

Technical considerations are then made with regard to different accessibility measures concerning the provision of education and health services by local authorities, followed by an analysis of the potential use of GIS in the planning of these services.

After defining and describing a study area the author presents the data set gathering process for a practical application, followed by a proposed accessibility index devised to identify the most deprived block concerning education and health services. This is done by means of a “loose coupling” technique in which accessibility indices are determined outside the GIS environment and brought back into it as an other kind of attribute for the blocks. By performing queries involving the accessibility indices and population, it has been possible to pinpoint the most deprived block in the study area.

Finally, a comparison between the loose coupling and the conventional buffer area and service area approaches is made, in order to assure the quality of the former. It is concluded that the loose coupling approach is more consistent and more precise than the buffer area and service area approach.

Keywords: Accessibility - GIS – Coupling

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

O tratamento das questões relacionadas ao planejamento de cidades encontra-se bastante desenvolvida em países industrializados. Porém o mesmo em países em desenvolvimento ainda é bastante incipiente devido a uma gama muito grande de fatores de cunho cultural, social e econômico.

A aplicação dos conceitos de planejamento em um ambiente urbano faz-se cada vez mais necessária, pois, é bastante evidente que através do planejamento a distribuição espacial das atividades urbanas necessita de contínuo monitoramento a fim de que um equilíbrio entre a estrutura urbana e a distribuição espacial da população seja alcançado.

Pode-se concluir pela correção da afirmação que coloca o planejamento no sentido de busca pelo equilíbrio entre a estrutura urbana e a distribuição espacial da população, a partir do trabalho de PRETTO et al. (1996), que colocam a falta do planejamento urbano como contribuinte para conduzir os municípios a uma precariedade em sua infra-estrutura. Com isso, vê-se que o papel do planejamento urbano influi substancialmente na vida de cada cidadão morador deste ambiente urbano, pois ao negligenciar a infra-estrutura urbana, aqui lembrada como a falta de água potável, energia elétrica, condições dignas de moradia, transporte público de passageiros e saúde, entre outros, estar-se-ia excluindo este cidadão, da utilização dos bens públicos básicos, os quais ele patrocina através de seus impostos.

A carta magna da República Federativa do Brasil, a CONSTITUIÇÃO brasileira do ano de 1988, prevê em seu artigo 182 que “A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”.

No tocante a legislação municipal, compete ao Poder Público municipal, conforme ainda o artigo 182 da CONSTITUIÇÃO brasileira, formular, através do Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento e de Parcelamento do Solo, as estratégias que permitam ao planejador urbano disciplinar e direcionar o crescimento do tecido urbano, evitando assim a degradação da qualidade de vida, resultante de questões urbanas tais como, poluição atmosférica, poluição sonora e visual, congestionamentos de trânsito, inundações, degradação sócio-econômica, entre outras, conforme pode-se observar em SIEBERT (1996) e ORTH e ROSSETTO (1996).

Pode-se dizer que o caos social por que passam os países em desenvolvimento é fruto, também, de uma carência de pessoas preparadas para exercer função na questão do planejamento do ambiente urbano, levando deste modo ao tratamento meramente casuístico da questão.

Sobre o tratamento casuístico (político) quanto ao planejamento urbano, CRAGLIA (1998) afirmou em palestra, que, cabe ao técnico fornecer os subsídios necessários, e os seus possíveis cenários, àqueles que estão incumbidos de tomar as decisões sobre o planejamento urbano, ou seja, o planejamento urbano é em sua essência, um processo de decisão político. Foi colocado ainda, pelo referido pesquisador, que o processo de planejamento possui três tipos fundamentais de objetivos que devem ser identificados como de primeira relevância a saber:

- a) sociais;
- b) meio-ambiente;
- c) econômicos.

Ainda para CRAGLIA (1998), para o cumprimento dos objetivos tidos como relevantes, cabe ao processo de planejamento algumas funções essenciais tais como:

- a) o conhecimento físico-espacial;
- b) preparar planos;
- c) alocar recursos;
- d) controlar o desenvolvimento;
- e) monitorar as mudanças.

A motivação do presente trabalho resulta do envolvimento do autor com o projeto de pesquisa que se desenvolve ao abrigo do convênio CAPES/BRITISH COUNCIL de intercâmbio técnico-científico entre a universidade inglesa de Sheffield e a Universidade Federal de Santa Catarina. O convênio tem como objetivo principal a análise da expansão urbana dos municípios catarinenses de Araranguá, São José e Florianópolis, municípios estes que apresentaram um elevado crescimento da expansão urbana e populacional em um período bastante reduzido de tempo (últimas duas décadas).

Mais especificamente o autor esteve envolvido com o estudo de acessibilidade a serviços públicos ofertados à população numa área de estudo da cidade de Araranguá, dado a falta de informação adequada e oportuna a ser provida pelos demais municípios envolvidos.

O enfoque dado neste estudo toma como elemento fundamental o sistema viário e baseia-se na premissa que o mesmo é considerado como parte integrante da estrutura urbana, onde os tomadores de decisão no planejamento urbano podem utilizá-lo como ferramenta de indução, ou mesmo de restrição, da expansão urbana, e pelo qual estarão sendo realizadas as atividades humanas distribuídas espacialmente.

Para ULYSSÉA NETO (1989) “as atividades humanas normalmente diferenciam-se umas das outras seja pela sua natureza ou pela sua intensidade. Em se considerando uma certa área de estudos, é possível pois identificar-se uma série de diferenciações entre atividades que ocorrem em regiões distintas. Estas diferenciações espaciais, por sua vez, levam ao surgimento de propensões de interação (movimento) entre as regiões que formam a área de estudo”.

O não reconhecimento pelo planejador urbano do inter-relacionamento entre a distribuição espacial das atividades que ocorrem no meio urbano e a circulação de pessoas, isto é, o tráfego e o uso do solo, produz enorme desequilíbrio entre oferta e demanda por espaço viário. O que apresenta como consequência desta disfunção, externalidades como congestionamento das vias de transporte, a poluição sonora, atmosférica e visual e o grande número de acidentes, entre outros.

A avaliação da distribuição espacial de atividades (uso do solo) e a consecução das atividades humanas (morar, trabalhar, estudar, recrear, etc.)

implicando na necessidade de deslocamentos (sistema viário), podem ser determinadas com o uso de índices de acessibilidade, desde que esta medida contemple a superação da separação física, temporal e econômica entre os pontos onde serão realizadas as atividades.

Com a intensa urbanização das cidades ocorrida nas últimas décadas, justificada em grande parte pela fuga da população rural em direção às cidades e pela crescente periferação da população urbana, o planejamento urbano necessita que a tomada de decisão ocorra de modo mais ágil e num menor espaço de tempo.

O estudo das questões até aqui apresentadas permitiu ao autor o desenvolvimento desta dissertação que busca em seu conteúdo, aproximar o leitor dos fundamentos da aplicação de medidas de acessibilidade para o planejamento estratégico de locação de unidades escolar e postos de saúde, vistos a partir de análises espaciais ocorridas dentro de uma solução integradora de SIG que trabalha tanto com um banco de dados externo, quanto com um banco de dados gerados internamente ao sistema, o que convencionou-se chamar na literatura técnica de vinculação fraca (loose coupling).

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal a investigação do uso da técnica de vinculação (loose coupling) na avaliação da acessibilidade da população a serviços públicos urbanos.

Como objetivos secundários tem-se :

a) Definição de critérios para a escolha de um SIG adequado aos estudos de acessibilidade (que possibilitem trabalhar com temas específicos, como por exemplo o sistema viário, e realizar operações de questionamentos (queries) envolvendo diferentes atributos);

b) Definição de índices de acessibilidade que indiquem as áreas mais desprovidas de serviços públicos.

c) Comparação da técnica proposta com outros métodos convencionais de análise espacial;

1.2 Justificativa

Após o chamado “milagre econômico” experimentado pelo Brasil na década de 70, onde o país empreendeu uma enorme quantidade de investimentos na grande maioria dos estados e municípios, temos observado uma grande carência de recursos para investimento na infra-estrutura básica e no conseqüente melhoramento da qualidade de vida dos cidadãos nas cidades.

Com a tendência de urbanização apresentada nas duas últimas décadas (80 e 90) pelas populações rurais, segundo dados estatísticos do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e, hoje, a quase falência das administrações públicas tanto no âmbito estadual como municipal, é cada vez mais imperioso a necessidade de serem buscadas alternativas que possam alterar este quadro preocupante e sobrepor estas dificuldades.

A escassez de recursos e investimentos teve como uma primeira conseqüência a relegação dos processos de planejamento, quer urbano e regional, quer estratégico, a um segundo plano nas administrações públicas, restando como prioridade administrativa, apenas ao atendimento das questões do dia-a-dia e de urgência.

O modelamento das questões urbanas visa predizer ao tomador de decisão o processo pelo qual evolui a expansão que está ocorrendo dentro de seu ambiente e, por conseqüência, o quão carente encontra-se uma determinada área sob estudo, indicando deste modo, a necessidade de alocação de recursos ou alguma forma de indução do crescimento e/ou uso do solo que possam equilibrar o desenvolvimento do ambiente urbano como um todo.

Neste sentido, os indicadores de acessibilidade aparecem como uma alternativa econômica e tecnicamente viável, operacionalmente simples, de fácil interpretação e que incorporam algum elemento de separação espacial receptivo as

mudanças do ambiente, assim como a intensidade das atividades ocorridas no ambiente urbano. Portanto, os indicadores de acessibilidade aplicados no modelamento urbano e regional, ou estratégico, tornam-se uma potente ferramenta capaz de responder a várias questões do planejamento.

O uso de Sistemas de Informação Geográfica neste estudo terá como finalidade a potencialização do uso da medida de acessibilidade na análise da localização espacial dos equipamentos urbano de saúde e educação da área de estudo através dos instrumentos de análise inerentes ao ambiente de SIG, a fim de que, a(s) resposta(s) aos anseios dos usuários (e aqui entenda-se usuário como todo aquele cidadão que através de seus impostos mantém economicamente o seu município), sejam rápidas, concisas e precisas. Esta análise da localização espacial dos equipamentos urbanos será desenvolvida a partir de um banco de dados relacional, contendo dados tabulares, conectado a um banco de dados gráfico que permita o desenvolvimento de mapas temáticos a partir de uma base cartográfica digital.

1.3 Limitações do Trabalho

A consideração da relevância dos serviços públicos de saúde e educação no ambiente urbano, diz respeito ao fato de que as populações residente neste ambiente, necessitam qualificar o seu desenvolvimento sócio-cultural e que lhes seja proporcionado uma melhor qualidade de vida. Para o atendimento destas necessidades, os investimentos públicos devem ser empregados, de modo que, tais investimentos, possam satisfazer as necessidades demandadas pelas populações mais carentes.

Também a disponibilização dos dados qualitativos e quantitativos concernentes aos serviços públicos (indicados como relevantes) por parte das secretarias de saúde e educação, colaborou para que o estudo tivesse o enfoque voltado a estas atividades.

A definição e escolha do índice de acessibilidade proposto ao estudo ocorre em função da proposta de avaliação da acessibilidade das unidades espaciais de análise aos serviços de saúde e educação e da disponibilização das informações das atividades, tendo nos fatores de atratividade destes serviços e a separação espacial entre a origem e

destino, as variáveis explicativas do índice proposto. Um maior detalhamento sobre a escolha e definição do índice de acessibilidade pode ser encontrado no capítulo 4 (item 4.3) onde é apresentada a preocupação do autor quanto as unidades de medidas e os efeitos de escala nas suas medições.

Ao longo do estudo, o termo acessibilidade estará sendo empregado a luz do conhecimento em planejamento urbano mais especificamente direcionado ao planejamento estratégico de transportes. Cabe aqui ser lembrado que o termo acessibilidade também é empregado em outras áreas do planejamento como por exemplo em planejamento estratégico de habitação, porém com significado um tanto diferente do que aqui se estará tratando. Ainda, em tempo, o termo acessibilidade também é empregado em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, na informática, onde a acessibilidade é vista como uma qualidade de acesso entre plataformas diferentes (hardware e software), apenas para citar uma outra atividade.

Na realização da análise espacial, um pacote computacional de SIG é utilizado como ferramenta integradora dos atributos alfanuméricos da base de dados espacial existentes no próprio ambiente com atributos de acessibilidade determinados externamente ao ambiente SIG e que serão vinculados (acoplados) ao primeiro. Desta forma, a utilização de ferramental específico do SIG, como as consultas (queries), que é a ferramenta que permite o pedido para restauração de informação de dentro da raiz dos dados do tema analisado, é utilizado na identificação ao usuário das feições ou registros que satisfaçam a instrução ou expressão lógica. As características técnicas e operacionais descritas, foram determinantes na escolha do pacote computacional SIG utilizado no estudo, assim como, o custo de aquisição do software de SIG.

Quanto a área de estudo, a pronta disponibilização por parte da municipalidade da base de dados cartográfica em meio digital, obtida a partir da restituição em escala 1:2000 de fotografias aéreas coletadas em vôo na escala 1:8000, foram determinantes para sua utilização na presente dissertação.

A área de estudo apresenta como principais barreiras (natural e artificial) limitantes do crescimento urbano, o rio Araranguá e a rodovia BR-101, sendo que, o traçado da rodovia, atravessa ao meio o território do município e hoje pode ser considerado como eixo de potencial segregação do território Araranguense. Porém a

rodovia BR-101 também representa para o município de Araranguá, um importante meio de comunicação com os demais municípios que compõem a região extremo-sul do estado catarinense, assim como, as demais regiões do estado e do país, sendo o principal meio de acesso rodoviário ao município.

Na coleta de dados, o leitor poderá verificar a importância das informações obtidas junto as fontes dos dados na construção da base tabular e espacial. Na primeira, os dados coletados são considerados de baixo custo e foram prontamente disponibilizados pelos órgãos que possuem estas informações. Na segunda, embora os dados obtidos diretamente na fonte tivessem que passar por um processo de “limpeza” dos dados (o que implicaria numa demanda maior do tempo de consecução da dissertação), a disponibilização destas informações espaciais permitiu a realização da análise espacial na área de estudo.

1.4 Metodologia

A consecução dos objetivos elencados em 1.1 será alcançada através de uma metodologia que contempla as seguintes etapas :

- a) Escolha de dois tipos de serviços públicos considerados relevantes;
- b) Definição e escolha de índices de acessibilidade;
- c) Escolha de um SIG capaz de incorporar os índices de acessibilidade na forma de atributos e realizar “queries”;
- d) Escolha, identificação e descrição de uma área de estudo e definição das unidades espaciais de análise (quadras e sistema viário);
- e) Coleta de dados;
- f) Realização do procedimento de vinculação (loose coupling) descrito no capítulo 3 (item 3.1.1);
- g) Análise espacial da área de estudo com identificação das unidades mais desprovidas de serviços públicos ;

- h) Escolha de outros métodos convencionais (áreas de serviço e áreas de influência) de análise espacial para comparar com o método proposto;
- i) Comparação da técnica de vinculação fraca (loose coupling) com um método convencional de análise espacial em ambiente SIG .

1.5 Estrutura da Dissertação

Subsequente ao capítulo de introdução a presente dissertação apresenta, no capítulo 2, considerações quanto aos vários índices de acessibilidade já referenciados na literatura e às medidas empregadas na determinação de índices que expressem, entre outros, a separação espacial existente no ambiente urbano. Ainda nesse capítulo, também são tecidas algumas considerações quanto às medidas de mobilidade.

No capítulo 3 são evidenciados alguns aspectos referentes às tecnologias próprias dos SIG's e a importância da técnica de acoplamento de novos atributos à esse ambiente (loose-coupling), de modo a permitir uma adequada determinação do índice de acessibilidade da população aos serviços públicos de educação e saúde e, desta forma propiciar melhores condições para uma análise espacial do ambiente urbano e acompanhamento da expansão de seu sistema viário e de atividades.

O quarto capítulo é dedicado a aplicação prática do método de acoplamento preconizado. Após feita a identificação e descrição da área de estudo, os procedimentos na coleta de dados e o índice de acessibilidade que está sendo proposto para o estudo, realiza-se a execução prática de novos temas (ou feições) necessários à obtenção da matriz de distâncias entre as quadras e os serviços públicos. De posse da matriz de distâncias o cálculo dos índices de acessibilidade é feito externamente ao SIG, retornando posteriormente na forma de um novo atributo das quadras.

O capítulo 5 é dedicado à determinação da unidade espacial de análise cujo índice de acessibilidade e a população residente da mesma expressem a unidade mais desprovida dos serviços públicos objetos deste estudo.

No capítulo 6 desta dissertação, é apresentado ao leitor, as conclusões e recomendações que o autor crê sejam pertinentes ao estudo.

O capítulo 7 são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no trato conceitual da dissertação, tais como, artigos, livros, legislação, instruções

reguladoras, etc., assim como, algumas referências obtidas a partir da rede mundial de computadores.

Finalizando a estrutura da dissertação, são apresentados em forma de anexos, algumas bibliografias recomendadas pelo autor, assim como, os índices de acessibilidade aos serviços públicos de saúde e educação de cada unidade espacial de análise.

Capítulo 2

2 MEDIDAS DE ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE

O papel da acessibilidade assume elevada importância na dinâmica da ocupação espacial urbana, no sentido que a acessibilidade relaciona-se às facilidades ou dificuldades de interação dentro ambiente urbano.

WACHS (1978) apud MORRIS et al. (1979) afirma que “várias aplicações de indicadores de acessibilidade podem ser identificadas, incluindo avaliações de sistemas de uso do solo e do transporte, modelamento de situações de escolha de viagem e modelamento do desenvolvimento urbano”.

Para POOLER (1995), os “índices de acessibilidade são melhor conhecidos por seu importante papel no campo do modelamento e distribuição de viagens, análise de localização, localização industrial, planejamento urbano e regional, economia regional e assim por diante”.

No entendimento de RAIA JÚNIOR et al. (1996), “é importante ressaltar que o conhecimento da acessibilidade de uma cidade pode ser útil não apenas para estimular a melhoria do sistema de transporte nas regiões mais críticas (...), mas pode ser usada ainda como uma medida indireta do valor dos terrenos urbanos, com os quais guarda estreita relação”.

Para ARRUDA (1997) “o atributo acessibilidade tem sido usado em vários campos do conhecimento (marketing, geografia, planejamento militar, planejamento urbano e de transportes) e é conceitualmente intuitivo, mas difícil de medir objetiva e eficazmente”.

“A importância do sistema de transporte em uma grande cidade transcende o benefício individual dos cidadãos que dele se servem, para se constituir na veia mestra que possibilita o desenvolvimento ou determina a atrofia da região urbana como um todo. Em que medida essa influência se dará num ou noutro sentido, dependerá, em grande parte, do grau de compatibilidade entre as características

estruturais da rede de transporte e a distribuição espacial das atividades que respondem pela geração e atração das viagens diárias. Esse tipo de compatibilidade pode ser avaliado de forma quantitativa por alguns dos chamados indicadores de acessibilidade”, segundo SALES FILHO (1997).

Na literatura pode-se muitas vezes encontrar uma certa confusão no que tange a conceituação quanto às medidas de acessibilidade e às medidas de mobilidade, principalmente quando estas medidas relacionam-se apenas a questão de ordem como a facilidade ou impedimento nos deslocamentos. Neste caminho, normalmente às medidas de acessibilidade são incorporadas outras variáveis concernentes a distribuição espacial das atividades, enquanto nas medidas de mobilidade, a preocupação diz respeito a questão sócio-econômica para realização do deslocamento.

2.1 Medidas de Acessibilidade

A literatura referente ao estudo de acessibilidade data com os primeiros registros no século passado. Tem-se o registro das primeiras incursões neste campo em 1826 com o conceito de acessibilidade em modelos teóricos de processos espaciais.

Segundo RAIÁ JÚNIOR et al. (1997), após a primeira incursão ocorrida na terceira década do século dezenove, passaram-se cerca de oito décadas até que no início do século atual, novas pesquisas pudessem retomar ao assunto acessibilidade.

Cada vez mais a acessibilidade tem sido motivo de atenção aos pesquisadores e principalmente aos planejadores urbanos, porém, ocorre uma certa dificuldade para se encontrar uma conceituação específica a este fenômeno que ocorre no ambiente urbano.

Para INGRAN (1971) apud SANCHES (1996a) o conceito de acessibilidade deve ser encarado sob dois enfoques, a saber:

Acessibilidade Relativa : é definida como uma medida do esforço para se superar a separação entre dois pontos;

Acessibilidade Integral : é definida como uma medida do esforço para se superar a separação espacial entre um ponto e

todos os outros pontos dentro de uma dada área”.

ARRUDA (1997) reúne os vários índices de acessibilidade em dois grandes grupos, classificando-os em:

a) os chamados MAA - Medidas Agregadas de Acessibilidade, são os que tratam as zonas estudadas em termos de seus elos espaciais, pois consideram os equipamentos de transportes disponíveis em cada trecho da rede e a distribuição espacial das atividades;

b) os chamados MDA - Medidas Desagregadas de Acessibilidade, que são aqueles que tratam a acessibilidade na geografia do espaço-tempo ou a acessibilidade como excedente locacional.

2.1.1 Medidas de acessibilidade do tipo separação espacial

Certamente este é o índice de acessibilidade que encontra um maior número de pesquisadores envolvidos com a sua formulação, pelo fato de, como pôde-se observar anteriormente, ter sido este o primeiro índice de acessibilidade estudado, encontrando em HANSEN (1959) o seu precursor com a seguinte expressão matemática:

$$A_{ij} = B_j \cdot f(c_{ij}) \quad \text{eq.2-1}$$

onde:

A_{ij} : índice de acessibilidade de i em relação a j ;

B_j : atratividade em j ;

$f(c_{ij})$: custo generalizado.

O índice proposto originalmente por Hansen em 1959 e mostrado por SANCHES (1996a), deriva do modelo gravitacional, e pode ser expresso pela seguinte formulação matemática:

$$A_i = \sum_{j=1}^n K \frac{W_j}{F(C_{ij})} \quad \text{eq. 2-2}$$

onde:

- A_i : acessibilidade da zona i ;
 W_j : medida de atratividade da zona j ;
 $F(C_{ij})$: função de impedância entre as zonas i e j ;
 K : parâmetro a ser calibrado;
 n : número de zonas

A partir do trabalho de Hansen, muitos outros pesquisadores se utilizaram deste princípio para o cálculo de medida de acessibilidade por separação espacial.

No início da década dos anos 70, a maioria dos pesquisadores de geografia humana em medidas de acessibilidade estavam preocupados em desenvolver certos padrões hierárquicos de lugares centrais e sua estrutura presente, assim como, de reproduzir características das redes associadas.

Neste sentido VICKERMAN (1974) diz que “estas medidas são essencialmente caminhos alternativos de descrever uma rede,..., não fornecendo um índice referente aos elementos individuais da rede”.

Este índice proposto por VICKERMAN (1974), numa primeira tentativa para análise de estrutura de rede, é o número associado de cada nó, onde “a distância entre dois pontos quaisquer pode ser medida em termos do número de links da rede envolvida”, cuja expressão matemática é:

$$AN_i = \max d_{ij} \quad \text{eq. 2-3}$$

onde:

- A : acessibilidade associada ao nó i ;
 N_i : número associado ao nó i ;
 d_{ij} : é a distância em termos de links de i para j .

Porém VICKERMAN (1974) considera esta definição de acessibilidade muito arbitrária por se tomar um ponto com maior distância do nó na rede como referência, considerando assim, faltar uma base consistente para comparação de acessibilidade entre dois pontos. Isto pode ser resolvido com a locação relativa para uma área central.

VICKERMAN (1974) sugere para evitar o problema de usar um único ponto de referência, reunir um índice agregado, tal como o que foi sugerido por Shimbél (em 1953), possuindo a seguinte expressão matemática :

$$S_i = \sum_j d_{ij} \quad \text{eq. 2-4}$$

onde :

S_i : índice agregado de todos os destinos j na origem i .

Segundo VICKERMAN (1974) “este índice evita o problema de escolha, cobrindo todos os possíveis destinos para cada nó”. Ainda, como tal, o índice pode ser muito sensível ao tamanho da rede, podendo ser, a acessibilidade média de todos os pontos relevantes, usada para fazer uma comparação entre diferentes redes, com a seguinte descrição matemática :

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad \text{eq. 2-5}$$

onde :

n : número de pontos relevantes .

Ainda para VICKERMAN (1974), é necessário remover a suposição de uma resposta linear à distância, introduzindo o aspecto comportamental na formulação, onde é plausível supor que “a percepção de acessibilidade decresce rapidamente com o incremento da distância”, portanto um índice agregado de acessibilidade.

Para DALVI e MARTIN (1976), “assim definida, acessibilidade indica as características inerentes (ou vantagens) de um lugar com respeito a superação de algumas formas de fontes de fricção operando espacialmente”.

Também estes autores afirmam que em um contexto de planejamento dos transportes, há necessidade do reconhecimento de três aspectos implicados na acessibilidade:

- 1) o de relatar o comportamento individual dos passageiros, seus propósitos, preferências e o processo de tomada de decisão;
- 2) as oportunidades e seu conjunto de possíveis atividades que podem estar relacionados;
- 3) a capacidade de um sistema de transporte para fornecer baixo custo e/ou métodos rápidos de superar a distância entre diferentes locais.

No caminho da acessibilidade como medida de separação espacial BURNS e GOLOB (1976) colocam que “acessibilidade denota a facilidade na qual uma atividade de uso do solo pode ser alcançada a partir de um lugar usando um sistema particular de transporte”.

O impacto produzido na distribuição e intensidade do uso de solo, gerada por investimentos públicos ocorridos em sistemas de transportes, proporcionam o desequilíbrio entre acessibilidade e o uso do solo.

Para DAVIDSON (1977), “um poderoso aspecto do conceito de acessibilidade é que ele combina em uma única medida as características relevantes do uso do solo e o sistema de transportes”.

Ainda para DAVIDSON (1977), “a acessibilidade é um conceito útil para o estudo daquele efeito, já que isto tem um valor único em cada local e, propriamente calibrado, mudará apropriadamente, com as mudanças no sistema de transporte”, sendo que, “além disso, um entendimento do relacionamento de acessibilidade-densidade pode fornecer uma estrutura dentro da qual, a influência de outros fatores possa ser estudada”.

A busca pelo relacionamento de acessibilidade com densidade do uso do solo, proposta por DAVIDSON (1977), está baseada na medida de alguma atividade mensurável (que “pragmaticamente pode ser considerada como a medida que produz o melhor relacionamento entre acessibilidade e densidade”) ou através do uso do modelo de gravidade proposto por WILSON (1967) apud DAVIDSON (1977).

As medidas de acessibilidade apresentadas até aqui sempre foram interpretadas como medidas de separação espacial, possuindo uma característica que, sempre tais medidas estão comparando diferentes pontos dentro de uma mesma área e, portanto, não poderiam ser utilizadas na comparação entre áreas ou regiões.

Para ampliar este horizonte da medida de acessibilidade espacial, ALLEN et al. (1993) propõem um índice de acessibilidade denominado de acessibilidade global, cujas fundamentações teóricas, são encontradas nas propostas de INGRAN (1971) e de MORRIS et al. (1979).

Para ALLEN et al. (1993), “o problema com o **índice de acessibilidade relativa** é que, uma simples medida deste tipo, não refletirá o nível de acesso de um ponto (para não mencionar uma dada área) que está conectado a múltiplos pontos (múltiplas residências, centros de emprego,...) ” e que o **índice de acessibilidade integral**, “indica o nível de acesso entre pontos dentro de uma área e que não são

comparáveis entre diferentes áreas”, propondo desta forma, a utilização de um índice de acessibilidade que expresse a comparação destes índices entre as diferentes áreas, o que resolveu chamar de **índice de acessibilidade global**.

ALLEN et al. (1993) colocam ainda a necessidade de atentar ao fato de que, para que o índice acessibilidade global tenha um valor prático, tenha-se especial atenção com questões referentes a sensibilidade do índice quanto ao número de locais N e ao fato da capacidade do índice refletir o nível de acesso global de uma área.

OPPONG e HODGSON (1994), através da medida de separação espacial do índice de acessibilidade, realizaram estudo referente a modelos de locação e alocação para instalação de postos de saúde dentro da área de estudo.

2.1.2 Medidas de acessibilidade do tipo gravitacional

Baseados no modelo proposto por Hansen em 1959, DALVI e MARTIN (1976) colocaram como objetivo “construir uma medida significativa que considera não somente as impedâncias de viagem, mas também, que considera explicitamente a atração do local como percebido pelos residentes da área”, e que tem a seguinte expressão matemática:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_j e^{-\beta \cdot c_{ij}}}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad \text{eq. 2-6}$$

onde:

- A_i : é a acessibilidade da zona i às oportunidades nas zonas $j=1, \dots, n$;
- W_j : é a medida de atratividade da zona j ;
- β : parâmetro a ser calibrado;
- C_{ij} : é o custo de viagem de i para j .

Também baseados no princípio proposto por Hansen, BLACK e CONROY(1977) começaram o seu trabalho supondo que “*uma área de estudo é dividida dentro de n zonas discretas e que as atividades urbanas, ou oportunidades, estão todas localizadas no centróide da zona. Um sistema de transporte conecta os centróides das zonas. A impedância de transporte pode ser medida pela distância, ou*

por tempo de viagem para diferentes modos de transporte, ou por algum custo generalizado de viagem. A propriedade de arranjo das atividades e o nível de serviço no sistema de transporte é a acessibilidade. Por acessibilidade de alguma zona de origem i quer se dizer a facilidade ou dificuldade em alcançar as atividades nesta zona e em outras zonas de destino j , via o sistema de transporte”.

Assim a idéia de centróide para cálculo de acessibilidade passa a ser introduzido na formulação, através das medidas propostas por BLACK e CONROY (1977) que é a medida gráfica de acessibilidade física.

Segundo os autores “um modo simples de representar a acessibilidade de uma zona residencial selecionada é construir uma distribuição de freqüência que mostra graficamente o número das oportunidades alcançadas dentro de um tempo de viagem especificado (ou outra medida de impedância do transporte)...uma outra alternativa seria representar graficamente por desenho a distribuição cumulativa do número cumulativo de oportunidades alcançadas ou a proporção cumulativa de oportunidades alcançadas contra o tempo de viagem”.

Porém quando esta medida gráfica é utilizada há uma certa dificuldade na comparação entre zonas residenciais diferentes, o que fez com que BLACK e CONROY (1977) sugerissem um índice a partir da área abaixo da curva da distribuição cumulativa de oportunidades alcançadas dentro de um tempo de viagem especificado, e que pode ser expresso matematicamente da seguinte maneira:

$$K_i = \int_0^T A(t) dt \quad \text{eq. 2-7}$$

que integrando, resulta em:

$$K_i = A(t) \cdot (T - \bar{t}(T)) \quad \text{eq. 2-8}$$

onde:

K_i : acessibilidade de uma zona i para as atividades;

$A(t)$: proporção cumulativa de atividades da região que foi alcançada;

$\bar{t}(T)$: tempo de viagem distante desta zona;

Em outras palavras, BLACK e CONROY(1977) colocam que “a acessibilidade é medida como (a proporção das atividades da região que está sendo alcançada até o tempo T) vezes (a ordenada do tempo de viagem especificado T menos o tempo médio para estas atividades)”.

No entendimento de SANCHES (1996c) “*para a avaliação da qualidade do transporte nas cidades, os indicadores de acessibilidade baseados no tempo de viagem e que consideram também a atratividade das diversas zonas, são os mais adequados. Por incorporarem, tanto aspectos relacionados com o sistema de transporte, quanto aspectos da distribuição de atividades no espaço, estes indicadores permitem analisar a adequação da estrutura do sistema à distribuição espacial de usos do solo, em termos da acessibilidade fornecida ao usuário*”.

Com a pretensão de aliar tempo de viagem e atratividade no cálculo do índice de acessibilidade, SANCHES (1996c) propõe então a seguinte expressão matemática:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \cdot f(c_{ij})}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad \text{eq. 2-9}$$

onde:

- A_i : acessibilidade da zona i ;
- W_j : medida de atratividade da zona j ;
- $f(c_{ij})$: $\exp(-\beta t_{ij})$, com $\beta = 0.11$
- t_{ij} : tempo de viagem entre as zonas i e j ;
- n : número de zonas

Baseado na bem conhecida proposta de acessibilidade de HANSEN (1959), empregada na distribuição de viagens do modelo gravitacional (método das quatro fases / UTPS – Urban Transportation Planning System), SALES FILHO (1996 e 1997) contribui de forma decisiva no aprimoramento analítico-conceitual desta proposta.

Por considerar a proposta de Hansen com características empíricas na fundamentação teórica e tendo por base a conceituação de acessibilidade como sendo um potencial de oportunidades de interação física entre atividades, através do sistema de transporte, SALES FILHO (1996 e 1997) pesquisou alguns aprimoramentos na formulação de acessibilidade relativa entre dois setores.

As considerações no aprimoramento de SALES FILHO (1996 e 1997) são as seguintes:

(a) do efeito combinado das atratividades de origem e destino

Na formulação de HANSEN (1959), o parâmetro B_j , que representa apenas uma das duas atratividades presentes na interação, foi substituído pela média geométrica das atratividades de origem (O_i) e destino (D_j) (admitiu-se, por simplificação que O_i e D_j tenham o mesmo potencial de oportunidades de interação, sendo seus valores corrigidos, sempre que necessário, para que tenham a mesma soma total, considerados todos os setores da região);

(b) da exclusividade

Por exclusividade aqui se entende a característica presente em certos tipos de viagens (interação) que faz com que o uso de uma determinada atratividade em uma interação impeça o uso dessa mesma atratividade em outra interação. Com isso, apenas uma partição de O_i e outra de D_j participam efetivamente do potencial de oportunidades de interação entre os setores i e j (e não os valores totais das atratividades O_i e D_j). Assim, foram introduzidos fatores, ditos de exclusividade, p_{ij} e q_{ij} , que representam respectivamente o percentual de O_i que é atraído pelo setor j e o percentual de D_j que exerce atração no setor i , consideradas as atrações de destino de todos os setores em relação a i e as de origem, em relação a j .

Para eliminar o inconveniente do uso de proporções em lugar de valores absolutos, que tornaria a acessibilidade global da região (somatório de todas as acessibilidades relativas) pouco sensível à melhorias significativas no sistema de transporte, a expressão de acessibilidade relativa foi corrigida por um fator ($A_{tot_{ne}} / A_{tot_e}$) fazendo com que a acessibilidade total tenha um valor idêntico ao que seria obtido sem a consideração da exclusividade;

(c) da restrição de capacidade

O aumento do tempo (ou custo generalizado) de viagem, devido à restrições de capacidade em face ao nível potencial de utilização em determinadas ligações da rede de transporte, foi considerado mediante a inclusão de uma parcela (k_{ij}) a ser acrescentada ao valor de c_{ij} no argumento da função de impedância. Essa parcela foi multiplicada por um fator de ajuste (f_k) que permite modificá-la de acordo com premissas adotadas. Desta forma torna-se possível tratar de modo diferenciado sistemas integrantes da rede multimodal de transporte com capacidades bem distintas. Acrescente-se ainda que a consideração desse dois parâmetros em separado do tempo c_{ij}

(sem congestionamentos) concorre para aumentar a transparência das hipóteses consideradas.

Ainda para SALES FILHO (1996 e 1997) “a principal consequência da consideração do efeito combinado das atratividades de origem e destino, é a possibilidade de um tratamento matricial para os indicadores de acessibilidade, em moldes semelhantes ao verificado em modelos de distribuição de viagens duplamente restritos”.

2.1.3 Medidas de acessibilidade do tipo contorno

Este tipo de medida de acessibilidade baseia-se na premissa de ser determinada pelo pesquisador, uma determinada área de influência do estudo, sendo esta determinação limitada ou por linhas isócronas ou através de um custo de viagem.

Para este índice MOWFORTH (1989) coloca que “o limite do custo de viagem é pré-determinado e a acessibilidade será expressa como o número, ou proporção, de relevantes oportunidades que podem ser alcançadas dentro deste limite, a partir de uma dada zona ou área”, isto é apresentado através da seguinte expressão matemática:

$$A_{ikm}(C_{km}) = \sum_j O_{jk} f(C_{ijm}, C_{km}) \quad \text{eq. 2-10}$$

onde:

- A_{ikm} : acessibilidade do grupo k , usando modo m , a partir da zona i ;
- C_{km} : custo do contorno para usuários do tipo k , do modo m , limitado por zonas j ;
- C_{ijm} : custo pré-determinado para o modo m , a partir da zona i ;
- O_{jk} : número de oportunidades do tipo k na zonas zonas j .

sendo que:

$$f(c_{ijm}, C_{km}) = \begin{cases} 1 & \text{se } c_{ijm} \leq C_{km} \\ 0 & \text{se } c_{ijm} > C_{km} \end{cases}$$

Para MOWFORTH (1989), “esta é uma medida que descreve acessibilidade a partir do ponto de vista do usuário e que pode ser facilmente compreendida pela maioria”.

Baseado em análises espaciais através de ambientes computacionais que se utilizam de ferramentas SIG e da proposta de construção de prisma de espaço-tempo, MILLER (1991) elaborou uma alternativa ao estudo das medidas de contorno.

MILLER (1991) coloca que *“o prisma de espaço-tempo determina o conjunto de possibilidades de locais para viagens e participação em atividades, em uma extensão limitada de espaço e em um limitado intervalo de tempo. Uma região limitada de espaço-tempo é representada por uma triade ortogonal de eixos, com um par de eixos denominados x e y definindo o espaço planar bidimensional e um eixo z representando o tempo. Um ponto objeto localizado em (x_i, y_i, z_i) mostra as coordenadas de localização do objeto no espaço bidimensional no tempo z_i . Como o tempo progride, o ponto objeto, usualmente representando um indivíduo, pode ser traçado com respeito ao seu movimento no espaço sobre o tempo”* de modo que a utilização do conceito de prisma no espaço-tempo possa ser utilizado para identificar a facilidade de indivíduos em participar e se deslocar no ambiente, na busca da satisfação de suas necessidades.

2.1.4 Medidas de acessibilidade do tipo potencial de atratividade

Com a intenção de potencializar as interações ocorridas no ambiente urbano e de propor uma análise espacial e geográfica a partir da acessibilidade, POOLER (1987), baseado em conceitos de outros pesquisadores, faz um estudo da medida de acessibilidade por ele denominada de potencial de população.

Para POOLER (1987) “nominalmente, o potencial de população parece ser um índice conceitualmente claro e simples, de localização relativa. Uma consideração mais detalhada revela, contudo, que o conceito tem algumas propriedades e nuances sutis que tornam-no complexo e interessante”.

Quanto a origem do fundamento de potencial de população, POOLER (1987) indica que “o conceito de potencial de população foi inicialmente desenvolvido e popularizado pelo astrofísico JOHN Q. STEWART (em 1941, 1942, 1947) na Princeton University”.

Na formulação, STEWART assume ter um mapa que tenha sido particionado dentro de zonas de tamanho da população conhecido e no qual se tenha identificados os centróides das zonas e outros possíveis pontos de controle. Ainda, declara que a influência v em um ponto j de uma população P em uma zona i é uma função decrescente da distância r entre o centróide da zona e outro ponto, através da seguinte expressão matemática:

$$v_{ij} = \frac{P_i}{r_{ij}} \quad \text{eq. 2-11}$$

onde:

- v_{ij} : influência de uma população i em um ponto j ;
- P_i : população em uma zona i ;
- r_{ij} : distância entre o centróide da zona e outro ponto.

Então o potencial de população V_j , em j , é obtido através da somatória de todas as zonas contribuintes, tal como:

$$V_j = \sum_i \frac{P_i}{r_{ij}} \quad \text{eq. 2-12}$$

onde:

- V_j : potencial de população em j (em unidades de pessoas por unidade de distância).

Ao colocar o relacionamento entre a agregação espacial e o potencial de população, POOLER (1987) identifica no mínimo três efeitos devido ao tamanho de zona e/ou configuração. O primeiro diz respeito a suavidade do potencial de superfície, o segundo, em geral ao tamanho da área administrativa ou unidade de coleção de dados e o terceiro, relativo ao nível de agregação espacial.

O potencial de população pode ser empregado em uma medida de acessibilidade geográfica. Conforme POOLER (1987), ao desejar, por exemplo, a localização relativa de uma entidade (shopping centers, recursos recreacionais, hospitais e até mesmo cidades), para uma população como um todo, o potencial então fornece a acessibilidade, tal com uma medida. Disso pode-se relacionar o conceito de acessibilidade com a idéia de potencial de oportunidade para interação.

Para GEERTMAN e VAN ECK (1995) “o uso do conceito de potencial está proximamente relacionado com o modelo de gravidade de interação espacial”.

Contudo, GEERTMAN e VAN ECK (1995) colocam que conceitualmente a formulação clássica para o cálculo do potencial, e suas variações, possuem nenhuma ou pouca justificação teórica a não ser pela analogia com as leis da física.

São apontados por GEERTMAN e VAN ECK (1995) duas categorias de problemas relacionados com estes modelos:

- a) aqueles associados com a especificação e interpretação do próprio modelo potencial;
- b) aqueles relacionados com a representação de espaço e a medida de distância.

Quanto aos problemas de interpretação, GEERTMAN e VAN ECK (1995) afirmam que “um valor potencial não é facilmente interpretado em termos relativos a realidade geográfica”, por isso, foi desenvolvido uma proposta de medida de acessibilidade agregada que dá um valor em unidades significativas.

Quanto aos problemas referentes à distância, GEERTMAN e VAN ECK (1995) destacam que usualmente a entrada dos dados e os resultados apresentados estão relacionados a um tipo de área ou zona, pois “a medida total de cada zona é assumida estar concentrada em seu centróide, assim como, a distância entre duas zonas pode ser estimada como a distância entre os centróides”, e não consideram, contudo, o autopotencial de cada zona, “que é a contribuição das medidas de uma zona para seu próprio valor potencial”. A solução apresentada é então a escolha de uma outra estrutura espacial calculada através do potencial de superfície.

2.2 Medidas de Mobilidade

Tal como os indicadores de acessibilidade, os índices de mobilidade tem sido motivo de atenção e preocupação para muitos pesquisadores.

Contudo, também, a confusão da proximidade entre os conceitos de acessibilidade e mobilidade tem levado muitos destes pesquisadores, a propostas de indicadores que por vezes não se prestam à aquilo que é desejado.

Outras vezes, os indicadores de mobilidade, em verdade, são reconhecidos, por alguns estudiosos do assunto, como variáveis integrantes dos índices de acessibilidade.

KOENIG (1980) destaca o indicador de acessibilidade “como um poderoso determinante de mobilidade; dentro de um grupo de pessoas com características homogêneas, o índice médio de viagens pode duplicar ou triplicar de uma zona com pobre acessibilidade para uma zona com boa acessibilidade”.

PINHEIRO (1994) coloca o inter-relacionamento de mobilidade com qualidade de vida nas regiões metropolitanas brasileiras, propondo uma significação mais complexa de mobilidade, deslocando seu enfoque de meros deslocamentos e revendo-o como “uma prática social de sujeitos urbanos, desenvolvidas com o objetivo de viabilizar sua inserção nas mais variadas esferas que a cidade oferece – esfera ocupacional, de serviços de saúde e de educação, de consumo, de lazer, etc”.

Ainda para PINHEIRO (1994) *“o peso adquirido pela mobilidade nas condições de vida na metrópole acaba por transformá-la em indicador preciso da crise urbana atual. Isso é verdadeiro na medida em que, hoje, as modificações no padrão de mobilidade refletem, de modo contundente, a crise do desemprego, a queda real dos salários, a segregação urbana, o uso seletivo da cidade, a deterioração da qualidade de vida, e mesmo o aumento da pobreza urbana”*.

A lógica dos deslocamentos que determinam a mobilidade urbana é situada por DELGADO (1995) como:

a) lógica de inserção no espaço urbano

É o comportamento dos indivíduos e grupos para se inserir no espaço como localização, a qual se expressa na mobilidade residencial (mudança de endereço no espaço e no tempo) em correspondência ao mercado (formal e informal); esta lógica favorecerá, ou não, a posição do usuário da cidade como consumidor;

b) lógica de inserção na produção

Complementa e interage com a anterior, sendo o comportamento dos indivíduos e grupos para se inserir no processo produtivo; isto se expressa nas trajetórias laboriais-profissionais, em correspondência à dinâmica de mercado laboral urbano (formal ou informal); esta lógica favorecerá ou não a posição do usuário da cidade como produtor e portanto como consumidor;

c) as características da oferta de serviço do transporte coletivo

Sendo as práticas dos indivíduos e grupos para se inserir favoravelmente na atividade de circulação do espaço urbano; um fator que configura a oferta de serviço.

Em função desta confusão conceitual entre acessibilidade e mobilidade, SALES FILHO (1996 e 1997) admite ser a mobilidade relacionada com deslocamentos diários dos cidadãos no meio urbano, quer relativo a sua efetiva realização, quer a sua possibilidade ou facilidade de ocorrência.

2.2.1 Índice de deslocamentos efetuados

Quando usado como indicador do grau de bem-estar da população, este tipo de índice necessita de uma análise mais restrita dos contextos de cada região estudada, pois muitas vezes o acréscimo do índice de mobilidade pode estar indicando também uma piora na qualidade de vida da população.

Para avaliar os deslocamentos efetuados dentro da região de estudo, este tipo de índice “trabalha com o total de viagens diárias observado em uma determinada área, do qual são extraídos os seguintes índices: taxas de viagens (número de viagens diárias por pessoa); extensão média da viagem; proporção da população que viaja diariamente; tempo médio de viagem e tempo total médio de deslocamento”, segundo SALES FILHO (1996 e 1997)¹.

Este índice apresenta como principal vantagem de utilização, resultados objetivos e de fácil compreensão, podendo, inclusive, ser utilizado na avaliação da qualidade de vida dos habitantes da área de estudo.

2.2.2 Índice de facilidade de deslocamentos

A fundamentação teórica para este tipo de índice é baseada em dados empíricos e a sua abordagem é agregada, utilizando-se basicamente de estatística operacional do serviço de transporte público e da relação volumétrica de tráfego e capacidade do sistema viário.

¹ Para maiores detalhes, ver JONES, P. M.. *Mobility and the individual in Western industrial society*. In: Nijkamp, P. And Reichman, S., (eds), *Transportation Planning in a changing world*, Gower Publ. Co. & European Science Foundation (1987), England.

Ver também SOUZA, A. R. M. F.. *Mobilidade urbana – estudo do caso da cidade de Salvador – Bahia*. Tese de mestrado, PET/COPPE/UFRJ, 1990, Rio de Janeiro.

Para SALES FILHO (1996 e 1997) este tipo de índice “*preocupa-se com a facilidade de deslocamento proporcionada pelo sistema de transporte, quer seja em termos do serviço oferecido pelo transporte público, em que são freqüentemente utilizadas estatísticas operacionais tais como número de veículos em operação, intervalos médios, total de veículo/Km, capacidade dos veículos etc, quanto em termos do nível de utilização da malha rodoviária, por meio de indicadores da engenharia de tráfego, especialmente a relação V/C entre o volume de tráfego e a capacidade viária*”.

Tal como o índice de deslocamentos efetuados, a aplicação do índice de facilidade de deslocamento é bastante restrita, obtendo maior eficácia em estudos focalizados em uma determinada área, porém, apresentando resultados objetivos e de fácil compreensão.

2.2.3 Índice de potencial de deslocamento

Este tipo de índice preocupa-se com o potencial de realização do deslocamento no ambiente urbano, buscando-se avaliar o grau de privação das populações distribuídas espacialmente.

SALES FILHO (1996 e 1997) diz que este tipo de índice “*relaciona-se com a possibilidade de ocorrência do deslocamento, incluindo desde medidas tradicionais de acessibilidade, passando por análises comportamentais do tipo prismas espaço-temporais, ao estabelecimento de níveis mínimos socialmente aceitáveis para algumas das medidas anteriores visando estudos específicos de equidade e qualidade de vida voltados para grupos sociais menos favorecidos*”.

A consistência teórica para este índice é fundamentado nas medidas de acessibilidade que consideram a separação espacial, áreas de influência (isócronas ou custo de viagem) e/ou potencial de deslocamento, de modo que o índice se aplica melhor ao estudo da igualdade de condições quando da realização do deslocamento de uma população, com a vantagem de não haver a necessidade muitos dados.

Capítulo 3

3 USO DE SIG NA DETERMINAÇÃO DE ÍNDICES DE ACESSIBILIDADE A SERVIÇOS PÚBLICOS

O estudo tem por finalidade evidenciar o uso do Sistemas de Informação Geográfica no relacionamento da questão de uso de medidas de acessibilidade na análise da separação espacial dos equipamentos urbanos de saúde e educação, potencializando o processo de planejamento urbano em qualquer dos seus níveis.

No sentido de potencializar a análise da estrutura urbana surge, impulsionado pela enorme profusão das técnicas computacionais (hardware e software), como principal ferramenta auxiliar de tomada de decisão os Sistemas de Informação Geográfica (SIG – ou do inglês GIS – Geographical Information Systems). Os SIG's vêm preencher uma lacuna no planejamento urbano proporcionada pela lentidão e dispêndio na tomada de decisão.

Segundo BARTOLI et al. (1996), “o intenso processo de urbanização e os diversos setores que interferem no movimento das cidades e nas funções urbanas, seja no âmbito social, econômico, político ou físico-espacial, são fatores que motivam a reformulação e a constante revisão do planejamento estratégico”.

BARROS (1999) entende que *“muitas das inovações na aplicação das tecnologias informáticas à geografia começaram no final da década de 50. Nessa altura, vários modelos matemáticos e estatísticos começaram a ser desenvolvidos. Nos finais da década de 70, a primeira aplicação informática de SIG foi disponibilizada. Todas as experiências com esta aplicação foram acompanhadas pelo desenvolvimento dos microcomputadores no início dos anos 80. No início dos anos 90, passou-se à fase das coordenadas. Hoje os SIG's já são aplicados a um número muito variado de áreas, que vão desde estudos de mercado a planejamento urbanístico ou florestal”*.

BARROS (1999) afirma ainda que, o conceito formulado há mais de 30 anos de utilizar a geografia como uma ferramenta para integrar dados é a base dos Sistemas de Informação Geográfica.

Para FOOTE e LYNCH (1999) *“...Sistemas de Informação Geográfica têm desempenhado um papel importante como integrador de tecnologia. (...) porque permite*

aos geógrafos integrarem seus dados e métodos de maneira que apoiem as formas tradicionais de análise geográfica, tais como análises de sobreposição de mapas bem como novos tipos de análise e modelagem que vão além da capacidade dos métodos manuais...”

O evidenciamento da utilização dos Sistemas de Informações Geográficas como ferramenta integradora de informações e potencializadora da análise da estrutura urbana no processo de tomada de decisão, é realizado ao longo do estudo quando da avaliação do índice de acessibilidade das unidades espaciais de análise aos serviços públicos de saúde e educação, com o uso de tal ferramental.

3.1 Sistemas de Informações Geográficas

Para BEBIANO (1999), a idéia de utilização da geografia como uma ferramenta de integração de dados deu início a um novo conceito de cartografia baseada em Sistemas de Informações Geográficas.

BARROS (1999) aponta que as primeiras inserções tecnológicas de informática na geografia deram-se na década de 50. Neste período, passou-se também ao desenvolvimento de modelos matemáticos e estatísticos que pudessem prever o ambiente urbano. Os avanços tecnológicos experimentados na área de “hardware” dos computadores, nos anos 80, também levaram aos sistemas de informações geográficas a experimentarem grandes avanços em softwares desenvolvidos para as mais variadas aplicações, e têm finalmente sua aplicação direcionada exclusivamente para ambientes SIG a partir da inclusão de coordenadas geográficas nestes ambientes nos anos 90.

FOOTE e LYNCH (1999) e BARROS (1999) indicam que os Sistemas de Informação Geográfica permitem um maior controle e gerência em organismos públicos municipais, assim como propiciam um sistema de consulta que imprime maior velocidade na coleta e manuseio das informações e aumenta a qualidade na prestação de serviços. Departamentos essenciais de um governo municipal como o planejamento, cadastro técnico e cadastro tributário, transportes e trânsito, obras públicas, educação, saúde, meio ambiente, águas e saneamento, segurança pública e emergências, estendendo-se até mesmo para departamentos geradores de receita como turismo e cultura, além de informações ao público, devem estar integrados a um SIG. Atualmente é vital ao tomador de decisão possuir ferramental capaz de atualizar e

controlar as informações disponíveis, pois o domínio das informações auxilia com antecedência as decisões que irão permitir o controle do futuro.

A rápida profusão das geotecnologias envolvidas com o ambiente de SIG propiciaram o surgimento de ambientes direcionados a aplicações específicas da análise do ambiente quer urbano quer regional. Para BARROS (1999), BEBIANO (1999) e FOOTE e LYNCH (1999), em função da grande quantidade dos SIG's, as definições destes ambientes variam de acordo com o tipo de aplicação e com o papel a que se presta o seu uso. Até mesmo ambientes como o CAD (Computer Aided Design) são confundidos com os SIG's, que mesmo com os avanços sofridos pelo primeiro em seu ferramental, este ainda não é contemplado com coordenadas geográficas e sistemas de projeção, assim como, não são capazes de realizar qualquer tipo de análise espacial e de se conectarem facilmente a um banco de dados, funções principais dos SIG's.

Também questões como a econômica influem na definição do SIG a ser usado como podemos ver nos chamados sistemas AM/FM (Automatized Mapping / Facilities Management), que são versões simplificados dos SIG's para o tratamento da informação cartográfica (armazenamento e manipulação), podendo ser o objeto cartográfico ligado a uma informação alfanumérica, porém sem a possibilidade de realização de análises espacial por não possuírem relação topológica na estrutura do dados. Portanto, para BARROS (1999) e FOOTE e LYNCH (1999), dependendo da aplicação que será dado ao SIG, a questão econômica pode ser fundamental para definição do ambiente a ser usado.

Para SPERRY (1999) uma outra aplicação que pode ser dada ao SIG é no cadastro técnico multifinalitário (CTM) cuja função principal é a de coletar, armazenar, manipular e manter dados associados a lotes e propriedades urbanas. Como as informações do CTM estão também associadas a endereços, estes tipos de SIG também podem ser utilizados para questões como o combate a criminalidade, atendimentos de urgência, taxas dos impostos públicos e para disponibilização dos equipamentos urbanos.

Também há SIG especializado no planejamento estratégico dos sistemas de transportes urbano (públicos ou particulares) que são os chamados SIG-T² - Sistema de

² Não confundir com o novo tema de investigação de um grande número de pesquisadores no mundo que estudam a fraca resposta do SIG's no trato de dados que descrevem fenômenos variantes com o tempo, para o estudo de sistemas dinâmicos. A este estudo está-se denominando de SIG-T (SIG - Temporal).

Informações Geográfica - Transporte. Este SIG tem no produto TransCAD³ Transportation GIS seu maior representante mundialmente reconhecido, podendo ser aplicado nos níveis local, regional, nacional e continental do planejamento dos sistemas de transporte e no auxílio a tomada de decisão na área de transporte.

A denominação SIG-T originou-se a partir da necessidade dos pesquisadores da área de transporte em dispor de sua base de dados gerada externamente ao SIG e poder manuseá-la internamente, ou seja, a teorização do ambiente urbano, através de seu modelamento matemático dos transportes, era realizada em ambientes computacionais (software) externos ao ambiente SIG e em muitos casos não era reconhecida, daí a necessidade de serem incorporadas ferramentas dentro do SIG que realizassem tal tarefa ou que as interfaces entre, e/ou dos sistemas, pudessem ser reconhecidas por ambos.

Encontramos na literatura várias aplicações para o SIG-T, tendo em SILVA (1998) um amplo estudo do Estado da Arte do desenvolvimento desta questão no Brasil seccionados em dois períodos de tempo, um anterior a 1995 e outro posterior. Este seccionamento, no entendimento de Silva, deve-se ao fato que até 1995 foi uma fase dita como de reconhecimento da nova tecnologia e após o de uso efetivo com uma visão mais madura do assunto.

Atualmente aos SIG-T já estão incorporadas com ferramentas de métodos e modelos para análise de sistemas de transporte, roteamento, investigação operacional e aplicações de mercado, suporte ao manuseio de tabelas e matrizes de grande demanda, além das ferramentas normais de um SIG.

3.1.1 Vinculação fraca (Loose coupling)

Esta é uma área de estudo que começa a ganhar reconhecimento da sua importância dentro dos ambientes de SIG. Em sua grande maioria os pacotes de SIG são programas fechados, com seu ferramental direcionado a(s) aplicação(ões) e/ou tarefas que o usuário pretende realizar dentro de um ambiente georeferenciado. Em função de detalhes como o da necessidade de o usuário ter que aprender um novo tipo

³ O TransCAD Transportation GIS Software é um produto desenvolvido pela Caliper Corporation, 1172 Beacon Street, Newton, Massachusetts (MA), 02461, USA.

de linguagem de programação (geralmente voltada especificamente para o SIG utilizado) a cada nova funcionalidade que o mesmo usuário queira adicionar ao seu SIG e que muitos dos modelamentos matemáticos do ambiente urbano são desenvolvidos por vários outros pacotes computacionais (softwares), abre-se um novo campo para os chamados SIG's de estrutura aberta (Open GIS).

Os sistemas SIG que se enquadram dentro da filosofia de estrutura aberta (Open GIS) são pacotes desenvolvidos para que os ambientes de SIG consigam reconhecer e comunicar-se com outras plataformas de softwares sem a necessidade de perder tempo com o desenvolvimento de todo um ferramental que já está disponível.

A intensidade com que o SIG é capaz de interagir com outros softwares pode ser classificada de quatro modos principais, segundo NYERGES(1993) apud WEGENER (1998):

a) Aplicações Isoladas (Isolated Applications)

Onde o SIG e o programa de análise espacial rodam em diferentes ambientes de hardware. A transferência dos dados entre os possíveis modelos de dados é feito por arquivos em código ASCII e o usuário é a interface entre os programas. O gasto com programação adicional é baixo, porém a eficiência do acoplamento é limitada;

b) Vinculação Fraca (Loose Coupling)

O acoplamento é realizado por meio de arquivos em ASCII ou binário. O usuário é responsável pela formatação dos arquivos para o formato das especificações do SIG/GIS. Este tipo de acoplamento é realizado diretamente no computador do usuário, ou em um computador da rede local. Relativamente com pequena programação extra, a eficiência é maior do que a aplicação anterior;

c) Vinculação com Integração Parcial (Tight Coupling)

Neste caso os modelos de dados podem ainda ser diferentes mas a troca automática de dados entre o SIG e o modelo de análise espacial é possível através de uma interface padronizada sem a intervenção do usuário. Isto incrementa a eficiência da troca de dados porém exige um maior esforço de programação (por exemplo, programação de macro-linguagem) e o usuário permanece responsável pela integridade dos dados;

d) Integração Completa (Full Integration)

Este acoplamento opera como se o sistema fosse homogêneo sob o ponto de vista do usuário. A troca de dados está baseada em um modelo de dados e sistema gerenciador da base de dados comum. A interação entre a análise espacial e o SIG é muito eficiente. O esforço inicial para o desenvolvimento é grande, mas pode ser justificado pela facilidade na qual as funções de modelos podem ser adicionada mais tarde.

3.1.2 Sobrepor (Overlay) e Consultar (Query)

O que é chamado de “overlay” consiste no processo de sobreposição de temas contendo dados geográficos que ocupam o mesmo espaço, a fim de estudar o relacionamento existente entre estes temas, ou seja, é uma técnica utilizada para realização de análises espaciais onde são efetuadas operações aritméticas ou lógicas através da sobreposição de temas distintos, produzindo assim, um terceiro tema como resposta da operação utilizando os atributos alfanuméricos dos temas de origem. Comumente, esta técnica é utilizada quando a base de dados cartográficas tem sua estrutura de representação de dados espaciais no formato matricial (ou raster), permitindo a realização de tarefas tais como: cálculo de áreas, reclassificação e operações aritméticas e lógicas.

A utilização da ferramenta de consulta, por sua vez, permite ao usuário a seleção das informações necessárias a fim de responder a uma necessidade do mesmo, a partir dos atributos, ou mesmo feições, que estão relacionados a um certo objeto gráfico de interesse. A ferramenta que possibilita a execução de consulta dos dados tanto pode ser utilizada na estrutura de dados matricial quanto na vetorial. Segundo EASTMAN (1992) apud CALIJURI e RÖHM (1995) a ferramenta de consulta (query) “é a mais fundamental de todas as ferramentas do SIG e está relacionada com a consulta ao banco de dados”.

3.2 Acessibilidade como um Atributo no Ambiente SIG

Na forma de um atributo acoplado a um tema, o índice de acessibilidade determinado à população de cada quadra pertinente a área de estudo, permite identificar

a unidade espacial de análise que se apresenta como a mais desprovida dos serviços públicos em questão. O índice de acessibilidade aqui apresentado indica o relacionamento de demanda (no caso a população residente nas quadras) e a oferta dos serviços públicos de saúde e educação (postos de saúde e escolas respectivamente).

O uso deste atributo no ambiente SIG permite a visualização imediata por parte do usuário (planejador, tomador de decisão ou especialista), das áreas mais desprovidas deste tipos de serviços públicos urbano, não somente em função do próprio índice, como também em função da população residente em cada unidade espacial de análise. Este e outros tipos de relacionamentos de atributos dentro do ambiente de SIG só serão possíveis com o uso de ferramentas próprias destes tais como o “overlay” e a consulta “query”.

3.3 Acessibilidade aos Serviços Públicos de Saúde e Educação

Sendo o índice de acessibilidade um importante instrumento de identificação das necessidades do ambiente urbano, a sua potencialização como instrumento de análise desse ambiente poderá ser evidenciada com a utilização de todo o ferramental existente na grande maioria dos SIG's.

Para determinação do índice de acessibilidade nas unidades espaciais de análise são utilizadas variáveis que identificam o relacionamento espacial existente entre a demanda e a oferta de, por exemplo, um serviço público, cuja atratividade deste serviço impele aos residentes em uma determinada unidade espacial de análise a realizarem esta interação espacial. Neste sentido os SIG's possuem ferramentas que possibilitam a imediata geração de uma matriz de distâncias e a obtenção e identificação de rotas com menor distância de interação (menor caminho) utilizando-se o sistema viário existente entre o ponto de origem e o ponto de destino.

Neste trabalho serão estudados dois tipos de serviços públicos considerados de alta relevância às populações que habitam o meio urbano, quais sejam: serviços públicos de saúde e de educação.

É importante o leitor atentar que para o estudo do serviço público de educação, o recomendado para a utilização dos dados censitários de população seria o de identificação das faixas etárias nas populações residentes nas unidades espaciais de análise próprias para cada nível de escolaridade, porém a impossibilidade de

segmentação destas populações em faixas etárias, a partir dos dados disponibilizados pelas fontes, obrigam ao autor indicar que, para efeitos deste estudo, o total destas populações irá interagir no ambiente urbano na busca pelo serviço de educação em cada unidade escolar. Para o serviço público de saúde, este tipo de consideração não precisa ser realizado devido ao reconhecimento de que as populações das unidades espaciais de análise irão interagir no ambiente urbano em função da totalidade dos serviços prestados em cada posto de saúde.

Também pode-se acrescentar a estes fatos a ressalva que, como é de conhecimento de todos os pesquisadores, planejadores e tomadores de decisão, a ausência de uma maior quantidade de dados, impossibilita a consecução de muitos estudos ou obriga a que o estudo seja realizado dentro de algumas condições muitas das vezes não desejadas. Isto posto, a disponibilização dos dados de população das quadras da área de estudo feito pelo IBGE já representou um grande avanço na qualidade da análise espacial, pois até o momento, todas as análises desenvolvidas tinham como unidade espacial a agregação de várias quadras e até de setores censitários, em zonas de tráfego, que carregavam consigo todos os problemas referentes a esta agregação como homogeneidade, tamanho da área, forma da área, etc.

3.3.1 Zonas de tráfego

No processo de planejamento urbano e principalmente no planejamento estratégico dos transportes, a determinação de zonas de tráfego constitui-se uma das primeiras etapas desses processos. Contudo, qualquer que seja o processo de planejamento a ser utilizado, terá obrigatoriamente em uma de suas etapas, um processo de coleta de dados sócio-econômicos e de uso do solo, que irão abastecer as etapas de modelagem matemática.

Para a realização desta coleta de dados, usualmente a área espacial urbana é seccionada em unidades denominadas de unidade básica espacial (geralmente estas unidades são os setores censitários do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Porém cabe ao planejador, dependendo do grau de precisão e da validade que for necessário ao seu planejamento, agregar estas unidades básicas espaciais em zonas de tráfego.

Segundo SANCHES (1997), em função dos critérios adotados na definição das zonas de tráfego serem baseados em dados qualitativos e quantitativos, a problemática de criação das zonas de tráfego é uma dificuldade combinatória que dá início a um elevado número de formas de agregação.

Ainda segundo SANCHES (1997), para um sistema de zonas de tráfego há duas características básicas estritamente relacionadas, que são: o tamanho e o número de zonas. Nesta relação, um número maior de zonas, implica num tamanho menor para as mesmas, na mesma área de estudo.

O que cabe ao planejador nesta situação é ter uma idéia bastante clara daquilo que o seu planejamento necessita como resultado pois, é fácil perceber que uma quantidade elevada de zonas na área de estudo, tende a complicar a análise, enquanto que um número reduzido de zonas de tráfego pode propor a agregação de setores bastantes diferentes.

Na literatura são encontrados alguns critérios propostos por vários autores a fim de se determinar as zonas de tráfego, e que são assim descritos por SANCHES (1997), a saber:

- a) **Compatibilidade com os setores censitários** : o sistema de zonas deve ser compatível com outras divisões administrativas, particularmente as zonas censitárias;
- b) **Homogeneidade das zonas** : as zonas devem ser tão homogêneas quanto possível em sua composição de uso do solo e/ou população;
- c) **Forma das zonas** : as zonas devem ser compactas, com um formato que permita a fácil determinação de seu centróide;
- d) **Dimensão das zonas** : as zonas não precisam ser todas do mesmo tamanho. No entanto, é desejável se ter níveis similares de atividades em todas as zonas;

- e) **Barreiras** : as zonas não devem ter barreiras internas que dificultem o tráfego inter-zonal.

TACO et al. (1996) propõem um método sistemático para análise destas zonas de tráfego utilizando-se do sensoriamento remoto com a finalidade de definição dos SAH – Setores Agregados Homogêneos, onde a análise de um conjunto de fotografias aéreas permite a atualização dos dados sócio-econômicos da população residente na zona de tráfego.

A agregação de áreas censitárias na determinação das zonas de tráfego, conforme dito anteriormente, está diretamente relacionada as questões de tamanho, número e da precisão esperada para análise.

Pois para O'NEIL (1991) apud TACO et al. (1996) “no planejamento de transporte a delimitação de zonas de tráfego é um método tradicional que tem por finalidade a divisão da área de estudo em unidades mais homogêneas, possibilitando a análise das viagens produzidas e atraídas, em função de diversos parâmetros sócio-econômicos, geográficos e populacionais”.

TACO et al. acreditam ser a fotografia aérea o método mais rápido e de menor custo que visa a atualização dos dados sócio-econômicos utilizados na determinação dos SAH, porém para SANCHES (1997), a homogeneidade entre duas zonas (definida pela autora como “a ausência de diferenças entre determinadas variáveis sócio-econômicos, características dessas áreas”) pode ser obtida com a utilização de um SIG – Sistemas de Informações Geográficas.

A similaridade num processo de agregação entre setores censitários na definição da zona de tráfego, fundamenta-se na densidade populacional, renda média, número de viagens atraídas e geradas, tipo e intensidade do uso do solo, entre outros, cujos atributos podem ser inseridos como base de dados para análise espacial em um SIG.

3.4 Escolha do SIG

Dentre os vários ambientes de SIG (note que ao se referir a um ambiente de SIG o autor está verdadeiramente referindo-se aos pacotes computacionais que

proporcionam um ambiente SIG) disponíveis no mercado, o SIG Arc-View⁴ apresenta uma grande quantidade de ferramentas capazes de proporcionar uma significativa quantidade de opções de análises do ambiente urbano além de ser interativo com o usuário pela sua compatibilidade com a plataforma Windows.

Prova disso é o seu reconhecimento internacional com mais de 200000 licenças em uso, sendo o “desktop mapping” mais utilizado do mundo, possuindo ampla capacidade de produção de mapas temáticos e de análise espacial. O Arc-View permite a organização das informações utilizando-se de bases de dados alfanuméricas e espaciais e permite responder a questões espaciais e alfanuméricas de forma integrada, gerando novos dados geográficos a partir dos dados originais.

O SIG Arc-View é composto por um pacote básico de ferramentas de SIG e por extensões que possuem as ferramentas de análise específicas para cada tipo de aplicação desejada pelo usuário como por exemplo, análise espacial (Spatial Analyst), análise de rede (Network Analyst), análise tridimensional de superfícies (3D Analyst), análise de mercado (Business Analyst), extensão para proporcionar acesso via internet para usuários (Internet Map Server), extensão para tratamentos de imagens (Image Analysis) e análise em tempo real de dados originados de GPS (Global Positioning System), (Tracking Analyst) entre outros. Também a ampla possibilidade do usuário desenvolver seu próprio ferramental em outras linguagens de programação, que não o Avenue⁵, complementa o potencial de interfaceamento com outros aplicativos, que capacitam este SIG ao emprego nas mais diversas áreas do planejamento urbano e regional.

Para BARROS (1999) o Arc-View é um SIG que se propõe a ser manipulado por técnicos especializados das mais diversas áreas, colocando ao alcance destes, enormes capacidade de análise com uma necessidade muito reduzida de conhecimento em ambiente SIG. É ainda um produto acessível em termos de custo para aquisição, fácil de utilizar, especialmente projetado para trabalhar em ambiente de interface com o usuário Windows, não competindo diretamente com o Arc/Info (outro

⁴ Produto desenvolvido pelo ESRI – Environmental System Research Institute, Inc. 380 New York Street, Redlands, California (CA), 92373, USA.

⁵ O Avenue é uma linguagem de programação própria do Arc-View GIS. O Avenue é completamente integrado ao Arc View para o desenvolvimento de aplicações e pode rodar as mais diversas plataformas de programação disponibilizadas pelo Arc View.

software desenvolvido para SIG e comercializado pelo ESRI), que é muito mais laborioso porém oferecendo grande potencialidade de gerar mapas temáticos.

Segundo o ESRI (1996a), sua interface com o usuário (GUI – Graphical User Interface) oferece um fácil acesso a todo seu ferramental que é composto por uma barra no topo da janela Windows e que ativa menus de múltipla escolha. Apresenta também uma barra de botões (button bar) e uma barra de ferramentas (toolbar), sendo que cada tipo de documento tem seus próprios conjuntos de menus, botões e ferramentas.

A criação de funcionalidades novas e até mesmo aspectos como a retirada e inserção de botões e menus podem ser personalizadas sem a necessidade de programação adicional. Usando a linguagem de desenvolvimento orientada a objetos do Arc-View, o Avenue, isso pode ser personalizado através da criação de programas (scripts) para responder a questões específicas.

Os formatos mais comuns de base de dados alfanumérica e geográfica podem ser lidos pelo SIG aplicado no estudo. Os formatos de dados geográficos reconhecidos diretamente pelo SIG utilizado são o próprio formato aberto do Arc View (shapefile ou .SHP), os formatos antecessores como AutoCAD (.DXF e .DWG), Intergraph (.DGN) e VPF (com a extensão VPF reader), PC Arc/Info, ArcCAD e Arc/Info. O acesso às bases de dados em formato alfanumérico como texto, dBASE e INFO pode ser realizado diretamente. Para outras bases de dados em formato alfanumérico (Access, Paradox, Oracle, Informix, etc.) o acesso é feito via ligações em linguagem de consulta estruturada SQL (através do método de compartilhamento ODBC – Open Data Base Connectivity).

Das vantagens técnicas encontradas no SIG Arc View temos projetada a portabilidade multiplataforma (Windows[NT, 95 e 98] e Unix) e a arquitetura 32 bits. No caso de análise de rede viária não encontramos problemas de limitação do tamanho da rede, podendo-se encontrar o melhor e/ou menor caminho entre dois ou mais pontos. Pode-se também gerar áreas de serviços no entorno de pontos, reordenar paradas de ônibus do transporte público de passageiros e altera o sentido das viagens. Todos estes recursos são oferecidos pelo módulo extensão Analista de Rede (Network Analyst) do SIG Arc View.

3.4.1 Extensões do SIG utilizado

São produtos desenvolvidos separadamente pela ESRI, ou em parceria com outras empresas da área de GIS, ou ainda pelo próprio usuário, que visam dotar de ferramentas avançadas à capacidade de análise do módulo básico do SIG Arc View.

Como o projeto do SIG Arc View foi concebido sob o conceito de fácil adicionar (easy to add), as extensões são ditas “plug-ins” a este SIG porque podem ser carregadas a qualquer momento e depois de seu uso, desativadas se for necessário. Neste estudo estará sendo usado para análise, a extensão Analista de Rede (Network Analyst).

3.4.2 Analista de Rede (Network Analyst)

Extensão desenvolvida para o tratamento de questões que envolvam o uso do sistema viário, ou rede viária, buscando a agilização da tomada de decisão, através da visualização e análise dos dados espaciais, assim como a economia de tempo e dinheiro na solução de problemas práticos diários.

Segundo ESRI (1996b), com a extensão Network Analyst o usuário pode solucionar questões que envolvam a rede do sistema viário tais como:

- a) encontrar o caminho mínimo entre um ponto de origem e um ponto de destino e gerar o seu respectivo sentido da viagem. Os pontos de origem e destino podem ser inseridos na rede por intermédio do mouse ou por meio de um arquivo, naqueles formatos que são reconhecido pelo SIG utilizado, contendo os respectivos endereços;
- b) encontrar a melhor rota de viagem a partir de um ponto de origem para vários pontos de destino e se desejado, a melhor rota de retorno;
- c) encontrar um ponto de atratividade mais próximo do ponto de origem baseado na informação que o usuário pretende tomar com relação a tempo, custo ou distância;
- d) criar áreas de serviços (service areas) em torno de um ponto de atratividade que podem ser definidas a partir do tempo de viagem (5 min., 10 min., 20 min.,...) ou em função da distância viajada e ainda verificar em um planejamento futuro

quais áreas necessitam de investimentos em determinadas atratividades (planejar o uso do solo), entre outras capacidades disponíveis para esta extensão.

Com todas estas funcionalidades, o Analista de Rede (Network Analyst) é um pacote de software simples, fácil de usar (em função da interface GUI) e que adiciona grande capacidade de análise de rede ao SIG aplicado no estudo, incorporando uma grande quantidade de funcionalidades desenvolvidas para pacotes computacionais especialmente dedicados à análise de rede e a um custo financeiro bastante reduzido.

3.4.2.1 O programa rede de caminhos mínimo (shortest network paths - SNP.AVX)

Dentro da filosofia de projeto do SIG usado no estudo de permitir o acoplamento de funcionalidades desenvolvidas pelo próprio usuário ao ferramental de análise deste software, o rede de caminhos mínimos (shortest network paths) é um programa (script) que pode ser adicionado juntamente com a extensão Analista de Rede (Network Analyst) para auxiliar na análise de rede. O Shortest Network Paths é um script que identifica automaticamente a distância entre possíveis vários pontos de origem para vários pontos de destino utilizando-se de caminhos mínimos na rede gráfica.

Para realizar esta tarefa é necessário que se tenha ativa na posição VISTA (VIEW) do projeto, um tema ponto que represente os pontos de origem, um tema ponto que represente os pontos de destino e um tema linha representando graficamente a rede viária. A execução deste programa (script) é feita a partir do botão que identifica o caminho mínimo na rede (FINDS CLOSEST NETWORK PATH) conforme figura 3-1.

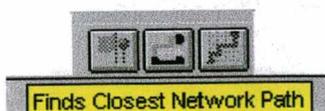


Figura 3-1 - Botão para execução do programa rede de caminhos mínimos (Shortest Network Path)

Com a execução do programa, são adicionados a vista (VIEW) dois novos temas linhas, um representando todos os possíveis caminhos mínimos ao longo da rede a partir de todos os pontos de origem para todos os possíveis pontos de destino e um outro representando somente os caminhos mínimos entre todos os pontos de origem para todos os pontos de destino que estão mais próximos da origem. Para cada tema

combinação dos pontos de origem e destino e também um campo que representa a distância total entre cada par de origem e destino em unidades de mapa. Este script portanto será utilizado para geração da matriz de distâncias (impedâncias) usada na determinação do índice de acessibilidade.

Em função das características operacionais do SIG Arc View, o mesmo será adotado para fins da aplicação prática que será descrita no capítulo 4.

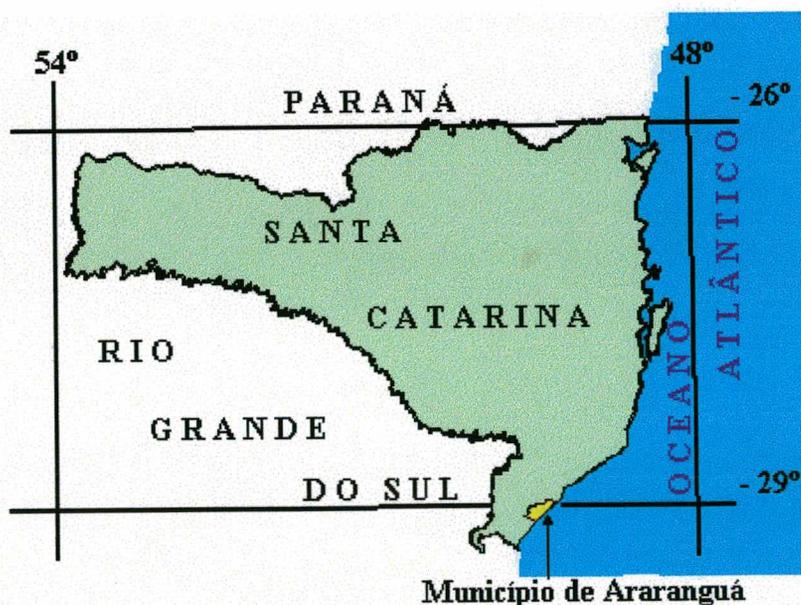
Capítulo 4

4 APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1 Caracterização da Área de Estudo

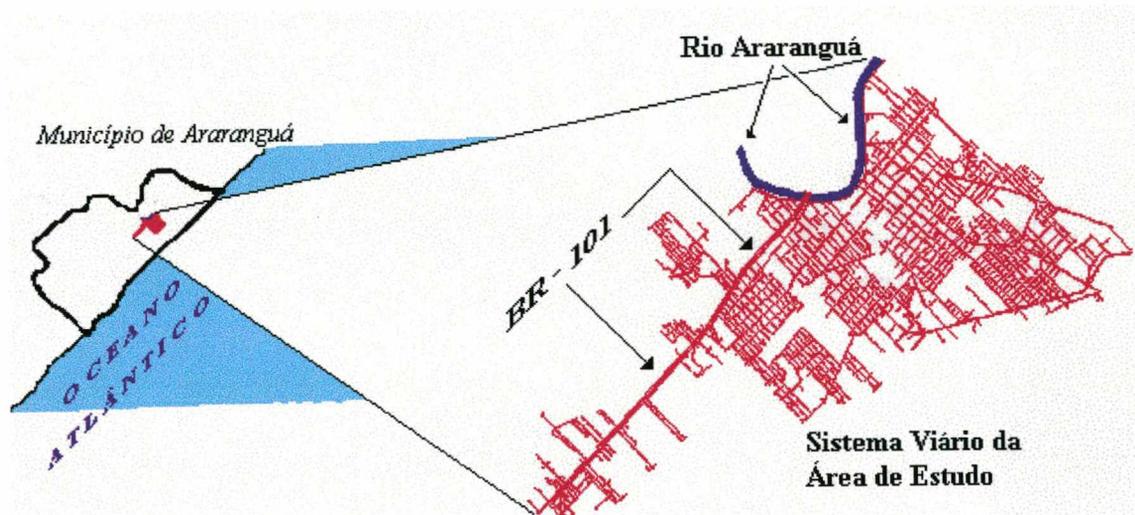
Estando localizado geograficamente na região extremo-sul do estado de Santa Catarina, o município de Araranguá possui atualmente uma área territorial de 303,70 Km², sendo 36,30 Km² referentes a área urbana, e uma população estimada pelo último recenseamento (1996) de 55449 habitantes, segundo dados obtidos junto ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Na Praça Hercílio Luz, encontra-se um marco geodésico cujas coordenadas esféricas são as seguintes : 28° 56' 05" S e 49° 29' 09" W e altitude com 13 metros em relação ao nível do mar. Do mapeamento sistemático nacional, obtêm-se as cartas, na escala 1:50000, denominadas Araranguá, Turvo e Sombrio com as respectivas nomenclaturas de folha: SH-22-X-B-IV-3, SH-22-X-A-IV-4 e SH-22-X-C-III-2, compondo os limites geográficos da área total do município e estando tais limites localizados entre as coordenadas esféricas 28° 45'S à 29° 15'S de latitude e 49° 15'W à 49° 45'W de longitude, respectivamente.



Mapa 4-1 - Localização geográfica do município de Araranguá

Uma melhor identificação da localização do território do município de Araranguá pode ser observado pelo mapa 4-1 que situa a área de estudo, dentro do território do Estado de Santa Catarina. No mapa 4-2, a localização da área objeto do estudo no município de Araranguá é apresentada.



Mapa 4-2 - Área de estudo no município de Araranguá

Fonte : Base Cartográfica disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Araranguá

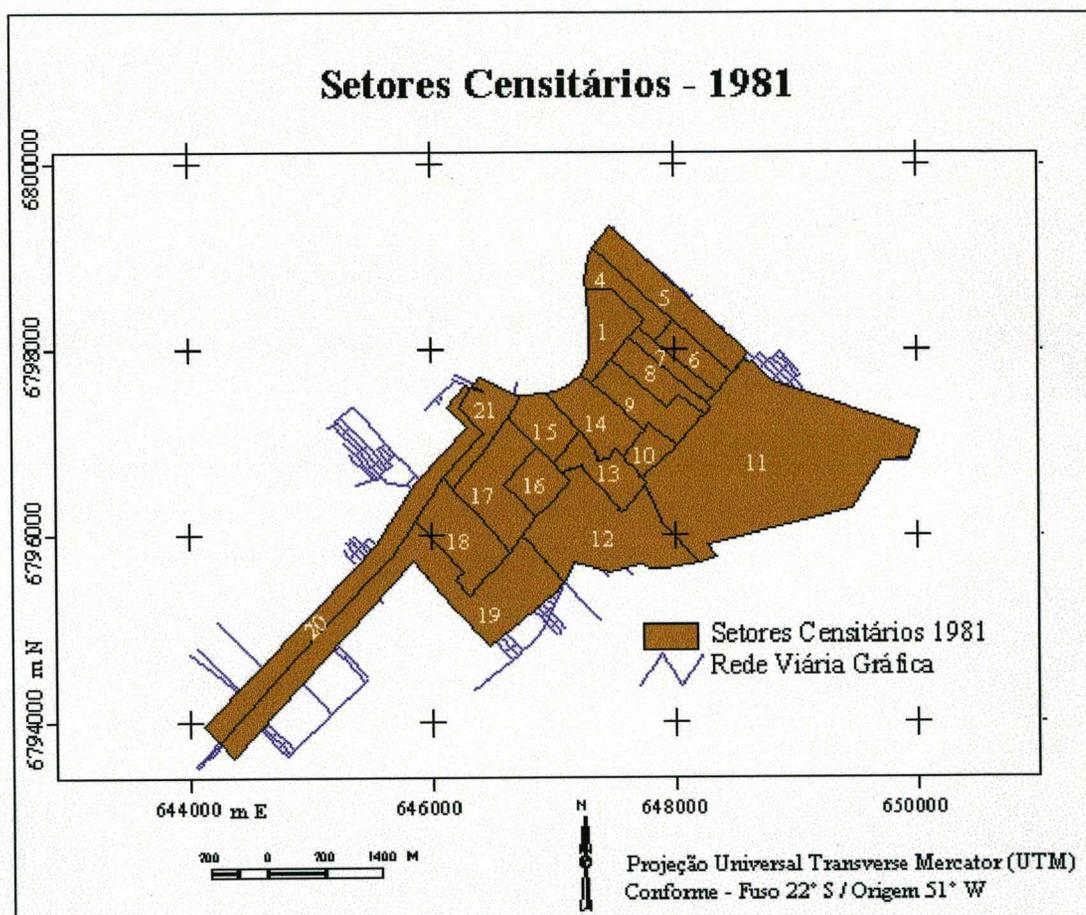
O traçado das quadras mais centrais, que formam a origem do município, apresenta quadras regulares em dimensão e com formas retangulares, área média medindo 35000 m² e com perímetro médio de 730 m (250m x 115m), tendo como estrutura urbana formadora do município a do tipo grade (ou grelha).

O sistema viário é composto por vias principais (ou arteriais) transversais e longitudinais que comportam completamente o fluxo de tráfego existente, proporcionando grande facilidade nos deslocamentos, e por vias secundárias que se prestam ao tráfego local de acesso às propriedades. Com exceção das vias primárias que apresentam duas pistas (separadas por um canteiro central) com duas faixas em sentido único, todo o restante do sistema viário é composto por no mínimo uma faixa em cada sentido do tráfego, não havendo pista com sentido único.

Na década de 70, o município experimentou um enorme crescimento em sua expansão urbana devido, em grande parte, ao asfaltamento da rodovia federal (BR-101) que corta praticamente pela metade o seu território. À mesma época, o governo federal brasileiro incentivou ao uso do transporte rodoviário, como modelo de

desenvolvimento, sendo então, esta rodovia, considerada importante corredor de ligação entre os estados da região sul do Brasil, com os demais estados da federação e de importância estratégica no MERCOSUL (Mercado Comum do Cone Sul).

No recenseamento geral do ano de 1981, o município de Araranguá foi dividido em 21 áreas de recenseamento, sendo que, devido a metodologia utilizada na época para levantamento de dados demográficos, os setores 2 e 3 se encontravam espacialmente dentro do setor 1, de modo que, os seus dados aparecem inseridos junto ao setor 1 e melhor visualizado no Mapa 4-3 a seguir.

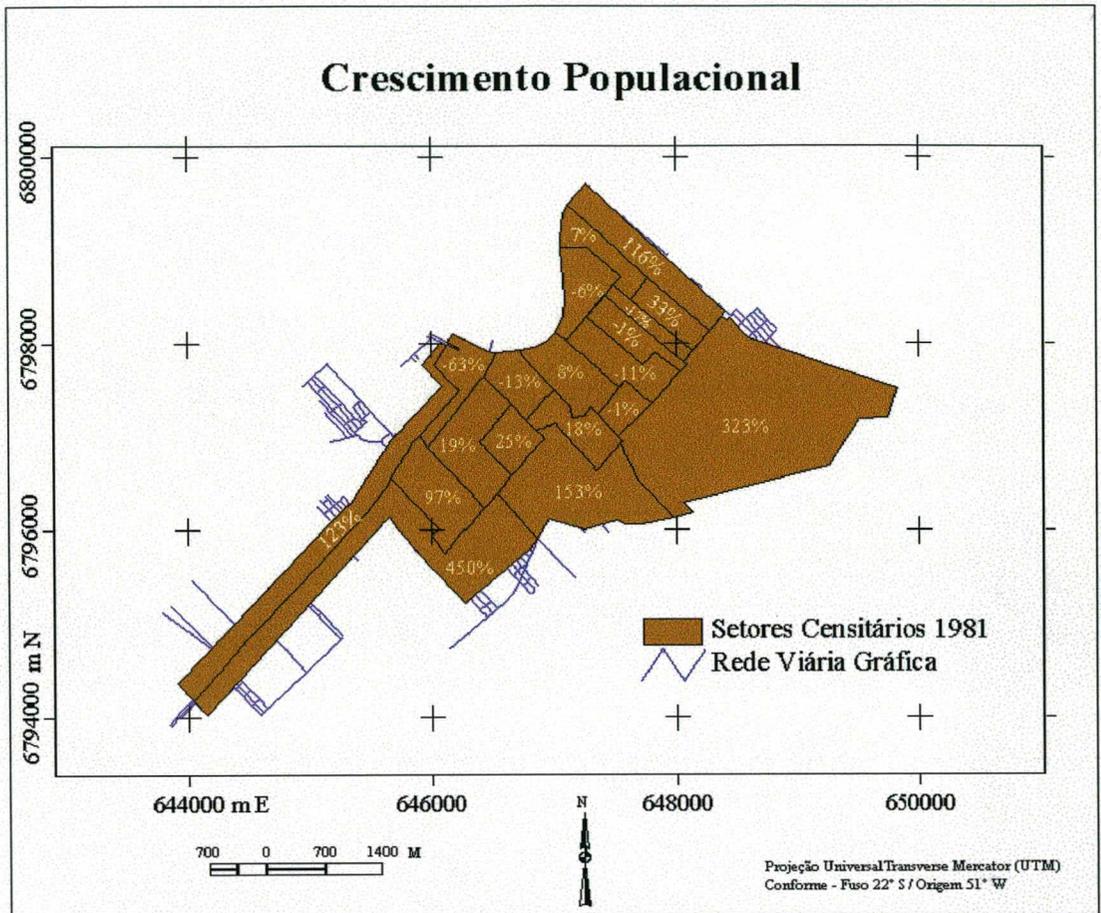


Mapa 4-3 - Setores Censitários em 1981

Fonte : IBGE – Mapa de setores censitários aplicado no recenseamento de 1981

Os vetores de expansão podem ser melhor identificados no Mapa 4.4 que apresenta a comparação dos índices de crescimento da população (para cada área censitária determinada para o recenseamento demográfico de 1981), no período recenseado dos anos de 1981 e 1996, mostrando ainda a tendência de urbanização na periferia do município e ao longo da rodovia federal BR-101. Outra forma de visualização de crescimento das populações nos setores censitários pode ser observado

no Mapa 4-5 com a utilização de gráficos que apresentam o relacionamento do crescimento da população no período de enfoque (1981 até 1996).



Mapa 4-4 - Percentual de crescimento populacional por setor censitário
Fonte : IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

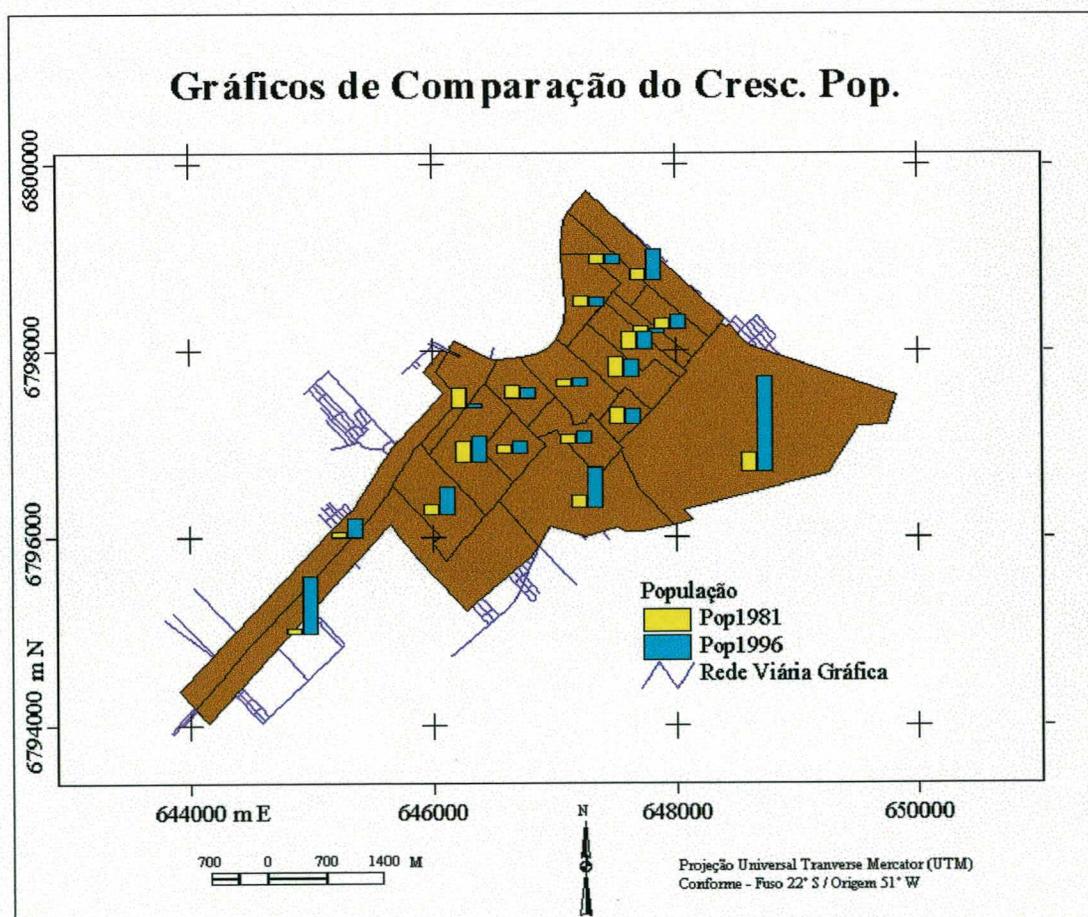
Os dados de densidade populacional, obtidos a partir dos dados demográficos de população dos anos de 1981 e 1996, fornecidos pelo IBGE, e apresentados nos mapas 4-7 e 4-8 (Densidade Populacional - Recenseamento 1981, e Densidade Populacional – Recenseamento 1996), continuam mostrando a importância deste corredor viário na expansão da estrutura urbana da município até a presente data. Verifica-se que aqueles setores censitários existentes ao longo da rodovia são os que apresentam grande taxa de crescimento em suas densidades populacionais.

Ainda, com relação a expansão urbana percebida nos setores censitários, pode-se também observar que aqueles setores que correspondem a área onde o município teve sua origem (setores censitários 1 (que agrega os setores 2 e 3), 8 e 10), apresentaram uma densidade de população praticamente estável entre os anos de 1981 e 1996. No mesmo período, os setores 7, 9, 15 e 21 apresentaram queda em sua

densidade populacional originada em grande parte pela mudança no uso do solo, tendo o último experimentado um crescimento negativo de até 63% na referida taxa. O setor 21, em especial, teve sua densidade populacional reduzida em função do mesmo “possuir” o trevo de acesso à cidade (grande movimento de veículos) e ter seu uso do solo mudado para o tipo predominantemente comercial.

A expansão da estrutura urbana do município mostra forte tendência no avanço das taxas de densidade nos demais setores, apresentando as maiores taxas de crescimento da densidade populacional nos setores periféricos a área urbana.

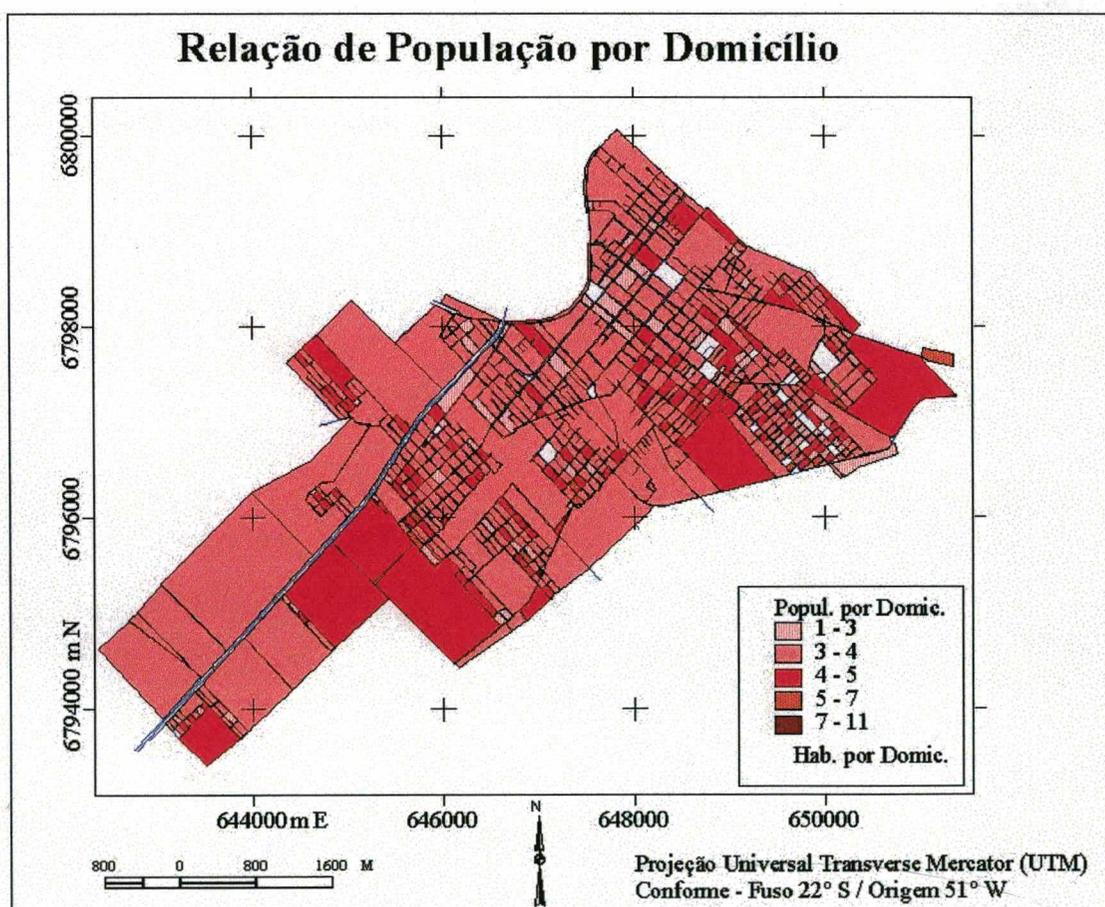
Os setores censitários 5, 11, 12, 18, 19 e 20 (conforme o Mapa 4-3) apresentaram fortes vetores de crescimento populacional e experimentaram uma significativa elevação em suas taxas de crescimento populacional no período da análise de 115%, 322%, 153%, 96%, 450% e 123% respectivamente (conforme observado no Mapa 4-4), índices estes que permitiram um salto dos primeiros intervalos da densidade populacional (baixa densidade de população) para intervalos com maior taxa de densidade.



Mapa 4-5 - Gráficos de cresc. popul. nos setores censitários para o período 1981-1996
 Fonte : IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Segundo SILVA (1998) há grande relação entre a densificação do ambiente urbano e os custos de infra-estrutura (água potável, saneamento básico, energia elétrica e pavimentação) e do transporte. Quanto ao transporte público urbano explica que para densidades populacionais maiores ocorre uma elevação da eficiência do transporte e em alguns casos, produzem melhores resultados que algumas estratégias operacionais. SILVA (1998) parece estar seguro que a menor densidade econômica é encontrada em densidades acima de 100 hab./hectare para investimento em infra-estrutura e considera ainda que, abaixo disso, representa um desperdício de recursos e provoca desvios de investimentos que poderiam estar sendo canalizados para, por exemplo, setores de relevância social.

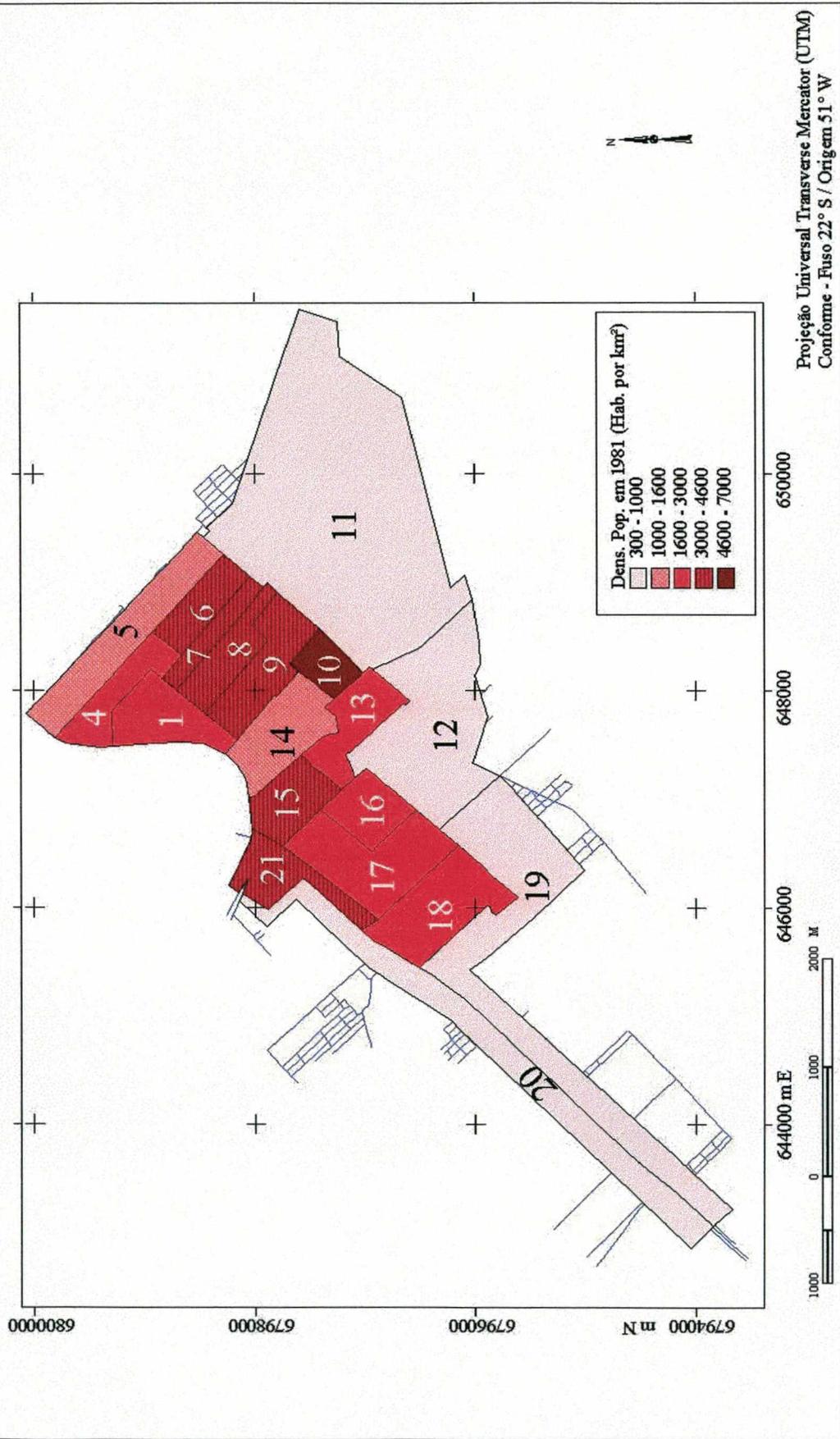
Com o objetivo de uma melhor identificação e visualização da atual situação da estrutura urbana da área de estudo, passa-se então a utilizar como unidades espaciais de análise, as quadras componentes do tecido urbano (ver mapa 4-6), ao invés dos setores censitários até então empregados.



Mapa 4-6 - Relação de população por domicílios nas quadras
Fonte : IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Um modo de ser avaliada a situação da atual densificação da área urbana do município de Araranguá (conforme dados censitários populacionais e de domicílios de 1996) é realizando o relacionamento da população que mora nas quadras e o número de domicílios desta quadra, o que pode ser observado no Mapa 4-6. Verifica-se que nas quadras que datam da formação do município, ou seja, aquelas que compõem basicamente o setor censitário 1 do Mapa 4-3, as mesmas apresentam os menores índices de população por domicílio sendo justamente aquelas quadras que apresentaram tendência de queda no crescimento do item população conforme discutido anteriormente. Seguindo este enfoque, não é por coincidência que as quadras que formam a periferia da área urbana e ao longo da rodovia federal BR-101 apresentam índices maiores de população por domicílio, justificando o enorme crescimento populacional registrado em direção a estes setores.

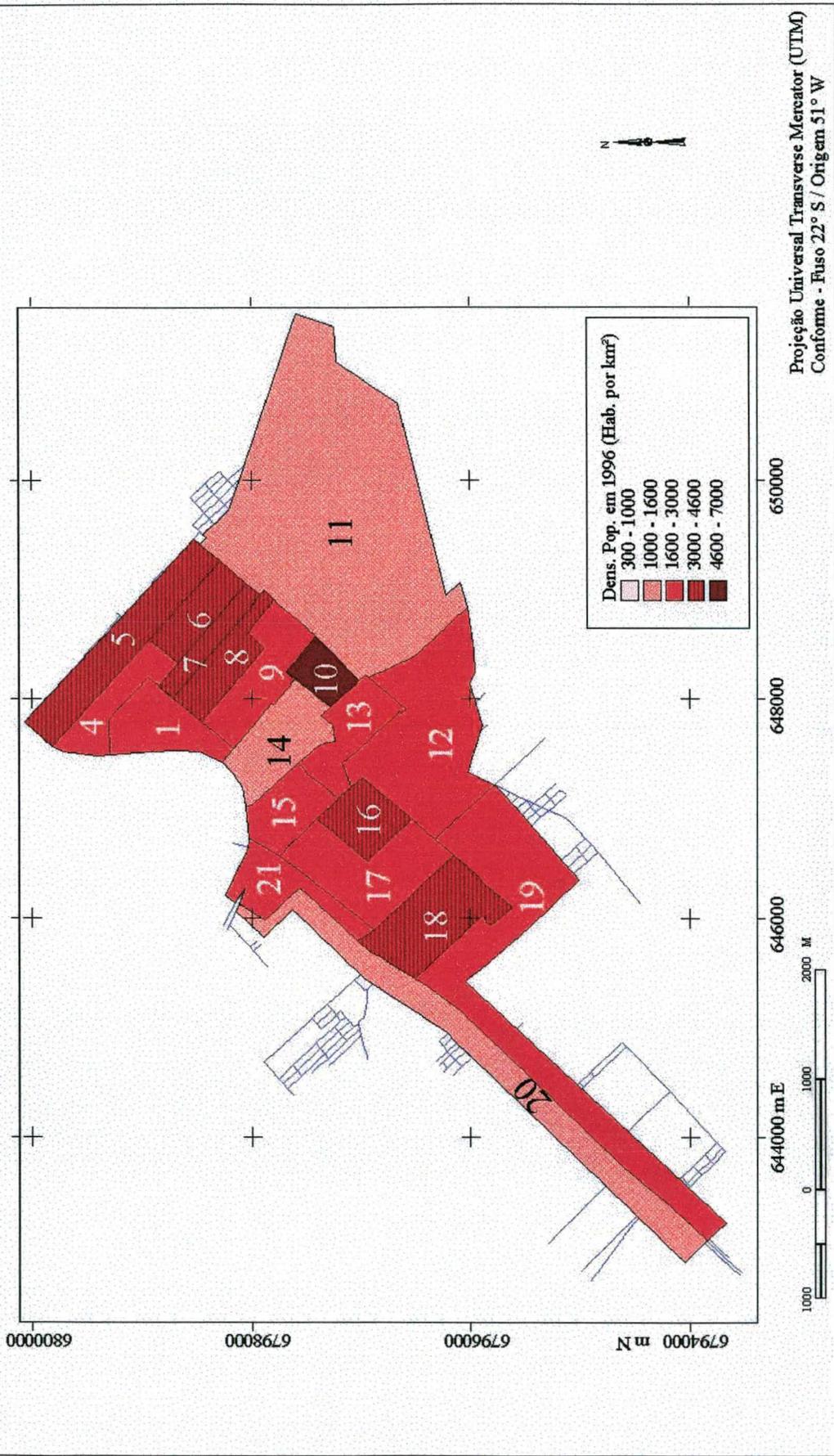
Densidade Populacional nos Setores Censitários em 1981



Mapa 4.7 – Densidade Populacional – Recenseamento 1981

Fonte : IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Densidade Populacional nos Setores Censitários em 1996



Mapa 4.8 – Densidade Populacional – Recenseamento 1996
Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

4.2 Coleta de dados

Os dados que compõem a base de dados tabular e espacial foram obtidos junto aos órgãos da administração do município de Araranguá como a Secretaria do Planejamento, Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esporte e Secretaria Municipal de Saúde. Como fonte de dados tabulares, a Secretaria de Estado da Educação e Desporto, através da 15ª CRE (Coordenadoria Regional de Educação) de Araranguá complementou os dados referentes ao tema educação.

Para a consecução do levantamento de dados tabulares, o IBGE, através de sua agência regional do extremo sul de Santa Catarina, localizada no município de Araranguá, forneceu dados de população e número de domicílios, constantes nos boletins de contagem da população referentes ao recenseamento de 1996. Isto possibilitou que os dados fossem coletados de maneira agregada para cada unidade espacial de quadra, sendo estas individualizadas por setores censitários.

a) Coleta de dados na Secretaria de Planejamento e Obras do município de Araranguá

A Secretaria Municipal de Planejamento e Obras por meio de concorrência pública, no ano de 1997, licitou a realização de um voo aerofotogramétrico na escala de 1:8000 com intenção de criar sua primeira base de dados cartográfica em formato digital. Como resultado do voo aerofotogramétrico, foram obtidas 88 fotografias aéreas com cobertura de toda a área pertencente ao perímetro urbano do município. A partir das fotos aéreas foram restituídas as feições que compõem o ambiente urbano, para um formato de arquivo do tipo digital. Inicialmente foram restituídas as áreas mais centrais do perímetro urbano, num total de 18 km² e com a escala de restituição 1:2000. Posteriormente foram completados os 21 km² que formam o perímetro urbano do município de Araranguá, também na escala 1:2000.

b) Coleta de dados na Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esporte

Nesta secretaria foram coletados dados de interesse ao estudo dos equipamentos urbanos na área de educação, de modo que os dados fossem os mais atualizados possível. Neste sentido obteve-se junto a esta Secretaria, o número de matrículas ocorridas no início de 1999 para todas as instituições de ensino do município e para todos os níveis de ensino, desde a educação infantil até o nível médio.

c) Coleta de dados na 15ª CRE (Coordenadoria Regional de Educação)

Junto a 15ª CRE procurou-se complementar os dados relativos a educação que haviam faltado nos dados obtidos junto a Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esporte. Desta forma, foram obtidos os dados relativos ao universo dos estabelecimentos escolares na área de estudo.

d) Coleta de dados na Secretaria Municipal de Saúde

Buscou-se junto a esta Secretaria dados de interesse no trato do assunto relativo ao tema de equipamentos urbanos na área da saúde. Os dados referem-se ao período compreendido entre 08/98 e 02/99. Aqui o autor não entra no mérito quanto ao período ser típico para a análise, reservando-se a comentar que este foi o período no qual os dados estavam disponíveis quando da realização da coleta destes mesmos.

e) Coleta de dados na agência regional do IBGE

A partir dos Boletins de Contagem da População referentes ao recenseamento do ano de 1996, com os dados de população e número de domicílios por face de quadra de cada setor censitário, a agência do IBGE de Araranguá compôs, através da agregação, o total de população e de domicílios por quadra de cada setor censitário. Justifica-se a agregação destes dados em função da precisão a que se presta este estudo, uma vez que as quadras se constituem nas unidades espaciais de análise.

4.3 Construção da Base de Dados

Entende o autor serem partes constituintes de uma base de dados todos os tipos de dados, quer do tipo espacial, quer tabular, que são armazenados e podem ser manipulados por um sistema de gerenciamento desta base. Em um ambiente de SIG normalmente os dados tratados são formadores de atributos descritivos (numéricos, alfanuméricos, datas, etc) que apresentam sua respectiva representação geométrica no espaço geográfico formando deste modo o banco de dados geográfico de um SIG.

As bases de dados são os elementos formadores do modelamento do mundo real necessário a interpretação dos fenômenos que ocorrem no ambiente real de uma área em estudo.

A base tabular que irá compor o banco de dados deste estudo será composta pelos dados obtidos junto às secretarias do município de Araranguá e aqueles dados coletados do acervo do IBGE.

Os dados obtidos junto Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esporte são os seguintes:

- a) nome da unidade escolar;
- b) endereço completo da unidade escolar;
- c) níveis de escolaridade oferecido pela unidade escolar;
- d) números de matrículas no ano de 1999 em cada nível de escolaridade.

Da Secretaria Municipal de Saúde foram coletados os seguintes dados :

- a) nome da unidade do posto de saúde;
- b) endereço completo da unidade do posto de saúde;
- c) tipos de atendimento ao usuário realizado pela unidade do posto de saúde;
- d) número médio mensal de atendimentos aos usuários no período de análise por tipo de atendimento realizado pela unidade do posto de saúde.

Do IBGE foram coletados os seguintes dados censitários:

- a) população urbana dos setores censitários do 9º Recenseamento geral do Brasil de 1980 – Censo Demográfico;

- b) população dos bairros segundo o 10º Recenseamento geral do Brasil de 1991 – Censo Demográfico, e o mini-recenseamento demográfico do Brasil em 1996;
- c) população residente por quadra em cada setor censitário;
- d) domicílios por quadra em cada setor censitário.

No que tange ao conceito de base de dados cartográfica LOCH (1994) apud SPERRY (1999) define como “a representação gráfica georeferenciada da superfície da terra, definindo as feições e atributos nela contida, podendo ser apresentada em meio analógico ou digital. (...)As bases cartográficas podem ser formadas a partir de imagens raster ou vetor”.

A base de dados cartográfica utilizada neste estudo foram os arquivos de feições restituídos em meio digital, obtidos a partir das fotografias aéreas totalizando um conjunto de 26 arquivos gráficos vetoriais. O formato dos arquivos restituídos em meio digital e fornecidos aos técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano do município de Araranguá foi o compactado com a extensão .EXE. A execução do arquivo, ou seja, a descompactação, gera um arquivo plotável com o mesmo nome, porém com extensão .DWG.

Como o arquivo é apenas plotável, os técnicos da Secretaria de Planejamento Urbano, utilizando-se de recursos das ferramentas de edição do programa AutoCAD⁶ - na versão Release 13.0, identificaram os pontos de controle e inseriram suas coordenadas de projeção planas UTM nos arquivos.

➡ Para levantamento sistemático, utiliza-se o Sistema de Projeção Universal Transverse Mercator - UTM. Os sistemas de projeção cartográfica permitem a correspondência na qual, cada ponto da superfície da terra corresponda a um ponto em uma superfície plana de um mapa. Em função da grande variedade de modos de projetar os objetos geográficos que caracterizam a superfície terrestre em um plano, existem diferentes tipos de projeções e por isso a necessidade de classificá-los.

Segundo INPE (1999) os sistemas de projeções cartográficas devem ser classificados tanto pelo tipo de superfície adotada com pelo grau de deformação.

Em função do tipo de superfície adotada, as projeções cartográficas podem ser classificadas, como:

⁶ Software desenvolvido por Autodesk Inc.

a) Projeção Plana ou Azimutal:

onde o mapa é construído imaginando-se estar este mapa num plano secante ou tangente a um ponto da superfície terrestre;

b) Projeção Cônica:

o mapa é desenhado imaginando-se um cone envolto a superfície terrestre que logo em seguida é desenrolado, podendo ser as projeções cônicas tangentes ou secantes a um ponto da superfície da terra;

c) Projeção Cilíndrica:

o mapa é obtido imaginando-o desenhado sobre um cilindro secante ou tangente à superfície terrestre e depois desenrolado, o que permite que os meridianos e paralelos sejam representados por retas perpendiculares;

d) Projeção UTM :

a projeção UTM difere da cilíndrica pela posição do cilindro transversal a superfície da terra e depois desenrolado;

e) Poliédricas

representada por quadriláteros muito pequenos, sendo os pontos de cada um deles projetados sobre o plano que é tangente à esfera no centro do quadrilátero considerado. A reunião dos diversos planos tangentes formam a superfície do poliedro.

Em função do grau de deformação, as projeções cartográficas classificam-se em:

a) Conformes ou Isogonais:

a fidelidade aos ângulos observados é mantida na superfície representada, não distorcendo a forma dos objetos no mapa;

b) Equivalente ou Isométricas:

são preservadas as relações de superfície sem deformação de área;

c) Eqüidistantes:

preservam a proporção entre as distâncias na superfície representada.

 No Brasil o mapeamento sistemático é realizado na projeção UTM nas escalas 1:250000, 1:100000 e 1:50000, sendo a superfície de projeção, um cilindro

transverso e o grau de deformação da projeção, é o Conforme. A divisão da terra em 60 fusos de 6° de longitude, propicia que o cilindro transverso adotado como superfície de projeção assumia 60 posições diferentes, coincidindo com a Carta do Mundo ao Milionésimo. Mesmo tendo características universal de projeção o elipsóide de referência varia em função da região da superfície da terra.

Os mapeamentos sistemático realizados pelo IBGE são feitos nas escalas menores de 1:1000000 até escalas maiores de 1:10000 na projeção UTM e com coordenadas geográficas. Para escalas maiores que esta, é recomendável o uso de sistemas de projeção em RTM (Regional Transverse Mercator) ou para mapeamentos que requeiram maior acurácia em escala o sistema de projeção LTM (Local Transverse Mercator) é o mais indicado para uso.

Estando os arquivos com suas coordenadas, a primeira tarefa para o estudo foi realizar a composição de todos os arquivos em um arquivo único, de forma que os layers (camadas ou temas) permanecessem como na forma original. A seguir foram quantificadas e examinadas as características (feições) de cada camada (layer) e posteriormente separadas aquelas que se caracterizam por apresentarem informações semelhantes.

Após o reconhecimento das camadas de informações (feições), fez-se o agrupamento daquelas que possuem informações idênticas em seis grandes grupos de camadas que foram assim denominadas:

- a) GridCoorArar (camadas contendo a grade de coordenadas planas);
- b) SisViaArar (camadas contendo o sistema viário);
- c) LotesArar (camadas contendo a representação gráfica dos lotes);
- d) ResideArar (camadas com a representação gráfica das residências);
- e) HidrolArar (camadas que contém informações de rios, lagos, etc.);
- f) VegetaArar (camadas que identificam a presença de vegetação);

É importante informar que todo este primeiro trabalho foi desenvolvido em um ambiente computacional, onde o software utilizado foi o AutoCAD – versão R. 14.0, e que cada camada de informação é um arquivo com extensão .DWG.

4.4 Índice de Acessibilidade Proposto

Para determinação do índice de acessibilidade dos centróides das quadras aos equipamentos urbanos de saúde e educação há a necessidade de serem feitas algumas considerações quanto ao índice de acessibilidade escolhido para ser aplicado neste estudo.

Vê-se que MORRIS et al. (1979) preferem a preocupação teórica anterior a aplicação do indicador de acessibilidade a ser utilizado para avaliação do sistema urbano, ao afirmarem ocorrer uma enorme variação no grau aplicado nas medidas de acessibilidade, assim como ser a apropriada definição de acessibilidade dependente da pretendida aplicação que será dada.

A esta preocupação teórica, MORRIS et al. (1979) preferem classificá-las em dois grupos de indicadores que são os indicadores de processo (“medidas do fornecimento das características do sistema e/ou indivíduos”) e os indicadores de resultados (“tais como o uso atual e medidas de satisfação”).

Para MORRIS et al. (1979), a classificação dos indicadores de acessibilidade está baseada principalmente na dimensão comportamental e na distinção entre acessibilidade relativa e acessibilidade integral proposta por INGRAM em 1971.

Para os indicadores de processo, MORRIS et al. (1979) sugerem colocá-los dentro de dois grandes grupos: “aqueles que simplesmente descrevem a facilidade de mover-se através do espaço, via um dado sistema de transporte (público ou privado); e aqueles que medem acessibilidade para atividades ou oportunidades selecionadas, usando um dado sistema de transporte”.

Como a preocupação maior de MORRIS et al. (1979) fundamenta-se na busca do modelamento de demanda de viagem, estes afirmam que “independente da aplicação intencionada, o valor prático de indicadores de acessibilidade depende da extensão de como eles refletem o comportamento e a percepção”, sendo que as principais diferenças na seleção adequada de medidas de acessibilidade são: “o nível de desagregação da população e atividades; o peso dado para facilidade de operação e interpretação das medidas”.

Mais ainda, MORRIS et al. (1979), indicam quatro linhas gerais a serem identificadas na avaliação para seleção do indicador de acessibilidade:

- 1) o indicador deve incorporar um elemento de separação espacial que seja receptivo a mudanças na performance do sistema de transporte;
- 2) a medida deve ter sólido fundamento comportamental;
- 3) o indicador deve ser tecnicamente viável e operacionalmente simples;
- 4) a medida deve ser fácil de interpretar e preferivelmente inteligível ao leigo.

WEIBULL (1980) tende a seguir as linhas gerais utilizadas na seleção do indicador de acessibilidade sugeridas por MORRIS et al. (1979), porém leva a discussão para o contexto de escolha de uma interação espacial, representado como uma configuração de oportunidades para interação espacial, e o modo pelo qual a acessibilidade será medida por um indicador numérico.

Neste contexto WEIBULL (1980) considera objetos (universo de oportunidades) como configuração de oportunidades e indica a acessibilidade como uma propriedade desta configuração.

Assim, segundo WEIBULL (1980), a consideração quanto a acessibilidade se aplica melhor para viagens de múltiplos propósitos do que para propósitos simples e também em outros espaços do que o espaço-temporal com a utilização da sua primeira definição de situação de medida de acessibilidade (AMS – Accessibility-Measurement Situation).

Para WEIBULL (1980), “em geral é desejado um relacionamento entre uma propriedade e uma escala numérica ou indicador, pois este indicador refletirá a magnitude (extensão, intensidade, quantidade) pela qual esta propriedade está manifestada em objetos individuais”.

“Mais precisamente, o indicador produzirá valores iguais para objetos que possuem iguais quantidades destas propriedades, (...), logo que, uma propriedade é formalizada em termos de uma relação binária, este relacionamento entre propriedade e indicador é facilmente definido”, segundo WEIBULL (1980).

Ainda segundo TAGORE e SIKDAR (1995) apud RAIJA JÚNIOR et al. (1997), o índice de acessibilidade deve possuir como componentes integrantes, a localização e características da população residente, a distribuição geográfica e intensidade das atividades e características do sistema de transporte.

ROSADO e ULYSSÉA NETO (1999) indicam que “considerando que a acessibilidade ‘revela’ um potencial de interação entre dois pontos (quadras, zonas ou

setores), e que a operacionalização de sua medida é feita mediante a construção de índices, necessariamente temos que explicitar as relações entre as variáveis que são utilizadas com suas respectivas unidades de medição”.

Esta necessidade decorre do fato de que o potencial de interação não pode ser efetivamente observado experimentalmente e, por conseguinte, seu índice não disporá de parâmetros de proporcionalidade que levem em conta as diferentes escalas utilizadas nas medições das variáveis explicativas. Como conseqüência, um índice de acessibilidade de um objeto a um certo tipo de serviço pode assumir diferentes valores, dependendo da unidade de medida das distâncias entre o objeto e os locais onde o serviço encontra-se disponibilizado.

Para fins de planejamento, todavia, temos que extrair informações que possam nortear a análise espacial do sistema de atividades e do sistema de transportes. Isto requer cuidado na análise dos índices de acessibilidade determinados, procurando-se sempre identificar as unidades de medida e os efeitos de escala nas suas medições. Por exemplo, o uso de uma medida de impedância feita através de uma função do tipo exponencial terá um efeito de escala diverso de uma outra feita com uma função do tipo potência inversa.

Ora, os efeitos de escala dependem das unidades de medida da distância (se em metros ou em quilômetros) e como não há um parâmetro de proporcionalidade para levar em conta as diferentes unidades, torna-se inviável qualquer análise considerando-se unicamente os valores absolutos do índice de acessibilidade. Assim, além dos valores absolutos, deve-se determinar também valores relativos de acessibilidade. Estes últimos podem ser ‘padronizados’, por exemplo, em relação à variação total verificada nos índices absolutos, i.e., entre seus valores máximos e mínimos, possibilitando comparações entre os níveis de acessibilidade das quadras desde que estas se situem numa mesma área de estudos.

O índice relativo de acessibilidade de uma quadra ‘i’ a um serviço ‘s’ seria então dado por :

$$Ar_i^s = \frac{A_i^s - A_i^{s \min}}{A_i^{s \max} - A_i^{s \min}} \quad \text{eq. 4.1}$$

onde:

- A_r^s : índice de acessibilidade relativo de 'i' ao serviço tipo 's' ;
 A_i^s : índice de acessibilidade absoluto de 'i' ao serviço tipo 's' ;
 $A_{i;\min}^s$: índice de acessibilidade absoluto mínimo ao serviço do tipo 's' ;
 $A_{i;\max}^s$: índice de acessibilidade absoluto máximo ao serviço do tipo 's'.

No estudo da acessibilidade aos serviços de educação e saúde, relatados neste trabalho, as quadras foram consideradas como os objetos de estudo, o número de matrículas nas escolas e de atendimentos nos PS foram usados como fator de atratividade, e a função de impedância utilizada foi a do tipo potência inversa. Assim o índice de acessibilidade utilizado foi :

$$A_i^s = \sum_j N_{at_j^s} e^{-\beta \ln C_{ij}} = \sum_j N_{at_j^s} \cdot C_{ij}^{-\beta} \quad \text{eq. 4.2}$$

onde:

- A_i^s : acessibilidade de 'i' às atividades que dispõem do tipo de serviço 's';
 $N_{at_j^s}$: número da atratividade do tipo 's' em 'j';
 C_{ij} : distância em metros entre 'i' e 'j';
 β : parâmetro de impedância ($\beta = 1,0$).

O uso do parâmetro de impedância β igual a unidade, é em função de não haver dados suficientes que permitissem a calibração do parâmetro. Normalmente o parâmetro é calibrado no modelo de interação espacial, pois durante o modelamento das interações espaciais são utilizados dados de fluxo (como o tempo médio de viagem e a distância média de viagem) necessários a calibragem do parâmetro de impedância, enquanto que no modelamento do potencial de acessibilidade o uso de dados de fluxo não é necessário pois está sendo modelado o potencial de interação (as distâncias absolutas medidas pela rede), logo não há fluxos.

Em RAIA JÚNIOR et al. (1997) é discutida a real necessidade de aplicação de índices de acessibilidade mais sofisticados em planejamento urbano e de transportes, em função da pouca disponibilidade de dados e do seu elevado custo de levantamento e processamento nas cidades de porte médio brasileiras.

Pode-se observar no modelo proposto que a acessibilidade é uma função inversa do custo generalizado (impedância) onde para cada acréscimo da distância entre a origem e o destino, o índice de acessibilidade diminui seu valor.

4.5 Obtenção de Temas

No Arc View as camadas de informações (ou layers) são denominadas de temas (THEME) e recebem a seguinte definição de ESRI (1996a): “cada layer é uma coleção de feições geográficas, tal como rios, lagos, estados ou cidades. No SIG indicado para este estudo estas camadas (layers) são chamados de temas”. ←

Para geração dos mapas temáticos que adiante serão descritos, o primeiro passo realizado foi o de abrir os arquivos gráficos vetoriais gerados no ambiente CAD. No SIG utilizado no estudo um arquivo do tipo CAD, como os gerados no AutoCAD (com extensão .DWG ou .DXF) e os gerados no MicroStation (com extensão .DGN) podem ser tratado de maneiras distintas.

Normalmente um único arquivo CAD é composto por diferentes camadas (layers) contendo diferentes tipos de informação. Um arquivo de CAD deve conter informações em camadas (layers) que representem áreas, outra de linhas, uma terceira de pontos e uma quarta camada (layer) com informações de texto no arquivo.

O SIG usado neste estudo, organiza estes dados em temas e pode-se controlar quais os temas (layers) de interesse serão usados para o trabalho, conforme pode-se observar nas figuras 4-1 e 4-2, onde o arquivo SistVia.DWG é adicionado ao projeto Araranguá através do botão de ADIÇÃO DE TEMA (ADD THEME). Este botão abre uma janela indicando o caminho e o nome do arquivo a ser adicionado ao projeto.



Figura 4-1 - Botão de adição de tema (Add Theme)

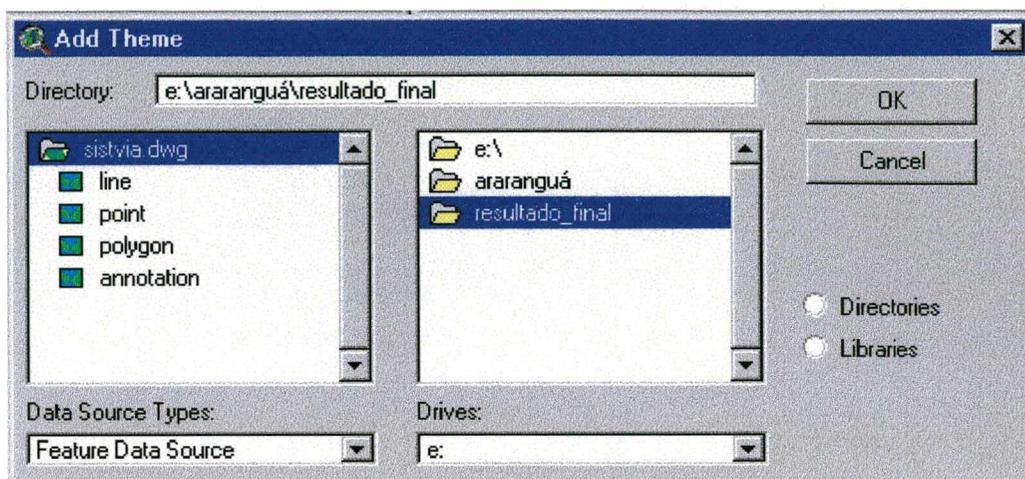


Figura 4-2 - Adicionando arquivo CAD

Pode-se observar que logo abaixo do arquivo CAD aparecem as três formas básicas de representação gráfica de dados espaciais em um SIG que são o ponto, a linha e o polígono. No SIG utilizado a definição para ponto diz que este é a combinação de um par de coordenadas usadas para representar um ponto em um plano (X,Y) ou em uma esfera (Longitude, Latitude), para linha como um simples segmento de linha geométrica entre dois pontos e para polígonos como sendo a representação de um conjunto de partes e cada parte é um conjunto de vértices conectados por segmentos que voltam a fechar no primeiro vértice.

Selecionando-se uma das formas, o SIG Arc View adiciona os dados espaciais referentes a seleção e mostra ao usuário o seu conteúdo. Nesta forma de apresentação do arquivo CAD, o usuário terá a visualização das feições em um tema. Como o interesse para o estudo é a feição do sistema viário que está representado por linhas, a seleção foi sobre a característica de linha.

Uma outra forma de tratar um arquivo CAD é transformando-o para o formato reconhecido pelo SIG utilizado no estudo que é o SHAPEFILE. Segundo ESRI (1996a) um shapefile é um arquivo de formato simples, padrão para o SIG utilizado no estudo, para armazenamento da localização geográfica e para informação de atributos de uma feição geográfica.

Para realizar esta transformação entre os formatos CAD e SHAPEFILE, os procedimentos de adicionar o tema para o projeto são os mesmos, acrescentando-se um passo a mais que é o de conversão do arquivo. Esta conversão é feita no menu TEMA (THEME) opção de CONVERTER PARA SHAPEFILE (CONVERT TO SHAPEFILE...) conforme a figura 4-3.

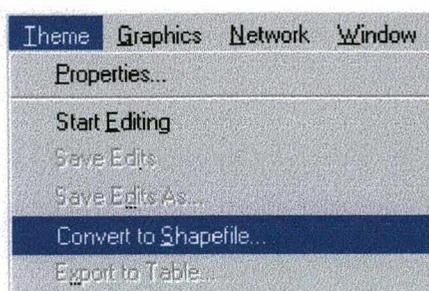


Figura 4-3 - Convertendo CAD para SHAPEFILE

Sem esta transformação o usuário apenas visualiza e opera com as coordenadas fornecidas pelo arquivo em CAD. Na transformação o usuário passa a editar sobre o arquivo em CAD, porém, as formas básicas de representação dos dados gráficos devem estar perfeitamente definidas para cada feição de modo que, durante a conversão uma feição ponto esteja representada por um ponto, uma feição linha representada por uma linha e um polígono esteja representado por um polígono, e que as relações topológicas possam ser preservadas. Isto é o que alguns autores chamam de limpeza dos arquivos CAD.

Neste estudo foi usado o primeiro processo que é o de visualização do arquivo CAD, pois o tempo para consecução desta dissertação, não permitiu a realização da “limpeza” do arquivo original no próprio ambiente CAD. Salienta-se que com a visualização do arquivo, as coordenadas planas do mesmo são mantidas e usadas para a geração dos demais mapas temáticos. Este tipo de processo é conhecido pelo SIG utilizado, como uma visão geral do arquivo (Overview) na geração de mapas temáticos.

4.5.1 Tema Quadras.SHP

Com uma visão geral (Overview) do sistema viário, a geração do tema Quadras.SHP deu-se pela criação de polígonos representando a área das quadras em toda área de estudo. A criação dos polígonos de quadras deve-se ao fato que neste estudo a unidade espacial de análise para determinação dos índices de acessibilidade será a quadra. Com esta unidade espacial de análise conseguiu-se uma maior consistência na determinação de áreas de estudo jamais representada até a presente dissertação, haja visto que sempre houve a necessidade de seccionamento da área de

estudo com a determinação de zonas de tráfego e todas suas agregações e busca pelo equilíbrio da homogeneidade destas zonas.

Para gerar o tema quadras foi necessário acrescentar um novo tema a view do projeto que é realizado pelo menu VISTAS (VIEW) opção NOVO TEMA (NEW THEME), conforme figura 4-4. Esta opção abre uma janela onde o usuário deverá selecionar qual o tipo de feição, ou forma básica de representação gráfica, que será usada no tema (ponto, linha ou polígono), conforme pode ser visto na figura 4-5. Após a seleção da feição do tema é solicitado a inserção do nome do novo tema.

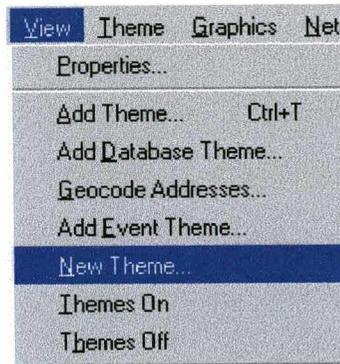


Figura 4-4 - Adicionar novo tema



Figura 4-5 - Tipo da feição do novo tema

Nos botões de ferramentas, conforme figura 4-6, escolhe-se qual o tipo de forma do polígono será usado para desenhar o mesmo. No SIG Arc View, têm-se 5 opções de ferramentas de desenho de polígonos, o retangular, a circunferência, uma forma irregular de polígono, uma forma que auto-completa o polígono e uma quinta ferramenta que usa uma linha para separar um polígono em quantas partes forem desejadas para

aquele polígono, mantendo-se as relações de limites.



Figura 4-6 - Botão ferramenta de edição da feição polígonos

Com o tema sistema viário formado pelos limites das quadras, passou-se a desenhar os polígonos do tema quadras sobre o tema do sistema viário, buscando com as ferramentas de edição do SIG utilizado (zoom em escala e editor de vértices) preservar o traçado original das quadras, restituídas em formato digital, dentro da estrutura urbana.

No SIG aplicado ao estudo, quando se está criando um novo tema, uma tabela de atributos (attribute table) é automaticamente criada, contendo como primeiras informações dois campos (fields), um com o tipo da feição (shape) e o outro com o ID da feição. A cada feição adicionada ao tema há uma correspondente adição de um registro (record) para cada campo. O campo ID da feição aparece com seu registro zerado para que o próprio usuário adote um valor que seja de seu interesse para a feição.

4.5.2 Tema Centróides.SHP

Obteve-se este tema a partir da geração do tema Quadras.SHP. Aqui vê-se mais uma funcionalidade dos SIG em geral que é a de gerar um tema a partir de outro. Para se obter o tema Centróides.SHP, usou-se um componente de projeto do SIG utilizado no estudo, que são os programas (scripts) desenvolvidos para execução de uma determinada tarefa e cuja linguagem de programação específica é o Avenue.

Um script, ou conjunto de scripts, tem como intenção completar três principais objetivos: automatizar tarefas, adicionar nova capacidade para o SIG Arc View e construir aplicações completas. Alguns scripts já acompanham o pacote do SIG utilizado no estudo durante a sua instalação, outros podem ser encontrados em endereços eletrônicos (sites) como o da própria empresa ESRI.

Como no SIG aplicado no estudo não há ferramenta específica para o cálculo dos centróides das quadras foi necessário encontrar um script que realiza esta tarefa. Junto com a instalação do software do SIG aplicado ao estudo, vários programas (scripts) em Avenue também são instalados, porém não ativados, e para sua execução é necessário abri-los, compilá-los e após rodar para obter-se o resultado esperado. O programa (script) usado para o cálculo dos centróides do tema Quadras.SHP tem a denominação de adição das coordenadas X e Y das feições para tabela de atributos (Add X and Y coordinates of features to attribute table) e é encontrado no menu HELP ONLINE, índice SAMPLES-SCRIPTS. Com a execução deste script dois novos campos

são adicionados a tabela de atributos do tema Quadras.SHP, um campo contendo as coordenadas X e outro contendo as coordenadas Y dos centróides de cada quadra.

Concluída esta etapa, deseja-se a visualização destes centróides, sendo necessário para isso, adicionar os centróides a view. Isto é feito através do menu VISTAS (VIEW) opção ADICIONAR TEMA EVENTO (ADD EVENT THEME), conforme a figura 4-7. Esta opção irá abrir uma janela solicitando o nome da tabela de atributos que contém o par de coordenadas X e Y dos pontos (centróides) como pode-se ver na figura 4-8.



Figura 4-7 - Opção de adição de tema na VISTA (VIEW)

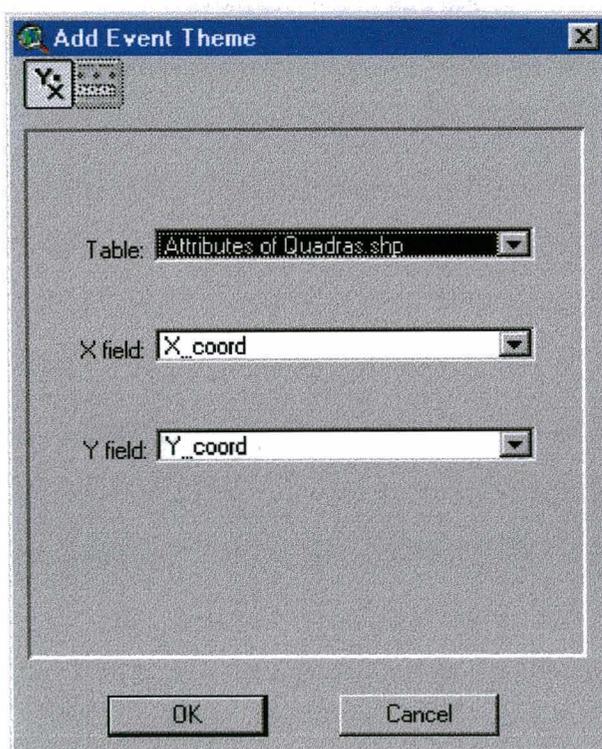


Figura 4-8 - Janela para entrada da tabela com as coordenadas X e Y

Como até este passo foram apenas visualizados os pontos dos centróides na view, é necessário transformar estes pontos em tema e para isto utiliza-se os recursos vistos anteriormente no item 4.4 de converter um tema para o padrão do SIG usado que é o shapefile, obtendo-se assim, o tema Centróide.SHP.

O tema Centróides.SHP será usado mais tarde para identificar o ponto de origem das quadras para obtenção da matriz de impedância aplicada no cálculo do índice de acessibilidade dos centróides das quadras com destino aos equipamentos urbanos de saúde e educação.

4.5.3 Tema Rede.SHP

Tal como o tema Quadras.SHP, o tema Rede.SHP também foi gerado a partir da visão geral (overview) do tema contendo o sistema viário, de modo a manter as informações referentes as coordenadas planas no novo tema gerado.

O tema Rede.SHP é composto por segmentos de reta representando graficamente o sistema viário urbano do município de Araranguá. Estes segmentos de reta (ou Grafos) são representativos da topologia de linha. Para cada segmento da via urbana há um segmento gráfico correspondente.

Para gerar um tema de linhas representando o sistema viário deve-se criar um novo tema para VIEW, conforme pôde-se observar na geração do tema Quadras.SHP. Na seleção do tipo de feição seleciona-se Line e dá-se um nome ao novo tema que neste caso recebeu a denominação do título deste item. Assim como no tema Quadras.SHP, entre os botões de ferramentas do Arc View GIS encontra-se o botão de edição para linhas visto na figura 4-9. No SIG aplicado no estudo, há 2 tipos básicos de feições linhas para edição que são a linha reta e a linha de quebra. A linha de quebra (line split) é um tipo de linha usada quando um segmento de linha reta necessita ser partido em vários segmentos, originando um novo nó onde ocorre o cruzamento destas linhas.

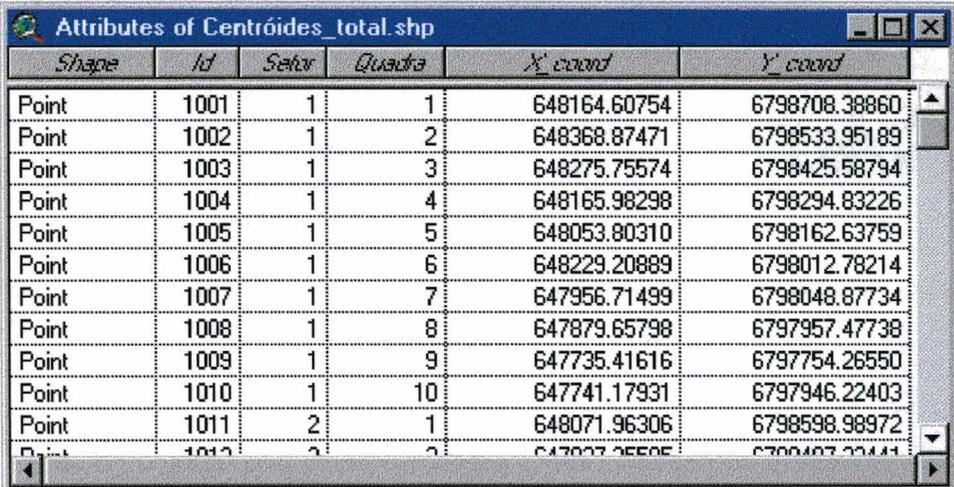


Figura 4-9 – Botão ferramenta de edição da feição linha

4.6 Obtenção das Distâncias no SIG Arc View

As distâncias entre os centróides das quadras e os equipamentos urbanos (ou facilidades) distribuídos espacialmente pelo ambiente urbano da área de estudo foram obtidas com o uso da extensão SNP.AVX do SIG utilizado.

Quando da geração do tema do centróide das quadras, uma tabela de atributos do tema também foi gerada. Os campos que compõem esta tabela são os mostrados na figura 4-10, onde o campo shape identifica a feição topológica, o campo Id, é o campo identificador do centróide, os campos setor e quadra são os campos referentes as quadras e os setores censitários determinados pelo IBGE e os campos X_coord e Y_coord, as coordenadas planas UTM dos centróides.



Shape	Id	Setor	Quadra	X_coord	Y_coord
Point	1001	1	1	648164.60754	6798708.38860
Point	1002	1	2	648368.87471	6798533.95189
Point	1003	1	3	648275.75574	6798425.58794
Point	1004	1	4	648165.98298	6798294.83226
Point	1005	1	5	648053.80310	6798162.63759
Point	1006	1	6	648229.20889	6798012.78214
Point	1007	1	7	647956.71499	6798048.87734
Point	1008	1	8	647879.65798	6797957.47738
Point	1009	1	9	647735.41616	6797754.26550
Point	1010	1	10	647741.17931	6797946.22403
Point	1011	2	1	648071.96306	6798598.98972
Point	1012	2	2	647937.25505	6798407.23444

Figura 4-10 - Tabela de atributos do tema Centróides_Total

Para a obtenção do tema identificando locacionalmente os postos de saúde e as unidades escolares, primeiro é necessário que seja criado um tema com a feição linha que represente o eixo de cada segmento do sistema viário, que será usado como TEMA DE REFERÊNCIA (ou REFERENCE THEME) para o processo de georreferenciamento (geocoding). No SIG utilizado, a georreferenciamento (geocoding) é o processo pelo qual são adicionados aos mapas, a identificação de pontos determinados por endereços de ruas, avenidas, etc. ou outras formas de endereçamento como o CEP (ou Zip code – código de endereçamento postal americano equivalente ao CEP brasileiro). Quando é utilizado o processo de georreferenciamento (geocoding) em dados tabulares que contenham endereços, o SIG usado lê o endereço, encontra onde os pontos estão localizados no mapa e cria um novo tema contendo um

ponto para cada endereço que melhor coincida (match) com o endereço existente no tema de referência. Este tema como pode ser presumido pelo leitor, já foi mencionado no item anterior e recebeu a denominação de Rede.SHP. Este tema de linhas será usado para geocodificar a localização espacial dos equipamentos urbanos de educação e saúde. Provavelmente o endereçamento de ruas seja a forma mais usual de dados geográficos.

Conforme observado na geração do tema Rede.SHP, uma tabela de atributos também foi gerada, porém os dados nela contidos não se prestam ao processo de georreferenciamento. Para isso é necessário a inserção de no mínimo outros 5 campos de atributos (ver figura 4-11), onde o campo endereço refere-se ao nome dado ao logradouro, os campos Numesqinic e numesqfinal representam hipoteticamente o intervalo de numeração inicial e final das residências do lado esquerdo do segmento de reta representante daquele logradouro, assim como os campos Ndinicial e Ndfinal indicam a numeração inicial e final do lado direito do segmento. O campo extensão indica o comprimento (em metros) de cada segmento gráfico.

Shape	Id	Endereço	Numesqinic	Numesqfinal	Ndinicial	Ndfinal	Extensão
PolyLine	0	Rua Abel Esteves de Aguiar	435	471	444	468	63
PolyLine	0	Rua Abel Esteves de Aguiar	493	569	484	558	60
PolyLine	0	Rua Abel Esteves de Aguiar	583	611	582	606	68
PolyLine	0	Rua Adolfo Cechinel	15	73	10	82	117
PolyLine	0	Rua Adolfo Cechinel	91	183	102	194	244
PolyLine	0	Rua Adolfo Cechinel	201	257	212	264	107
PolyLine	0	Rua Dona Adelaide Furtado	9	101	4	98	268
PolyLine	0	Rua Edmundo Crisaro	17	45	8	38	76
PolyLine	0	Rua Edmundo Crisaro	61	173	60	184	243
PolyLine	0	Rua Edmundo Crisaro	193	239	200	252	107
PolyLine	0	Rua Ariovaldo da Rosa	19	75	14	68	103
PolyLine	0	Rua Ariovaldo da Rosa	93	117	92	122	40
PolyLine	0	Rua Coronel Apolinário Pereira	1003	1701	994	1694	247
PolyLine	0	Rua Coronel Apolinário Pereira	917	989	898	982	102

Figura 4-11 - Tabela de atributos do tema Rede.SHP

Quando mencionado hipoteticamente ao início e fim da numeração das residências para os lados direito e esquerdo do segmento de reta gráfico representando o logradouro, está-se assumindo que a numeração atualmente existente na área de estudo não pode ser empregada porque, segundo levantamento realizado junto aos órgãos responsáveis da PMA – Prefeitura Municipal de Araranguá pela numeração residencial, a atual numeração não apresenta seqüência lógica de numeração e em muitos casos é bastante confusa. Por isso optou-se por uma numeração hipotética que pudesse ser utilizada para o processo de georreferenciamento.

A numeração proposta para os lados direito e esquerdo tem como origem para segmentos que apresentam orientação sudoeste-nordeste, como a Avenida Sete de Setembro, o ponto mais extremo a sudoeste, concluindo no ponto mais extremo ao nordeste. Da mesma forma, para a numeração dos lados direito e esquerdo dos segmentos que possuem orientação noroeste-sudeste, como a Avenida Getúlio Vargas, adotou-se que o ponto mais extremo ao noroeste seria a origem da numeração culminando com o ponto mais extremo a sudeste.

Atualmente os municípios que implantaram o seu Plano Diretor já estão preocupados com a necessidade de uma melhor identificação das unidades residenciais e têm adotado como princípio de numeração a distância da residência até um ponto determinado no início do logradouro.

Para realizar o georreferenciamento também é necessária a determinação do estilo de endereçamento que será utilizado no processo. O SIG em estudo possui 5 estilos de endereçamento a saber:

a) Endereçamento americano de rua com zona (US street address with zone):

utiliza-se de um campo contendo o endereço do logradouro e outro campo que contenha o Zip code (podendo ser o Zip code o nome de um bairro, uma cidade ou mesmo numeração) também usado como identificador de zona (zone identifier) nas situações em que apareçam endereços que tenham o mesmo nome;

b) Endereçamento americano de rua sem zona (US street address without zone):

usa somente o campo de endereço do logradouro;

c) Código postal Zip+4 (Zip+4 postal codes):

usa somente o endereçamento por meio de um código que pode ter 9 dígitos de números ou letras;

d) Código postal Zip com cinco dígitos (Five digit Zip postal code):

usa um campo com 5 dígitos em formato numeral ou alfanumérico;

e) **Outros campos identificadores simples (Other single field identifiers):**

utiliza-se de campo em formato numérico ou alfanumérico como identificador. Pode ser usada por exemplo, a numeração da parcela do solo ou o código de distrito de uma escola.

Neste momento inicia-se a primeira experiência de acoplamento do ambiente SIG usado no estudo com outras plataformas computacionais, ou seja, realizar o processo anteriormente denominado de vinculação fraca (Loose Coupling).

➤ O processo de vinculação será empregado na etapa de leitura do endereço das unidades escolares e dos postos de saúde nos dados tabulares gerados no ambiente de banco de dados (Microsoft Access) que serão utilizados no processo da georreferenciamento dos respectivos endereços.

O banco de dados construído para o tema de educação contém tabelas que informam o mantenedor da instituição de ensino, o nome e endereço completo da instituição, o tipo de escolaridade atendida pela instituição e o número de vagas em cada tipo de escolaridade e instituição. Para o tema saúde, as tabelas revelam o endereço completo e o nome dos postos de saúde (PS), assim como, o tipo de atendimento realizado e o número de procedimentos em cada PS (ver figura 4-12 e 4-13).

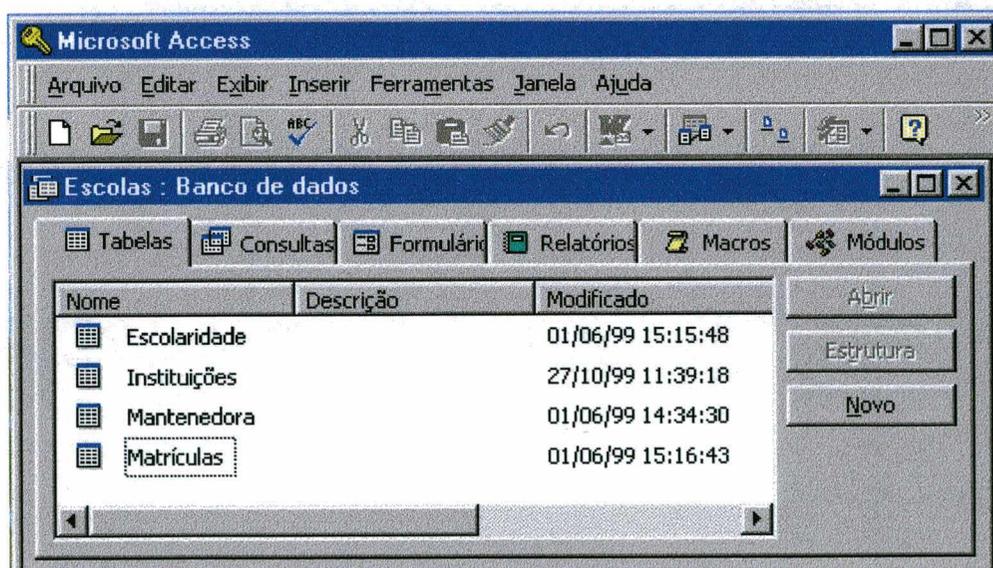


Figura 4-12 - Tabelas de dados do tema educação

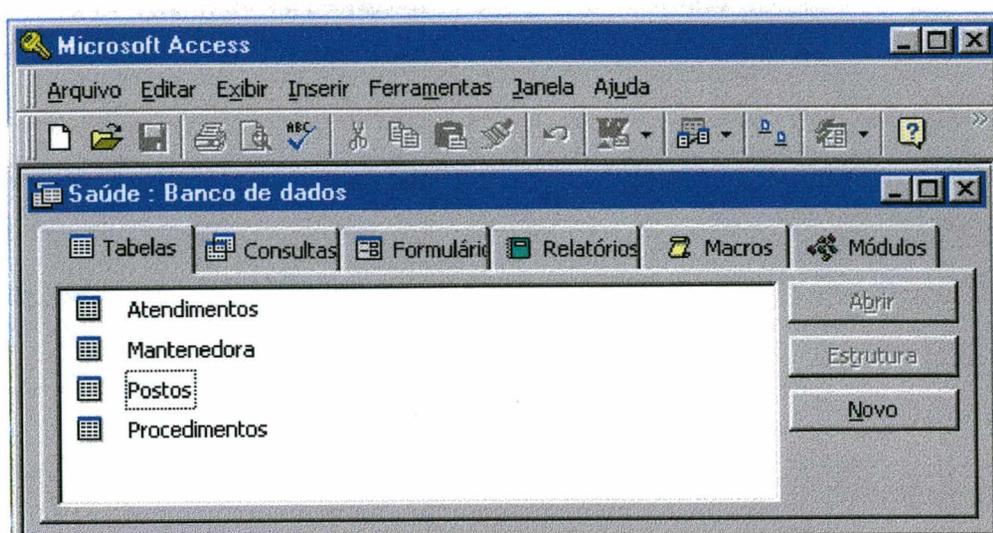


Figura 4-13 - Tabelas de dados do tema saúde

Com o uso da interface de conexão do SIG aplicado no estudo com outras bases de dados, a interface de conexão em linguagem estruturada (SQL connection), pode-se conectar aos dados tabulares em um servidor ou a um banco de dados, que usem o método padrão de compartilhamento de dados com conectividade aberta ODBC (Open Database Connectivity) e acessar as tabelas contendo dados de interesse ao tema sem acrescentar mais espaço em memória ocupada pelo projeto.

Isto é possível porque os dados de interesse definidos no SQL query são armazenados pelo SIG usado apenas como caminho criado durante a conexão e não pelos próprios registros. Assim, também, cada mudança que ocorra nos registros das tabelas fora do ambiente de SIG serão automaticamente atualizadas cada vez que o projeto for aberto e se refletirão diretamente nas vistas (views), gráficos e layouts que tenham usado dados destas tabelas.

A interface SQL connection é uma interface padrão que usa a linguagem de consulta estruturada. A linguagem computacional SQL (Structured Query Language), ou linguagem de consulta estruturada, é uma linguagem utilizada para consultar, atualizar e manipular banco de dados relacional. O SQL pode ser usado para recuperar, filtrar e classificar dados específicos a serem extraídos de um banco de dados.

A estrutura dos bancos de dados de educação e saúde é do tipo relacional e os seus relacionamentos estão apresentados nas figuras 4-14 e 4-15.

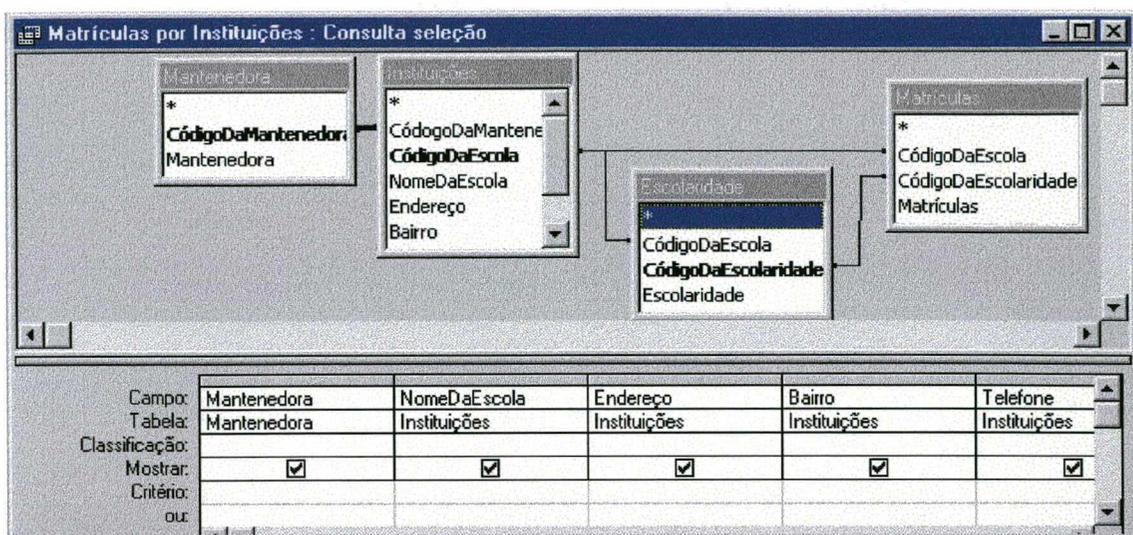


Figura 4-14 - Relacionamento dos dados tabulares no BD Educação

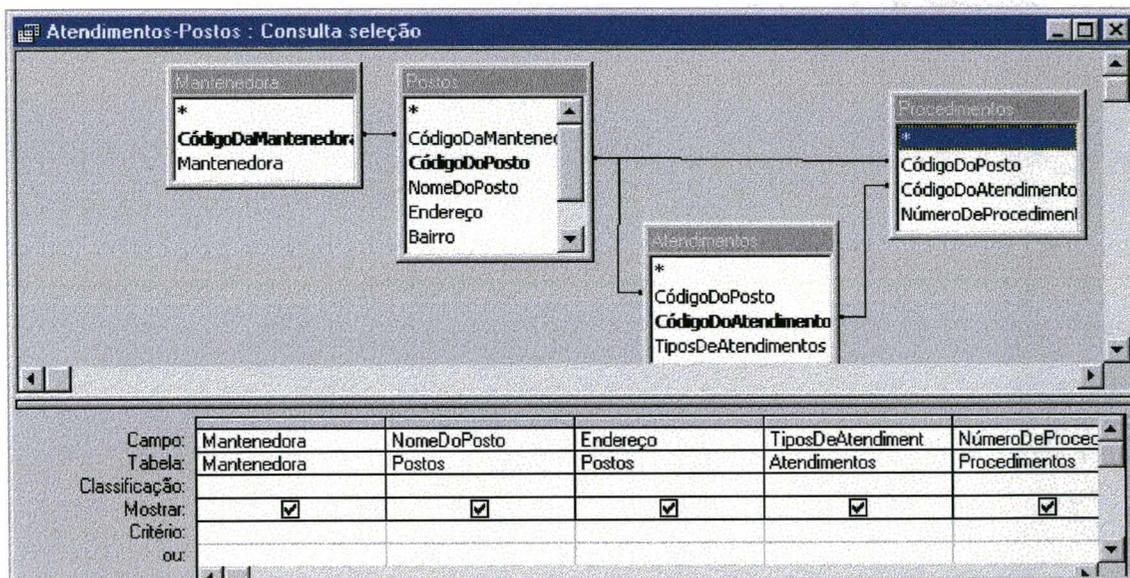


Figura 4-15 - Relacionamentos dos dados tabulares no BD Saúde

O tipo de estrutura relacional é um dos tipos de estrutura de banco de dados mais utilizada. Para CALIJURI (1995) a estrutura do banco de dados relacional permite o relacionamento entre si dos registros de diferentes tabelas, dispensando a necessidade do uso de ponteiros.

Note que o sistema gerenciador do banco de dados residente no próprio SIG da aplicação, também usa para os dados espaciais, a estrutura do tipo vetorial. Para STAR e ESTES (1990) na estrutura de dados espaciais do tipo vetorial qualquer elemento pode estar localizado em qualquer lugar sem a necessidade posicional da estrutura matricial (raster).

Então para realizar o processo de vinculação (loose coupling) e ler os endereços dos postos de saúde e das unidades escolares, usa-se da ferramenta SQL Connection no menu PROJETO (PROJECT) (Figura 4-16) para conectar com o banco de dados contendo as informações necessárias ao estudo. A ferramenta SQL Connection abre uma janela Windows onde será construída a consulta (query) com os dados necessários ao prosseguimento da tarefa (figura 4-17).

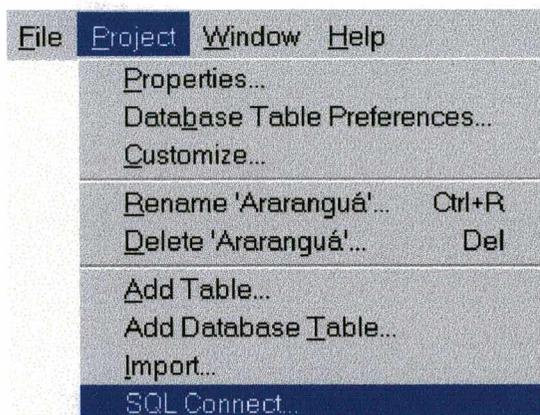


Figura 4-16 - Ferramenta SQL Connection

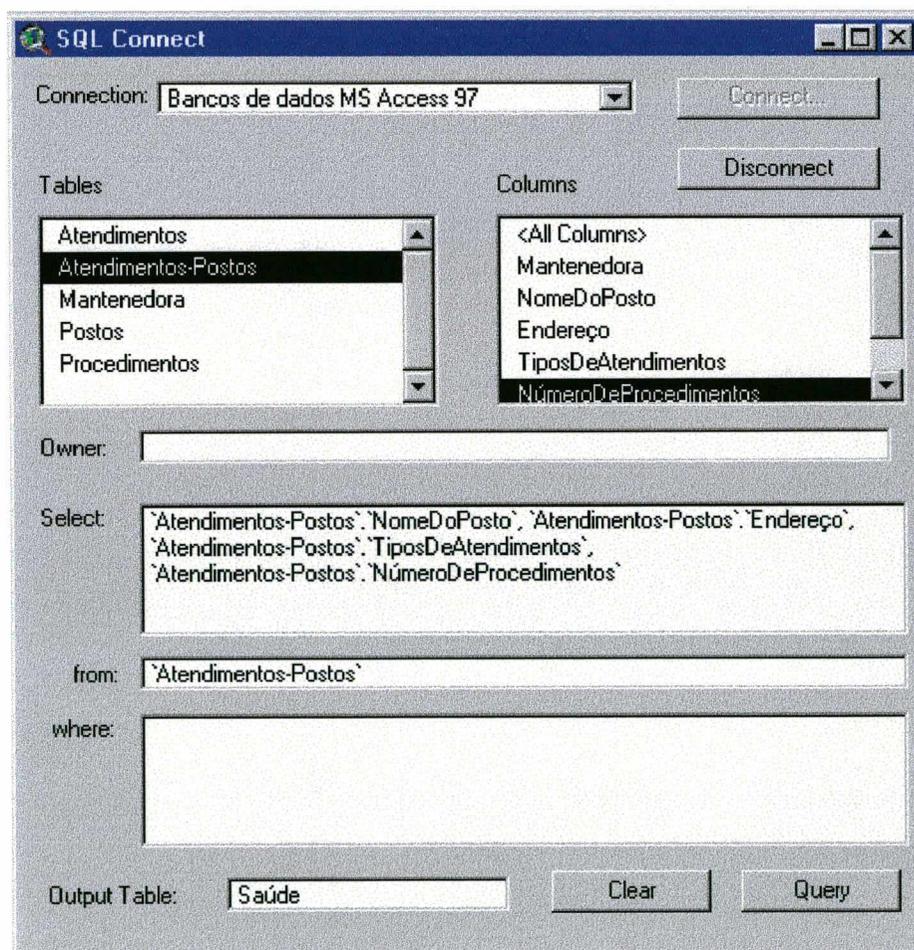


Figura 4-17 - Janela de criação da consulta (query) na conexão com o BD

Na janela onde vai ser gerada a consulta (query) para seleção dos dados de interesse para construção do tema, o usuário pode selecionar a origem onde estão armazenados os dados no campo de conexão (connection) (se num servidor da rede ou em algum BD do próprio usuário), noutro campo seleciona qual(is) tabela(s) e qual(is) a(s) coluna(s) da(s) tabela(s) contém a(s) informação(ões) de interesse do usuário. Enquanto o usuário seleciona as opções disponíveis a consulta (query) vai sendo formada conforme os campos SELECIONADO (SELECT) e A PARTIR DE (FROM). Para finalizar a consulta (query), o usuário entra com o nome da tabela de saída dos dados do BD e que será usada como fonte de dados tabulares no ambiente do SIG usado.

A tabela gerada com a consulta (query) contém os dados de interesse ao trabalho como o endereço dos postos de saúde e das unidades escolares utilizados na geocodificação e a posterior locação no ambiente urbano dos referidos equipamentos urbanos.

 O processo de georreferenciamento (geocoding) é realizado pela ferramenta para GEOCODIFICAR ENDEREÇAMENTO (GEOCODE ADDRESS) no menu VISTA (VIEW) (figura 4-18). Esta ferramenta abre uma janela onde o usuário irá informar qual o tema utilizado como referência, os atributos que irão unir a tabela criada na consulta (query) e a tabela do tema de referência (neste caso o endereço), o estilo de endereçamento utilizado, o nome da tabela gerada na consulta (query), o campo (ou coluna) que contém o endereço do ponto (unidade escolar e posto de saúde) e um campo onde o usuário irá informar o nome do tema geocodificado (figura 4-19).



Figura 4-18 - Ferramenta para geocodificar endereço

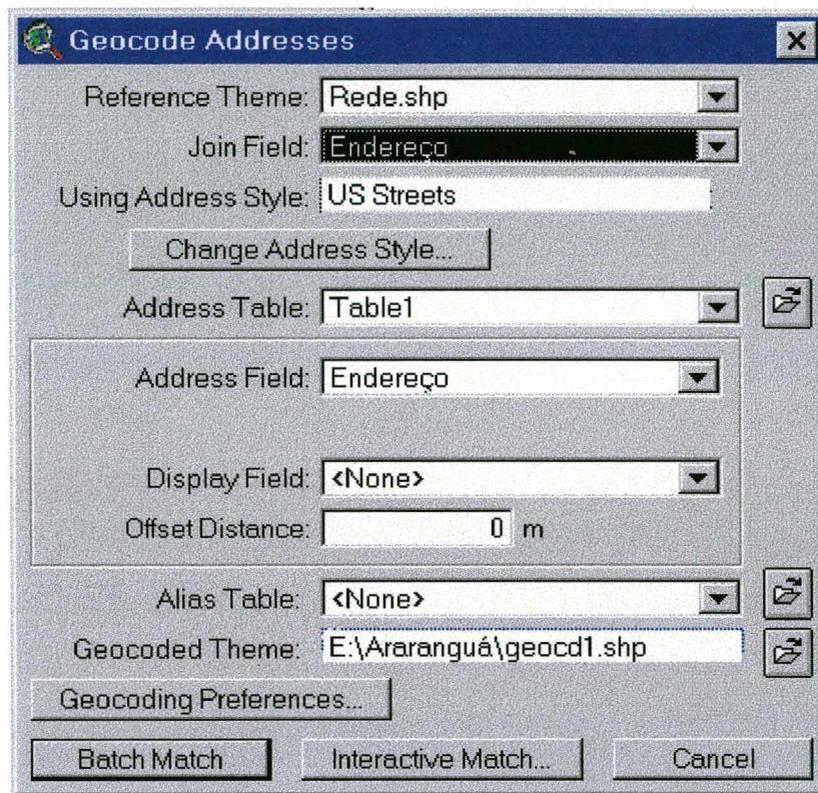


Figura 4-19 - Janela para geocodificação dos equipamentos urbanos

O autor escolheu para realizar o processo de georreferenciamento a opção “INTERACTIVE MATCH” por ser o processo onde o usuário pode interagir com o pacote computacional na determinação da melhor coincidência no endereçamento.

Com o georreferenciamento concluído, é adicionado a VISTA (VIEW) de trabalho um novo tema no formato padrão do SIG utilizado. Ao transformar o georreferenciamento dos objetos espaciais do tipo ponto (postos de saúde e unidades escolares) em temas, com o formato padrão do SIG aplicado no estudo, as respectivas tabelas de atributos destes temas apresentam as informações contidas nas tabelas selecionadas quando da conexão com o BD no ambiente Access, possibilitando assim, que os mesmos possam servir de fonte de dados para o próximo passo, que é o da obtenção das distâncias viajadas pela rede viária. Estas distâncias viajadas pela rede dão-se a partir dos objetos espaciais do tipo pontos de origem (centróide) até os objetos espaciais do tipo pontos de destino (postos de saúde e/ou unidades escolares).

A obtenção da matriz de distâncias entre os pontos de origem e os pontos de destino deu-se com o uso da extensão SNP.AVX, que é um programa desenvolvido por usuários mundiais do Arc View GIS e disponibilizado na Home Page da ESRI. Com a

ativação do programa o usuário deve informar nas janelas que se abrem, os temas contendo os pontos de origem e destino (figura 4-20).



Figura 4-20 - Janela de entrada dos temas com os pontos de origem e destino

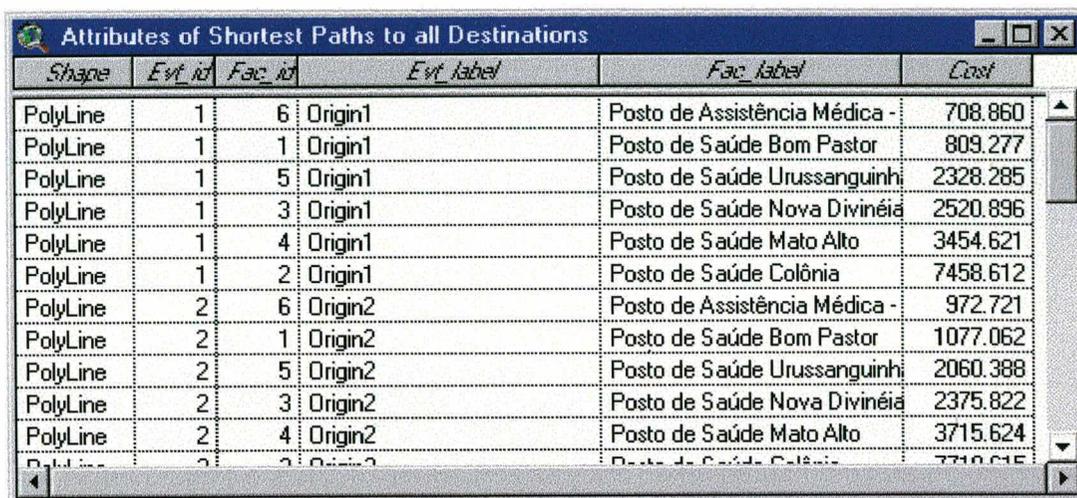
O programa (script) SNP.AVX realiza o cálculo da distância entre o ponto de origem e o ponto de destino, em função do menor caminho percorrido pela rede. Como produto da ativação do programa, são apresentados e adicionados dois novos temas a VISTA (VIEW) de trabalho. No primeiro tema que identifica o caminho para o destino mais próximo a partir de todas as origens (Path to Nearest Destination from all Origins) a tabela de atributos apresenta os campos que identificam o ponto de origem (evt_id e evt_label) e o ponto de destino (fac_id e fac_label) conforme a figura 4-21. No segundo tema, que identifica os caminhos mínimos para todos os destinos (Shortest Path to all Destinations), a tabela de atributos mostra além dos campos que identificam os pontos de origem e destino, mais um campo denominado custo (cost), que apresenta a distância em metros do menor caminho de todos os pontos de origem para todos os pontos de destino (figura 4-22).

Shape	Evt_id	Fac_id	Evt_label	Fac_label
PolyLine	1	6	Origin1	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	2	6	Origin2	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	3	6	Origin3	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	4	6	Origin4	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	5	6	Origin5	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	6	6	Origin6	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	7	6	Origin7	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	8	6	Origin8	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	9	6	Origin9	Posto de Assistência Médica -
PolyLine	10	6	Origin10	Posto de Assistência Médica -

Figura 4-21 - Tabela contendo os campos identificadores de origem e destino

O SNP.AVX, quando ativado, também acrescenta automaticamente na tabela de atributos do tema pontos de origem um campo identificando a distância existente entre o ponto de origem e a rede (dummy link), além dos campos que identificam os pontos de origem e destino. Com a geocodificação dos pontos de

destino, os mesmos são considerados como estando sobre a rede e portanto não havendo distância entre a rede e o ponto.



Shape	Evt_id	Fac_id	Evt_label	Fac_label	Cost
PolyLine	1	6	Origin1	Posto de Assistência Médica -	708.860
PolyLine	1	1	Origin1	Posto de Saúde Bom Pastor	809.277
PolyLine	1	5	Origin1	Posto de Saúde Urussanguinhi	2328.285
PolyLine	1	3	Origin1	Posto de Saúde Nova Divinéia	2520.896
PolyLine	1	4	Origin1	Posto de Saúde Mato Alto	3454.621
PolyLine	1	2	Origin1	Posto de Saúde Colônia	7458.612
PolyLine	2	6	Origin2	Posto de Assistência Médica -	972.721
PolyLine	2	1	Origin2	Posto de Saúde Bom Pastor	1077.062
PolyLine	2	5	Origin2	Posto de Saúde Urussanguinhi	2060.388
PolyLine	2	3	Origin2	Posto de Saúde Nova Divinéia	2375.822
PolyLine	2	4	Origin2	Posto de Saúde Mato Alto	3715.624
PolyLine	2	2	Origin2	Posto de Saúde Colônia	7718.615

Figura 4-22 - Tabela de atributos do tema de menor caminho para todos destinos

Todas estas tabelas de atributos serão usadas para formar a matriz de distâncias para o cálculo do índice de acessibilidade de todas as quadras da área de estudo.

4.7 Cálculo do Índice de Acessibilidade das Quadras Fora do Ambiente SIG

A interface gráfica com o usuário (GUI) permite que os dados gerados nas tabelas criadas com o SNP.AVX sejam exportados do ambiente do SIG para formatos que possam ser utilizados por outros programas computacionais (ver figura 4-23). As opções de exportação da tabela são a de formato dBASE para trabalhos com planilhas, INFO para BD como Oracle e Sybase e o formato mais comum de formatação de dados que é o Delimited Text (mais conhecido pela sua extensão .TXT), utilizado em um campo muito grande de aplicações computacionais por ser a forma mais básica de troca de dados.

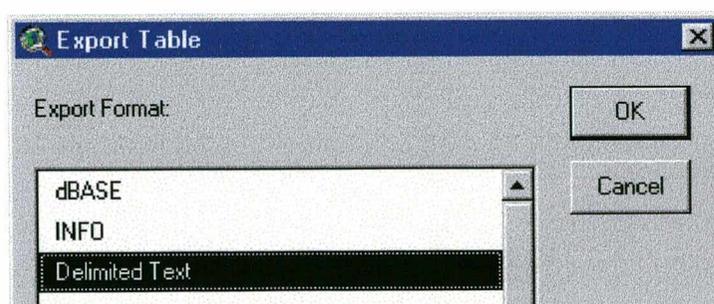


Figura 4-23 - Exportar tabela para outro formato

No presente estudo a forma de saída escolhida para os dados do SIG serem tratados em outra plataforma foi a Delimited Text (.TXT), com isso as tabelas passam a ser tratadas com se fossem arquivos de dados que se prestam ao processamento.

O cálculo das medidas de acessibilidade foi realizado através de um programa computacional desenvolvido em ambiente FORTRAN PowerStation versão 4.0, cuja linguagem de programação é o Fortran 90, um aperfeiçoamento do Fortran 77.

No programa, os arquivos exportados pelo SIG foram usado como arquivos de entrada de dados. Os arquivos que compõem os dados para entrada no programa de cálculo da medida de acessibilidade são dois para cada tema de estudo (saúde e educação) com extensão .TXT. No estudo dos índices de acessibilidade aos equipamentos de saúde foram usados os arquivos DistSaúde.TXT e Postos.TXT, no estudo dos índices de acessibilidade aos equipamentos de educação foram usados os arquivos DistEduca.TXT e Escolas.TXT.

Os campos que apresentam os atributos componentes dos arquivos utilizados na identificação do índice de acessibilidade aos serviços públicos de saúde e educação possuem as seguintes informações:

a) DistSaúde.TXT

ID-Cent: identificador do centróide da quadra;

ID-Dest: identificador do local de destino (Postos de Saúde);

Dist: distância percorrida pela rede entre o ponto de origem e o ponto de destino, adicionado da distância do centróide à rede;

b) Posto.TXT

ID-Dest: identificador do local de destino (Postos de Saúde);

ID-Atend: identificador do tipo de procedimento realizado no Posto de Saúde (PS);

Atend: número de atendimentos para cada tipo de procedimento;

c) DistEduca.TXT

ID-Cent: identificador do centróide da quadra;

ID-Dest: identificador do local de destino (Unidade Escolar);

Dist: distância percorrida pela rede entre o ponto de origem e o ponto de destino, adicionado da distância do centróide à rede;

d) Escolas.TXT

ID-Dest: identificador do local de destino (Unidade Escolar);

ID-Tipo: identificador do nível de escolaridade em cada unidade escolar;

Matric: número de matrículas por nível de escolaridade no ano de 1999.

Com relação ao período de levantamento dos dados que dizem respeito a saúde, os mesmos referem-se a média de procedimentos realizados em cada PS no período de agosto do ano de 1998 até fevereiro de 1999.

Com o processamento desses dados no ambiente FORTRAN, dois novos arquivos (também com extensão .TXT) são apresentados, contendo cada um deles, os respectivos índices de acessibilidade (conforme anexo B) das unidades espaciais de análise aos equipamentos urbanos de saúde e educação. Um arquivo contém as informações dos índices de acessibilidade das quadras ao serviço de saúde (em função do total de atendimentos realizados em cada PS) e o outro, ao serviço de educação (em função da escolaridade atendida e também para o total de matrículas de cada unidade escolar).

Conforme foi mencionado no item de escolha do índice de acessibilidade, os índices aqui apresentados foram padronizados em relação aos índices absolutos de acessibilidade.

4.8 Inserção do Atributo Acessibilidade no SIG Arc View

Novamente o acoplamento do SIG com outra plataforma é realizado. Neste momento os arquivos que resultaram como produto do processamento na plataforma do FORTRAN retornam ao ambiente SIG na forma de arquivos texto.

O SIG utilizado no estudo proporciona ao usuário dois métodos de tratamento destes arquivos. No primeiro, o usuário pode apenas realizar uma operação de UNIÃO (JOIN) do arquivo de entrada com alguma tabela do SIG que tenha um campo de informação que seja comum entre ambos. Outro método seria a inserção do arquivo texto como uma tabela ao SIG e posterior conversão dos dados ao formato padrão do SIG usado.

Quando da geração do produto final no ambiente FORTRAN, os arquivos, além dos atributos já descritos anteriormente, também contêm outros três atributos que

são um campo contendo o ID (identificador) dos centróides e outros dois campos contendo as respectivas coordenadas planas de cada centróide. Isto permite que o usuário possa optar por qualquer dos métodos para realizar as suas tarefas.

O primeiro método de unir (JOIN) o arquivo com a tabela do tema, é o processo mais rápido para consecução da tarefa, pois o arquivo texto pode ser interpretado pelo gerenciador de dados do SIG como uma tabela de atributos através da janela de projetos (Windows Project) do SIG utilizado (ver figura 4-24). Para realizar a UNIÃO (JOIN) é necessário que o arquivo de dados seja adicionado ao ambiente do SIG, para isso, seleciona-se a opção TABELAS (TABLES) na janela de projeto, e no botão adicionar (Add), os arquivos úteis ao usuário serão selecionados pela janela Adicionar Tabelas (Add Table) (figura 4-25).

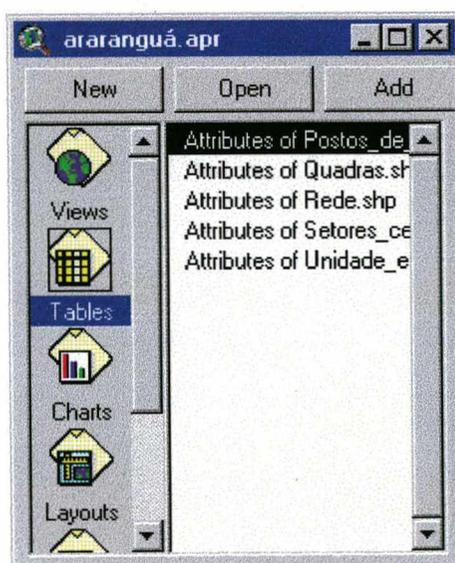


Figura 4-24 - Janela de projetos

Pode-se observar que o usuário possui três tipos de formato de arquivos para introduzir no ambiente SIG utilizado, sendo eles, os mesmos formatos utilizados na saída dos dados para outros ambientes: dBASE, INFO e Delimited Text. O usuário também pode colocar os arquivos em outros drives ou diretórios, pois o gerenciador de arquivos do SIG em uso oferece as opções de localização destes arquivos.

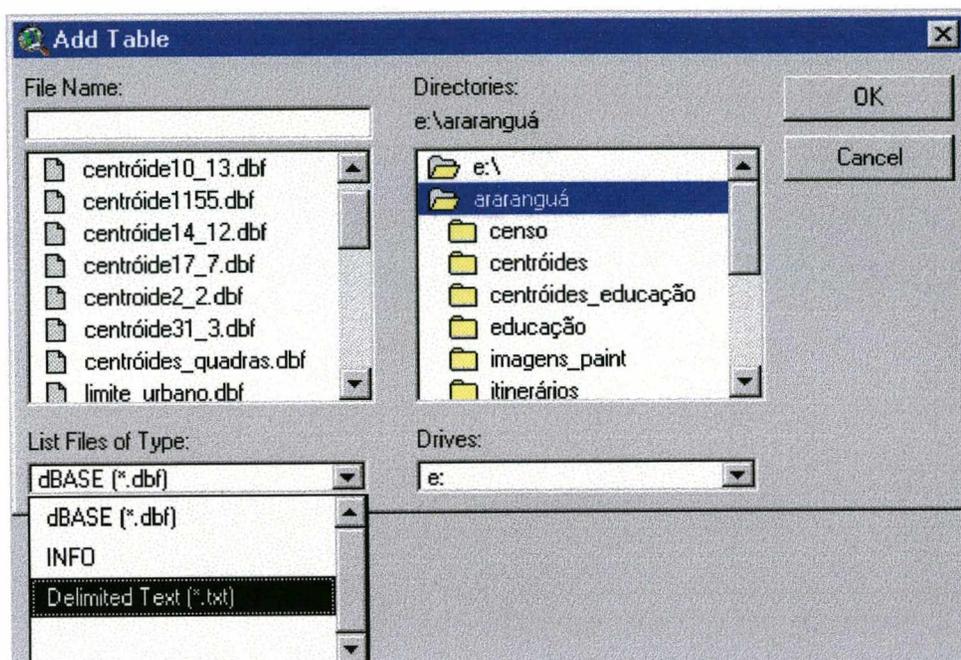


Figura 4-25 - Janela de adição de arquivos ao SIG

Como o interesse desse estudo é a determinação do índice de acessibilidade das quadras componentes da área de estudo, a utilização da UNIÃO (JOIN) de atributos se dará entre a tabela de atributos do tema Quadras.SHP e a tabela de atributos contendo os índices de acessibilidade aos serviços de saúde e educação.

Como pode ser observado nas tabelas mostradas na figura 4-26, a ocorrência do campo ID (que é o identificador das quadras) em ambas tabelas, possibilita a união entre as mesmas. Para isso é necessário que primeiro seja selecionado o campo ID da tabela de acessibilidades e logo a seguir o campo ID da tabela do tema Quadras.SHP. Feito isso, no menu TABELA (TABLE), seleciona-se a opção UNIÃO (JOIN). Esta opção coloca todos os atributos da tabela de acessibilidades na tabela de atributos do tema Quadras.SHP o que permitirá que a tarefa de análise espacial possa ser realizadas a partir deste tema.

O segundo método consiste na transformação do arquivo em formato texto para o formato padrão do SIG aplicado no estudo, com a geração de um novo tema para a VISTA (VIEW). Primeiro adicionando o arquivo ao ambiente SIG, conforme visto no primeiro método. A transformação do arquivo para tema é concluída tal como foi descrito no item 4.4.2 (Tema Centróides) na adição de um evento, em tema para a VISTA (VIEW).

Id	X_coord	Y_coord	Ateaduc	Asi
1001	648164.62	6798708.50	16.012	
1002	648368.88	6798534.00	14.293	
1003	648275.75	6798425.50	14.704	
1004	648166.00	6798295.00	19.775	
1005	648053.81	6798162.50	21.159	
1006	648229.19	6798013.00	16.581	
1007	647956.69	6798049.00	17.141	
1008	647879.69	6797957.50	16.260	
1009	647735.44	6797754.50	13.008	
1010	647741.19	6797946.00	16.050	

Shape	Id	Sector	Quadra	A
Polygon	1001	1	1	
Polygon	1002	1	2	
Polygon	1003	1	3	
Polygon	1004	1	4	
Polygon	1005	1	5	
Polygon	1006	1	6	
Polygon	1007	1	7	
Polygon	1008	1	8	
Polygon	1009	1	9	
Polygon	1010	1	10	

Figura 4-26 – União (Join) da tabela dos atributos das quadras com o arquivo de acessibilidade

O arquivo de acessibilidade é um arquivo que o SIG utilizado no estudo interpreta como um evento, porque ele possui os campos que contém as coordenadas planas dos centróides das quadras.

O que difere um método do outro é a quantidade de atributos e o modo de visualização da análise espacial. Quanto a quantidade de atributos, no primeiro método o usuário dispõe além dos atributos do tema das quadras, também os atributos de acessibilidade dos arquivos adicionados, enquanto que no segundo método, a tabela de atributos do novo tema adicionado a VIEW só terá informações dos índices de acessibilidade. Além disso, no primeiro método, na ocorrência de alguma alteração no conteúdo dos dados dos arquivos adicionados, a alteração também irá refletir automaticamente nos atributos do tema unido, enquanto que no segundo método, os dados são estáticos, ou seja, qualquer alteração na fonte não irá determinar alteração nos atributos (a menos que seja feito todo o método novamente). Quanto ao modo de visualização, no primeiro método pode-se visualizar as respostas das consultas (queries) nos polígonos de quadras para melhor conclusão da análise espacial, enquanto no segundo método, a visualização das resposta de uma consulta (query) em um tema cujo objeto espacial é do tipo ponto fica bastante prejudicada numa análise espacial.

Capítulo 5

5 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DESPROVIDAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS

Com a entrada dos arquivos resultantes de programação externa ao ambiente do SIG, pode-se dar início as análises dos mapas resultantes do acoplamento de novos atributos à aqueles já existentes no referido ambiente e constatar a situação atual de acessibilidade das unidades espaciais aos serviços públicos de saúde e educação. Contudo é necessário colocar que, para efeito de orientação do leitor, a população residente na área de estudo, segundo dados do IBGE, é de 37185 habitantes, distribuídos em 657 unidades espaciais (quadras).

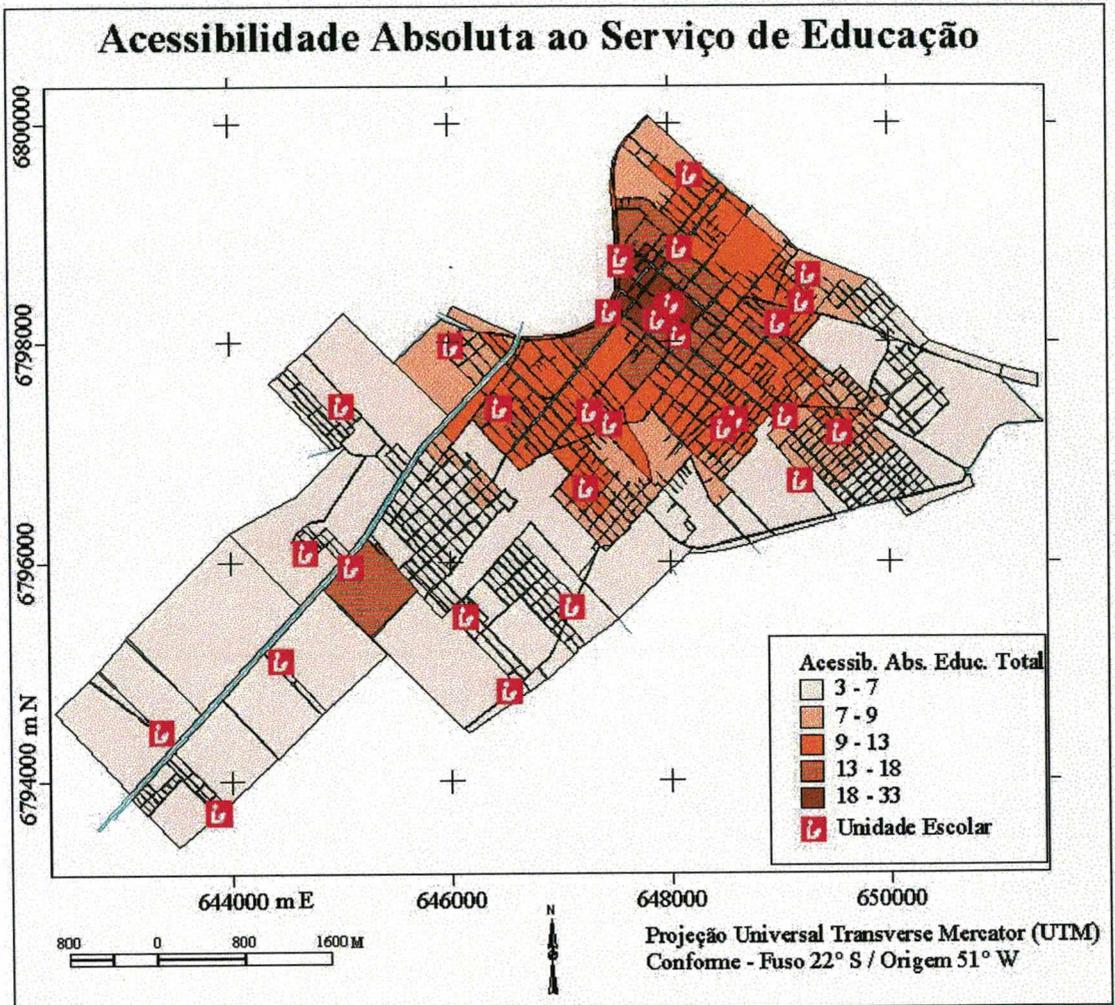
5.1 Acessibilidade aos Serviços de Educação

No primeiro mapa utilizado para análise (mapa 5-1), o enfoque é direcionado a determinação da unidade espacial de análise (UEA) com menor índice de acessibilidade ao serviço de educação na área de estudo. O índice aplicado neste mapa é o de acessibilidade absoluta aos serviços de educação e foi classificado em 5 (cinco) classes de acessibilidade absoluta, conforme a legenda apresentada no mapa. Também na legenda, o título da mesma aparece como “Acessibilidade Absoluta Educação Total” referindo-se a acessibilidade absoluta das quadras da área de estudo em função do número total de matrículas por unidade escolar no serviço de educação.

Comparando-se visualmente o mapa 5-1 com o mapa que mostra a relação de população por domicílios (mapa 4-6) pode-se observar que as quadras que apresentam as maiores taxas de densificação de população (população/domicílios) são também as que apresentam os menores índices de acessibilidade absoluta ao serviço de educação. Pode-se ainda perceber também que estas quadras pertencem aos setores censitários que apresentaram as maiores tendências de crescimento da população e da expansão do tecido urbano conforme observado nos mapas 4-4, 4-7 e 4-8.

Os baixos índices de acessibilidade absoluta ao serviço de educação nos setores mais distantes do setor 1 (mapa 4-3) refletem o número reduzido de matrículas

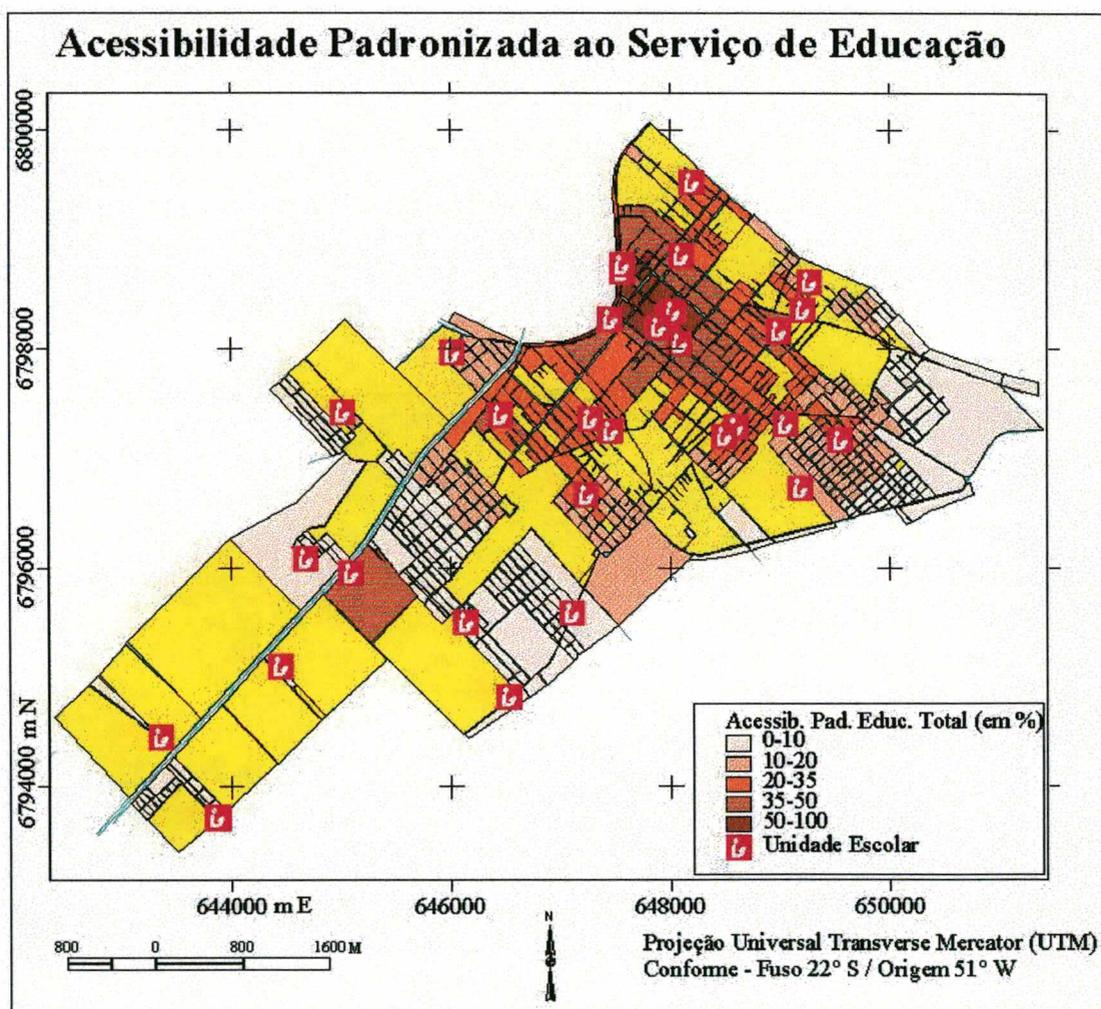
nas escolas periféricas ao centro da cidade, sendo principalmente observável no caso particular das quadras componentes dos setores censitários de número 19 e 20. De um total de 18196 matrículas na área de estudo, estes setores representam um índice de 11,66% do total das matrículas, contribuindo com 2122 matrículas e com 10 escolas do total de 32 unidades escolares identificadas na área de estudo.



Mapa 5-1 – Caracterização da distribuição espacial de acessibilidade absoluta ao serviço de educação

Tal qual o número de matrículas se reflete no índice de acessibilidade, a influência da distância entre a unidade espacial de análise e a atividade de educação também se pronuncia no índice dessas quadras. Com exceção de uma das quadras componentes do setor 19 que possui uma unidade escolar em sua área e têm uma distância observada menor em relação as demais unidades escolares da área de estudo, as demais quadras componentes dos setores censitários 19 e 20, possuem distâncias maiores no deslocamento em busca do serviço de educação.

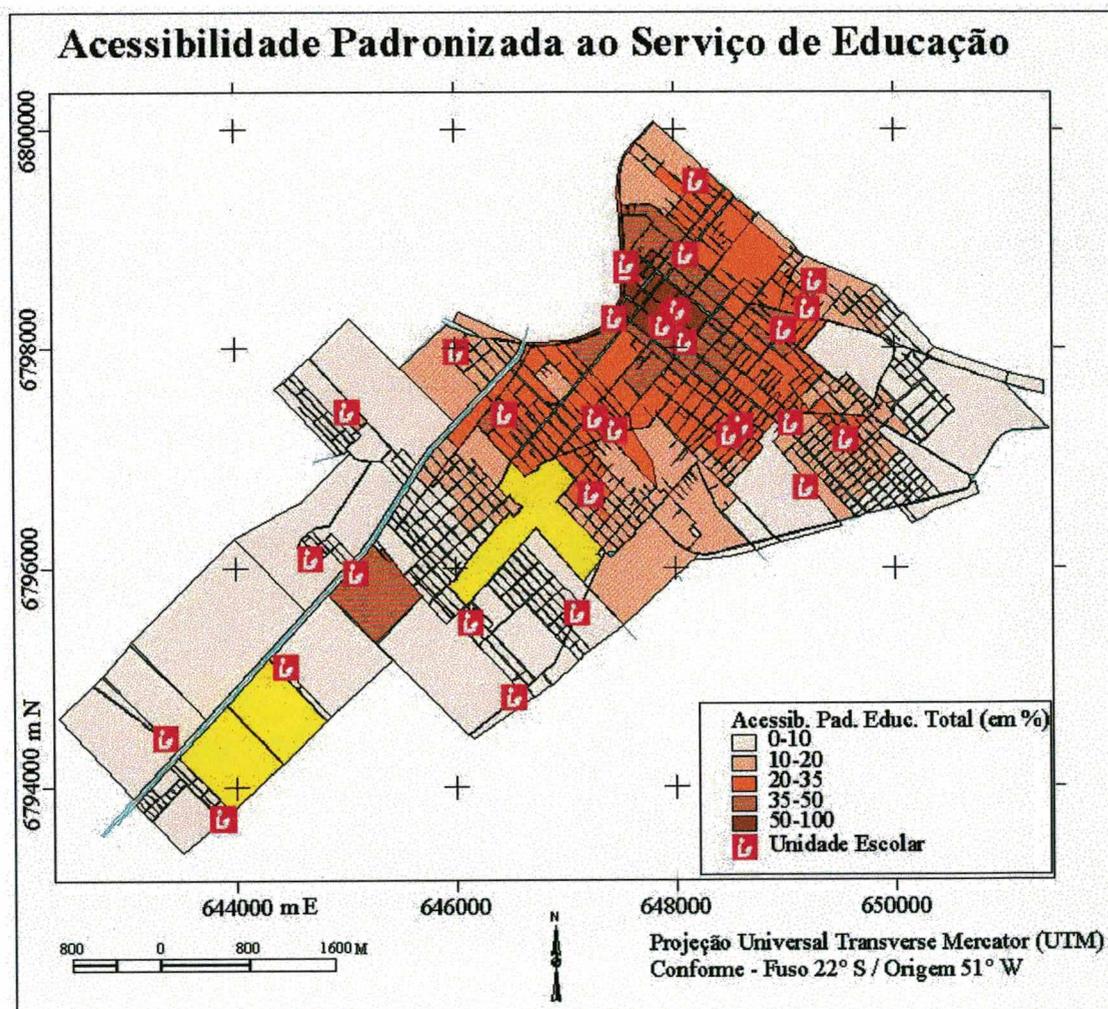
Para determinar a UEA com menor índice de acessibilidade aos serviços de educação são utilizados os atributos de acessibilidade relativa (ou padronizada), para indicar o local de maior carência deste tipo de serviço urbano. O mapa 5-2 mostra a distribuição do índice de acessibilidade relativa aos serviços de educação (em função do total de matrículas por unidade escolar) para toda área de estudo. Com o uso da ferramenta de construção de CONSULTA (QUERY) é solicitado ao SIG utilizado, a identificação das quadras com população superior a 100 habitantes e que tenham um índice de acessibilidade que represente menos de 30% (trinta por cento) do maior índice de acessibilidade encontrado, conforme foi evidenciado no capítulo anterior (capítulo 4), item que indica o índice de acessibilidade proposto (item 4.3).



Mapa 5-2 - Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 100 habitantes e índice menor que 30%

Como resposta a consulta (query) formulada são apresentadas várias quadras na cor amarela que identificam as UEA's cujos atributos satisfazem a formulação solicitada. As UEA's identificadas pelo SIG representam uma fração

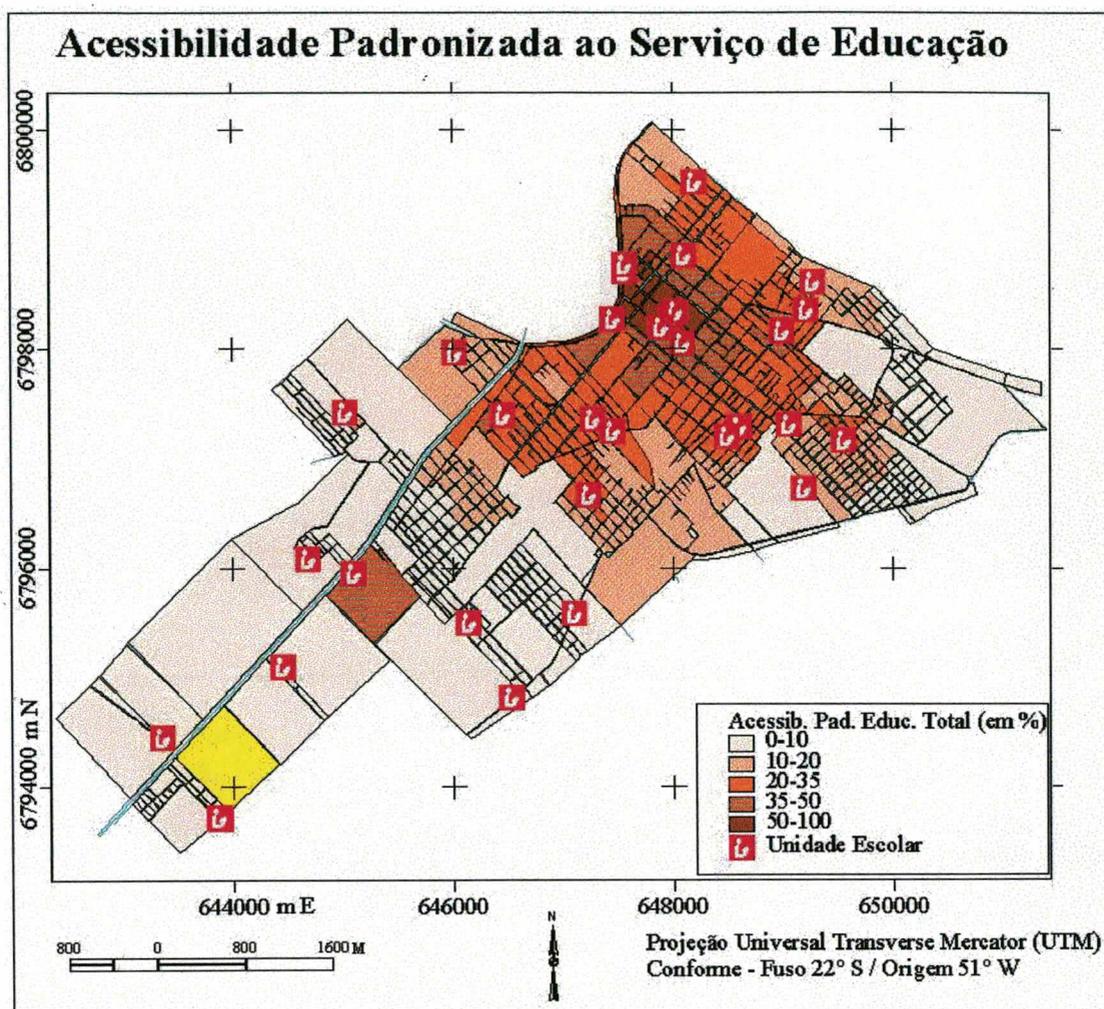
aproximada de 11% (71 unidades espaciais) do total de unidades que compõem a área de estudo, e cuja participação da população residente nestas unidades selecionadas (12892 habitantes) representa aproximadamente 35% do total da população da área de estudo. Porém ainda não é o suficiente para determinar qual a quadra merecedora de uma maior atenção da municipalidade com relação a acessibilidade ao serviços de educação. Fez-se nova CONSULTA ao SIG solicitando que a população residente na quadra seja maior que 300 habitantes e cujo índice de acessibilidade tenha menos de 10% (dez por cento) do índice maior. Como resultado temos a identificação de três quadras (e uma população de 1466 habitantes) que apresentam atributos que estão dentro destas características (conforme mapa 5-3).



Mapa 5-3 – Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 300 habitantes e índice menor que 10%

Com uso da tabela de acessibilidade relativa ao serviço de educação (apresentada no Anexo B), pode-se observar que temos índices de acessibilidade

menor que 3% nas UEA's, por isso, fez-se uma nova CONSULTA que fosse capaz de identificar qual(is) a(s) quadra(s), onde os atributos do tema, pudessem responder a uma população com mais de 400 habitantes residentes e com um índice de acessibilidade que representa-se menos de 1% (um por cento) do maior índice determinado (ver mapa 5-4).



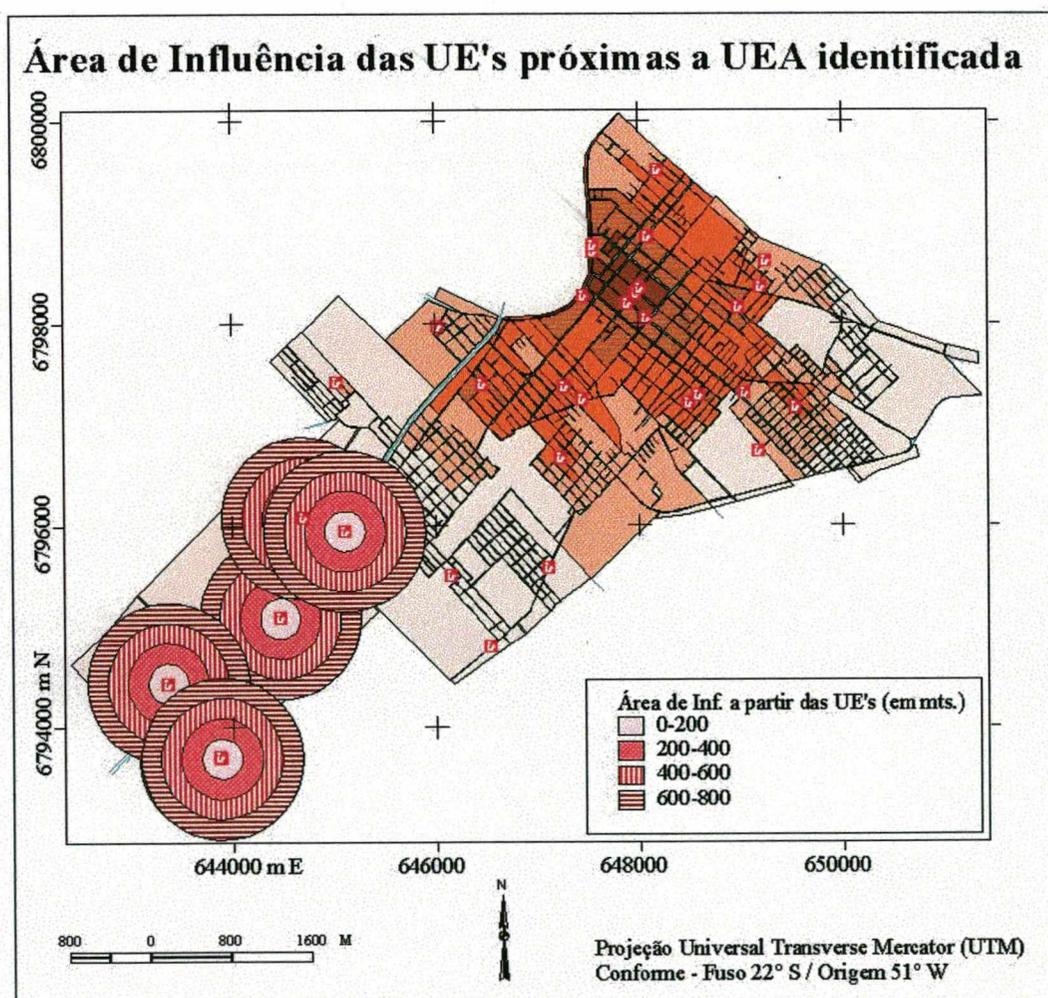
Mapa 5-4 - Distribuição espacial de acessibilidade relativa para quadras com população maior que 400 habitantes e índice menor que 1%

Conforme pode-se observar no capítulo anterior (item 4.1- Caracterização da área de estudo), quanto à densificação da população e aos vetores de crescimento urbano, a identificação da quadra com menor índice de acessibilidade aos serviços de educação (determinado em função do total de matrículas nas unidades escolares e distância às quadras) no setor censitário 19, indica que o distanciamento desta quadra ao centro da cidade, assim como o baixo número de matrículas nas escolas daquele local, foram condições determinantes para sua identificação. Observa-se ainda que esta quadra

apresenta uma população residente bastante expressiva e que traduz um alto nível de demanda.

Nestas circunstâncias a simples adoção de medidas de acessibilidade que considerassem apenas as distâncias de separação espacial entre o ponto de demanda e o de oferta, certamente induziria o leitor, ou mesmo o tomador de decisão, a atribuir um grau de acessibilidade ao local analisado que não revelaria o grau de privação da população daquele local em relação ao serviço demandado.

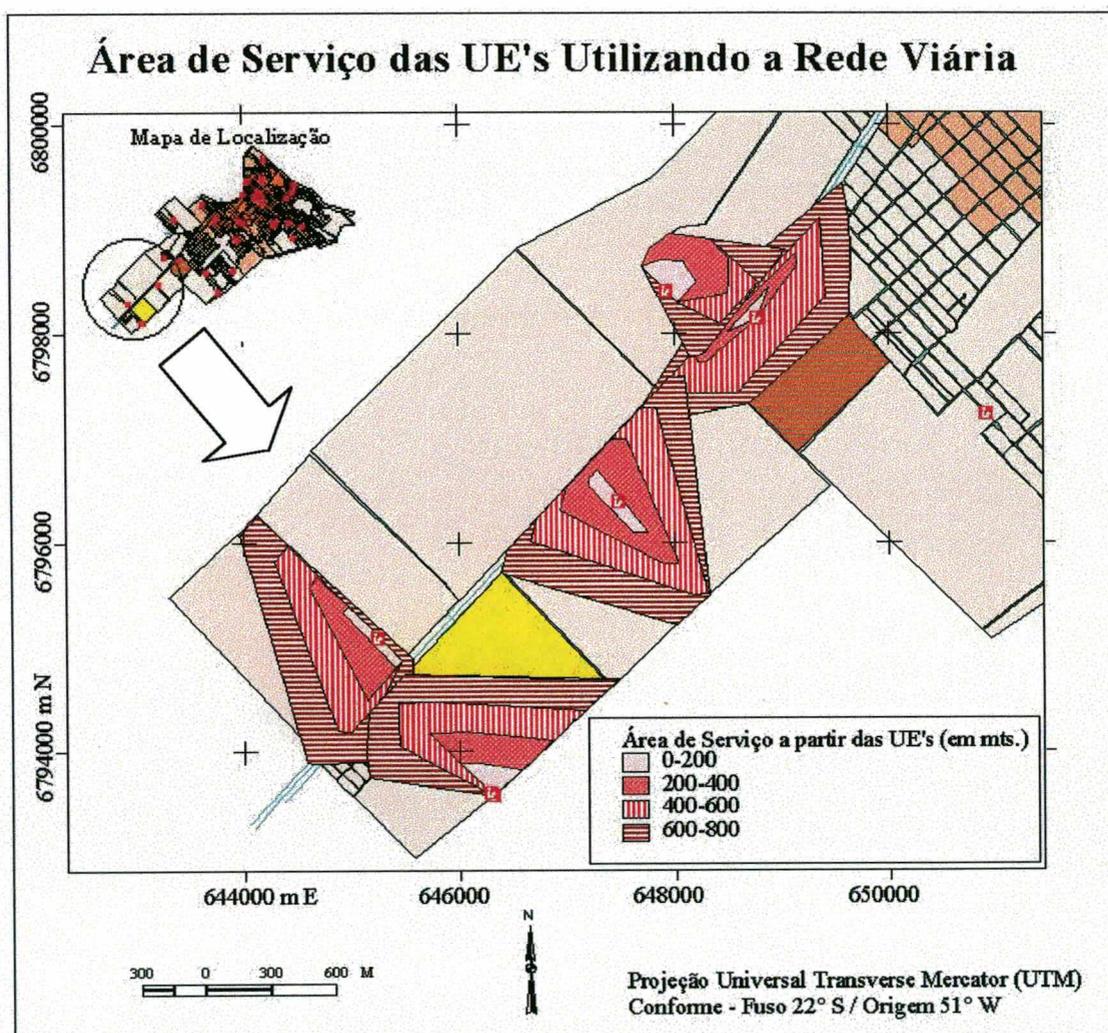
Por exemplo, se neste estudo tivesse sido aplicado este tipo de análise (i.e. a consideração apenas da distância), poderia o autor estar determinando que a quadra indicada como de pior acessibilidade na área de estudo, apresentasse um bom índice de acessibilidade para aquelas UE's que locacionalmente estão mais próximas desta unidade espacial de análise. No mapa 5-5, são apresentadas as áreas de influência para cada escola próxima à quadra identificada com o menor índice de acessibilidade encontrada neste estudo.



Mapa 5-5 - Acessibilidade em função da distância a partir das Unidades Escolares

A não consideração do efeito da atratividade na determinação do índice de acessibilidade permite que a distribuição das atividades no espaço possa produzir desigualdades não desejadas na determinação do uso do solo na área de estudo.

Neste caminho, o construtor do pacote de SIG que está sendo usado neste estudo, aplica o conceito de acessibilidade de uma determinada área, desconsiderando o efeito da atratividade da atividade. No ambiente do SIG utilizado, segundo ESRI (1996b) (módulo extensão de análise de rede) a acessibilidade só pode ser medida em termos de distância ou tempo. Assim, a acessibilidade passa a ser avaliada por áreas de serviços e/ou redes de serviços. As áreas de serviços identificam a região dentro de um certo tempo de viagem ou distância desenvolvidos na via. No estudo, usou-se a área de serviço para melhor identificação visual do problema e o seu tratamento (mapa 5-6).



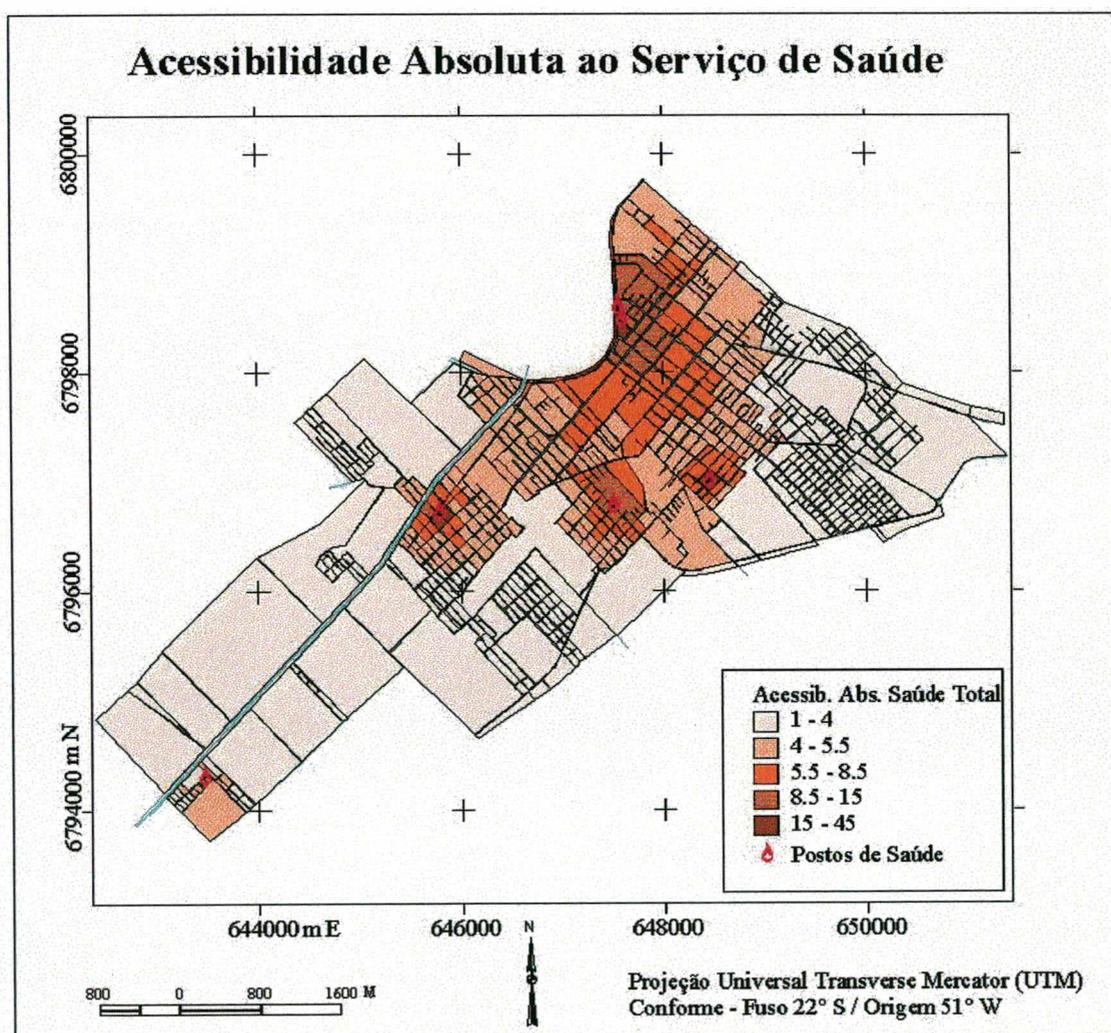
Mapa 5-6 - Acessibilidade em função da distância de viagem pela rede viária

Observa-se no mapa 5-6 que no mínimo três unidades escolares, dentre as que estão mais próximas da quadra que obteve o menor índice de acessibilidade

determinado pelo estudo (fundo em amarelo), poderiam estar indicando que espacialmente a UEA teria boa acessibilidade ao serviço de educação, o que pode levar ainda ao autor à conclusão de que a população desta quadra estaria bem servida de serviços de educação, ao contrário do que foi determinado pelo método de vinculação adotado. Como conseqüência da desconsideração do efeito da atratividade dos pontos de oferta, o planejador urbano pode ser induzido à determinações errôneas quanto às prioridades de investimento na oferta de vagas para educação (i.e. matrículas escolares).

5.2 Acessibilidade aos Serviços de Saúde

Na determinação do índice de acessibilidade aos serviços de saúde será verificada em primeiro lugar a distribuição espacial do índice de acessibilidade absoluta deste serviço na área de estudo.



Mapa 5-7 - Caracterização da distribuição espacial de acessibilidade absoluta ao serviço de saúde

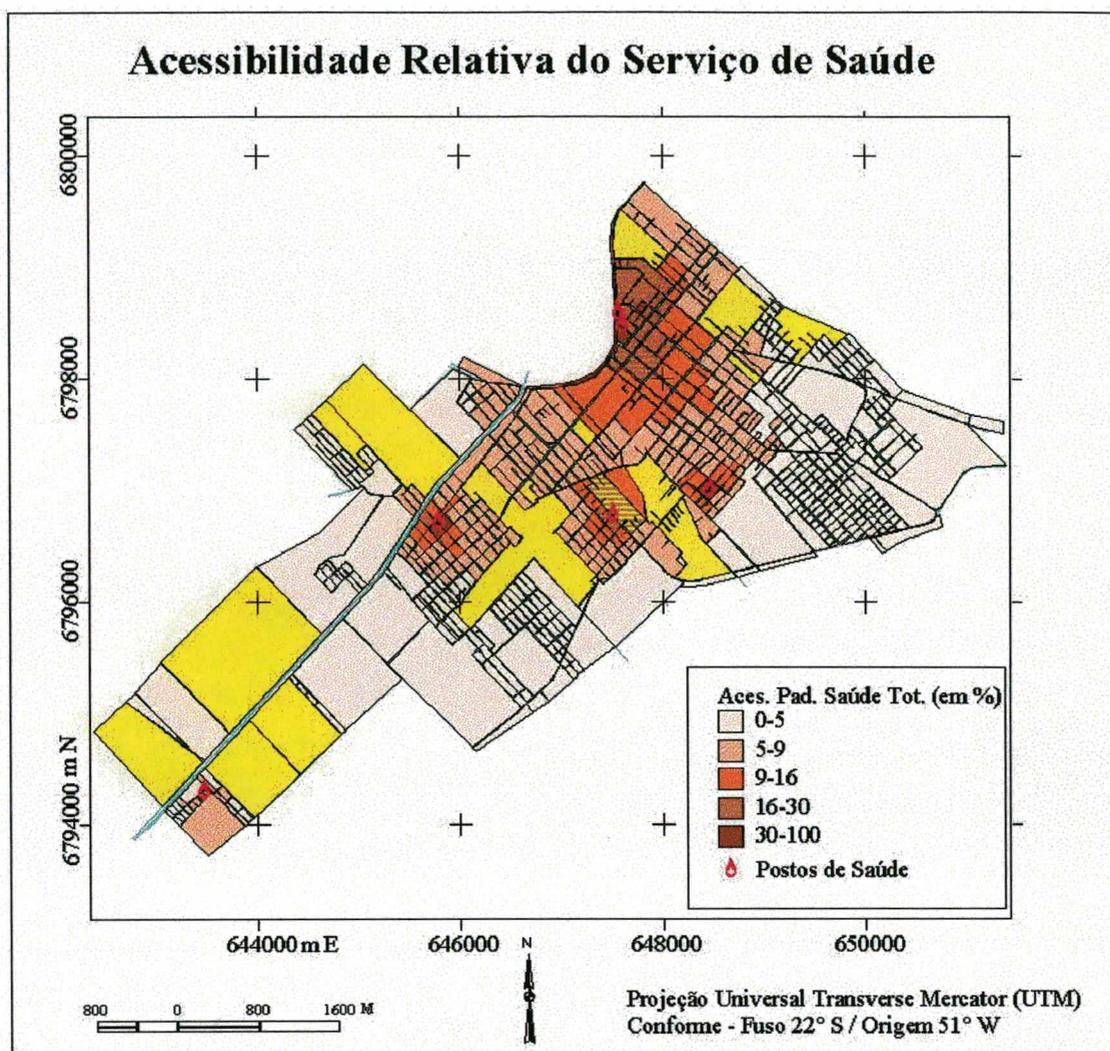
Verificando-se o mapa contendo a classificação dos índices de acessibilidade absoluta das quadras da área de estudo ao serviço de saúde (mapa 5-7), pode-se antecipar que, assim como os índices de acessibilidade ao serviço de educação, as quadras que mostram a tendência de expansão urbana e de maior densidade de população, são as quadras que apresentam os menores índices de acessibilidade absoluta a estes serviços públicos.

Pode-se visualizar também no mapa 5-7, que a grande maioria das quadras formadora da área de estudo apresentam um índice de acessibilidade baixo ao serviço de saúde, o que pode ser explicado pelo pouco número de postos de saúde disponíveis na área de estudo e a conseqüente disponibilização de um número muito reduzido de atendimentos realizados nestes postos de saúde.

É sabido pelos tomadores de decisão que a disponibilização de um número reduzido de atendimentos nos postos de saúde compõem os motivos pelos quais os usuários do serviço de saúde não se sentem atraídos para realização do deslocamento a este tipo de serviço.

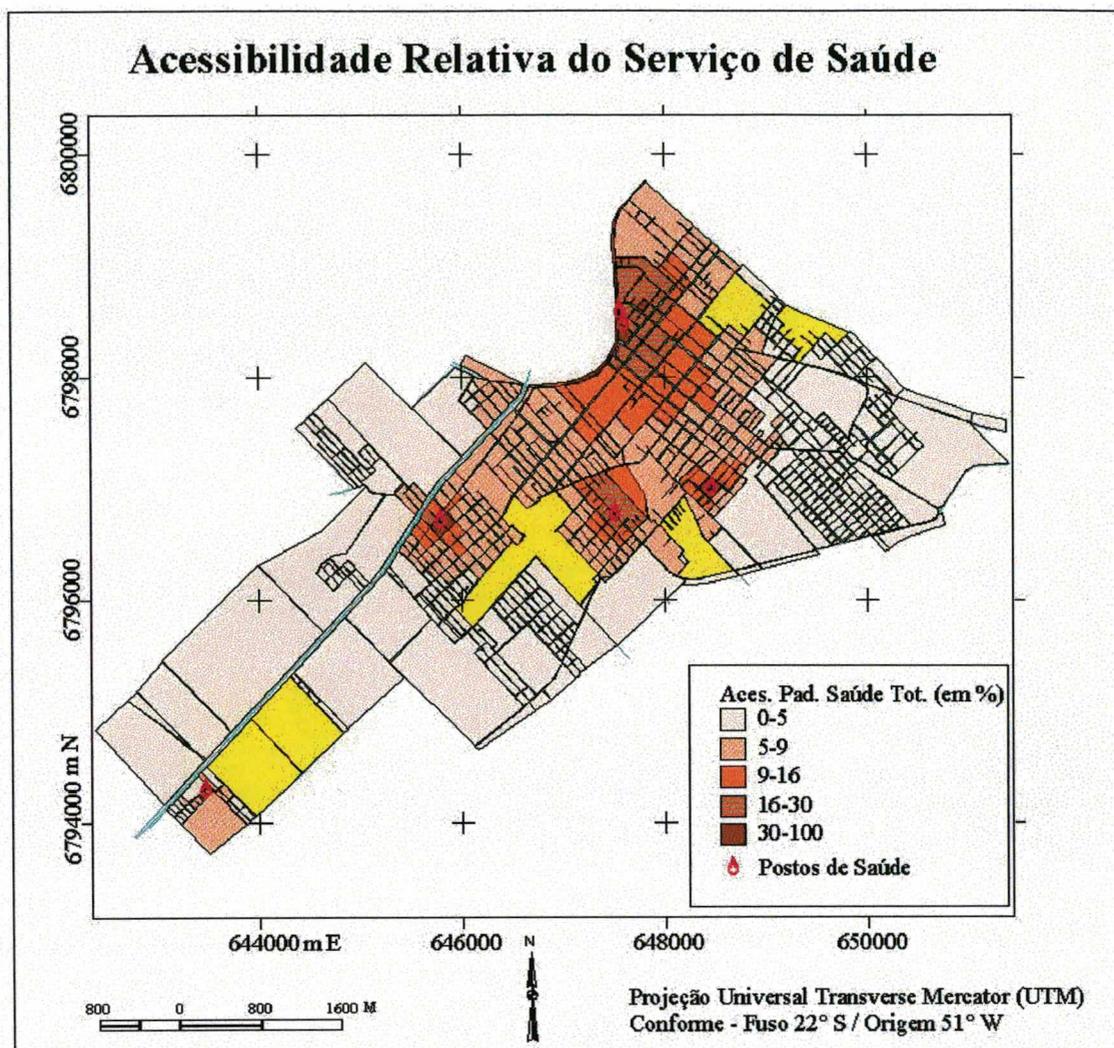
Com o índice relativo, ou padronizado, pode-se dar início a identificação da unidade espacial com maior carência aos serviços de saúde. Novamente a ferramenta de CONSULTA é utilizada para esta finalidade. Tendo a grande maioria das quadras, baixo índice de acessibilidade e número expressivo de habitantes, passou-se a determinar quais as unidades espaciais que apresentam um número superior a 200 habitantes residentes e cujo índice de acessibilidade seja menor que 30 % (trinta por cento) do maior índice de acessibilidade relativa determinado, sendo identificadas as UEA's através do mapa 5-8.

Percebe-se pelo mapa 5-8 que as quadras em tom de amarelo (17 UEA's e 5614 habitantes, ou seja, aproximadamente 2,5% das unidades espaciais e 15% da população) respondem ao questionamento e encontram-se bastante espalhadas pela área de estudo, ocorrendo inclusive quadras geograficamente próximas aos PS's apresentando baixo índice de acessibilidade como resultado do baixo número de procedimentos médicos identificados nestes postos. Novamente os setores censitários 19 e 20, identificados no mapa (4-3), são os que apresentam um maior número de quadras com baixos índices de acessibilidade. No estudo para saúde pode-se verificar pelos primeiros mapas que, ao contrário da acessibilidade medida para educação, tanto a separação espacial quanto a atratividade da atividade estão influenciando decisivamente na determinação do seu índice.



Mapa 5-8 - Distribuição espacial da acessibilidade relativa para quadras com população maior que 200 habitantes e índice menor que 30%

Para identificar a quadra na área de estudo que apresente um menor índice de acessibilidade ao serviço de saúde e cuja população seja representativa, fez-se uma nova CONSULTA ao SIG onde a população residente nestas quadras apresentasse um contingente superior a 300 habitantes e cuja acessibilidade representasse menos que 10% (dez por cento) do maior índice determinado, obtendo-se como resultado a identificação de 6 UEA's e uma população de 2748 habitantes conforme pode ser observado no mapa 5-9.

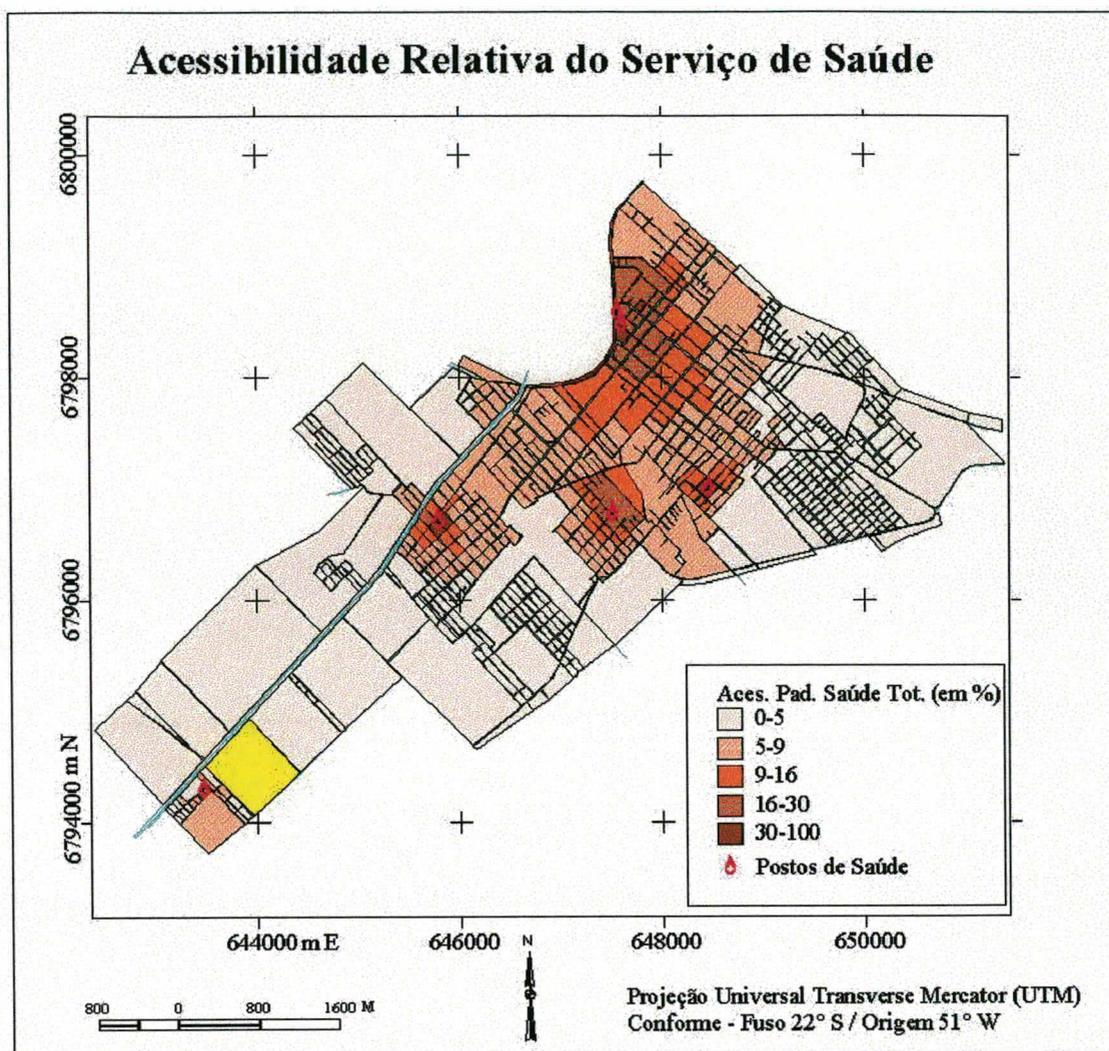


Mapa 5-9 – Distribuição espacial da acessibilidade relativa para quadras com população maior que 300 habitantes e índice menor que 10%

Como pode ser observado na legenda do mapa 5-9 a grande maioria das quadras estão classificadas com acessibilidade com menos de 9% do maior índice de acessibilidade relativa aos serviço de saúde. A determinação da quadra com menor índice de acessibilidade e com maior população residente ocorre quando é consultado ao SIG em que quadra da área de estudo encontra-se uma população residente maior que 400 habitantes e cujo índice de acessibilidade ao serviço de saúde seja menos de 1% (um por cento) do maior índice. O resultado é apresentado no mapa 5-10 a seguir.

Coincidentemente a quadra que apresenta o menor índice de acessibilidade ao serviço de saúde, também foi a mesma quadra que apresentou os piores resultados para o serviço de educação. Tal como na educação, o PS mais próximo desta quadra apresenta em sua atratividade, um número muito baixo no total de procedimentos (886 contra um total de 9394 procedimentos nos PS's identificados na área de estudo, ou seja, contribuindo apenas com 9,43% do total). Um pequeno número de procedimentos

aliado ao fato de que as distâncias desta quadra aos demais postos apresentam altos valores em distância de deslocamento, resultou num baixo índice de acessibilidade aos serviços de saúde, servindo como um amplificador de fatores que determinam a não realização de deslocamentos.



Mapa 5-10 - Distribuição espacial da acessibilidade relativa para quadras com população maior que 400 habitantes e índice menor que 1%

Como também foi desenvolvido no estudo ao serviço de educação, a comparação com outros métodos de avaliação da acessibilidade, como os que tratam o índice de acessibilidade apenas em função da separação espacial entre os pontos de origem e destino, no estudo aos serviços de saúde este mesmo tipo de análise também foi realizado.

→ Em OPPONG e HODGSON (1994) a acessibilidade geográfica aos equipamentos do sistema de saúde é determinada utilizando-se o modelamento locação-alocação a partir de dois caminhos, proximidade e cobertura. Segundo estes, “quando

definido em termos de proximidade, acessibilidade tem uma conotação de minimização de distâncias e pode ser medida usando a distância média de viagem. Pesquisas anteriores têm encontrado na distância a melhor determinante de uso de instalações (Stock, 1982)⁷... Se uma instalação de saúde está dentro de uma distância de cobertura especificada para uma pessoa, ela é considerada acessível à pessoa e a pessoa é dita coberta. A medida de acessibilidade neste contexto é a proporção de pessoas cobertas”.

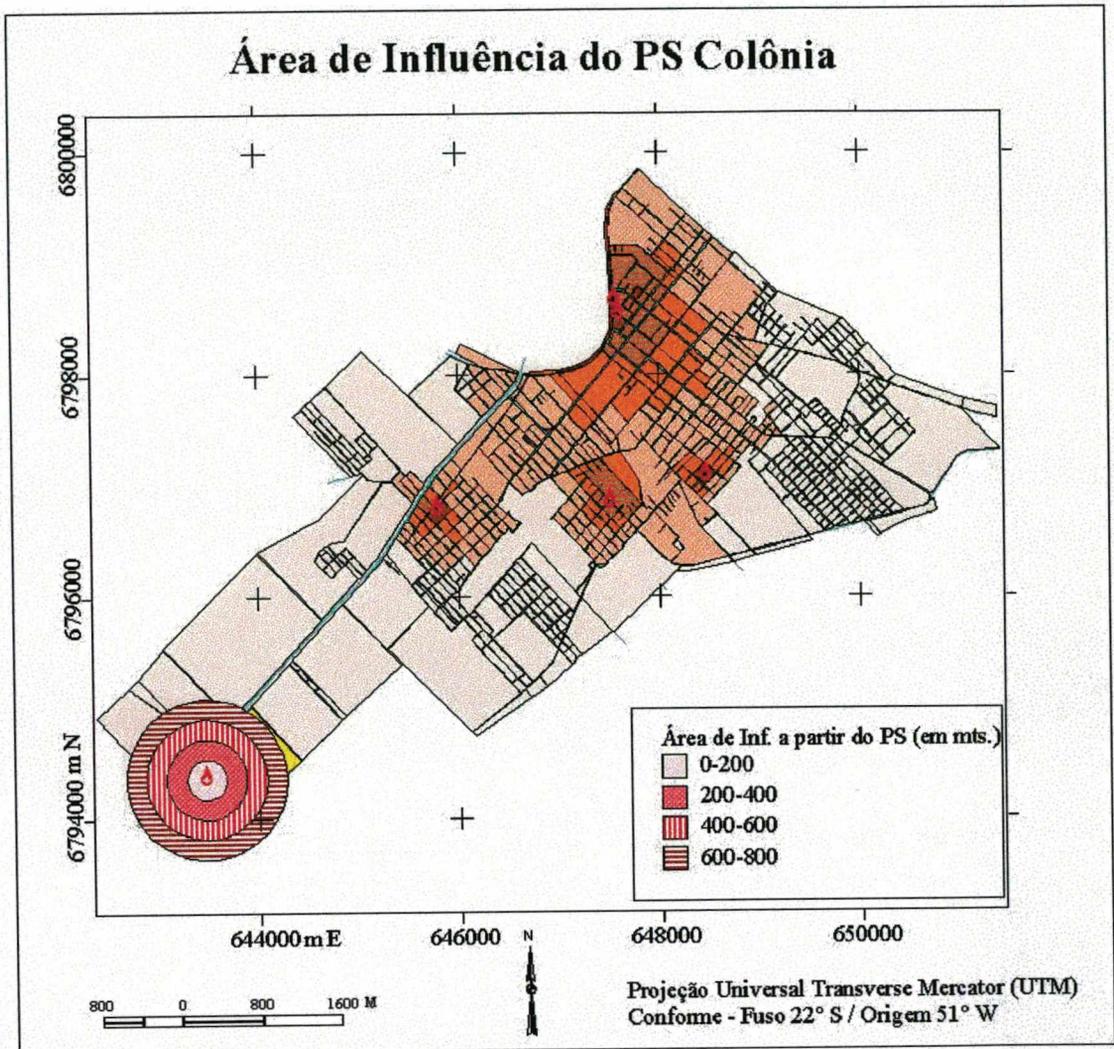
Na definição de proximidade OPPONG e HODGSON (1994) utilizaram-se da distância Euclidiana p -média porque na região analisada a principal forma de deslocamento para viagem são as caminhadas a pé. Segundo estes, “isto evita o problema de inacessibilidade sazonal ao longo de diferentes tipos de vias”. Para cobertura, adotaram que “os modelos de cobertura estão baseados na simples noção que esta é uma distância (custos ou tempo de viagem) dentro da qual clientes estão servidos (cobertos) e fora desta, não estão” (CHURCH e REVELLE, 1974) *apud* OPPONG e HODGSON (1994).

Também em COSTA (1998) e COSTA e ALMEIDA (1998) a distância em linha reta é adotada para determinar a acessibilidade dos pacientes (a partir das residências) aos serviços de saúde (local do atendimento).

Para COSTA (1998) e COSTA e ALMEIDA (1998) a acessibilidade é medida em função da distância média sobre a rede viária utilizada pelo usuário no deslocamento em direção as atividades.

A acessibilidade do ponto de vista do raio de influência a partir do posto de saúde mais próximo da UEA identificada com o pior índice de acessibilidade, pode ser observado no mapa 5-11, onde pode-se concluir que, pelo método de avaliação proposto por OPPONG e HODGSON (1994), COSTA (1998) e COSTA e ALMEIDA (1998), a quadra com o menor índice de acessibilidade apresentada pelo estudo, poderia ser classificada como tendo boa acessibilidade em função da proximidade da quadra ao posto de saúde, comparada aos demais postos.

⁷ STOCK, R.. Distance and utilization of health facilities in rural Nigeria. *Social Science and Medicine*, vol. 17. 1982. p. 563 -570

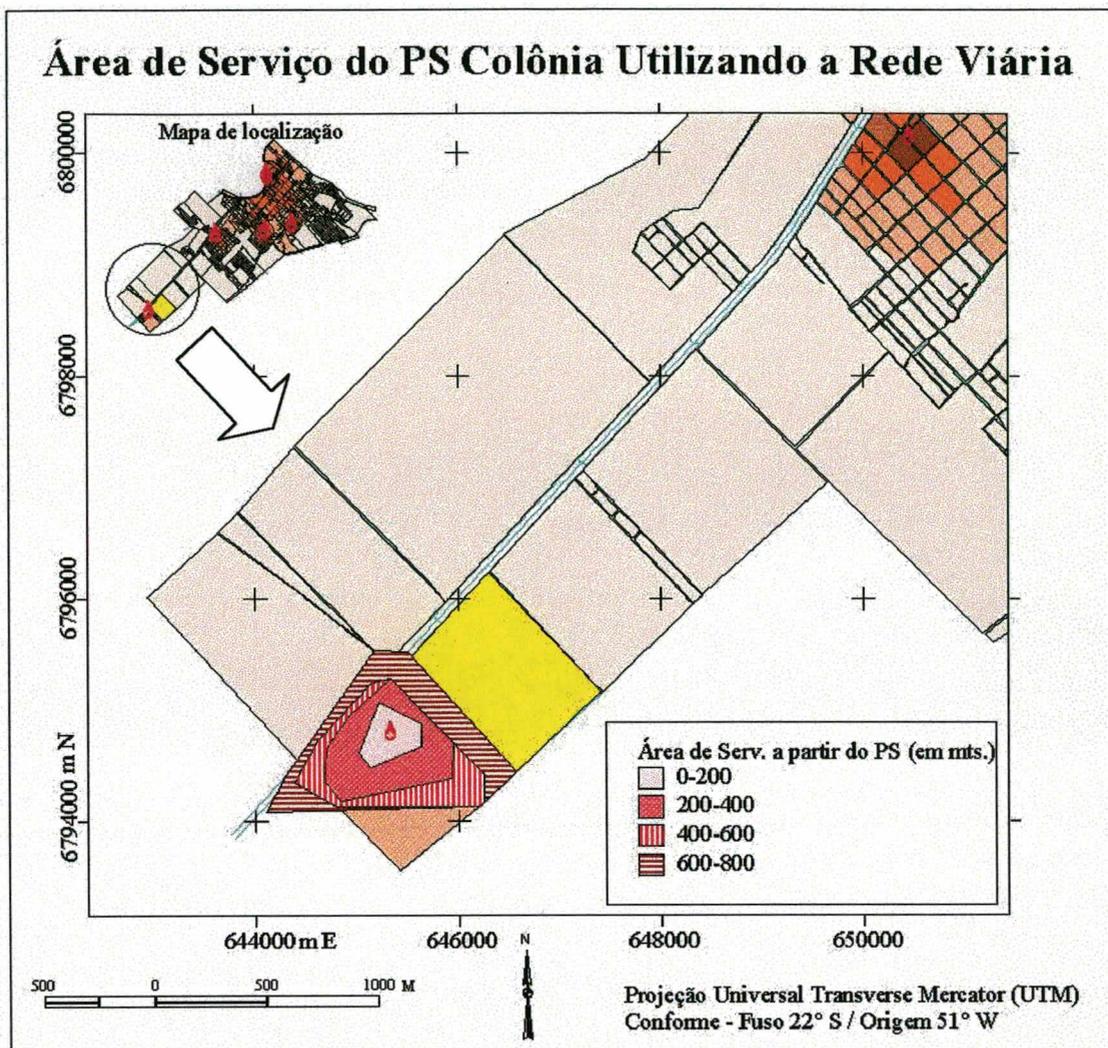


Mapa 5-11 - Acessibilidade em função da distância a partir do posto de saúde

Na determinação da acessibilidade pela distância de viagem com o uso da rede viária, pode-se perceber que também há uma certa tendência de acompanhar o resultado obtido pelo índice que usa o raio de influência. A visualização do mapa 5-12 indica que pela classificação de COSTA (1998) a quadra com menor índice obtido pelo estudo poderia ser considerada como de boa acessibilidade dentro de seu setor censitário.

Conseqüentemente, tal como na determinação da acessibilidade desta unidade espacial de análise ao serviço de educação, a não consideração da atratividade dos pontos de oferta poderá induzir ao planejador urbano à determinações distantes da realidade no tocante às prioridades de investimento em ampliação física de postos de saúde, ou no número de postos de saúde, quando o acréscimo na oferta do número de

procedimentos (i.e. atendimentos médicos, atendimentos de emergência e outros procedimentos clínicos) poderiam solucionar este problema.



Mapa 5-12 - Acessibilidade em função da distância de viagem pela rede viária a partir do Posto de Saúde

O que pode ser observado com a aplicação do índice de acessibilidade nas quadras da área de estudo, onde a interação espacial se faz para o alcance dos serviços urbanos de saúde e educação é que coincidentemente uma mesma quadra da área estudada apresenta um índice de acessibilidade indicativo de que aquele local está mal servido por estes dois tipos de serviços públicos.

Fica óbvio com o estudo, que a aplicação do índice de acessibilidade para a questão locacional de pontos de interesse considerando apenas o fator de impedância (distância de viagem tanto pela rede viária quanto pelo raio de influência) da separação espacial, sem a consideração de parâmetro de atratividade no destino, induzem o tomador de decisão a um erro na avaliação da atitude a ser planejada.

Neste sentido o índice aplicado no estudo mostra-se operacionalmente simples, facilmente compreendido, econômica e tecnicamente viável e considera tanto a influência da separação espacial quanto do quão atraído sente-se o usuário à realização do deslocamento, respondendo ao questionamento das necessidades aos serviços de saúde e educação na área de estudo. Note também que os componentes da medida de acessibilidade adotada revelam as características consideradas como fundamentais apresentadas em TAGORE e SIKDAR (1995) apud RAIA Jr. et al.(1997).

Coincidentemente, o setor censitário onde se encontra esta quadra apresentou, segundo dados do IBGE, um crescimento populacional de 450% no período compreendido de 1981 a 1996, sendo também o setor onde a taxa de densificação de população se encontra entre as maiores da área estudada (mapas 4-4 e 4-5).

Estas coincidências podem estar indicando que o crescimento destas áreas tenha ocorrido desordenadamente, o que indica a necessidade da adoção de medidas compensadoras que eliminem a carência destes serviços urbanos à população residente daquela área.

A expansão natural deste “corredor de desenvolvimento” no entorno da rodovia federal BR-101, explica em grande parte o desordenamento experimentado nestes setores censitários (19 e 20) e que revelam ainda um eixo de segregação espacial interno à área urbana.

5.3 Considerações Adicionais

O sistema viário do município de Araranguá é formado por vias primárias e secundárias que comportam amplamente o fluxo de tráfego existente, o que possibilita que os usuários do sistema viário possuam grande mobilidade para os deslocamentos.

Neste sentido, a cidade de Araranguá encontra-se numa posição privilegiada, graças à providência de seus planejadores, que preocupados com fluxos futuros de tráfego, planejaram o sistema com vias primárias (avenidas) com grande capacidade de tráfego (vias comportando duas pistas sendo cada uma delas com duas faixas em cada sentido), o que levou a cidade a ser reconhecida pela denominação de “Cidade das Avenidas”.

Também foi capital para a melhor análise deste estudo, as técnicas de vinculação (também conhecido como acoplamento ou ainda conexão) entre o SIG utilizado e outras plataformas de processamento de dados. Este acoplamento foi possível graças a tecnologia de construção do ambiente SIG que se utiliza de linguagens de troca de dados que são padrão para a grande maioria dos pacotes computacionais, proporcionando o fácil acoplamento à base de dados tabular e às saídas de dados do SIG.

A técnica de vinculação fraca (loose coupling) também representa uma grande inovação na análise espacial dos dados georeferenciados, permitindo ao tomador de decisão a real avaliação espacial das necessidades de uma determinada área do ambiente urbano, relativamente a algum tipo de serviço urbano.

Capítulo 6

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

A consecução do acoplamento (ou vinculação) no ambiente de SIG mostrou ser uma importante ferramenta adicional ao tomador de decisão no processo de planejamento urbano e se apresenta como uma nova linha de pesquisa na busca de metodologias que incorporem a agilidade da manipulação e gerenciamento de objetos espaciais em ambientes de SIG's e os modelamentos espaciais até então desenvolvidos.

O processo de acoplamento (ou vinculação) entre o SIG e o modelo de acessibilidade revelou-se perfeitamente operacional, propiciando a realização de uma análise comparativa de acessibilidades entre quadras, cuja visualização em mapa georeferenciado, trouxe uma nova visão à análise realizada, que de outra forma não teria sido possível.

Informações sobre distâncias entre as unidades espaciais de análise (quadras) e, o total de atendimentos (no estudo realizado para saúde) e número de matrículas (no estudo realizado para educação), foram utilizadas na construção de um banco de dados suplementar, pronto para ser lido e processado por um programa computacional escrito para calcular os índices de acessibilidade entre as quadras e as unidades escolares e postos de saúde da área de estudo.

A inserção das informações de acessibilidade geradas externamente ao SIG, na forma de novos atributos ao tema das unidades espaciais de análise, contribuiu para o rompimento com os modelos de análises espaciais convencionais que sempre foram realizadas em função de áreas formadas no entorno das atividades (buffer areas) ou da mera separação espacial, e indica, conforme ficou demonstrado ao longo do estudo, um enorme avanço na análise espacial realizada de maneira precisa, consistente e eficaz, possibilitando a criação de um instrumento de planejamento capaz de indicar

aos tomadores de decisão as unidades espaciais de análise com menor índice de acessibilidade e com maior demanda por serviços (população), possibilitando, a partir daí, uma decisão sobre a alocação e a localização de novos estabelecimentos que atenda as necessidades nestas áreas menos favorecidas.

Neste estudo evidenciou-se a operacionalização da determinação de índices de acessibilidade aos serviços de saúde e educação, utilizando-se um procedimento de acoplamento (conexão) entre base de dados tabular e o sistema de gerenciamento da base de dados cartográfica, denominado de vinculação fraca (*Loose Coupling*), no qual um Sistema de Informações Geográficas (SIG Arc View) foi utilizado para processar informações georeferenciadas de objetos espaciais (quadras).

O presente estudo contribui no sentido de indicar o caminho para novas investigações da metodologia aqui apresentada, constituindo-se em importante fonte para produção de novos trabalhos na área do planejamento urbano.

Ainda, relativamente aos temas que nortearam e são constituintes deste estudo pode-se concluir que:

Quanto à base de dados

a) a base de dados tabular, mesmo com a utilização de dados considerados de baixo custo, conseguiu ser suficiente (apenas para o estudo da educação não foi possível obter dados que permitissem uma análise desagregada por faixas etárias) para que se permitisse obter respostas concisas e eficazes para área de estudo;

b) a base de dados espacial (cartográfica) obtida a partir de uma restituição digital na escala 1:2000 mostrou-se suficientemente consistente para a realização das operações em ambiente SIG, inclusive para a determinação das relações entre objetos espaciais (quadras, sistema viário e distâncias).

Quanto ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado

a) mostrou-se ser uma excelente ferramenta de apoio na tomada de decisão para o planejador urbano;

b) possui grande capacidade para acoplamento com outros ambientes computacionais, tanto em nível local como fora de seu ambiente físico. Com isso, a técnica de acoplamento utilizada possibilitou que a base de dados tabular desenvolvida fora do ambiente SIG pudesse ser utilizada e que todo o desenvolvimento do modelamento matemático para a determinação do índice de acessibilidade em outra plataforma computacional, pudessem produzir respostas para realização da análise espacial;

Quanto ao índice de acessibilidade empregado no estudo

a) foi constatado pelo autor que o índice aplicado correspondeu plenamente às expectativas de um índice de fácil compreensão, técnica e economicamente viável, sua operacionalização deu-se de maneira prática e mostrou ser um índice com grande potencial de aplicação;

b) o índice mostrou-se sensível às influências da separação espacial entre os pontos de origem e os pontos de destino assim como, às atratividades das atividades espalhadas pela área de estudo;

Quanto a área de estudo

a) embora as maiores tendências observadas de urbanização estejam ocorrendo no entorno ao eixo da rodovia BR-101, a respectiva alocação dos serviços urbanos de saúde e educação não têm contribuído para que a população destas mesmas áreas sintam-se atraída a realizar as suas atividades dentro da própria área;

6.2 Recomendações

A técnica de vinculação (ou acoplamento) apresentada pelo autor revelou-se uma importante ferramenta auxiliar na tomada de decisão pelo planejador urbano, de modo que esta técnica propicia a realização da análise espacial do ambiente urbano de forma mais consistente e que demande um menor espaço de tempo, podendo desta

maneira, ser indicada na avaliação dos mais variados processos de planejamento estratégico do ambiente urbano.

O índice de acessibilidade proposto neste estudo, por ser um índice sensível as influências da separação espacial e à atratividade das atividades, e ainda, de fácil interpretação pelo tomador de decisão, revelou-se uma importante ferramenta auxiliar ao planejamento estratégico na identificação de unidades espaciais de análise mais desprovidas de algum tipo de serviço público.

A base de dados tabular foi suficiente para consecução do estudo, porém a utilização de dados sócio-econômico de modo mais desagregado permitiriam a realização de análises correlacionadas do índice de acessibilidade de uma população seccionada por faixas etárias com algum tipo de capacidade econômica presente nas unidades espaciais de análise.

A base de dados cartográfica obtida para o estudo, quando restituída para o formato digital, deveria obedecer as estruturas topológicas dos dados espaciais, evitando assim o desperdício de tempo que ocorre no processo de “limpeza” das feições quando da sua efetiva utilização no ambiente SIG.

O SIG utilizado no estudo, em função de suas características operacionais e econômicas (custo de aquisição), é uma ferramenta que se apresenta como de grande valia ao tomador de decisão na busca por respostas mais rápidas aos cidadãos que financiam os serviços públicos através dos impostos.

Nas áreas identificadas como mais desprovidas dos serviços públicos de saúde e educação, a simples adoção de medidas compensadoras quanto as atratividades destas atividades indica uma alternativa na busca pela eliminação da carência dos habitantes daquela área aos serviços públicos analisados.

Esta nova linha de pesquisa que se apresenta é absolutamente incipiente na ciência que se utiliza de SIG e é merecedora de uma maior atenção em estudos que demandem um tempo maior para o desenvolvimento desse novo ferramental.

Capítulo 7

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 Referências Bibliográficas

- ALLEN, W. Bruce; LIU, Dong and SINGER, Scott. Accessibility measure of U.S. metropolitan areas. *Transportation Research - B*, Pergamon Press Ltda., Printed in Great Britain, : v. 27 B, n° 6, December / 1993. p. 439 a 449
- ARRUDA, João Bosco Furtado. Determinação do impacto de projetos de transportes na acessibilidade do trabalhador às principais zonas de emprego urbano. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (2. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 975 a 984
- BARTOLI, Sérgio Pinto, FORTES, José Augusto Abreu Sá e ANDRADE, Nilton Pereira. Sistema de Informação Geográfica (SIG) como instrumento para avaliação da acessibilidade locacional de paradas de ônibus. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996. p. 245 a 256
- BLACK, J. and CONROY, M.. Accessibility measures and the social evaluation of urban structure. In: *Environment and planning A*. Vol. 9, 1977. p. 1013 a 1031
- BRUNS, Lawrence D. and GOLOB, Thomas F.. The role of accessibility in basic transportation choice behavior. In: *Transportation*. Elsevier Scientific Publishing Company, Vol. 5, Amsterdam – The Netherlands, 1976. p. 175 a 198
- CALIJURI, Maria Lúcia e RÖHM, Sérgio Antônio. *Sistemas de Informações Geográficas II*. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais, 1995. 35 p.
- CALIJURI, Maria Lúcia. *Sistemas de Informações Geográficas II*. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–Minas Gerais, 1995. 40 p.
- CONSTITUIÇÃO - República Federativa do Brasil. Brasília – DF, 1988. 292 p.
- COSTA, Luciana Silva da. **Medidas de acessibilidade a serviços de saúde em unidades do município do Rio de Janeiro**. Relatório de COB 705. Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE – Programa de Engenharia Biomédica. Rio de Janeiro – RJ. 1998. 28 p.

- COSTA, Luciana Silva da e ALMEIDA, Renan M. Varnier. **Acessibilidade a hospitais gerais públicos e procedimentos selecionados no município do Rio de Janeiro, RJ.** Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE – Programa de Engenharia Biomédica. Rio de Janeiro – RJ. 1998.
- CRAGLIA, Máximo. The use of geographical information for urban planning. Palestra proferida no CPGEC – UFSC, Florianópolis – Santa Catarina, Julho / 1998.
- DALVI, M. Q. and MARTIN, K. M.. The measurement of accessibility: some preliminary results. In: *Transportation*. Elsevier Scientific Publishing Company, Vol. 5, Amsterdam – Netherlands, 1976. p. 17 a 42
- DAVIDSON, K. B.. Accessibility in transport/land use modelling and assessment. In: *Environment and planning A*. Vol. 9, 1977. p. 1401 a 1416
- DELGADO, Juan Pedro Moreno. Mobilidade urbana, rede de transporte e segregação. Anais In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995. p. 285 a 293
- ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. Arc View GIS – Using Arc View GIS. Printed in the United States of America, 1996a.
- ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. Arc View Network Analyst – Using Arc View Network Analyst. Printed in the United States of America, 1996b.
- GEERTMAN, Stan C. M. e VAN ECK, Jan R. Ritsema. GIS and models of accessibility potential: an application in planning. In: *International Journal of Geographical Information Systems*, Printed by Taylor & Francis Ltd., vol. 9, n. 1, 1995. p. 67 a 80
- KOENIG, J. G.. Indicators of urban accessibility: theory and application. In: *Transportation*. Elsevier Scientific Publishing Company, Vol. 9, Amsterdam – Netherlands, 1980. p. 145 a 172
- MILLER, Harvey J.. Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems. In: *International Journal of geographical Information Systems*, Printed by Taylor & Francis Ltd., vol. 5, n. 3, 1991. p. 287 a 301
- MORRIS, J. M.; DUMBLE, P. L. e WIGAN, M.R. Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research - A*, Pergamon Press Ltda., Printed in Great Britain : vol. 13 A, nº 2, April / 1979. p. 91 a 109
- MOWFORTH, M. R. N.. Trends in accessibility to employment in greater London, 1971 - 1981. *Transportation planning and technology*, Gordon and Breach Science Publishers Inc., Printed in the United Kingdom : v. 13, nº 2, 1989. p. 85 a 110

- OPPONG, Joseph R. And HODGSON, M. John. Spatial accessibility to health care facilities in Suhum district, Ghana. In: *Professional Geographer*, Association of American Geographers, Published by Blackwell Publishers, vol.46, n. 2, Oxford – UK, 1994. p. 199 a 209
- ORTH, Dora M. e ROSSETO, Adriana M. Avaliação preliminar do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Itacorubi - Florianópolis / SC. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 99 a 110
- PINHEIRO, Márcia Barone. Mobilidade urbana e qualidade de vida: conceituações. In: VIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (2. : 1994 : Recife - PE) *Anais*. Recife - PE, ANPET, 21 a 25 de Novembro de 1994. p. 405 a 414
- POOLER, James A. Measuring geographical accessibility: a review of current approaches and problems in the use of populations potentials. In: *Geoforum*, vol. 18, n. 3, Pergamon Journals Ltda., printed in Great Britain, 1987. P. 269 a 289
- _____. The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility. *Transportation Research - A*, Pergamon Press Ltda., Printed in Great Britain, : v. 29 A, nº 6, November / 1995. p. 421 a 427
- PRETTO, Danielle F., CORRÊA, Marília M. D. e LOCH, Carlos. A fotografia aérea como meio de atualização cadastral e planejamento urbano. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 161 a 169
- RAIA JÚNIOR, Archimedes Azevedo, SILVA, Antônio Nélon Rodrigues e LIMA, Renato da S.. Utilizando um SIG para avaliar níveis de acessibilidade em uma cidade média. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 193 a 204
- RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo, SILVA, Antônio Nélon Rodrigues e BRONDINO, Nair Cristina Margarido. Comparação entre medidas de acessibilidade para aplicação em cidades brasileiras de médio porte. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (2. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 997 a 1008
- ROSADO, Marcelo Corrêa e ULYSSÉA NETO, Ismael. Determinação de índices de acessibilidade a serviços de educação utilizando Sistema de Informação Geográfica. In: XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte (1.:1999:São Carlos – SP) *Anais*. São Carlos – SP, ANPET, 08 a 11 de Novembro de 1999. p. 29 a 39
- SALES FILHO, Laerte de Holanda. *O uso de indicadores de acessibilidade na avaliação de redes estruturais de transporte urbano*. Rio de Janeiro, Março de 1996. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

- _____. Indicadores de acessibilidade: alguns aprimoramentos analíticos e seu uso na avaliação de redes estruturais de transporte urbano. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (2. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 985 a 996
- SANCHES, Suely da Penha. Acessibilidade no transporte coletivo urbano. In: VI Encontro Norte/Nordeste de Transportes Públicos (1. : 1996 : Terezina - PI) *Anais*. Terezina - PI, 12 a 15 de Junho de 1996a. p. 61 a 71
- _____. Acessibilidade: um indicador do desempenho dos sistemas de transporte nas cidades. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996b. p. 199 a 208
- _____. Definição de zonas de tráfego, a partir de setores censitários, usando um SIG. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 103 a 112
- SIEBERT, Claudia. Plano diretor de Pomerode: o cadastro como subsídio na elaboração do zoneamento. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 70 a 75
- SILVA, Antônio Nelson Rodrigues. *Sistemas de Informações Geográficas para Planejamento de Transportes*. São Carlos – SP, 1998. Tese de Livre-Docência Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, USP/EESC.
- SPERRY, João Wilson Vieira. *Metodologia para avaliação da qualidade de elementos de rodovias utilizando Sistema de Informação Geográfica*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.
- STAR, J. and ESTES, J. *Geographic Information Systems*. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 1990.
- TACO, Pastor Willy Gonzales, YAMASHITA, Yaeko e SOUZA, Newton Moreira. Definição de setores agregados homogêneos (SAH) para a análise de zonas de tráfego (ZT) usando sensoriamento remoto. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996. p. 223 a 234
- ULYSSEÁ NETO, Ismael. Modelos simplificados de planejamento de transportes de passageiros – Uma necessidade de curto prazo em países em desenvolvimento. In: III Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (3. : 1989 : Salvador – Bahia) *Anais*. Salvador – Bahia, ANPET, Outubro 1989. p. 69 a 84

- VICKERMAN, R. W. Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility. In: *Environment and planning A*. Vol. 6, 1974. p. 675 a 691
- WEGENER, Michael. Spatial models and GIS. In: *Research: Trans-Atlantic Perspectives*, ch. 10. Taylor and Francis, London – UK, 1998. p. 115 a 127
- WEIBULL, J. W. On the numerical measurement of accessibility. In: *Environment and planning A*. Vol. 12, 1980. p. 53 a 67

7.2 Referência Bibliográfica - Internet

- BARROS, Teresa. Sistemas de Informação Geográfica. Em 21 de maio de 1999. <http://www.medialab.fe.up.pt/alunos/Tbarros/sistemas.htm>
- BEBIANO, Rui. Sistemas de Informações Geográficas – Uma introdução breve. Em 08 de junho de 1999. <http://www.pontegrande.com/pgc/docs/gis.txt>
- FOOTE, Kenneth E. and LYNCH, Margaret. Geographical Information Systems as na integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions. Em 08 de junho de 1999. <http://www.utexas.edu/ftp/pub/grg/gcraft/notes/intro/intro.html>
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Conceitos Cartográficos básicos para o uso do SPRING. Em 09 de Julho de 1999. <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/cartogrf.htm>

Anexo A

Bibliografias Recomendadas:

- ARENTZE, Theo A.; BORGES, Aloys W. J. e TIMMERMANS, Harry J. P.. Multistop-based measurements of accessibility in a GIS environment. In: *International Journal of Geographical Information Systems*, Printed by Taylor & Francis Ltd., vol. 8, n. 4, 1994. p. 343 a 356
- BALASSIANO, Ronaldo. Planejamento estratégico de transportes considerando sistemas de média e baixa capacidade. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 203 a 216
- BERNDT, Angelita. Planejamento urbano: a importância de políticas de preservação urbana. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 93 a 98
- CASTRO, Maria Alejandra Guilarte; SANTOS, Marcio Peixoto de Siqueira e MACHADO, Denise Pinheiro. Uma contribuição metodológica para a avaliação dos impactos da implantação de sistemas de transporte na produção do espaço urbano. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995. p. 247 a 255
- DANTAS, André Soares, TACO, Pastor Willy Gonzales e YAMASHITA, Yaeko. Sistemas de Informação Geográfica em transportes: o estado da arte. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996. p. 211 a 222
- DANTAS, André Soares et al. Decisões no planejamento de transportes: uma abordagem hierárquica e georeferenciada. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1997 : Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 231 a 242
- ECHEVERRY, Maria Teresa e YAMASHITA, Yaeko. Gerenciamento do uso do solo para a análise da capacidade máxima da rede. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995. p. 257 a 263
- FERREIRA, Willian Rodrigues. Rede viária e transporte coletivo em áreas de expansão urbana. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995. p. 265 a 271

- GARCIA NETTO, Luiz da Rosa e ORTH, Dora M.. O diagnóstico do ambiente urbano: norte da ilha de Santa Catarina. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 204 a 214
- HANSON, S. And SCHWAB, M.. Accessibility and intraurban travel. In: *Environment and planning A*. Vol. 19, 1987. p. 735 a 748
- H.C.M. – Highway Capacity Manual. Transportation Research Board. National Research Council. (1.: 1994: Washington – D.C.). Washington – D.C, 1994, Special Report 209 – Third Edition. Cap. I, II, XII and XIII
- HILLMAN, Richard e POOL, Graham. GIS - based innovations for modelling public transport accessibility. In: *Revista Traffic Engineering Control*. Vol. 38, nº 10, October/1997. p. 554 a 559
- IHLANFELDT, Keith R. Intraurban job accessibility and hispanic youth employment rates. In: *Journal of Urban Economics*. Vol. 33, Academic Press Inc., 1993. p. 254 a 271
- LINNEKER, B. J. e SPENCE, N. A.. Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain. In: *Environment and planning A*. Vol. 24, 1992. p. 1137 a 1154
- LOUREIRO, Carlos Felipe G. e RALSTON, Bruce A. SIG como plataforma para modelos de análise de redes de transporte. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996. p. 235 a 244
- MACKIEWICZ, Andrzej e RATAJCZAK, Waldemar. Towards a new definition of topological accessibility. *Transportation Research - B*, Pergamon Press Ltda., Printed in Great Britain, : v. 30 B, nº 1, February / 1996. p. 47 a 79
- MARTIN, D. e WILLIAMS, H. C. W. L. Market-area analysis and accessibility to primary health-care centres. In: *Environment and planning A*. Vol. 24, 1992. p. 1009 a 1019
- MORAIS, Silvia Margareti de Juli e MADRUGA, Pedro Roberto A. Proposta metodológica para elaboração de mapa temático e uso de SIG visando o planejamento municipal: estudo de um caso. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 423 a 431
- OLIVEIRA, Marcelo Tuler e MACEDO, Fábio Campos. Metodologia para geração de mapas de isolinhas objetivando a otimização do planejamento de tráfego: estudo de caso. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 319 a 326
- PIETRANTONIO, Hugo, STRAMBI, Orlando e GUALDA, Nicolau D. F. Integração entre políticas de uso de solo e de transportes: dificuldades e necessidades. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em

- Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996. p. 259 a 268
- PIRIE, G. H.. Measuring accessibility: a review and proposal. In: *Environment and planning A*. Vol. 11, 1979. p. 299 a 312
- ROEHL, Wesley S.; FESENMAIER, Julie e FESENMAIER, Daniel R.. Highway accessibility and regional tourist expenditures. In: *Journal of Travel Research*, (Winter), 1993. p. 58 a 63
- RYAN, S. e McNALLY, M. G.. Accessibility of neotraditional neighborhoods: a review of design concepts, policies, and recent literature. *Transportation Research - A*, Pergamon Press Ltda., Printed in Great Britain, : v. 29 A, nº 2, 1995. p. 87 a 105
- SÁ FORTES, J.A.A. e BARTOLI, S. P. L'utilisation du Système d'Information Géographique (SIG) comme instrument de planification et d'évaluation de l'accessibilité des voyageurs au système de transport public par autobus. *Urban Transport Policy*, Freeman & Jamet eds, Rotterdam – Netherlands. 1998. p. 429 a 434
- SANCHES, Suely da Penha. Um sistema para análise de redes de transporte coletivo de cidades médias. In: VIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (2. : 1994 : Recife - PE) *Anais*. Recife - PE, ANPET, 21 a 25 de Novembro de 1994. p. 107 a 116
- _____. Programa computacional para análise de sistemas de transporte urbano. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1996 : Brasília - DF) *Anais*. Brasília - DF, ANPET, 18 a 22 de Novembro de 1996c. p. 137 a 145
- Secretaria dos Transporte e Obras de Santa Catarina, D.E.R. – Departamento de Estradas de Rodagem, Diretoria de Estudos e Projetos. Diretrizes para o traçado de rodovias (RAS) – volume: Guia para o encadeamento funcional da rede rodoviária (RAS-N). Edição 1988.
- SILVA, Antônio Néelson Rodrigues e MOTTA, Sérgio Henrique de Souza. Avaliação do desempenho de um sistema de transporte público urbano com o auxílio de um software para sistemas de informação geográfica. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (3. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995a. p. 1154 a 1160
- SILVA, Antônio Néelson Rodrigues; LIMA, Renato da Silva e RAIÁ JR., Archimedes Azevedo. Utilizando um sistema de informação geográfica para estimar viagens em uma cidade de porte médio. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (3. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995b. p. 1173 a 1183
- SILVA, Walber Paschoal, PORTUGAL, Licínio da Silva e SANTOS, Marcio Peixoto de Sequeira. Metodologia para o planejamento de um sistema viário. In: XI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1997 :

- Rio de Janeiro - RJ) *Anais*. Rio de Janeiro - RJ, ANPET, 17 a 21 de Novembro de 1997. p. 217 a 229
- SIMON, Lilian Mendonça e LOCH, Carlos. Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com o apoio do cadastro técnico multifinalitário e fotogrametria digital. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 269 a 278
- SIMPSON, Barry J. Urban public transport today. London - UK, Published by E & FN Spon. 1994. Cap. 6 - Land use and public transport planning; Cap. 13 - Politics of local public transport
- VARELA, Guilherme Costa et al. Configuração espacial e transporte público: Acessibilidade espacial às estações da linha sul do metroRec - Recife. In: IX Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (1. : 1995 : São Carlos - SP) *Anais*. São Carlos - SP, ANPET, 20 a 25 de Novembro de 1995. p. 295 a 305
- VASCONCELLOS, Eduardo A. *Transporte urbano, espaço e equidade: Análise das políticas públicas*. São Paulo : Editoras Unidas, 1996.
- VIVIANI, Eliane, SILVA, Antônio Néilson Rodrigues e SÓRIA, Manoel Henrique Alba. Dados básicos para um SIG aplicado à gerência de vias rurais não pavimentadas. In: II Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (1. : 1996 : Florianópolis - SC) *Anais*. Florianópolis - SC, COBRAC, 13 a 17 de Outubro de 1996. p. 51 a 58

Anexo B

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1001	1	1	69	0,4407	0,1302
1002	1	2	0	0,3815	0,0971
1003	1	3	103	0,3956	0,0999
1004	1	4	130	0,5706	0,1352
1005	1	5	86	0,6183	0,1412
1006	1	6	85	0,4604	0,1102
1007	1	7	108	0,4797	0,1181
1008	1	8	107	0,4493	0,1150
1009	1	9	93	0,3371	0,0949
1010	1	10	53	0,4421	0,1160
1011	2	1	113	0,4602	0,1347
1012	2	2	185	0,5595	0,1620
1013	2	3	90	0,6100	0,1723
1015	2	5	115	0,6619	0,1859
1016	2	6	64	0,4897	0,1508
1014	2	4	88	0,6920	0,2107
1017	3	1	80	0,4604	0,2447
1018	3	2	38	0,4132	0,1929
1019	3	3	30	0,4708	0,1695
1020	3	4	103	0,5169	0,2194
1021	3	5	131	0,6088	0,2297
1022	3	6	24	0,6566	0,2486
1023	3	7	0	0,6697	0,2798
1024	3	8	12	0,5766	0,2294
1025	3	9	160	0,3313	0,0968
1026	3	10	33	0,3610	0,1434
1027	3	12	30	1,0000	0,5314
1028	3	13	115	0,4971	0,2738
1029	3	14	46	0,5284	0,2660
1030	3	15	35	0,5281	0,2672
1031	3	16	25	0,5300	0,3090
1032	3	17	25	0,5043	0,2595
1033	3	11	40	0,8454	0,3928
1034	4	1	53	0,1757	0,0755
1035	4	2	103	0,1692	0,0645
1036	4	3	157	0,2291	0,0888
1037	4	4	102	0,2769	0,0966
1038	4	5	28	0,2948	0,0894
1039	4	6	102	0,3311	0,1001
1040	4	7	24	0,3842	0,1127
1041	4	8	68	0,4280	0,1349
1042	4	9	140	0,4177	0,2037
1043	4	10	31	0,3860	0,2217
1044	4	11	24	0,4874	0,2968
1045	4	12	0	0,5989	0,4307
1046	4	13	4	0,2701	0,1404
1047	4	14	272	0,1892	0,0738
1048	4	15	128	0,2995	0,1091
1049	4	16	64	0,3324	0,1240
1050	5	1	0	0,1686	0,0756
1051	5	2	198	0,1663	0,0617
1052	5	3	84	0,2170	0,0674
1053	5	4	29	0,2371	0,0685
1054	5	5	59	0,2220	0,0582
1055	5	6	116	0,2524	0,0700

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1056	5	7	89	0,2829	0,0749
1057	5	8	42	0,3126	0,0835
1058	5	9	193	0,3150	0,0846
1059	5	10	19	0,2918	0,0890
1060	5	11	82	0,2652	0,0853
1061	5	12	49	0,2698	0,0767
1062	5	13	56	0,2844	0,0784
1063	5	14	30	0,2555	0,0766
1064	6	1	412	0,2453	0,0619
1065	6	2	75	0,1873	0,0437
1066	6	3	83	0,2700	0,0599
1067	6	4	86	0,2864	0,0633
1068	6	5	110	0,3261	0,0789
1069	6	6	84	0,3369	0,0810
1070	6	7	64	0,4041	0,0977
1071	6	8	75	0,3822	0,0938
1072	7	1	92	0,3105	0,0664
1073	7	2	165	0,3373	0,0582
1074	7	3	196	0,3100	0,0625
1075	7	4	56	0,3140	0,0717
1076	7	5	39	0,3248	0,0787
1077	7	6	81	0,3364	0,0834
1078	7	7	51	0,3907	0,0984
1079	7	8	96	0,3528	0,0887
1080	7	9	125	0,3105	0,0717
1081	8	1	37	0,1774	0,0362
1082	8	2	27	0,1869	0,0378
1083	8	3	33	0,1869	0,0378
1084	8	4	29	0,2125	0,0419
1085	8	5	43	0,2239	0,0416
1086	8	6	42	0,2366	0,0410
1087	8	7	44	0,2511	0,0389
1088	8	8	37	0,2494	0,0388
1089	8	9	120	0,2385	0,0390
1090	8	10	139	0,3712	0,0528
1091	8	11	190	0,3635	0,0581
1092	8	12	203	0,3221	0,0615
1093	8	13	16	0,2791	0,0590
1094	8	14	137	0,2403	0,0526
1095	8	15	50	0,2236	0,0448
1096	8	16	38	0,2070	0,0411
1097	9	1	128	0,2779	0,0417
1098	9	2	151	0,2380	0,0395
1099	9	3	150	0,2130	0,0375
1100	9	4	160	0,1000	0,0179
1101	9	5	16	0,1638	0,0296
1102	9	6	17	0,1632	0,0303
1103	9	7	14	0,1630	0,0303
1104	9	8	24	0,1575	0,0288
1105	9	9	15	0,1620	0,0304
1106	9	10	32	0,1679	0,0321
1107	9	11	30	0,2186	0,0433
1108	9	12	26	0,1965	0,0384
1109	9	13	7	0,1834	0,0357
1110	9	14	4	0,2079	0,0414

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1111	9	15	0	0,2198	0,0455
1112	9	16	14	0,2279	0,0461
1113	9	17	23	0,2393	0,0489
1114	9	18	6	0,3541	0,0470
1115	9	19	24	0,4111	0,0487
1116	9	20	40	0,2574	0,0451
1117	9	21	28	0,1816	0,0344
1118	9	22	11	0,1878	0,0357
1119	9	23	11	0,2195	0,0436
1120	9	24	7	0,1928	0,0402
1121	9	25	6	0,2135	0,0484
1122	9	26	6	0,2221	0,0509
1123	9	27	151	0,2145	0,0474
1124	9	28	0	0,2551	0,0690
1125	9	29	47	0,2484	0,0670
1126	9	30	52	0,2483	0,0670
1127	9	31	0	0,2852	0,0712
1128	9	32	0	0,2769	0,0688
1129	9	33	0	0,1858	0,0332
1130	10	1	385	0,1610	0,0283
1131	10	2	91	0,1535	0,0271
1132	10	3	47	0,1421	0,0254
1133	10	4	80	0,1334	0,0235
1134	10	5	78	0,1248	0,0221
1135	10	6	65	0,1171	0,0207
1136	10	7	44	0,1044	0,0183
1137	10	8	55	0,0942	0,0159
1138	10	9	58	0,0994	0,0169
1139	10	10	54	0,1123	0,0194
1140	10	12	58	0,0901	0,0153
1141	10	13	104	0,1043	0,0182
1142	10	14	34	0,0913	0,0152
1143	10	15	0	0,1295	0,0227
1144	10	17	0	0,0640	0,0092
1145	10	18	2	0,0927	0,0155
1146	10	19	38	0,0953	0,0160
1147	10	20	40	0,0901	0,0150
1148	10	21	39	0,0854	0,0139
1149	10	22	28	0,0852	0,0138
1150	10	23	35	0,0875	0,0144
1151	10	24	7	0,0358	0,0024
1152	10	27	84	0,0467	0,0057
1153	10	28	26	0,0795	0,0127
1154	10	29	33	0,0866	0,0146
1155	10	30	23	0,0885	0,0152
1156	10	31	38	0,0737	0,0111
1157	10	32	37	0,0710	0,0111
1158	10	33	33	0,0823	0,0138
1159	10	34	15	0,0978	0,0171
1160	10	35	27	0,0993	0,0173
1161	10	36	35	0,1241	0,0216
1162	10	37	4	0,1054	0,0184
1163	10	38	33	0,1025	0,0179
1164	10	39	0	0,1230	0,0213
1165	10	40	32	0,1494	0,0253

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1166	10	41	0	0,1224	0,0220
1167	10	42	0	0,0814	0,0130
1168	10	43	3	0,1181	0,0213
1169	10	44	36	0,1359	0,0245
1170	10	45	23	0,1658	0,0288
1171	10	47	2	0,1252	0,0222
1172	10	11	57	0,1193	0,0207
1173	10	48	37	0,1195	0,0207
1174	10	49	73	0,1336	0,0236
1175	10	50	177	0,1635	0,0291
1176	10	51	61	0,1774	0,0311
1177	10	52	0	0,2659	0,0410
1178	10	53	30	0,3127	0,0417
1179	10	54	55	0,2241	0,0367
1180	10	55	42	0,1961	0,0367
1182	11	1	21	0,2179	0,0327
1183	11	2	61	0,1897	0,0290
1184	11	3	49	0,1612	0,0267
1185	11	4	35	0,0821	0,0145
1186	11	5	5	0,0680	0,0118
1187	11	6	8	0,0809	0,0160
1188	11	7	0	0,0906	0,0173
1189	11	8	5	0,0886	0,0172
1190	11	9	3	0,0996	0,0190
1191	11	10	14	0,0995	0,0190
1192	11	11	25	0,1079	0,0205
1193	11	12	28	0,1156	0,0215
1194	11	13	6	0,1258	0,0226
1195	11	14	4	0,1376	0,0239
1196	11	15	2	0,1717	0,0269
1197	11	16	15	0,1742	0,0272
1198	11	17	26	0,2341	0,0306
1199	11	18	7	0,2351	0,0307
1200	11	19	10	0,6784	0,0313
1201	11	20	22	0,2469	0,0350
1202	11	21	19	0,2221	0,0374
1203	11	22	18	0,2133	0,0402
1204	11	23	8	0,2376	0,0400
1205	11	24	0	0,2355	0,0343
1206	11	25	38	0,2381	0,0349
1207	11	26	31	0,1888	0,0289
1208	11	27	19	0,1602	0,0256
1209	11	28	14	0,1475	0,0248
1210	11	29	3	0,1314	0,0227
1211	11	30	16	0,1118	0,0199
1212	11	31	111	0,0969	0,0178
1213	11	32	70	0,0900	0,0165
1214	11	33	5	0,0844	0,0154
1215	11	34	69	0,0798	0,0146
1216	11	35	64	0,0797	0,0146
1217	11	36	12	0,0833	0,0151
1218	11	37	7	0,0828	0,0151
1219	11	38	0	0,0876	0,0163
1220	11	39	0	0,0933	0,0169
1221	11	40	19	0,1009	0,0183

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1222	11	41	14	0,1077	0,0197
1223	11	42	10	0,1243	0,0216
1224	11	43	0	0,1240	0,0216
1225	11	44	0	0,1493	0,0246
1226	11	45	0	0,1753	0,0263
1227	11	46	7	0,2741	0,0307
1228	11	47	5	0,1332	0,0230
1229	11	48	0	0,1086	0,0192
1230	11	49	0	0,1019	0,0184
1231	11	50	5	0,1018	0,0183
1232	11	51	15	0,0881	0,0158
1233	11	52	15	0,0834	0,0151
1181	10	46	8	0,1915	0,0315
1234	12	1	4	0,2496	0,0663
1235	12	2	18	0,2435	0,0631
1236	12	3	12	0,2344	0,0580
1237	12	4	24	0,2277	0,0549
1238	12	5	14	0,2340	0,0559
1239	12	6	162	0,1863	0,0427
1240	12	7	27	0,2287	0,0530
1241	12	8	14	0,2122	0,0464
1242	12	9	22	0,1966	0,0410
1243	12	10	43	0,1978	0,0382
1244	12	11	43	0,1982	0,0382
1245	12	12	52	0,2056	0,0357
1246	12	13	32	0,1937	0,0313
1247	12	14	38	0,1705	0,0292
1248	12	15	35	0,1564	0,0277
1249	12	16	29	0,1404	0,0258
1250	12	17	43	0,1407	0,0258
1251	12	18	6	0,1289	0,0244
1252	12	19	0	0,1107	0,0221
1253	12	20	31	0,1038	0,0212
1254	12	21	11	0,0966	0,0197
1255	12	22	39	0,0920	0,0190
1256	12	23	2	0,0945	0,0195
1257	12	24	23	0,0926	0,0207
1258	12	25	27	0,1021	0,0221
1259	12	26	0	0,1030	0,0237
1260	12	27	88	0,1201	0,0259
1261	12	28	64	0,1681	0,0372
1262	12	29	57	0,1765	0,0435
1263	12	30	18	0,1925	0,0470
1264	12	31	25	0,1850	0,0439
1265	12	32	14	0,1805	0,0409
1266	12	33	0	0,1780	0,0382
1267	12	34	7	0,1680	0,0357
1268	12	35	28	0,1692	0,0333
1269	12	36	10	0,1543	0,0313
1270	12	37	23	0,1416	0,0293
1271	12	38	28	0,1306	0,0278
1272	12	39	24	0,1211	0,0263
1273	12	40	0	0,1132	0,0251
1274	12	41	26	0,1064	0,0240
1275	12	42	22	0,1081	0,0230

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1276	12	43	30	0,1153	0,0241
1277	12	44	23	0,1239	0,0253
1278	12	45	32	0,1346	0,0270
1279	12	46	18	0,1462	0,0286
1280	12	47	11	0,1593	0,0305
1281	12	48	22	0,1755	0,0325
1282	12	49	56	0,1726	0,0347
1283	12	50	58	0,1870	0,0372
1284	12	51	33	0,1870	0,0399
1285	12	52	59	0,1900	0,0428
1286	12	53	37	0,1902	0,0428
1287	12	54	87	0,2562	0,0544
1288	13	1	0	0,2656	0,0714
1289	13	2	4	0,2791	0,0761
1290	13	3	29	0,2627	0,0714
1291	13	4	35	0,2989	0,0777
1292	13	5	53	0,2870	0,0810
1293	13	6	28	0,2910	0,0819
1294	13	7	49	0,2631	0,0741
1295	13	8	151	0,0491	0,0126
1296	13	9	0	0,0798	0,0262
1297	13	10	5	0,1530	0,0794
1298	13	11	15	0,1643	0,0919
1299	13	12	35	0,1753	0,1114
1300	13	13	56	0,1869	0,1408
1301	13	14	72	0,2046	0,1064
1302	13	15	108	0,2237	0,1018
1303	13	16	76	0,2125	0,3720
1304	13	17	40	0,2144	1,0000
1305	13	18	40	0,1824	0,0865
1306	13	19	17	0,1693	0,0758
1307	13	20	81	0,2757	0,0880
1308	13	21	23	0,3339	0,1016
1309	13	22	81	0,2948	0,1233
1310	13	23	60	0,2516	0,1013
1311	13	24	44	0,2250	0,0870
1312	13	25	70	0,3176	0,0817
1313	13	26	65	0,3962	0,0861
1314	13	27	25	0,3525	0,0933
1315	13	28	9	0,2884	0,0822
1316	14	1	34	0,3998	0,0978
1317	14	2	125	0,3689	0,0890
1318	14	3	98	0,3615	0,0909
1319	14	4	79	0,3186	0,0788
1320	14	5	30	0,3007	0,0755
1321	14	6	21	0,3011	0,0786
1322	14	7	40	0,3065	0,0797
1323	14	8	40	0,3155	0,0805
1324	14	9	102	0,2952	0,0789
1325	14	10	64	0,2968	0,0807
1326	14	11	46	0,3050	0,0834
1327	14	12	105	0,3208	0,0816
1328	15	1	105	0,2995	0,0896
1329	15	2	86	0,3268	0,0916
1330	15	3	83	0,3680	0,0955

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1331	15	4	59	0,3274	0,0887
1332	15	5	79	0,2833	0,0838
1333	15	6	105	0,2824	0,0838
1334	15	7	168	0,2678	0,0811
1335	15	8	106	0,2672	0,0847
1336	15	9	115	0,2768	0,0872
1337	16	1	123	0,2772	0,0875
1338	16	2	88	0,2448	0,0785
1339	16	3	126	0,2262	0,0744
1340	16	4	63	0,2528	0,0824
1341	16	5	168	0,2204	0,0772
1342	16	6	132	0,2207	0,0827
1343	16	7	168	0,2199	0,0982
1344	17	1	300	0,1884	0,0668
1345	17	2	133	0,1439	0,0602
1346	17	3	22	0,1080	0,0436
1347	17	4	0	0,0905	0,0348
1348	17	5	0	0,0899	0,0369
1349	17	6	485	0,1291	0,0513
1350	17	7	60	0,1143	0,0478
1351	17	8	116	0,1228	0,0511
1352	17	9	43	0,1547	0,0870
1353	17	10	114	0,1517	0,0719
1354	18	1	101	0,2270	0,1151
1355	18	2	93	0,2073	0,1940
1356	18	3	55	0,1855	0,2541
1357	18	4	66	0,1698	0,1132
1358	18	5	18	0,1541	0,0903
1359	18	6	36	0,1487	0,0891
1360	18	7	31	0,1160	0,0489
1361	18	8	105	0,1095	0,0406
1362	18	9	31	0,1332	0,0524
1363	18	10	71	0,1334	0,0507
1364	18	11	60	0,1680	0,0652
1365	18	12	85	0,1957	0,0671
1366	18	13	72	0,1841	0,0549
1367	18	14	0	0,2739	0,0677
1368	18	15	87	0,2653	0,0839
1369	18	16	52	0,2642	0,0836
1370	18	17	50	0,2526	0,1048
1371	18	18	26	0,1957	0,1317
1372	18	19	15	0,1698	0,1001
1373	18	20	4	0,1528	0,0805
1374	18	21	67	0,1565	0,0634
1375	18	22	16	0,1560	0,0632
1376	18	23	20	0,1428	0,0570
1377	18	24	13	0,1612	0,0627
1378	18	25	65	0,1923	0,0747
1379	18	26	59	0,2002	0,0668
1380	18	27	106	0,2403	0,0758
1381	18	28	96	0,2436	0,1054
1382	18	29	34	0,2019	0,1039
1383	18	30	53	0,1706	0,0804
1384	18	31	102	0,1810	0,0708
1385	18	32	25	0,2271	0,0868

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1386	19	1	23	0,2665	0,0825
1387	19	2	43	0,2765	0,0838
1388	19	3	0	0,2640	0,0831
1389	19	4	131	0,2130	0,1175
1390	19	5	384	0,1962	0,1699
1391	19	6	30	0,2436	0,0950
1392	19	7	116	0,2414	0,0985
1393	19	8	57	0,2608	0,0890
1394	19	9	72	0,2708	0,0839
1395	19	10	93	0,3220	0,0832
1396	19	11	34	0,6676	0,0825
1397	19	12	195	0,2457	0,0801
1398	19	13	175	0,2697	0,0827
1399	19	14	56	0,2806	0,0849
1400	20	1	69	0,2612	0,0846
1401	20	2	87	0,2608	0,0846
1402	20	3	85	0,2961	0,0871
1403	20	4	100	0,2926	0,0880
1404	20	5	250	0,2886	0,0919
1405	20	6	38	0,2969	0,0949
1645	31	1	22	0,2859	0,1064
1646	31	2	61	0,2607	0,0938
1647	31	3	70	0,2287	0,0787
1648	31	4	86	0,2323	0,0840
1649	31	5	160	0,1992	0,0704
1650	31	6	130	0,2233	0,0757
1651	31	9	0	0,2821	0,0865
1652	31	10	58	0,2677	0,0760
1406	21	1	211	0,1258	0,0628
1407	21	2	55	0,2428	0,0674
1408	21	3	9	0,1235	0,0475
1409	21	4	631	0,0437	0,0167
1410	21	5	129	0,1252	0,0514
1411	21	6	51	0,1532	0,0604
1412	21	7	69	0,1538	0,0651
1413	21	8	63	0,1384	0,0681
1414	22	1	88	0,0576	0,0206
1415	22	2	49	0,0663	0,0224
1416	22	3	32	0,0665	0,0220
1417	22	4	14	0,0580	0,0191
1418	22	5	16	0,0631	0,0210
1419	22	6	17	0,0547	0,0182
1420	22	7	37	0,0544	0,0180
1421	22	8	38	0,0487	0,0154
1422	22	9	15	0,0563	0,0108
1423	22	23	58	0,0481	0,0196
1424	22	24	16	0,0481	0,0196
1425	22	25	34	0,0465	0,0183
1426	22	26	65	0,0461	0,0178
1427	22	27	36	0,0461	0,0176
1428	22	28	15	0,0477	0,0183
1429	22	29	51	0,0474	0,0182
1430	22	30	35	0,0486	0,0183
1431	22	31	17	0,0505	0,0188
1432	22	32	28	0,0529	0,0195

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1433	22	33	51	0,0411	0,0152
1434	22	34	7	0,0545	0,0198
1435	22	35	6	0,0572	0,0205
1436	22	36	7	0,0600	0,0213
1437	22	37	29	0,0608	0,0214
1438	22	38	11	0,0610	0,0215
1439	22	39	6	0,0674	0,0232
1440	22	40	29	0,0610	0,0209
1441	22	41	35	0,0646	0,0220
1442	22	42	8	0,0734	0,0240
1443	22	43	14	0,0625	0,0211
1444	22	44	11	0,0700	0,0233
1445	22	45	0	0,0786	0,0250
1446	22	46	79	0,0476	0,0180
1447	22	47	67	0,0498	0,0187
1448	22	48	62	0,0529	0,0195
1449	22	49	61	0,0580	0,0210
1450	22	50	29	0,0632	0,0222
1451	22	51	21	0,0660	0,0233
1452	22	52	53	0,0717	0,0243
1453	22	53	26	0,0749	0,0258
1454	22	54	24	0,0739	0,0241
1455	22	55	11	0,0797	0,0266
1456	22	15	74	0,0617	0,0228
1457	22	16	58	0,0501	0,0199
1458	22	17	45	0,0517	0,0182
1459	22	18	49	0,0572	0,0213
1460	22	19	53	0,0444	0,0156
1461	22	20	30	0,0456	0,0169
1462	22	21	17	0,0482	0,0128
1463	22	22	24	0,0472	0,0142
1464	22	11	30	0,0738	0,0220
1465	22	12	15	0,0629	0,0250
1466	22	10	171	0,0442	0,0159
1467	23	1	257	0,0273	0,0096
1468	23	2	147	0,0451	0,0136
1469	23	3	135	0,0205	0,0055
1470	23	4	79	0,0427	0,0076
1471	23	5	24	0,0401	0,0093
1472	23	6	25	0,0542	0,0114
1473	23	7	370	0,0230	0,0092
1474	23	8	465	0,0097	0,0096
1475	23	9	64	0,0297	0,0185
1476	23	10	22	0,0573	0,0229
1477	23	11	35	0,0119	0,0276
1478	23	12	20	0,0214	0,0360
1479	23	13	28	0,0119	0,0609
1480	23	14	19	0,0163	0,0805
1481	23	15	75	0,0069	0,0393
1482	23	16	47	0,0121	0,0550
1483	23	17	178	0,0029	0,0505
1484	23	18	18	0,0138	0,1161
1485	23	19	9	0,0071	0,1089
1486	23	20	11	0,0079	0,0767
1487	23	21	10	0,0089	0,0567

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1488	23	22	25	0,0063	0,0456
1489	23	23	51	0,0036	0,0370
1490	23	24	8	0,0014	0,0315
1491	23	25	0	0,0000	0,0276
1492	23	26	5	0,0043	0,0320
1493	23	27	10	0,0067	0,0368
1494	23	28	8	0,0094	0,0437
1495	23	29	16	0,0126	0,0538
1496	23	30	45	0,0194	0,0378
1497	23	31	222	0,0106	0,0007
1498	23	32	67	0,0070	0,0000
1499	23	33	154	0,0103	0,0006
1500	26	1	272	0,1000	0,0250
1501	26	2	65	0,1099	0,0582
1502	26	3	40	0,1033	0,0619
1503	26	4	68	0,1021	0,0591
1504	26	5	157	0,0736	0,0382
1505	26	6	52	0,0685	0,0241
1506	26	7	48	0,0700	0,0231
1507	26	8	65	0,0468	0,0142
1508	26	9	20	0,0554	0,0145
1509	26	10	19	0,0608	0,0167
1510	26	11	42	0,0616	0,0168
1511	26	12	50	0,0573	0,0148
1512	26	13	0	0,0518	0,0147
1513	26	14	10	0,0548	0,0160
1514	26	15	23	0,0624	0,0186
1515	26	16	30	0,0623	0,0195
1516	26	17	39	0,0605	0,0203
1517	26	18	48	0,0757	0,0297
1518	26	19	54	0,0621	0,0235
1519	26	20	89	0,0492	0,0189
1520	26	21	60	0,0337	0,0120
1521	26	22	45	0,0360	0,0121
1522	26	23	241	0,0486	0,0164
1523	26	24	13	0,1222	0,0285
1524	26	25	33	0,1358	0,0248
1525	26	26	129	0,0851	0,0255
1526	26	27	7	0,0918	0,0278
1527	26	28	46	0,0743	0,0271
1528	26	29	42	0,0741	0,0270
1529	26	30	73	0,0622	0,0235
1530	26	31	72	0,0454	0,0163
1531	26	32	83	0,0485	0,0163
1532	26	33	72	0,0683	0,0221
1533	27	1	49	0,1138	0,1762
1534	27	2	51	0,1122	0,3826
1535	27	3	51	0,1070	0,1412
1536	27	4	28	0,1104	0,0964
1537	27	5	40	0,1089	0,0752
1538	27	6	84	0,0916	0,0514
1539	27	7	86	0,0881	0,0471
1540	27	8	80	0,0769	0,0376
1541	27	9	70	0,0843	0,0428
1542	27	10	34	0,0795	0,0382

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1543	27	11	67	0,0776	0,0360
1544	27	12	59	0,0755	0,0338
1545	27	13	79	0,0752	0,0336
1546	27	14	40	0,0674	0,0279
1547	27	15	40	0,0667	0,0261
1548	27	16	28	0,0630	0,0240
1549	27	17	3	0,0619	0,0236
1550	27	18	90	0,0735	0,0314
1551	27	19	33	0,0723	0,0300
1552	27	20	6	0,0681	0,0269
1553	27	21	78	0,3833	0,0253
1554	27	22	18	0,0978	0,0324
1555	27	23	12	0,0796	0,0324
1556	27	24	38	0,0818	0,0348
1557	27	25	79	0,0838	0,0377
1558	27	26	11	0,0858	0,0406
1559	27	27	66	0,0886	0,0436
1560	27	28	56	0,0912	0,0495
1561	27	29	19	0,0853	0,0451
1562	27	30	96	0,0933	0,0600
1563	27	31	26	0,0991	0,0609
1564	27	32	20	0,1002	0,0672
1565	27	33	28	0,0995	0,0657
1566	27	34	42	0,1057	0,0933
1567	27	35	20	0,1106	0,1191
1568	27	36	53	0,1089	0,1155
1569	27	37	51	0,0998	0,0836
1570	27	38	44	0,1060	0,0788
1571	27	39	62	0,1040	0,0644
1572	27	40	50	0,0983	0,0568
1573	27	41	36	0,0939	0,0506
1574	27	42	63	0,0913	0,0468
1575	27	43	58	0,0935	0,0535
1576	27	44	52	0,0920	0,0568
1577	27	45	35	0,0985	0,0679
1578	27	46	35	0,1002	0,0760
1579	27	47	49	0,1037	0,0910
1580	27	48	61	0,0947	0,0683
1581	27	49	55	0,1004	0,0672
1582	27	50	43	0,0961	0,0586
1583	27	51	53	0,0930	0,0613
1584	28	1	10	0,1343	0,0750
1585	28	2	23	0,1520	0,0774
1586	28	3	61	0,1344	0,0780
1587	28	4	55	0,1292	0,0760
1588	28	5	37	0,1453	0,0664
1589	28	6	79	0,1442	0,0606
1590	28	7	38	0,1219	0,0537
1591	28	8	56	0,1209	0,0532
1592	28	9	70	0,1047	0,0562
1593	28	10	76	0,0977	0,0602
1594	28	11	61	0,1162	0,0672
1595	28	12	61	0,1177	0,0807
1596	28	13	51	0,1131	0,1028
1597	28	14	50	0,1121	0,3759

Listagem dos Índices de Acessibilidade Padron. das Unidades Espaciais de Análise

ID	SETOR	QUADRA	POPULAÇÃO	Aces.Pad.EDUC.	Aces.Pad.SAÚDE
1598	28	15	7	0,1244	0,1736
1599	28	16	50	0,1195	0,1137
1600	28	17	56	0,1271	0,0891
1601	28	18	32	0,1371	0,0780
1602	28	19	0	0,1432	0,1009
1603	28	20	31	0,1251	0,0867
1604	28	21	37	0,1280	0,0746
1605	28	22	42	0,1358	0,0680
1606	28	23	24	0,1348	0,0611
1607	28	24	33	0,1250	0,0628
1608	28	25	48	0,1265	0,0723
1609	28	26	58	0,1201	0,0835
1610	28	27	24	0,1243	0,0854
1611	28	28	17	0,1292	0,1211
1612	29	1	42	0,1602	0,0530
1613	29	2	17	0,2043	0,0671
1614	29	3	13	0,1989	0,0657
1615	29	4	37	0,1941	0,0645
1616	29	5	10	0,2627	0,0930
1617	29	6	3	0,2618	0,0904
1618	29	7	15	0,2604	0,0844
1619	29	8	8	0,2543	0,0710
1620	29	9	51	0,2857	0,0712
1621	29	10	73	0,3713	0,0705
1622	29	11	65	0,3665	0,0626
1623	29	12	32	0,2171	0,0694
1624	29	13	153	0,1308	0,0416
1625	29	14	34	0,1483	0,0471
1626	29	15	52	0,1548	0,0494
1627	29	16	22	0,1625	0,0530
1628	29	17	18	0,1784	0,0589
1629	29	18	30	0,1839	0,0606
1630	29	19	61	0,1725	0,0573
1631	29	20	65	0,1566	0,0535
1632	29	21	48	0,1654	0,0538
1633	29	22	89	0,1442	0,0461
1634	30	1	164	0,2544	0,0797
1635	30	2	30	0,2547	0,0824
1636	30	3	12	0,2640	0,0760
1637	30	4	76	0,2625	0,0730
1638	30	5	75	0,2656	0,0737
1639	30	6	55	0,2662	0,0710
1640	30	7	254	0,2505	0,0677
1641	30	8	49	0,2215	0,0660
1642	30	9	111	0,2535	0,0619
1643	30	10	68	0,2185	0,0623
1644	30	11	104	0,3902	0,0660
1653	31	7	36	0,2654	0,0730
1654	31	8	75	0,3172	0,0680
1655	31	11	81	0,2797	0,0729
1656	31	12	23	0,2746	0,0738
1657	31	13	137	0,2724	0,0698