

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NO ESTUDO DE  
EXPANSÕES URBANAS E CONURBAÇÕES INDUZIDAS POR  
NOVAS LIGAÇÕES RODOVIÁRIAS - UM ESTUDO DE CASO  
(BR 101/SC - TRECHO: BIGUAÇU - PALHOÇA)**

Dissertação submetida a Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas na Área de Transportes.

RUTSNEI SCHMITZ

Orientador: Prof. Carlos Loch



0.211.298-9

UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS - SC

MAIO DE 1993

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NO ESTUDO DE EXPANSÕES URBANAS E  
CONURBAÇÕES INDUZIDAS POR NOVAS LIGAÇÕES RODOVIÁRIAS - UM ESTUDO  
DE CASO (BR 101/SC - TRECHO BIGUAÇU-PALHOÇA)

RUTSNEI SCHMITZ

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

"MESTRE EM ENGENHARIA"

Especialidade Engenharia de Produção e Aprovada em sua forma final  
pelo programa de Pós-Graduação.

*Carlos Loch*

Prof. Carlos Loch, Dr.  
Orientador

*Neri dos Santos*

Prof. Neri dos Santos, Dr.  
Coordenador

Banca Examinadora:

*Flávio F. Kirchner*

Prof. Flávio Felipe Kirchner, Dr.

*Neri dos Santos*

Prof. Neri dos Santos, Dr.

*Carlos Loch*

Prof. Carlos Loch, Dr.

In Memoriam de meu pai

Aos meus filhos

RUTSNEI JÚNIOR e

HANDERSEN

## AGRADECIMENTOS

- A Universidade Federal de Santa Catarina, e em especial, ao Departamento de Artes, pela liberação das atividades docentes.
- Ao Prof. Dr. Carlos Loch, pela orientação, apoio e incentivo, essenciais para alcance dos objetivos.
- Ao Prof. Dr. Neri dos Santos, pelo incentivo e apoio aos colegas do Departamento de Artes.
- Ao Laboratório de Fotogrametria e Geodésia do Departamento de Engenharia Civil da UFSC, pelo empréstimo das imagens.
- Ao LARS-SC - Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto de Santa Catarina, pelas imagens.
- A SEPLAN/SC - Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento, pelo empréstimo das fotografias aéreas.
- Ao DNER-16<sup>o</sup> DRF - Departamento Nacional de Estradas de Rodagens, pelo empréstimo de fotografias aéreas, projetos finais de engenharia e outros dados.
- A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela orientação, incentivo e cordialidade.
- À Biblioteca Central da UFSC, pelo empréstimo de material e cordialidade do seu pessoal.
- A todos os amigos que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NO ESTUDO DE EXPANSÕES URBANAS E CONURBAÇÕES INDUZIDAS POR NOVAS LIGAÇÕES RODOVIÁRIAS - UM ESTUDO DE CASO (BR 101/SC - TRECHO BIGUAÇU-PALHOÇA)

MESTRANDO: PROF. RUTSNEI SCHMITZ

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS LOCH

RESUMO

Esta dissertação tem como propósito o desenvolvimento de uma metodologia baseada em Sensoriamento Remoto aplicado, que utilizou séries históricas de fotografias aéreas e imagens de satélite tipo SPOT HRV, através de estudos de fotointerpretação clássica e outras fontes de dados, explorou o potencial deste ferramental de trabalho, identificando e fornecendo subsídios que auxiliem na solução dos problemas detectados na Área de Estudos, decorrentes da expansão urbana, sistema viário e uso do solo entre os anos de 1957 e 1990, envolvendo os municípios de Biguaçu, São José e Palhoça.

Através da metodologia proposta, foi desenvolvido todo um processo de monitoramento, que permitiu conhecer e acompanhar no período preestabelecido a dinâmica das alterações e tendências observadas, considerando que as expansões urbanas espontâneas, características de cidades não planejadas, costumam acontecer também em função de novas alternativas oferecidas pelo sistema viário existente, através de novas rotas, destacando-se aqui a construção da BR 101/SC ao longo da área pesquisada, e que deu origem a grande conurbação.

O trabalho compreendeu basicamente três etapas: numa primeira, apresentou um embasamento teórico, explorando os vários aspectos relativos ao uso do solo, transporte, rede viária, planejamento etc., associadas a aplicação das técnicas de Sensoriamento Remoto; após, caracterizada a Área de Estudos e conhecimento dos problemas existentes, foi desenvolvida uma metodologia utilizando procedimentos visuais e manuais; na última etapa, fez-se a aplicação da metodologia, com a discussão dos resultados obtidos com apresentação das conclusões e recomendações.

PALAVRAS-CHAVE: Uso do solo, Transportes, Monitoramento.

## ABSTRACT

This dissertation aimed to develop a set of methods based upon a type of Applied Remote Sensing utilizing a series of historical aerial pictures along with satellite images type SPOT HRV. Classical photointerpretation studies as well as some other data were used to exploit this tool's true potential which identified and furnished subsidies to help us solve detected problems in our area. These problems came basically from urban expansion, road systems and soil use between 1957 and 1990 and involved the towns: Biguaçu, São José and Palhoça.

Through the proposed methodology a monitoring process was developed to allow us to acknowledge as well as follow up the process during the preestablished period that the dynamics of the alteration and the observed tendencies. When we consider spontaneous urban expansions; characteristics of unplanned city usually happens also in relation to the new alternative offered by the existing road system, new roads and the construction of Highway BR 101/SC along the researched area creating then great conurbation.

The paper was divided into three steps: in the first the theory was presented with the exploitation of various aspects related to soil use, transport, road system, planning etc. associated with techniques of Remote Sensing; then, there was a characterization of the area to be studied as well as an acquaintance with the existing problems. We developed a methodology utilizing visual as well as manual proceedings; and for the last step there was the application of the methodology followed by a discussion of the obtained results with presentation of these results followed by further recommendations.

KEY WORDS: Use of soil, Transport, Monitoring.

## SUMÁRIO

1 -	INTRODUÇÃO -----	1
2 -	OBJETIVOS -----	4
3 -	JUSTIFICATIVAS -----	6
4 -	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	11
4.1 -	Rede Viária -----	11
4.1.1 -	Considerações Gerais -----	11
4.1.2 -	Sistema Viário Municipal -----	14
4.1.3 -	Sistema Rodoviário Nacional -----	15
4.1.4 -	Classificação Funcional -----	16
4.1.5 -	Classificação do Sistema Rodoviário Nacio- nal -----	18
4.2 -	Sensoriamento Remoto -----	19
4.2.1 -	Definição -----	19
4.2.2 -	Sensores -----	20
4.2.3 -	Sensores Multispectrais e Temáticos a Bor- do de Satélites -----	20
4.2.4 -	Satélites -----	20
4.2.5 -	Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planeja- mento Regional, Municipal e Urbano -----	25
4.2.6 -	Sensoriamento Remoto Aplicado ao Sistema Viário -----	28
4.2.7 -	Imagens de Satélites nos Delineamentos de Estruturas Rodoviárias -----	30
4.2.8 -	Identificação Linear -----	30
4.3 -	Fotointerpretação -----	31
4.3.1 -	Definições -----	31

4.3.2 - Abordagem Metodológica -----	31
4.3.3 - Algumas Aplicações da Fotointerpretação na Área de Engenharia -----	32
4.3.4 - Interpretação de Produtos Orbitais -----	34
4.4 - Monitoramento do Uso e Ocupação do Solo -----	36
4.4.1 - Estudos sobre o Uso do Solo -----	36
4.4.2 - Tráfego x Uso do Solo -----	36
4.4.3 - Projeções do Uso do Solo, Populacional e Sócio-Econômica -----	38
4.4.4 - Potencial do Uso do Solo e Geração de Trá- fego -----	38
4.4.5 - Representação Gráfica - Uso do Solo x Sis- tema de Transporte -----	39
4.4.6 - Fotografias Aéreas e Imagens Orbitais para Estudos de Monitoramento de Mudanças no Uso do Solo Urbano e Rural -----	41
4.4.7 - Um Exemplo de Expansão e Ocupação do Solo	42
4.4.8 - Mapeamento do Uso do Solo Urbano Usando Fotografias Aéreas e Imagens de Satélite -	44
4.4.9 - Mapeamento do Uso do Solo Rural Utilizando Fotografias Aéreas e Imagens -----	46
4.4.10- Impactos Ambientais do Transporte -----	47
4.4.11- Imagens de Satélite para controle Ambien- tal -----	49
4.5 - Planejamento -----	50
4.5.1 - Considerações Gerais -----	50
4.5.2 - Níveis de Planejamento -----	50
4.5.3 - Planejamento Regional -----	51
4.5.4 - Planejamento Municipal -----	52



4.5.5 - Planejamento dos Transportes -----	53
4.5.6 - Planejamento Rodoviário -----	57
4.6 - Estimativas Populacionais -----	60
4.6.1 - Introdução -----	60
4.6.2 - Estimativas Populacionais a partir do Sen- soriamento Remoto -----	62
5 - ÁREA DE ESTUDO -----	74
5.1 - Aspectos Gerais -----	74
5.2 - Dados Demográficos dos Municípios -----	76
5.3 - Origem e Evolução Populacional -----	77
5.3.1 - Origem -----	77
5.3.2 - Evolução e Características Populacionais da Área de Estudo -----	78
5.4 - Uso do Solo da Área Conurbada -----	80
5.5 - Relevo -----	81
5.6 - Solos -----	81
5.7 - Vegetação -----	82
5.8 - Clima -----	82
5.9 - Principais Travessias e Interseções -----	83
6 - MATERIAIS E MÉTODOS -----	84
6.1 - Materiais -----	84
6.1.1. Documentação Cartográfica -----	84
6.1.2 - Mapa Rodoviário -----	85
6.1.3 - Documentação Fotográfica -----	85
6.1.4 - Produtos SPOT -----	86
6.1.5 - Transparências -----	87
6.1.6 - Projetos Finais de Engenharia de Implanta- ção e Melhoramentos na BR 101/SC -----	87
6.2 - Metodologia -----	89

6.2.1 - Considerações Gerais -----	89
6.2.2 - Características dos Elementos Observados -	90
6.2.3 - Elaboração dos "overlays" -----	90
6.2.4 - Apoio da Fotografia Aérea -----	93
6.2.5 - Níveis de Análise Interpretativa Associada a Escala do Produto -----	94
6.2.6 - Estudo a partir de Fotografias Aéreas de Escala Menores e de Datas Diferentes ----	95
6.2.7 - Análise dos Diversos Produtos -----	96
6.2.8 - Interpretação de Fotografias Aéreas -----	97
6.2.9 - Interpretação Visual de Imagens SPOT HRV -	97
6.2.10- Cálculo de Áreas Urbanas -----	98
6.2.11- Ocupação Marginal à BR 101/SC -----	99
6.2.12- "Overlays" de Fotografias Aéreas vs. "Over- lays" de Imagens Orbitais -----	99
6.2.13- Determinação das Escalas Médias das Foto- grafias Orbitais -----	100
6.2.14- Estimativas Populacionais Utilizando Dados de Censos Demográficos Oficiais -----	102
 7 - CONHECIMENTO DOS PROBLEMAS DE TRÁFEGO DA TRAVESSIA BR 101/SC NA ÁREA DE ESTUDOS -----	 104
7.1 - Considerações Gerais -----	104
7.2 - Elaboração do Plano Funcional ao longo da BR 101/SC	110
7.3 - Acidentes de Trânsito -----	111
7.4 - Estudos de Tráfego Existentes -----	112
7.4.1 - Considerações Gerais -----	112
7.4.2 - Zonas de Tráfego -----	114
7.4.3 - Geração, Distribuição, Repartição Intermo- dal e Alocação de Tráfego -----	114

8 - FOTOINTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DAS AEROFOTOS E IMAGENS ORBITAIS -----	118
8.1 - Fotointerpretação e Análise de Fotografias Aéreas Obtidas Durante os Anos de 1957 e 1978 -----	118
8.2 - Fotointerpretação e Análise de Imagens SPOT TM Relativas aos Anos de 1988 e 1990 -----	133
9 - RESULTADOS E DISCUSSÕES -----	144
9.1 - Produtos Desenvolvidos -----	144
9.2 - Dificuldades para Elaboração dos "Overlays" -----	145
9.3 - Relevo -----	146
9.4 - Sistema Viário -----	147
9.5 - Comparação entre Populações Obtidas por Sensoriamento Remoto e por Censo Demográficos -----	148
9.6 - Erros de Estimativas -----	151
9.7 - Tráfego x Sensoriamento Remoto -----	152
10 - CONCLUSÕES -----	155
11 - RECOMENDAÇÕES -----	164
12 - APÊNDICES -----	169
BIBLIOGRAFIA -----	195

## 1 - INTRODUÇÃO

No Brasil as metodologias existentes baseadas em Sensoriamento Remoto aplicado a Planejamento Regional, Planejamento Urbano, Planejamento Rodoviário, etc., e nas aplicações específicas ou projetos ainda são baseadas na sua maioria em fotografias aéreas.

As metodologias baseadas em produtos orbitais, embora utilizada com mais intensidade e há mais tempo em países desenvolvidos, encontram ainda no Brasil algumas restrições ao uso, principalmente em decorrência da falta de conhecimento em algumas aplicações específicas, sendo que a preocupação de absorver, adaptar e criar novas metodologias, restringem-se ainda de certa forma a uma quantidade relativamente pequena de técnicos dedicados de formações diferentes, contagiados pelo potencial oferecido por esta ferramenta de trabalho e inovações geradas na produção de sensores de alta resolução.

Segundo LUCAREVSCHI, Cláudio Ivanof<sup>45</sup>, países subdesenvolvidos, entre os quais o Brasil, para diminuir atrasos tecnológicos e econômicos, assim o fizeram através da industrialização básica numa ampla importação de tecnologias avançadas, mas não implicando com isto a transferência, pois "Transferência de Tecnologia" é normalmente con-

fundida com "Compra de Tecnologia", que não passa de aquisição de projetos acabados com instruções para operações.

Segundo o mesmo autor, gravidade econômica, dependência de combustíveis fósseis e a necessidade do aumento da produção interna obriga todos os técnicos envolvidos no setor de transportes, e particularmente o rodoviário, a gerar ou adaptar inovações tecnológicas e difundi-las convenientemente.

BARTHOLOMEU, H.<sup>6</sup> afirma que conhecer a composição urbana é um pré-requisito necessário para um planejamento racional, haja visto os diferentes usos dos solos.

No trecho objeto de estudos, a BR 101/SC, entre os municípios de Biguaçu e Palhoça, a transformação de uso do solo nos últimos 35 anos observados é bastante significativa, sendo que a implantação da rodovia trouxe como consequência, em maior quantidade aspectos benéficos como o crescimento econômico, maior acessibilidade para usuários locais, maior integração entre municípios vizinhos, etc., e em menor quantidade aspectos negativos que já poderiam ter sido solucionados através do planejamento racional associado a medidas concretas de impacto, tais como duplicação e interseções em níveis diferentes, e implantação de rotas alternativas.

Numa situação destas, onde o uso do solo rural, suburbano e urbano se misturam e as alterações se dão nesta mesma sequência, a análise deste tipo de transformação pode ser feita através de técnicas de Sensoriamento Remoto, as quais vão fornecer subsídios para planejar, projetar e administrar com mais eficiência e racionalidade.

Como ferramentas do Sensoriamento Remoto temos as fotografias aéreas e imagens orbitais. As fotografias aéreas com maior poder de resolução espacial vão atuar diretamente no fornecimento de detalhes

e as imagens de satélite na obtenção de registros temporais, já que as travessias urbanas ficam mais sujeitas as ações da grande dinâmica da expansão das áreas urbanas e suburbanas.

Segundo FORESTI, Celina<sup>25</sup>, o Sensoriamento Remoto através de imagens orbitais, constitui-se numa ferramenta para monitorar rapidamente e com coberturas periódicas, oferecendo informações importantes em tempo oportuno, e pode propiciar um melhor manejo dos recursos de uma região.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo geral**

Como objetivo geral, a pesquisa visa analisar os mecanismos da articulação entre os municípios da Área de Estudos através do seu sistema viário, destacando-se a influência da implantação da BR 101/SC nas formas de expansão urbana, que moldou de forma rápida e aleatória a atual conurbação, através do emprego de técnicas de análise visual de fotografias aéreas convencionais e imagens orbitais "SPOT". A partir do estudo dos dados obtidos tentar identificar de que maneiras técnicas de Sensoriamento Remoto podem ser utilizadas para auxiliar no estabelecimento de soluções dos problemas detectados na atual travessia.

### **2.2 - Objetivos específicos**

Os objetivos específicos da pesquisa utilizando Sensoriamento Remoto que serviram para atingir o objetivo maior foram os seguintes:

- a) Identificar e analisar a estrutura viária e suas integrações a nível regional e urbano, bem como as condicionantes da configuração viária.
- b) Analisar a partir de dados existentes, o tipo de sistema viário, as situações conflitantes de tráfego e de que modo o Sensoriamento Remoto pode ajudar a definir soluções, em particular, quando se trata do conflito do tráfego urbano (de curta distância) e o tráfego rodoviário (longa distância).
- c) Analisar tendências de expansão urbana a partir das facilidades criadas por novas vias.
- d) Desenvolver metodologia baseada em interpretação visual detectando de forma quantitativa as áreas e suas expansões a partir das séries históricas compostas por fotografias aéreas e imagens de satélite SPOT HRV.
- e) Através dos diversos tipos de materiais utilizados, como fotografias aéreas, imagens orbitais e cartas topográficas, ver com base na metodologia desenvolvida de que forma os mesmos podem se complementar, identificando os mais indicados.
- f) Verificar com base nos resultados obtidos de que maneiras a metodologia desenvolvida a partir de materiais existentes, e sem sofisticações pode contribuir na busca de soluções para os problemas existentes na área de estudo.
- g) Ver até que ponto o material disponível, como fotografias aéreas e imagens são utilizados em estudos rodoviários.
- h) Ver até que ponto é possível estimar populações através do Sensoriamento Remoto de forma a obter-se dados para planejar e prever melhorias no sistema viário.



### 3 - JUSTIFICATIVAS

O planejamento do crescimento urbano e suburbano a nível local ou regional costuma exigir informações precisas e atualizadas a respeito do uso e cobertura do soló, necessitando para isto um entendimento básico das mudanças e tendências de crescimento.

Segundo SUDESUL/UFSC<sup>65</sup>, problemas como os verificados na expansão da Grande Florianópolis implicam no aumento crescente e as vezes até brusco da utilização de recursos físicos-territoriais, podendo dar-se através da expansão pura e simples de áreas construídas, ou orientadas através da expansão de obras de infra-estrutura.

Importância especial referente a obras de infraestrutura que garantam um crescimento controlado das expansões urbanas e consequente aumento da população, deve ser dada ao sistema viário, por exemplo, que deve se adequar as transformações observáveis, por meio de melhorias, conservação e expansão.

Atualmente, e cada vez mais, considerando-se o desenvolvimento crescente na área de Sensoriamento Remoto, os procedimentos mais adequados para quantificar mudanças tem sido através de observações visuais feitas na comparação de fotos de datas diferentes usando-se

como base mapeamentos existentes, e atualmente envolvendo técnicas de interpretação automática, a partir de imagens de satélite, bem como imagens de sensores aerotransportáveis.

As fotografias e imagens utilizadas, oferecem um meio alternativo para avaliar a intensidade e as localizações espaciais mais ou menos sujeitas as expansões e modificações sofridas quanto ao uso do solo.

Fotografias aéreas tem sido utilizadas para monitorar mudanças ocorridas no decorrer do tempo, em diversas áreas, podendo em algumas situações serem substituídas ou complementadas por imagens orbitais que tem com o principal vantagem a repetitividade de tomadas da mesma cena.

No que se refere a imagens obtidas através de satélites, a primeira e talvez mais importante vantagem do Sensoriamento Remoto orbital está na cobertura global pelas mesmas. A forma da face da terra, varia muito com o local e o clima, e sempre que combinados com complexidade típica do solo de muitas regiões resultam em formas diversas.

Produtos multiespectrais, por exemplo, podem ser usados para auxiliar e a identificar com maior nível de detalhes e quantidade de informações a composição urbana composta por diferentes materiais, bem como o seu sistema viário. Produtos multiespectrais obtidos por passagens sucessivas do satélite que normalmente tem como suporte informações obtidas de fotografias aéreas vão possibilitar o acompanhamento da expansão da área urbana e alterações ocorridas.

Para planejar e solucionar problemas decorrentes das expansões urbanas e aglomerações marginais verificadas junto as vias classificadas originalmente como arteriais, é importante conhecer a distribuição geográfica da população existente e as tendências da ocupação futura, utilizando-se dados existentes para fazer-se estimativas da

população, já que crescimento populacional implica em demanda por moradias, transportes, saúde, educação, etc. Planejar com base em critérios bem fundamentados significa a substituição com eliminação do improvisado.

Paralelamente à expansão das áreas urbanas com conseqüente aumento populacional, uma das necessidades que se reflete diretamente é a melhoria e ampliação do sistema viário existente, considerando-se o esgotamento da capacidade prevista ou por se esgotar. Para planejar e indicar necessidades das melhorias ou expansão do sistema viário existente através de projetos e obras deve-se conhecer a intensidade, a dinâmica e as tendências desta expansão.

Para que sejam definidas as prioridades do sistema viário, as características operacionais de rodovias, características geométricas, dimensionamento de pavimento, etc, deve-se conhecer as demandas por transporte atuais e futuras. Demanda por transportes, público ou privado exigem a definição do tipo ou tipos de veículos a serem utilizados pela população atual e população futura, baseando-se por exemplo em pesquisas de origem e destino.

Para planejar é preciso prever as concentrações populacionais atuais e futuras.

Conforme KRAUS et al. (1974) citado por FORESTI, Celina<sup>23</sup>, apesar dos dados demográficos estatisticamente precisos e úteis, imediatamente após a coleta de dados, nos períodos seguintes, que antecede um novo censo, existe uma tendência na desatualização das informações obtidas devido a diversos fatores, típicos de cada região.

Estimativas através de modelos que utilizem dados mais frequentes, já que o censo é feito a cada 10 anos, podem ser procedidas por exemplo amarrando-se as projeções demográficas ao eleitorado cadastrado pelo Tribunal Regional Eleitoral como feito pela SEPLAN/SC<sup>61</sup>,

estimando a população do Estado de Santa Catarina até o ano 2010, a partir dos censos demográficos de 1970 a 1980, usando-se o auxílio de dados das eleições realizadas em 1974, 1976, 1978 e 1980, respectivamente.

Entretanto, como as alterações podem acontecer em períodos de anos, meses ou até dias, no caso de expansões urbanas influenciadas também por rodovias, como no caso de grandes travessias urbanas, o monitoramento pode exigir procedimentos rápidos, precisos e de custo relativamente baixo como só aqueles fornecidos pelo Sensoriamento Remoto.

Para o atendimento das exigências apresentadas com rapidez, precisão e baixo custo temos os satélites de observação da terra que podem possibilitar o monitoramento através dos dados obtidos a partir destas imagens.

Considerando-se que apesar da considerável melhoria apresentada pelos diversos tipos de sensores a bordo de satélites nos últimos anos, não conseguiremos em algumas áreas de estudos oferecer uma precisão de 100% (cem por cento), em razão de resolução espacial e problemas de escala, foi necessário então a criação de modelos ou sistemas que vão corrigir ou otimizar os dados assim obtidos.

Conforme CLAYTON, Christopher e ESTES, John E.<sup>13</sup>, dados de Sensoriamento Remoto obtidos a partir de aviões ou plataformas espaciais podem complementar ou substituir outras fontes que fornecem dados decorrentes da própria expansão de uma área, como em particular a populacional, necessária para planejar e projetar ocupação de áreas.

No caso de estudos de demanda por transporte, e tráfego a ser gerado, onde informações dependem de dados censitários e intercen-sitários as vantagens apresentadas pelo mesmo autor são:

- 1) Oferecer informações que não podem ser obtidas com a mesma frequência por outros meios.
- 2) Permite inventariar com rapidez e precisão numerosos fenômenos.
- 3) Eficiente para atualizar arquivo de dados referentes a parâmetros sócio-econômicos e demográficos.
- 4) Registro de fenômenos físicos, como os urbanos, procedendo a interrelação com o seu meio ambiente.

## 4 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

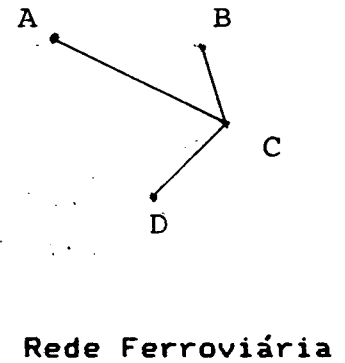
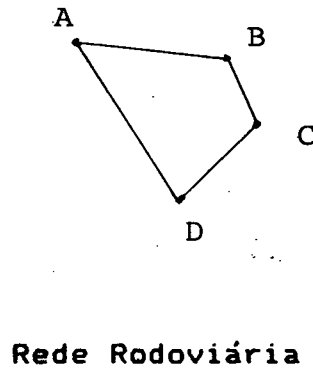
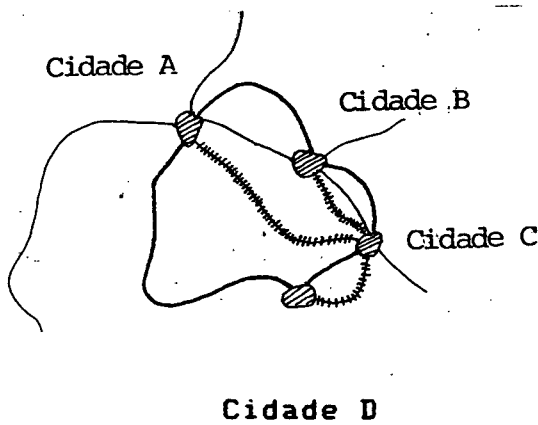
### 4.1 - Rede Viária

#### 4.1.1 - Considerações Gerais

Conforme W. Isard citado em HURST, Michael E. Eliot<sup>33</sup>, redes são estruturas projetadas para ligar sem interrupções nós, via rotas, com fluxos de pessoas, informações ou qualquer coisa que se mova de um lugar para outro.

Com relação a transporte, a rede é definida como um conjunto de localizações geográficas interligadas num sistema através de um número de rotas, que vão permitir o acesso a áreas isoladas de produção, transporte de material e transporte de produtos gerados no local.

Conforme D. Ore citado em HURST, Michael E. Eliot<sup>33</sup>, métodos de teoria dos grafos tem sido utilizados para transformar relações observadas de redes em formas simbólicas e numéricas, onde arcos representam rotas e vértices representam nós, aeroportos, etc. Ver figs. 4.1 e 4.2



Nós  
Rotas rodoviárias  
Rotas ferroviárias

Fig. 4.1 - Representação da rede in loco.

FONTE: HURST<sup>33</sup>

Fig. 4.2 - Representação gráfica das redes.

FONTE: HURST<sup>33</sup>

Segundo SHEFFI, Josef<sup>63</sup>, o termo "rede" é comumente utilizado para representar uma estrutura, seja ela física ou conceitual. Estruturas físicas, a título de exemplo poderiam ser estradas e intersecções, linhas telefônicas, etc. Como estruturas conceituais, pode-se citar informações entre linhas e pessoas.

Matematicamente, o mesmo autor define rede como um conjunto de nós e um conjunto de arcos conectando estes nós, onde a cada arco é atribuído um valor em determinada direção, valor este denominado de impedância.

O termo impedância depende da natureza da rede e pode significar resistência elétrica, tempo, custo, ou alguma outra medida rele-

vante.

Numa rede de tráfego é possível ir de um determinado nó a qualquer outro nó seguindo um ou mais caminhos, podendo estes serem representados pela impedância dos arcos.

Conforme BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup> a partir de uma sobreposição da rede sobre uma área dividida em zonas, chega-se a determinação de pontos que concentram atividades zonais denominadas centróide, e as ligações entre os centróides e nós denominada de conectores de centróides.

No estudo de redes de transporte, em função da grande quantidade de origens e destinos, o que se faz inicialmente é uma representação gráfica simplificada baseada em teorias de grafos. Segundo BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup>, o que se faz de forma simples é um arranjo a duas dimensões de arcos e nós, concebendo-se uma abstração da rede de transporte real para análise posterior, sob forma matricial.

Segundo LANE, Robert<sup>40</sup>, no caso de conurbações dos grandes centros de atração, a influência é grande sobre a demanda, carecendo normalmente de soluções mais caras. A influência da equipe de planejamento se dará mais nas localidades mais afastadas.

Nestas situações, onde já existe a cidade é quase impossível sugerir formas ótimas de redes de transporte ou de crescimento ótimo das cidades. Cada cidade deve adaptar seu sistema de transporte as suas necessidades específicas, lembrando que o processo de planejamento se dará com mais facilidade sobre cidades mais novas ou completamente concebidas com base em planejamentos.

Considerando a estreita relação entre o crescimento e adensamento das cidades juntamente com o estrangulamento do sistema viário, há necessidade de prever-se focos de congestionamentos futuros através do controle do uso do solo.



#### 4.1.2 - Sistema Viário Municipal

Tendo em vista o crescimento desordenado de muitas cidades brasileiras, o que se observa comumente é a interferência do tráfego local sobre tráfego de longa distância, principalmente quando estas localidades estão próximas ou cortadas por rodovias federais ou estaduais.

Segundo FERRARI, Celson<sup>22</sup>, planejamento viário municipal sob o aspecto urbano, deverá abranger medidas de ordem técnica, educacional e impositiva.

Como diretrizes técnicas ele apresenta o seguinte:

a) O sistema viário urbano deve ser estudado em conjunto com o zoneamento da cidade, e estar correlacionado com os demais sistemas a nível municipal, estadual ou federal.

b) A hierarquização das vias deve ser criteriosa e baseada em pesquisas feitas "in loco".

c) O traçado deve ser tal que assegure às vias capacidade máxima associada a segurança.

d) Pavimento compatível com as condições de tráfego, solo, aderência, etc.

e) Nas vias principais separar trânsito rápido e trânsito de velocidade média.

f) Os cruzamentos principais, preferencialmente a níveis diferentes.

g) Eliminação de acessos a vias expressas, aumentando-se as distâncias entre um e outro.

h) Serviços de cargas e descargas feito por vias secundárias.

i) Proteger e separar o trânsito do pedestre do trânsito de veículos.

j) A sinalização deve ser eficiente e uniforme.

k) Planejar cuidadosamente os itinerários dos transportes coletivos.

l) Dar preferência ao tráfego de veículos coletivos.

m) Prever e planejar áreas de estacionamento.

n) Nos planos de desenvolvimento urbano regular a geração e atração (prever núcleos habitacionais para operários próximo as indústrias, por exemplo) de forma que o sistema viário possa oferecer a população uma rápida, econômica, segura e confortável ligação entre zonas de moradia, trabalho e recreação.

De acordo com a lei nº 5.919 de 10/09/73 que aprovou o PNV (Plano Nacional de Viação), já prevê elaboração e revisão dos Planos Rodoviários Municipais, com objetivo de obter-se a articulação e compatibilidade dos mesmos aos sistemas superiores, podendo o assessoramento ser feito pelos órgãos rodoviários estaduais.

Face as dificuldades dos municípios em atenderem o disposto na lei, o DNER<sup>17</sup> através da sua Divisão de Planos e Programas elaborou o ROTEIRO BÁSICO PARA SISTEMAS RODOVIÁRIOS MUNICIPAIS, adotando critérios para definição da malha municipal.

#### 4.1.3 - Sistema Rodoviário Nacional

Segundo Conselho Nacional de Transportes<sup>15</sup>, o Sistema Rodoviário Nacional é constituído pelo conjunto dos Sistemas Rodoviários Federal, Estaduais e Municipais, sendo as rodovias aquelas consideradas e quantificadas no Plano Nacional de Viação.

De acordo com o PNV (Plano Nacional de Viação), as rodovias pertencentes a ele, devem satisfazer a, pelo menos, uma das seguintes condições:

- 1 - Ligar a Capital Federal a uma ou mais Capitais de Estados ou territorios ou a pontos importantes da orla oceânica, ou fronteira terrestre.
- 2 - Ligar entre si dois ou mais dos seguintes pontos, inclusive de mesma natureza:
  - a) capital estadual
  - b) ponto importante da orla oceânica
  - c) ponto da fronteira terrestre.
- 3 - Ligar em pontos adequados duas ou mais rodovias federais.
- 4 - Permitir o acesso:
  - a) a instalações federais importantes, tais como parques nacionais, estabelecimentos industriais e organizações militares;
  - b) a estâncias hidrominerais e pontos de atração turística notoriamente conhecidos e explorados;
  - c) aos principais terminais marítimos e fluviais e aeródromos, constantes do PNV.
- 5 - Permitir conexões de caráter internacional.

#### 4.1.4 - Classificação Funcional

Enquanto que uma rede viária tida como principal vai atingindo os estágios sucessivos, em termos de tráfego, capacidade, uso do solo, etc., passa a surgir em paralelo novas vias, via de regra estradas municipais que vão interligando as sedes, e acessando a cidade a rede principal.

Segundo SENSO, Wlastermiller de<sup>62</sup>, a função destas novas vias pode ser expressa em termos de acessibilidade, enquanto que a via principal tem como função principal a mobilidade.

Assim, ele enfatiza as vantagens de um sistema de classificação funcional, visto que o mesmo é elástico e permite reavaliar as funções exercidas por uma rodovia ou via urbana.

Vias de pequena extensão, que se destinam a início ou término de viagens, geralmente com baixas velocidades de operação são consideradas acessos.

Vias para viagens de longas distâncias e com características operacionais bem superiores, permitindo grande mobilidade são considerados artérias. Segundo BLUNDEN N.R.<sup>8</sup>, as arteriais irão propiciar o principal distribuidor de facilidade, e as outras rodovias providenciarão a acessibilidade individual do uso da terra.

SENSO, Wlastermiller de<sup>62</sup>, diz que em função das necessidades e dos melhoramentos que uma estrada possa ter, como o aumento da sua capacidade de escoamento, a possibilidade de alteração da sua classificação funcional vem a ocorrer naturalmente.

Na fig. 4.1, a seguir, apresentado por SENSO, Wlastermiller de<sup>62</sup>, observa-se que arteriais representando apenas 8% da rede estadual, absorvem 75% do tráfego total; os acessos representando 67% da rede estadual, absorvem 8% de tráfego.

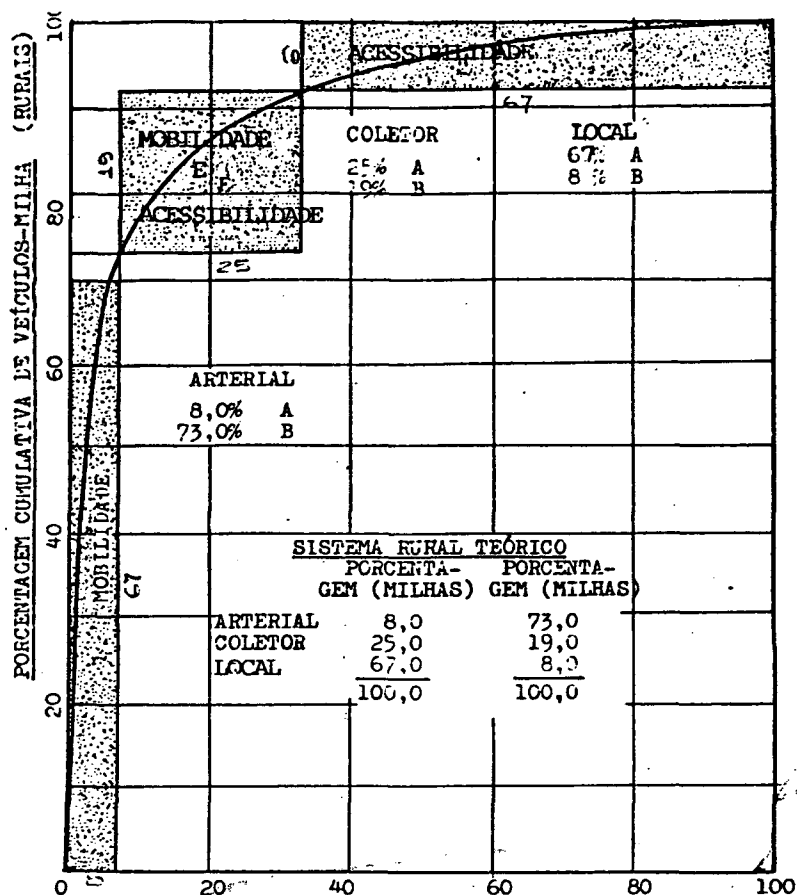


Fig. 4.1

Porcentagem cumulativa de rodovias rurais - milhas  
 Legenda: A = porcentagem do total das rodovias rurais-milhas  
 B = porcentagem dos veículos rurais-milha  
 FONTE: "Department of Transportation - New Jersey"

#### 4.1.5 - Classificação do Sistema Rodoviário Nacional

Esta classificação é regida pela ABNT<sup>1</sup>, através da CB-17 de 1976, e transcrevemos abaixo alguns dos aspectos considerados mais importantes e relativos ao nosso trabalho.

Classificação Funcional de Vias - Segundo a ABNT-CB-17<sup>1</sup>, é definida como o processo de agrupamento dos mesmos em sistemas, grupos e classes, de acordo com o serviço proporcionado por elas.

Aplicação da Classificação - é feita à todas as vias públicas e particulares do Território Nacional.

### Classificação Funcional da via

Em termos de mobilidade de trânsito e acessibilidade permitidas, os sistemas viários são constituídos por três tipos de vias:

- 1) expressas e arteriais: mobilidade máxima, conjugada com segurança.
- 2) coletora: misto de mobilidade e acessibilidade.
- 3) locais: proporciona em especial a acessibilidade.

As vias, considerando as características próprias de atendimento ao usuário são classificadas ainda em rodovias e vias urbanas conforme indicamos abaixo:

- RODOVIAS:
- 1) Sistema arterial:
    - a) principal
    - b) primária
    - c) secundária
  - 2) Sistema coletor:
    - a) primária
    - b) secundária
  - 3) Sistema local

- VIAS URBANAS:
- 1) Sistema expresso:
    - 1) primária
    - 2) secundária
  - 2) Sistema arterial:
    - 1) primárias
    - 2) secundárias
  - 3) Sistema local

## 4.2 - Sensoriamento Remoto

### 4.2.1 - Definição

Sensoriamento Remoto, segundo NOVO, Evelyn M.L. de Moraes<sup>53</sup>, no sentido amplo e geral é definido como a tecnologia que permite obter-se informações sobre um objeto, sem que haja contato físico com o mesmo. Considerando-se o caso específico de informações da superfície terrestre, define-se sensoriamento remoto como a utilização conjunta de modernos sensores, processamento de dados, transmissão,

veículos aéreos, veículos espaciais, etc, para estudo da superfície, registrando e analisando interações ocorridas entre a radiação eletromagnética e as diversas substâncias presentes sobre esta superfície.

#### 4.2.2 - Sensores

Segundo ROSA, Roberto<sup>59</sup>, Sensor é um dispositivo capaz de responder a radiação eletromagnética em determinada faixa do espectro eletromagnético, registrá-la, e gerar um produto numa forma adequada para ser interpretada pelo usuário.

No caso específico, onde o que interessa é a obtenção de informações da superfície terrestre, a transferência de dados para o sensor, é feita através de energia eletromagnética, considerada a mais adequada dentre as demais, visto ainda que a mesma se propaga numa velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s (no vácuo).

#### 4.2.3 - Sensores Multispectrais e Temáticos a Bordo dos Satélites

Na obtenção de dados referentes a superfície da terra, os mesmos podem ser obtidos a partir dos satélites considerados como plataformas espaciais não tripuladas e as espaçonaves que seriam as plataformas tripuladas, sendo que os dados a serem obtidos podem se destinar a objetivos civis ou militares.

#### 4.2.4 - Satélites

Satélites existem para diversas finalidades. Com objetivo de obter dados relativos a superfície terrestre, temos os satélites

norte-americanos da série LANDSAT, e a série de satélites franceses SPOT, sendo estas duas séries de satélite as mais difundidas e utilizadas mundialmente para uso civil.

#### 4.2.4.1 - Satélites da Série LANDSAT

No Brasil, o centro de recepção de imagens LANDSAT está localizado em Cuiabá, e o centro de processamento em Cachoeira Paulista, ambos sob a supervisão do INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais).

Segundo FREDEN, Stanley C. e GORDON, Frederic<sup>27</sup>, os satélites da série LANDSAT, em número de 5 (cinco), operando até o momento apenas 4 e 5 apresentam órbita circular, formando 90° em relação a direção Norte-Sul objetivando, portanto, mesma resposta em termos de escala e resolução, imageamento cíclico com passagens sobre o alvo em torno de 9:30 hora local, garantindo com isto nível de iluminação semelhante haja visto a órbita síncrona com o sol.

O LANDSAT 5 é mais preciso e eficiente que os demais, apresenta o sistema TM (Mapeador Temático) também de varredura multiespectral, de concepção mais avançada que a dos sistemas MSS; ambos os sistemas, TM e MSS operam a bordo do LANDSAT 5. A repetitividade do satélite sobre a mesma área é de 16 dias, e a uma altitude de 705 km uma imagem inteira corresponde no solo 184 x 185 km.

Conforme tabela 1 apresentada por MARTINI, Paulo Roberto<sup>61</sup>, no caso do LANDSAT 5, o sistema TM apresenta 7 bandas contra 4 bandas do MSS. Em termos de resolução excetuando-se o canal 6, a mesma é de 30 m no TM contra 80 no MSS; no canal 6, considerado o canal terminal a resolução é de 120 m no TM, contra 240 no MSS.



Tabela 1 - Características de dados LANDSAT 5

SENSORES	TM	MSS
Canal	Intervalo m	
1	0,45 - 0,52	-
2	0,52 - 0,60	-
3	0,63 - 0,69	-
4	0,76 - 0,90	0,50 - 0,60
5	1,55 - 1,75	0,60 - 0,70
6*	2,08 - 2,35	0,70 - 0,80
7	10,4 - 12,50	0,80 - 1,1
RESOLUÇÃO	30 m *120	80 m *240

Dentre as principais aplicações do mapeador temático apresentamos em anexo a tabela 2 apresentada por MARTINI, Paulo Roberto<sup>48</sup>.

#### 4.2.4.2 - Satélites da Série SPOT

O satélite do sistema SPOT (Sistem e Proboitore de Observation de La Terre), de origem francesa teve o primeiro lançamento em 1986 e tal como no sistema LANSAT tem como função principal observação da superfície da terra.

Segundo NOVO, Evlyn M.L. de Moraes<sup>53</sup>, o sistema é composto pelo satélite, instrumentos e estação de rastreamento, recepção e processamento de dados. A órbita é polar, sincrona com o sol, e a 832 km de distância da terra.

Conforme NOVO, Evlyn M.L. de Moraes<sup>53</sup>, o satélite transporta dois sensores HRV de alta resolução, e opera em dois diferentes modos. Num dos modos, chamado de multiespectral, ele opera segundo três faixas apresentando resolução de 20 metros, enquanto que o ou-

TABELA 2

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL ( $\mu$ )	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DAS BANDAS "TM" DO SATÉLITE LANDSAT-5
1	(0,45-0,52)	<p>Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos balimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmento fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.</p>
2*	(0,52-0,60)	<p>Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.</p>
3*	(0,63-0,69)	<p>A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (exemplo: campo, cerrado e floresta). Permite a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mala galena e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.</p>
4*	(0,76-0,90)	<p>Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delimitação de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (exemplo: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.</p>
5	(1,55-1,75)	<p>Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse a vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.</p>
6	(10,4-12,5)	<p>Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades térmicas de rochas, solos, vegetação e água.</p>
7	(2,08-2,35)	<p>Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.</p>

tro modo é o pancromático com resolução espacial de 10 metros, operando numa faixa entre 0,51 e 0,73 m. As faixas do sensor HRV são as indicadas na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Faixas espectrais

CANAIS	FAIXAS ESPECTRAIS ( m )
1	0,50 - 0,59
2	0,61 - 0,68
3	0,79 - 0,89

Segundo SPOT IMAGE<sup>64</sup>, o modo pancromático, destina-se a privilegiar a fineza geométrica da imagem, enquanto o modo espectral permite a análise a cores. A primeira banda corresponde ao verde, a segunda ao vermelho, e a terceira o infravermelho próximo. Como se pode observar, os canais 1, 2 e 3 estão correlacionados com os canais 2, 3 e 4 respectivamente do LANDSAT.

Segundo SPOT IMAGE<sup>64</sup>, as observações da superfície da terra acontecem a partir da luz refletida em um espelho plano que pode ter sua inclinação alterada das estações em terra, sendo a energia detectada pelo espelho focalizada sobre uma matriz de detectores (sistema de varredura mecânica).

Na visada vertical (visada nadir), cada sensor HRV imagea 60 km, com sobreposição de 3 km, perfazendo no conjunto uma faixa de 117 km.

Na visada oblíqua, onde o espelho se desloca em relação a vertical ( $\pm 0,6^\circ$  até  $\pm 27^\circ$ ), um sensor para imagear a uma distância de até 475 km em relação a sua órbita normal, nesse caso em função da curvatura da terra, a faixa imageada passa de 60 para 80 m, conforme figura 4.2.1 a seguir.

Uma outra vantagem da visada oblíqua é a obtenção de imagens estereoscópicas de uma mesma cena, a partir de ângulos diferentes obtidos de revoluções orbitais sucessivas do satélite como na figura a seguir. Esta possibilidade combinada com a alta resolução das imagens pancromáticas, é bastante importante para estudos de relevos, geomorfologia e hidrografia. Ver figura 4.2.2, a seguir.

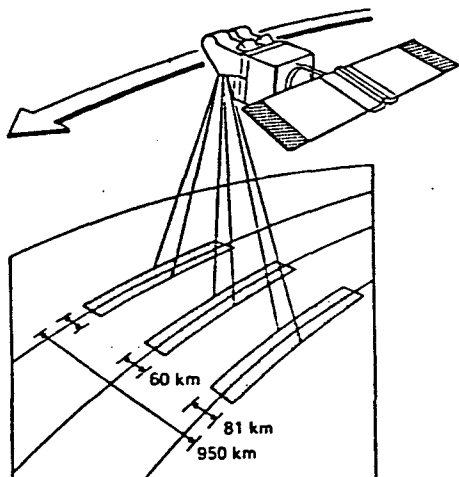


Fig. 4.2.1 - Observação das faixas do terreno em visada oblíqua.

FONTE: SPOT<sup>64</sup>

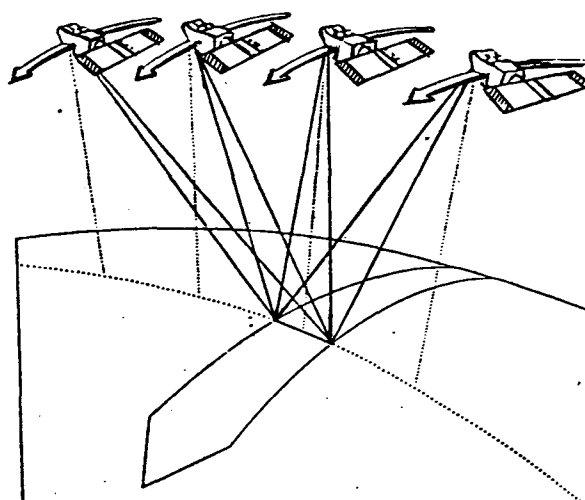


Fig. 4.2.2 - Repetição da observação de uma mesma faixa.

FONTE: SPOT<sup>64</sup>

#### 4.2.5 - Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Regional, Municipal e Urbano

##### a) Uso da Fotografia Aérea

No planejamento do uso do solo em cidades, o mapeamento do uso do solo, tem sido sempre uma etapa cara e demorada ao utilizar-se procedimentos tradicionais, e o uso de dados desatualizados em vista das tendências de crescimento urbano.

Com referência ao fator tempo, GAUTAM, N.C.<sup>29</sup>, cita que os dados podem ser complementados por informações derivadas de fotointerpretação de fotografias aéreas, sendo que os sistemas de classificação utilizados, e o grau de precisão a ser obtida variam de um meio ambiente para outro.

No trabalho apresentado pelo mesmo autor, elaboração de mapa de uso do solo para cidade de Bikanir na Índia, usando fotos aéreas de 1969 na escala 1:25.000, concluiu que:

- 1) Fotografias aéreas oferecem vantagens em termos de tempo, esforço, e precisão considerável.
- 2) Técnicas de fotointerpretação não podem ser consideradas como um sistema completo para aquisição de dados, e estudo adicionais são necessários para melhorar e atualizar o sistema de classificação.
- 3) Apesar da utilidade limitada das fotografias aéreas em oferecer dados sócio-econômicos e aspectos culturais das áreas urbanas, elas tem se tornado o material de apoio mais fidedigno para planejamento.
- 4) O sistema de classificação difere de um estudo para outro, em função da escala da fotografia, e a natureza do arranjo.
- 5) Devido sua flexibilidade em revelar uma variedade de informações, as técnicas de fotointerpretação estão sendo usadas como ferramentas para aquisição de dados.

Segundo MINTZER, Olin<sup>51</sup>, na investigação dos vários tipos de sensores, as fotografias aéreas e imagens de radar de visada lateral (obtidas de grandes altitudes, a bordo de aviões e satélites) observa-se que as mesmas fornecem informações excepcionais na avaliação regional e uma melhor visão dos conjuntos fisiográficos. Em algumas situações, entretanto, informações obtidas a partir dos sensores fo-

tográficos e radar, podem ser complementadas por informações obtidas por outros tipos de sensores, através da confirmação de evidências que vão melhorar a precisão da identificação, tomando-se por exemplo solos e condições do terreno. Outros tipos de sensores podem ser, do tipo que oferecem fotografias multiespectrais, imageamento termal infravermelho, e radiometria em microondas.

Ainda, segundo o mesmo autor, mapas com base de dados regionais para planejamento e seleção de rotas são preparados normalmente a partir do Sensoriamento Remoto.

#### b) Uso de Imagens de Satélite

No trabalho apresentado por EHLERS, Manfred et al.<sup>20</sup>, onde é feita uma aplicação de imagens de satélite SPOT para um sistema GIS (Sistema Geográfico de Informações), parte de um mapa digitalizado da cidade de Scarborough é colocado sob a forma de "overlay", e discrepâncias entre o zoneamento e o atual uso do solo podem ser identificadas. Algumas das discrepâncias observadas são próprias para variâncias permitida nas zonas e outras discrepâncias mais difíceis para explicar.

Apesar das discrepâncias observadas pelo autor, que são inerentes aos procedimentos automatizados, dados de imagens de satélite combinados com processamento digital de imagens e sistema geográfico de informações são ferramentas úteis para analisar desenvolvimento urbano e suburbano e a precisão exigida vai depender do tipo de informação desejada.

Segundo MAHAVIR e GALENA, Marjon<sup>47</sup> fotografias aéreas normalmente oferecem grande quantidade de detalhes em termos de informações, quando se trata de planejamento urbano. Em algumas situações como a de cidades de pequeno porte e/ou carentes de recursos até pa-

ra a realização de levantamentos aéreos é possível a utilização de imagens de satélite no planejamento urbano e regional, atentando-se para as limitações em função da extensão e tipo do crescimento de áreas urbanas, e que o seu uso não seja feito isoladamente.

Segundo JENSEN, Moller<sup>39</sup>, a utilização da imagem de satélites oferece subsídios em termos de tendências de crescimento urbano, procedimentos para uma atualização rápida, mudanças ocorridas, etc.

Conforme AKINYEDE, Joseph O.<sup>2</sup>, associando-se técnicas de modelagem a um sistema geográfico de informações, pode-se obter estimativas de custo e rotas sob a forma de mapas, que podem ser extremamente úteis ao planejamento regional.

Conforme EHLERS, Manfred et al.<sup>20</sup>, dados de satélite SPOT combinados com processamento de imagens e tecnologia GIS (Sistema Geográfico de Informações) são ferramentas valiosas nas análises de urbanização regional e desenvolvimento de áreas suburbanas. Combinando-se classificação supervisionada e técnicas de interpretação de imagens, estas podem ser usadas na análise do uso do solo, e para determinação dos padrões de crescimento regional, com uma precisão de 93% na detecção do crescimento.

Resumidamente, satélites são capazes de fornecer com repetição para planejamento local e regional, dados consistentes de uso do solo, classificação do solo e de seu crescimento.

#### 4.2.6 - Sensoriamento Remoto Aplicado ao Sistema Viário

Conforme AKINYEDE, Joseph O.<sup>02</sup>, desenvolvimento da rede de transporte rodoviário é considerada como uma das chaves para modernizar, e desenvolver rapidamente países em desenvolvimento. Normal-

mente, estradas são construídas em áreas do tipo rural e visam através de estudos estimular seu desenvolvimento e crescimento econômico.

Segundo Dowman e Pracegood citados por CLEYNENBREUCCEL, J. Van et al.<sup>14</sup>, estudos baseados sobre aplicações de imagens de satélite de alta resolução, mostraram que autoestradas, e muitas das principais rodovias e estradas de ferro em pista dupla são 100 por cento visíveis. Algumas vezes, rodovias secundárias e pistas são difíceis de perceber por causa de abóbadas de fechamento das árvores ou limites do terreno; algumas vezes, entretanto, estas rodovias secundárias e pistas já são claramente definidas devido ao contraste com a paisagem.

Linhas mais grossas representando vias podem ser detectadas por análise multiespectral pois a dimensão relativa para a resolução da imagem reduz a influência da mistura de pixels e portanto regiões alongadas representando estradas podem ser classificadas por inspeção espectral.

Segundo EHLERS, Manfred et al.<sup>20</sup>, imagens SPOT integradas num GIS (Sistema Geográfico de Informações) podem ser digitalizadas e os dados obtidos representados graficamente. Na atualização dos dados regionais poderão ser observados crescimentos urbanos e suburbanos, juntamente com novas rodovias implementadas ao sistema viário.

O autor afirma ainda que apesar de dados de satélites não conseguirem atender exigência de muitos projetos GIS (Sistema Geográfico de Informações), podem servir como métodos de custo efetivo de manutenção de dados básicos entre as mais rigorosas atualizações. Os mesmos dados podem ser usados mais eficientemente visando a Fotogrametria e levantamentos de campo necessários para detalhar e atualizar base de dados no GIS.



#### 4.2.7 - Imagens de satélites nos delineamentos de estruturas rodoviárias

Conforme MINTZER, Olin<sup>51</sup>, em razão da pequena escala das imagens de satélite, e a resolução limitada se comparadas com fotografias aéreas, os dados obtidos através delas, teriam se prestado mais ao planejamento e em alguns estágios de locação de rodovias.

Segundo CLEYNENBREUCCEL, J. Van et al.<sup>14</sup>, em função da alta resolução espacial das imagens apresentadas pelos satélites atuais é possível a visualização de rodovias e redes lineares, mas exigindo para isto uma tarefa lenta e trabalhosa de interpretação.

Para maior facilidade e precisão, pode-se utilizar técnicas de análise espacial semi-automatizada ou totalmente automatizadas de forma complementar. A interpretação clássica ainda se mostra bastante eficiente.

#### 4.2.8 - Identificação Linear

Segundo CLEYNENBREUCCEL, J. Van et al.<sup>14</sup>, a estrutura linear observada numa imagem de satélite pode ser classificada em grossa e fina. A imagem considerada como de uso civil, deve ser de alta resolução, com pixel menor ou igual a 30m.

A estrutura linear grossa que pode se apresentar com bordas paralelas normalmente indicam a presença de autoestradas, canais, rios de grande largura, etc. A estrutura linear fina pode representar estradas, caminhos, vias, rios, estradas de ferro, etc.

## 4.3 - Fotointerpretação

### 4.3.1 - Definições

Segundo Paul R. Wolf citado por LOCH, Carlos<sup>41</sup> a fotointerpretação é definida pela Sociedade Americana de Fotogrametria como o ato de examinar e identificar objetos (ou situações) em fotografias aéreas (ou outros sensores) e determinar o seu significado.

### 4.3.2 - Abordagem Metodológica

Segundo VINK, A.P.V. et al.<sup>69</sup>, para uma boa fotointerpretação é necessário considerar uma metodologia aplicável, objetivando transformar o aspecto puramente empírico em concreto e sistemático.

Ainda segundo VINK, A.P.V. et al.<sup>69</sup>, na fotointerpretação, importância deve ser dada ao grau de precisão necessária para identificar objetos em uma determinada área, dependendo da finalidade e da circunstância do estudo. No caso de estudos para implantação de rodovias, por exemplo, muitas vezes faz-se necessário ter-se uma noção preliminar, mesmo aproximada das condições do terreno, sem levantamentos de campo, podendo-se evitar com isto especulações no preço da terra.

Os mesmos autores no que diz respeito a fotointerpretação e levantamentos de campo fazem dois alertas importantes:

- 1) Supervalorizar o potencial da fotointerpretação sem os devidos levantamentos de campo pode levar ao insucesso de projetos importantes, podendo com isto criar-se uma corrente con-

trária ao uso da mesma.

- 2) Uma fotointerpretação completa seguida por levantamentos excessivos de campo, fornece uma falsa impressão quanto a necessidade da mesma, tornando o projeto, mais caro, pois levantamentos de campo costumam absorver maior quantidade dos recursos financeiros disponíveis.

ESTES, John E. et al.<sup>21</sup>, afirmam ainda que fontes diversas, tais como literatura, medidas de laboratório e análises, trabalhos de campo, mapas, registros em forma tabular ou gráfica, etc. podem servir como auxílio na análise visual de fotografias aéreas ou imagens de satélite. Esta revisão do material auxiliar existente ajuda na interpretação dos dados de Sensoriamento Remoto, e pode também produzir uma melhor definição do escopo, objetivos, e problemas associados com um dado projeto.

#### 4.3.3 - Algumas aplicações da fotointerpretação na área de engenharia

Segundo ALVES, Diógenes S.<sup>4</sup>, as resoluções oferecidas por sistemas diferentes, tais como LANDSAT-TM e SPOT-HRV, é que vão determinar as escalas aceitáveis de uso.

Em termos de sobreposição com mapas, o mesmo autor lembra que a imagem necessita ser corrigida geometricamente, ou registrada com os respectivos mapas.

Segundo RICCI, Mauro e PETRI, Setembrino<sup>58</sup>, fotografias aéreas podem servir como subsídios para soluções de problemas geológicos em várias atividades da Engenharia, como construção de túneis para rodovias ou ferrovias. Falhas, fraturas e outros fenômenos que produzem ou indicam o enfraquecimento de rochas podem ser identificáveis,

levando-se em consideração a escala das fotos.

O reconhecimento de terraços fluviais, aluviais, etc, podem indicar jazidas de areais, ou cascalhos próprios para construção civil.

Na locação de rodovias, fotos aéreas revelam a presença de obstáculos naturais, oferecendo alternativas mais prováveis de traçado, considerando-se o gradiente, distância, travessias de cursos d'água e a importância local.

A identificação de antigos escorregamentos através das fotos sugere a possibilidade de repetição do fenômeno.

Como visto, sob o aspecto geológico, a fotografia aérea permite identificar problemas futuros, fornecendo uma visão ampla dos fatores envolvidos.

No caso de estudos ambientais, relativos a reconhecimentos de alterações em florestas, ALDRICH, Robert C.<sup>3</sup>, apresenta três considerações importantes. Em primeiro lugar, é necessário uma base fotográfica tomada em períodos anteriores que consigam detectar mudança (para florestas, dependendo das circunstâncias, três a cinco anos). Em segundo lugar é necessário o quadro da mesma cena observada pelo sensor. Em terceiro lugar, é necessário uma compatibilidade nas escalas fotográficas para ambas as bases fotográficas. Se as escalas variam extensamente, há então necessidade de equipamentos especializados. Se no entanto as imagens oferecem escalas iguais ou quase iguais a fotointerpretação pode ser feita utilizando-se equipamentos convencionais, tais como estereoscópios.

Segundo LYON, John Grimson<sup>46</sup>, fotografias aéreas e outros dados de Sensoriamento Remoto são usados para identificar e fazer inventários locais. Avaliações quantitativas e mapas obtidos de séries históricas de fotografias são ferramentas utilizadas para avaliações na

área de engenharia, recursos hidrológicos, solos, característicos da cobertura vegetal, possibilitando ainda determinar a localização, extensão e cronologia das mudanças na paisagem. No caso de agressões ao meio ambiente dificilmente se conseguiria obter determinadas informações através de entrevistas com pessoas ou documentos de empresas.

Através da análise de séries históricas, sobre fotografias aéreas na escala 1:24.000, o lago Doane em Oregon, Estados Unidos, apresentava em 1951 uma área de aproximadamente 8,7 ha. Em 1970 a foto tomada mostrava que terraplanagens realizadas diminuíram a área original em 4,8 ha.

Conforme FORESTI, Celina et al.<sup>25</sup>, análises de composição coloridas, complementadas por fotointerpretação de mosaicos de diferentes datas seguidas de verificações de campo, na determinação do crescimento urbano de Brasília de 1973 a 1983, constitui uma boa ferramenta para monitorar este tipo de crescimento. Na metodologia empregada, a interpretação visual deu-se sobre três composições coloridas, obtidas pela sobreposição dos pares de imagens formados pelos anos de 1973-1978, 1978-1983 e 1973-1983. Importante lembrar ainda, a utilização de um algoritmo, o Image-100, para obtenção das composições coloridas das imagens obtidas de períodos diferentes e satélites, ou seja, LANDSAT 1, 2 e 4.

#### 4.3.4 - Interpretação de produtos orbitais

Segundo ALVES, Diógenes S.<sup>4</sup>, fotos aéreas são usadas frequentemente para restituição fotogramétrica e interpretação visual.

Com respeito a imagens de satélite, dentre as diversas vantagens oferecidas pelas mesmas, apresentam-se as características de natureza espectral e temporal, que podem ser manipuladas através de técnicas tradicionais de interpretação visual, ou também com auxílio de sistemas de tratamento digital de imagens.

Segundo CARNEIRO, C.M.R.<sup>12</sup>, a interpretação de imagens de satélite dá-se de duas maneiras a saber: a interpretação automática e a interpretação visual.

Na interpretação automática a análise é feita através de analisadores de imagens, associados a computadores que trabalham com dados em forma digital. Se a interpretação automática é feita sem auxílio do intérprete a mesma é considerada como não supervisionada; se há intervenção contínua do interprete, procedendo alterações no produto obtido, teremos então a classificação supervisionada.

Na interpretação visual de imagens, o critério utilizado é o da fotointerpretação clássica, baseada em textura fotográfica, cor, forma, tamanho dos objetos, sombras e padrões de paisagens para delimitar uma determinada unidade temática de interesse

Os resultados serão tanto melhores quanto melhor for o conhecimento das características da imagem, como por exemplo, intervalo espectral, e o próprio conhecimento prévio da área de estudo pelo intérprete. Como no caso de interpretação de fotos aéreas, um mínimo de sistemática se faz necessário.

#### 4.4 - Monitoramento do Uso e Ocupação do Solo

##### 4.4.1 - Estudos sobre o Uso do Solo

Segundo PAQUETE, Radnor J. et al.<sup>56</sup>, nos anos cinquenta, baseado nos estudos e pesquisas realizadas, constatou-se a relação existente entre viagens, intensidades e separação do uso do solo.

No desenvolvimento de modelos de tráfego, onde os impactos físicos são causados pelas facilidades de transporte há uma necessidade de atualização constante das atividades do uso do solo na área em estudo; onde os procedimentos técnicos empregados são:

- 1) verificação do uso do solo
- 2) classificação do uso do solo
- 3) estudo do uso de solos sem ocupação
- 4) apresentação e armazenamento de dados do uso do solo.

Aqui, muitos dos dados obtidos na fase de coleta, são reunidos em numerosas amostras que retratam com mais facilidade a situação da área e sua infra-estrutura atual de transporte, sendo que muitos destes dados serão novamente utilizados para modelar o desenvolvimento e demanda de transportes da área, e também no esboço, avaliação e programando um novo sistema.

##### 4.4.2 - Tráfego x Uso do Solo

Segundo BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup> tráfego é uma consequência da associação do potencial do uso da terra e aptidão para o transporte. Ao descon- siderar outras variáveis que podem incidir sobre a relação tráfego x uso do solo, o autor considerou de forma simplificada o binômio com-

posto por estas duas apenas, para analisar de forma simplificada esta interação.

Os sistemas de transporte quando devidamente planejados é que vão exercer a função de ordenados do processo de expansão urbana.

Segundo PAQUETE, Radnor J. et al.<sup>56</sup> o uso do solo tem sido fixado para ser o principal determinante da atividade geração de viagem. Na figura abaixo observa-se a interação cíclica das facilidades de transporte associadas ao uso da terra. O nível de atividade de geração de viagem e orientação no interior da área estudada é que determinará as necessidades para facilidades. As facilidades previstas irão conseqüentemente alterar a acessibilidade do próprio solo, o qual ajuda determinar o valor do solo. Com o valor do solo atuando diretamente sobre o seu próprio uso, cria-se um ciclo em que alteração em um deles causa mudança em ambos ou todos outros elementos.

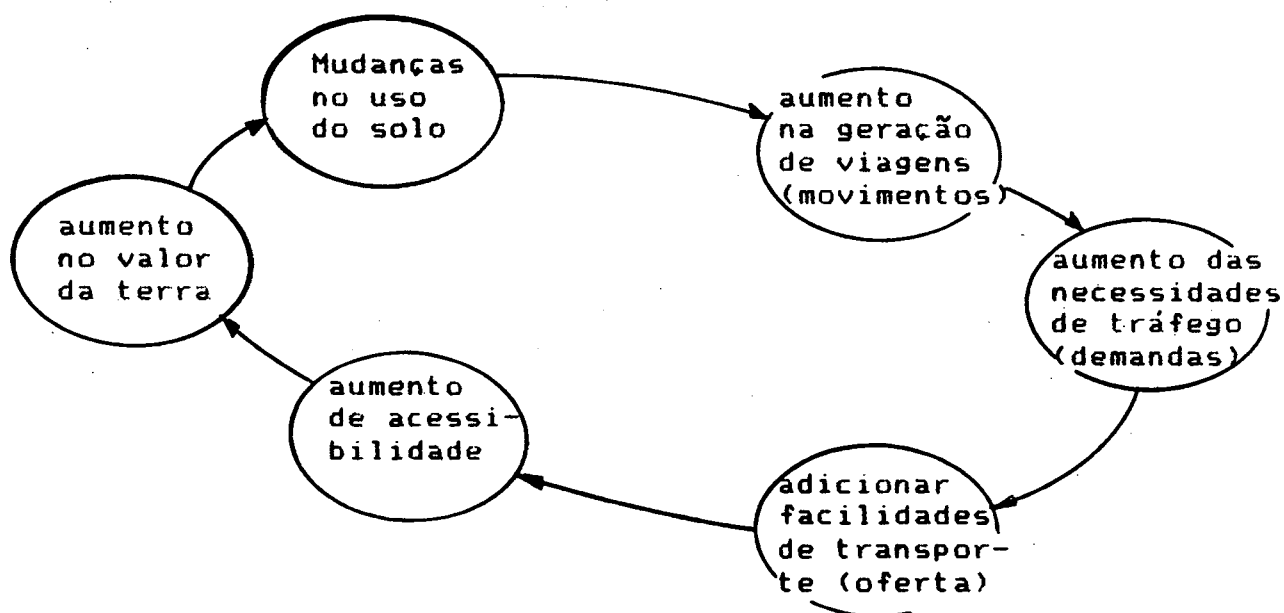


FIGURA 4.4.1 -

FONTE: PAQUETE. Ciclo do uso do solo x transporte.



#### 4.4.3 - Projeções do Uso do Solo, Populacional e Sócio-Econômica

Segundo PAQUETE, Radnor<sup>56</sup>, as projeções são feitas primeiramente em termos populacionais e sócio-econômicos em conjunto com as metas e objetivos da região. Posteriormente, é que estas previsões são usadas para gerar um plano de uso do solo. Em grandes estudos obtém-se várias opções de uso do solo, selecionando-se o plano que melhor satisfaça metas e objetivos, para projetar viagens.

Em áreas de controle de planejamento razoavelmente flexíveis, alternativas sólidas de planejamento forte, planos opcionais de uso do solo são mais comumente baseados sobre técnicas orientadas de formas subjetivas.

#### 4.4.4 - Potencial do Uso do Solo e Geração de Tráfego

Segundo BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup>, potencial de uso do solo é uma medida da escala de atividades sócio-econômicas que tomam lugar numa dada área de terra, e que apresenta como propriedade singular a sua habilidade ou potencial para gerar tráfego.

Matematicamente temos  $G = K \cdot L$

Onde: G - quantidade de tráfego que atravessa os limites da área

L - potencial de uso do solo

K - constante de proporcionalidade que é em geral uma função de variáveis sócio-econômicas.

Na tabela a seguir, apresenta-se um resumo de medidas comuns de potencial de uso do solo.

TIPO DE USO DO SOLO	MEDIDA
Povoados e cidades	População, veículos.
Somas de empregos (fábricas, escritórios, etc.)	Áreas, número de empregados.
Shoppings	Área comércio a varejo, espaços para estacionamento, número de lugares para venda a varejo.
Residencial	População, unidades residenciais, residência de trabalhadores.
Recreacional	
Teatro	Capacidade de lugares
Restaurantes	Capacidade de lugares
Campings, praias, parques	Áreas, espaços para estacionar
Hotéis	Número de quartos, capacidade de lazer, bares, sala de comer, salas de conferências.
Produção de facilidades	
Industrial	Capacidade produção em toneladas, unidades produzidas
Rural	Acres, capacidade de transportar e estocar.
Exploração mineral	Reservas de minérios, óleo.
Terminais de transporte	Plataformas, ancoradouros, espaços de estacionamento, áreas.

#### 4.4.5 - Representação Gráfica - uso do solo/sistema de transporte

Segundo BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup>, a representação gráfica pode ser feita sobrepondo-se zonas de uso do solo a uma rede que represente o sistema de transporte.

As zonas de uso do solo, na situação ideal deveriam definir áreas de atividades do uso do solo homogêneas, ou seja, residencial, industrial, comercial, etc.

Dependendo do uso específico de cada área, ela pode ser dividida em zonas, de acordo com a Fig. 4.4.2 a seguir.

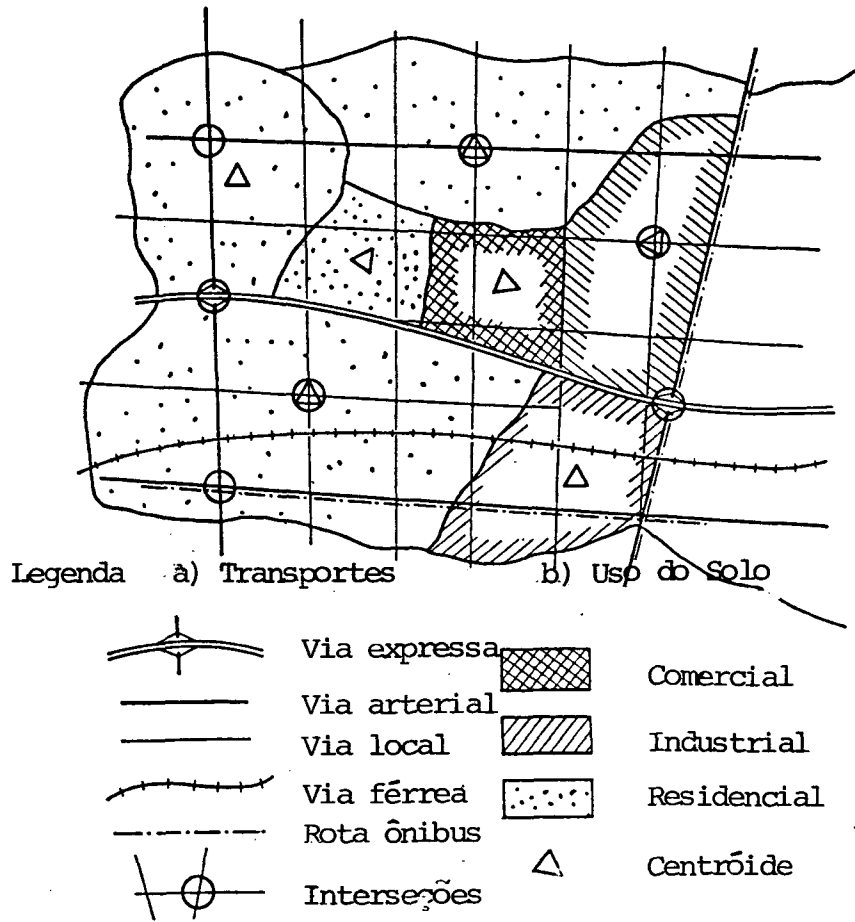


Fig. 4.4.2 - Representação do uso da terra/sistema de transporte.

Um aspecto importante citado pelo mesmo autor está no planejamento do uso do solo - transporte de uma cidade, que requer uma grande agregação das atividades individuais tais com supermercados, hotéis, indústrias, escritórios etc. Isto propiciará portanto a nível macroscópico a zona exibindo um grande grau de homogeneidade, permitindo o surgimento de centros de negócios, zonas industriais, áreas residenciais, etc.

#### 4.4.6 - Fotografias Aéreas e Imagens Orbitais para Estudos de Monitoramento de Mudanças no Uso do Solo Urbano e Rural

Segundo VIEIRA, I.M. et al.<sup>68</sup> o crescimento populacional urbano implica na necessidade de uma melhoria e/ou aumento da infra-estrutura existente em termos de infra-estrutura urbana, social e serviços, havendo portanto necessidade real de conhecer-se a intensidade do crescimento, seu mecanismo e tendências. A partir desses conhecimentos é possível prever-se o comportamento futuro que poderá servir como subsídio na tomada de decisões que impliquem em propostas através de projetos que possam melhorar a qualidade de vida urbana.

Como essas alterações costumam ocorrer com muita intensidade, principalmente nas áreas de expansão urbana, necessidade existe de um acompanhamento periódico, que pode ser através da utilização de imagens de satélites, desde que para isso seja levado em consideração a restrição existente em termos de resolução espacial, que associada a problemas de escala podem limitar uma discriminação perfeita entre o que é área urbana e não urbana, fato este que poderá ser contornado através de aplicações de técnicas de tratamento de imagens interpretáveis no nível do estudo desejado, como é o caso de imagens processadas digitalmente ou através de interpretação visual.

Segundo os mesmos autores, uma mesma metodologia não pode ser aplicada indiscriminadamente para qualquer área urbana havendo necessidade de adequá-la para cada caso específico.

Conforme ROSA, Roberto<sup>60</sup>, os sistemas de Sensoriamento Remoto disponíveis atualmente permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, as quais são de fundamental importância para levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo, a partir das diferentes bandas espectrais

do Landsat 5, seja em composições preto e branco, ou composições coloridas.

Conforme LO, C.P.<sup>44</sup> a utilização de fotografias aéreas para detectar mudanças no uso do solo urbano e rural tem sido utilizadas com sucesso, e metodologias nelas baseadas servem ainda para descobrir e prever tendências de crescimento de uma dada área ou região.

As mudanças detectadas pelo uso seqüencial de fotografias de datas diferentes de uma dada área ou região, vão permitir a elaboração de mapas de uso do solo para posterior comparação dos mesmos.

Segundo o mesmo autor, através dos avanços recentes da tecnologia computacional, pode ser mais conveniente detectar as mudanças através de "softwares" especiais em razão da maior rapidez e facilidades oferecidas.

As aproximações computacionais permitem um alto grau de flexibilidade e a geração de uma grande quantidade de dados de uso do solo, e criando-se a partir daí, um banco de dados, em que os mesmos podem ser facilmente atualizados e integrados com outros tipos de dados, tais como dados populacionais, para estudos de problemas urbanos e planejamento.

#### 4.4.7 - Um Exemplo de Expansão e Ocupação do Solo

Segundo LANE, Robert et al.<sup>40</sup>, o fator mais importante no planejamento de um sistema de transportes é a relação entre o transporte e o planejamento global das cidades associado à seu desenvolvimento.

Na Figura 4.4.3 anexa, temos a título de exemplo, o crescimento de Londres ao longo do Rio Tamisa, e justamente onde a travessia é a

mais estreita, é que se pode observar na seqüência a resposta do uso do solo.

Mesmo na condição de rio, ele comporta-se como uma artéria mestra para o transporte de mercadorias.

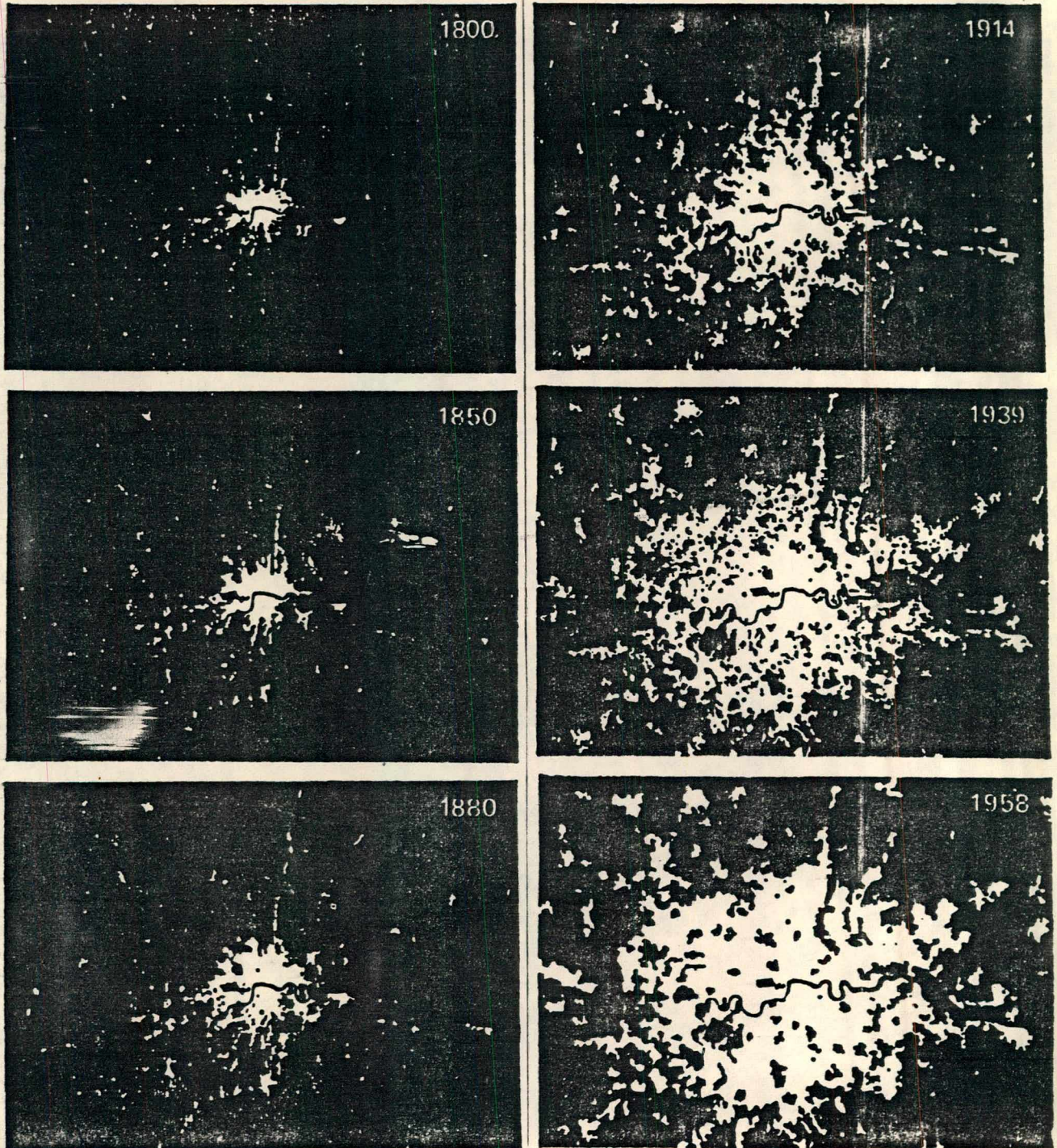


Fig. 4.4.3- Crescimento de Londres de 1800 a 1958.

Considerando-se a grande expansão da cidade de Londres no século passado, observa-se nas figuras obtidas a partir de mapas, o crescimento ao longo do rio e em todas as direções, crescimento este motivado pelas estradas de ferro, bondes, etc., e transportes subterrâneos tipo metrô.

Mais recentemente observa-se o crescimento populacional da cidade junto as linhas férreas eletrificadas ao longo de Southend e Claston.

#### 4.4.8 - Mapeamento do uso do solo urbano usando fotografias aéreas e imagens de satélite

Conforme LO, C.P.<sup>44</sup> face a complexidade das atividades urbanas e a grande densidade nas construções, mapear o uso do solo de áreas urbanas é sempre complicado mesmo utilizando fotografias aéreas. A exigências normalmente repousam em fotografias de grande escala, a partir de 1:50.000. Um dos principais problemas refere-se a predominância de construções de vários pavimentos e usos múltiplos, principalmente nas centro-urbanos, necessitando portanto, grande quantidade de trabalhos de campo.

Conforme citação de LO, C.P.<sup>44</sup>, para o mapeamento do uso do solo da cidade de Leeds, por Collins e El-Beik em 1971, usando fotografias aéreas na escala 1:10.000, considerando principais usos do solo (comercial, industrial e residencial), utilizou-se uma chave de interpretação desenvolvida a partir de trabalhos de campo, obtendo-se uma precisão de 88,5%. Os principais erros detectados foram causados principalmente com relação ao uso industrial, e os autores concluíram que nestas situações, o ideal é a utilização de fotogra-

fias na escala 1:2.500.

LO, C.P.<sup>44</sup> afirma ainda, que mapeamentos de uso do solo urbano utilizando fotografias aéreas tem sido mais facilmente obtidos em países desenvolvidos que em países do terceiro mundo, onde caracteriza-se um alto grau de multiplicidade e complexidade e que a correlação entre forma e função é igualmente fraca.

Conforme BROUWER, Hans de et al.<sup>9</sup>, planejadores urbanos responsáveis para providenciar infra-estrutura básica tais como rodovias, escolas, hospitais, etc., são prejudicados pela carência de mapas urbanos atualizados, e esta carência normalmente é observada à restrições financeiras.

Para suprir deficiências deste tipo, a equipe utilizou imagens de satélite SPOT e software para PC, integrando dados de Sensoriamento Remoto num sistema geográfico de informações, onde estabeleceram quatro classes principais de interesse, suficientes e precisas para verificar o crescimento urbano, segundo: áreas cobertas com vegetação, corpos d'água, áreas de solo descobertas, e áreas urbanas.

O mapa de classificação baseado em imagens SPOT e o mapa digitalizado da cidade, foram registrados e sobrepostos, tendo-se como resultado a expansão observada entre 1982 e 1986.

Portanto, a comparação de dados de mapas digitalizados ou dados gerados através do sistema GIS, tais como mapas de zoneamento, podem ser usados sob a forma de "overlay" e comparados com padrões atuais de uso do solo, podendo então obter-se a qualquer hora as possíveis alterações detectadas.

Na área teste de 58.000 km<sup>2</sup>, onde os mesmos autores desenvolveram a pesquisa, foi elaborada a cartografia básica a partir das cartas topográficas e o mapa físico político do estado, sendo utilizadas as imagens para atualização da rede viária, rede hidrográfica e



limites urbanos. Sobre as cartas foram delimitadas sete classes de uso da terra a partir das imagens.

Foram gerados um total de quatro mapas temáticos, ou seja, atualização das informações quanto ao uso das terras (sete classes), rede viária, rede hidrográfica e limites das áreas urbanas.

Na conclusão final dos autores para a área teste de 58.000 km<sup>2</sup> houve uma coincidência entre o potencial, restrições e o uso atual das terras. Considerando-se a dinâmica da expansão local, concluiu-se que o estudo é válido, ao permitir um monitoramento periódico.

#### 4.4.9 - Mapeamento do Uso do Solo Rural Utilizando Fotografias Aéreas e Imagens

Segundo LOCH, Carlos<sup>43</sup>, o mapeamento e reconhecimento das propriedades rurais objetivando um planejamento racional do uso do solo, pode ser feito a partir de um mapeamento básico obtido a partir de fotografias aéreas enquanto que as imagens de satélites servirão para atualização do cadastro, haja visto que as imagens LANDSAT 5 com resolução de 30m tem condições de quantificar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas seja na estrutura fundiária do uso do solo, e rede viária.

Segundo o mesmo autor, uma imagem é muito representativa para local e delimitar uma área e o cadastro assim obtido, se utilizado adequadamente, além do retorno em termos de investimento deverá contribuir ativamente para uma atualização e correção de tributos, aumento da arrecadação pela inclusão de áreas até então desconsideradas, planejamento regional, conhecimento detalhado das propriedades, forma de registro menos sujeito a alterações ou falsificações propo-

sitais, etc.

De acordo com LOCH, Carlos<sup>42</sup>, citando trabalho realizado sobre a área do município de Porto Vitória, é fácil de verificar a importância do mapeamento detalhado em termos de propriedade e uso do solo, obtido a partir de técnicas de sensoriamento remoto, que vai proporcionar ao poder público uma ferramenta bastante eficiente para orientar adequadamente o usuário da terra e permitir uma conservação ambiental adequada.

#### 4.4.10 - Impactos Ambientais do Transporte

Num processo de expansão urbana seja ela desordenada, ou orientada com construções de rodovias, parques industriais, conjuntos residenciais, etc., atenção especial deverá ser dada ao impacto ambiental que poderá ser causado.

Segundo PAQUETE, Radnor J. et al.<sup>56</sup>, a infra-estrutura de transporte apresenta um efeito muito forte sobre uso do solo através da mobilidade de movimentos. Entretanto, por muitos anos estes impactos tem sido observados, e verifica-se que alguns deles são negativos, com respeito ao uso do solo. Quando desconsiderados na elaboração de projetos, pode-se ter como consequência mudanças com devastações totais do meio ambiente. As negligências em termos ambientais, quando das grandes construções rodoviárias nos Estados Unidos nos anos cinquenta e sessenta, fez surgir também fortes grupos ambientalistas contrários a construções de "freeways". Para coibir degradações ambientais, o Congresso Americano com base em um corpo de legisladores ambientais passou também a controlar o planejamento e construção de facilidades de transporte, bem como os projetos e operação de veículos que usam estas facilidades.

Análises de impactos ambientais, devem portanto ser consideradas em projetos, e examinar necessariamente algumas das seguintes áreas:

- 1) Barulho
- 2) Poluição do ar
- 3) Uso do solo a curto e longo prazos e mudanças sócio-econômicas
- 4) Poluição da água, mudanças escoamentos.

Segundo FRANTZ, Djanira Saldanha et al.<sup>26</sup>, informações referentes a recursos naturais e alterações causadas pelo homem podem ser obtidas através de imagens de satélite com a vantagem de fornecer uma visão sinótica e temporal ambiental.

O trabalho anterior apresentado pelos autores no II Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto fez avaliações sobre imagens orbitais TM-LANDSAT 5 para a caracterização e definição de áreas alagadiças do tipo banhado interiorizado e na deposição de depósitos enriquecidos em matéria orgânica.

No caso de implantação de rodovias passando por regiões deste tipo é fácil prever-se o impacto ambiental a ser causado, e o custo da obra em função do excesso de umidade, baixo índice de suporte para pavimento, profundidade das fundações para pontes, serviços de drenagem para dar padrões normais, inexistência de solos de boa qualidade para execução de aterros, consolidação natural da plataforma estradal, etc.

Considerando-se implantação de rodovias, os impactos causados pelas mesmas, MIRANDA, Evaristo Eduardo et al.<sup>52</sup>, cita que a implantação da BR-364 associada às facilidades para aquisição de terras no Estado de Rondônia, atraíram para aquela região grande quantidade de agricultores da região Sul e Sudeste, com ocupações feitas frequen-

temente desordenadas e predatórias, apresentando baixos rendimentos agrícolas e graves impactos ambientais, com declínio comprovado das atividades extrativistas tais como borracha, madeira, castanha-do-pará, juta, caça, etc., e aumento da agropecuária e exploração mineral.

Para estudos da atual situação e com base em metodologias testadas e definidas, utilizou-se imagens coloridas e imagens preto e branco na escala 1:250.000 do TM-Landsat 5.

#### 4.4.11 - Imagens de Satélite para Controle Ambiental

Conforme EHLER, Manfred et al.<sup>20</sup>, o uso associado de dados de SPOT multispectral com dados de imagens pancromáticos podem ser efetivamente usado, quando incorporados ao sistema GIS-ambiental, para mapeamentos de rotina e monitoramento das mudanças do uso do solo utilizando-se escalas de 1:24.000 ou menores.

Segundo FORESTI, Celina<sup>24</sup>, em estudos de expansão urbana e impacto ambiental, concluiu que a cobertura vegetal se mostrou como o mais importante elemento indicador de alterações do equilíbrio ambiental, e possível de ser monitorado através de imagens de satélite. Ela observou que a retirada da cobertura vegetal para grandes empreendimentos imobiliários é o fator de desencadeamento da erosão do solo, sendo que os índices de cobertura vegetal permitiram inferir processos de degradação em níveis diferenciados quando associados por exemplo, ao parâmetro do relevo e as características das chuvas.

## 4.5 - Planejamento

### 4.5.1 - Considerações Gerais

Segundo FERRARI, Celson<sup>22</sup> o planejamento é um processo dinâmico, cuja metodologia consiste em pesquisar, analisar e prever mudanças.

Segundo HILHORST, Jos G.M.<sup>32</sup> sob o ponto de vista metodológico, para haver planejamento, qualquer que seja o objetivo, a ação humana fica sujeita a três fases a saber: especificação dos objetivos, seleção dos instrumentos a serem utilizados para obtenção dos objetivos e utilização dos instrumentos.

O autor cita ainda que deverá existir uma relação provada, ainda que causal, entre a utilização do instrumento e a realização do objetivo, sob pena de cair-se numa improvisação e não planejamento.

### 4.5.2 - Níveis de Planejamento

Segundo FERRARI, Celson<sup>22</sup>, a nível de Brasil tem-se os seguintes níveis: nacional, macrorregional, estadual, microrregional e municipal.

No planejamento nacional é dada maior ênfase aos problemas sociais e econômicos existindo uma predominância desses problemas sobre os demais.

No caso extremo, ou seja, planejamento municipal as soluções são mais específicas com predominância dos problemas físico-territoriais sobre os demais.

Já nos níveis intermediários, há um quase equilíbrio entre os setores econômico-sociais e físico-territoriais.

#### 4.5.3 - Planejamento Regional

Segundo HILHORST, Jos G.M.<sup>32</sup>, uma nação pode ser considerada como um sistema constituído por subsistemas interatuantes, que se constituem em regiões, e o sistema sujeito a transformações contínuas, onde muitas das transformações são imprevisíveis.

O autor considera sistema como um conjunto de atividades inter-relacionadas, executadas dentro dos limites físicos da região em estudo, e o nível de atividades, determinando de tal forma, a não interferir com outros sistemas.

Segundo FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ<sup>28</sup>, no processo de planejamento regional são procedidas avaliações das carências e potencialidades da região em estudo, bem como a definição dos objetivos e procedimentos a serem utilizados para correção de problemas sociais e econômicos.

Numa primeira fase, a ANALÍTICA, é feito o conhecimento da região, através dos aspectos físicos, populacionais e estrutura sócio-econômica, objetivando identificar causas dos problemas e potencialidades regionais.

Numa segunda fase, a NORMATIVA, são fixados os objetivos gerais e específicos e as estratégias desenvolvimento, que serão as metas e procedimento visando modificar a realidade regional.

#### 4.5.4 - Planejamento Municipal

##### 4.5.4.1 - Considerações Gerais

O município é enfocado de acordo com a região à qual o mesmo pertence, visto sob os aspectos econômicos, social e físico-territorial. Segundo GILDA, Bruna<sup>31</sup> o planejamento municipal deve levar em consideração o alcance extra municipal da realidade local, enfocando interferências e as relações com os níveis hierarquicamente superiores de planejamento (sentido vertical), já que a realidade local é traduzida sob os aspectos acima indicados e também sob os aspectos institucionais, administrativos e financeiros.

##### 4.5.4.2 - Área Urbana e Área Rural

Para planejar a nível municipal, formas diferenciadas devem ser levadas em consideração quanto ao trato de suas áreas urbanas ou áreas rurais. Normalmente, na maioria dos municípios, o tratamento urbano costuma exigir soluções de problemas bem mais complexos do que tratamento de problemas de áreas rurais.

CAMPOS FILHO, Candido Malta<sup>11</sup>, afirma que problemas urbanos costumam existir em razão da falta de racionalidade e honestidade do governo ou dos cidadãos, sendo que a racionalidade seria obtida através de estudos sistemáticos, sérios e tão científicos quanto possível, dissecando os problemas, e apresentando-lhes a melhor solução. O mesmo autor afirma ainda que a mera ignorância da realidade dos fatos que pode ser superada pela análise sistemática seria a causa básica do estado caótico das cidades.

Segundo IPUF<sup>37</sup> a área urbana divide-se em Área Urbanizada e Áreas de Expansão Urbana. As definições são:

Área Urbanizada: aquela que compreende as áreas caracterizadas pela contiguidade das edificações e pela existência de equipamentos públicos, urbanos e comunitários, que se destinam às funções de habitação, trabalho, recreação e circulação.

Áreas de Expansão Urbana: espaços adjacentes às zonas urbanizadas, onde verifica-se áreas livres ou quando ocupadas, apresentando baixa densidade populacional.

Área Rural: é formada por espaços não urbanizáveis, que tem como principais atividades agricultura, pecuária, silvicultura, e conservação dos recursos naturais.

#### 4.5.5 - Planejamento dos Transportes

##### 4.5.5.1 - Considerações Gerais

Segundo MENEZES, Umberto Rafael<sup>50</sup>, planejamento de transportes objetiva modificar ofertas de vias de transporte para atender demanda existente ou prevista, necessitando portando uma alteração na estrutura de investimentos em vias para atender fluxos de orientação definida.

Segundo MELLO, José Carlos<sup>49</sup>, o planejamento de transportes deve ter todas as suas etapas inseridas no planejamento dos demais setores da economia, os quais também devem ser planejados com vistas nos sistemas de transportes.

Com base em citação do mesmo autor, o Bureau of Public Roads (USA) utiliza a seguinte metodologia:



- 1) Inventário - identificar todo e qualquer elemento capaz de afetar os padrões de uso do solo, ou aqueles que possam modificar a estrutura de transportes.
- 2) Análise - compreender o significado dos dados obtidos durante o inventário, a qual é subdividida em três etapas:
  - a) geração de viagens
  - b) distribuição de viagens
  - c) distribuição intermodal
- 3) Metas e objetivos a serem atingidos.
- 4) Projeção de variáveis:
  - a) população
  - b) variáveis econômicas
  - c) uso do solo
  - d) número de viagens
- 5) Desenvolvimento dos sistemas de transporte. — aqui são elaborados planos alternativos de transporte e testados com base em demanda futura.
- 6) Implantações do sistema.
- 7) Reavaliação - realimentação das equações matemáticas para obtenção de futuros níveis de demanda.

Segundo MELLO, José Carlos<sup>49</sup>, os transportes, diretamente ligados ao uso do solo podem modificar a distribuição espacial das atividades produtivas provocando o seu desenvolvimento, ou até mesmo deslocando estas atividades em função de alteração de acessos.

#### 4.5.5.2 - Tráfego Urbano/Conurbações

Segundo MELLO, José Carlos<sup>49</sup>, viagens do tipo externo-externo, são as de longa distância, que envolvem tráfego do tipo pesado, e

que nas travessias urbanas costumam comprometer pavimentos não dimensionados corretamente para este fim e problemas de redução significativa na capacidade das vias.

No caso de vias urbanas internas-internas, os volumes de tráfego costumam ser mais significativos, e o tráfego local, portanto, deve ser detalhadamente estudado.

Notadamente, em razão da maior complexidade apresentada pelo tráfego urbano, especial atenção deve ser dada ao tráfego decorrente do que denomina-se de conurbações que, é uma decorrência da sucessão de localidades urbanas, onde normalmente existem soluções comuns a pelo menos dois locais considerados urbanos, ou decorrência da urbanização.

Segundo TRINTA, Zomar Antônio<sup>67</sup> para reduzir custos de transporte, indústrias quando se transferem, costumam estabelecer-se ao longo dos principais corredores de acesso à cidade. Com respeito as cidades em que o índice de motorização é baixo, o desenvolvimento residencial no início acompanha maciçamente as principais vias de transporte, uma vez que a maioria das pessoas depende do transporte coletivo, obtendo-se como resultado uma configuração urbana na base de tentáculos longos englobando corredores de transporte, os quais apresentam altos níveis de congestionamento. Vilas e cidades próximas de grandes cidades, situadas ao longo das rodovias e ferrovias, começam a desenvolver-se rapidamente à medida que as expansões da cidade - pólo delas se aproximam, e formam a conurbação.

Segundo Egon Bergel, citado por OLIVEIRA, Carlos A. Azevedo<sup>55</sup>, não obstante a expansão das cidades não apresentarem sempre um crescimento igual, as mesmas crescem segundo "tentáculos axiais". O crescimento natural normalmente dá-se ao longo das principais artérias, rodovias e linhas férreas. Com este crescimento, cidades che-

gam a outros lugares urbanos e se encontram formando interseções, segundo áreas, entretanto, bastante limitadas se considerados os demais limites.

Ainda segundo o autor citado, esse tipo de crescimento com conseqüentemente encontro de áreas urbanas não é único, pois o mesmo pode ocorrer também longitudinalmente, segundo as principais rodovias, com estabelecimento de populações segundo estreitas áreas. Com o decorrer do tempo, a expansão e concentração longitudinal populacional ao longo dessas vias podem servir como elo de ligação entre cidades, que continuam existindo como unidades isoladas, ou seja: o ir e vir de uma extremidade do "cordão populacional" a outra, não é algo freqüente e cada cidade continua a existir independentemente uma das outras, como se a ligação não existisse.

A essa contínua sucessão de localidades urbanas é que Egon Bergel, citado pelo mesmo autor, denomina de conurbação. Se duas cidades estão tão distantes que a aglomeração de áreas não consegue ocorrer a curto, médio, ou longo prazo, o mais provável é que surjam conurbações.

A título de exemplo, ao estudarmos as diversas fotografias e imagens de satélites da área de estudo relativas a Grande Florianópolis, constata-se as duas situações, ou seja: os encontros urbanos de Florianópolis no bairro Estreito com São José de difícil delimitação mesmo com a existência do Rio Araújo, e a conurbação longitudinal dos municípios de Biguaçu, São José, e Palhoça ao longo da BR-101/SC.

Ao transitarmos por essa rodovia, dificilmente consegue-se distinguir as mudanças de jurisdição de uma cidade para outra a menos que se consulte as placas de sinalização indicativas. No caso em questão tem-se uma conurbação múltipla.

É bom lembrar, segundo Beaujem-Garnier e Chabot citados por OLIVEIRA, Carlos A. Azevedo<sup>55</sup>, que a Aglomeração (ou área metropolitana) supõe dependências, e na conurbação das cidades não, pois essas conservam-se distintas.

Ainda, segundo OLIVEIRA, Carlos A. Azevedo<sup>55</sup>, nas conurbações de cidades, mesmo considerando-se a autonomia relativa de cada uma delas, existem problemas comuns a todas a serem resolvidos tais como os problemas de transporte, pois transportes são considerados o liame da conurbação.

#### 4.5.6 - Planejamento Rodoviário

##### 4.5.6.1 - Introdução

Segundo DAROS, Eduardo<sup>16</sup> com a criação do DNER em 1937, objetivando construir e conservar rodovias da rede federal, apesar do desenvolvimento rápido, os estudos ainda se resumiam a projetos geométricos e de obras de arte especiais, elaborados pelo próprio órgão, sem levar em consideração estudos econômicos, ausência de planejamento para implantação e até mesmo falhas de previsão orçamentária, com obras se arrastando por longos períodos

A partir de 1964, por solicitação do governo brasileiro ao Banco Mundial, houve com a colaboração desse, então, um estudo de transportes a nível nacional, enfocando ferrovias, portos, navegação costeira e rodovias.

Novos métodos e técnicas avançadas de planejamento rodoviário foram introduzidos, passando os projetos a serem elaborados com base em estudos de viabilidade e projetos completos de engenharia, obser-

vando-se a grande capacitação das empresas nacionais na assimilação de tecnologia estrangeira com conseqüente adaptação à realidade nacional e criação de novas técnicas, haja visto que num primeiro estágio contava-se com a ajuda indispensável de técnicos estrangeiros de alto nível que aqui permaneceram por vários anos, até 1971, passando-se a seguir para um segundo estágio com a predominância de técnicas brasileiras.

#### 4.5.6.2 - Planejamento Viário

De acordo com DNER<sup>18</sup> o planejamento do sistema viário, em especial o urbano, deve basear-se em estudos de demanda de viagens futuras a partir do uso do solo com elaboração de programas que atendam estas necessidades.

Segundo BRUTON, Michael<sup>19</sup>, o planejamento de uma rede viária considera o desenvolvimento de redes alternativas de transporte conforme o tipo de uso do solo, podendo estas serem de uso individual ou uso público.

Aqui, o processo funcional de tráfego considera fatores tais, como densidade de viagens produzidas e atraídas para uma área, distâncias de viagens, tipos de uso de solo, critérios operacionais da rede, e custos de investimento.

#### 4.5.6.3 - Sensoriamento Remoto Aplicado a Planejamento Rodoviário

Conforme MINTZER, Olin et al.<sup>51</sup>, o planejamento rodoviário inclui a coleta ordenada e contínua de informações, condições, efeitos

do uso, necessidades e análise dos mesmos para obter-se um sistema de transporte eficiente e econômico. Considerando este sistema como parte de um plano mais abrangente para uma área ou desenvolvimento regional associado a desenvolvimento de facilidades de transporte, constata-se que sistemas de Sensoriamento Remoto, oferecem vantagens únicas para planejamento e coordenação.

Segundo o mesmo autor, técnicas de Sensoriamento Remoto, podem ser através do uso de fotografia aéreas ou imagens de satélite. Fotografias de média e grande escala desempenham um papel importante na aquisição e análise de dados no caso de planejamento rodoviário e nos estudos de locação e implantação de rodovias. No caso de imagens de satélite, devido a maior altitude, a cobertura é mais ampla, e funciona como uma ferramenta auxiliar completando algumas funções de planejamento rodoviário.

Algumas das principais áreas de engenharia rodoviária onde as técnicas de interpretação de imagens são utilizadas:

- 1) planejamento rodoviário
- 2) estudos de traçados com avaliação de corredores e impactos ambientais
- 3) inspeção de obras
- 4) planos de manutenção
- 5) aplicações especiais tais como processos indenizatórios e pesquisas.

Conforme AKINYEDE, Joseph O.<sup>2</sup>, planejamento inicial de uma determinada rota, feito com base em fatores políticos, sociais e econômicos, não sendo necessariamente contrabalançados por viabilidade técnica, principalmente nos países em desenvolvimento, onde integração de fatores geotécnicos baseia-se em informações esparsas de mapas geológicos e solos de pequena escala (1:250.000) e dados topo-

gráficos inadequados, traz como consequência altos custos na elaboração de projetos, implantação e conservação de rodovias.

Como ferramenta eficiente e de custo relativamente baixo grande quantidade de dados poderá ser obtida a partir de imagens de satélite e fotografias aéreas. Estas fontes, imagens de satélite e fotografias aéreas, fornecerão ao planejador rodoviário uma grande quantidade de dados úteis e avaliáveis.

#### 4.6. Estimativas Populacionais

##### 4.6.1. Introdução

O IPUF<sup>37</sup> ao estudar crescimento do Aglomerado urbano de Florianópolis, cita a importância de estudos demográficos na análise conjuntural do problema. Segundo o órgão, a distribuição da população e seus pontos de concentração no espaço, indicam a tendência natural de ocupação, representam alguns dos principais parâmetros para definir políticas e diretrizes de crescimento da área de estudo.

Conforme IBGE<sup>36</sup>, os métodos existentes e utilizados em estimativas e projeções populacionais podem ser agrupados em dois grandes grupos: métodos de balanço das componentes demográficas e métodos de tendências.

O primeiro grupo baseia-se no conhecimento e projeção dos óbitos, dos nascimentos, contingentes migratórios além do efetivo populacional em uma data base.

O segundo grupo é baseado em expressões matemáticas das tendências observadas num determinado período, onde há necessidade de conhecer-se a população levantada em pelo menos duas datas.

Dos dois grupos, segundo IBGE<sup>35</sup>, o que apresenta maior complexidade é o primeiro, tanto que o IBGE<sup>36</sup> precedeu estimativas populacionais intercenso para 01 de julho de 1985 a nível nacional, utilizando metodologia do segundo grupo.

Na aplicação da metodologia foram excluídos aqueles municípios que tiveram crescimento atípico. Para os demais, utilizou-se a expressão seguinte, considerando-se inicialmente as unidades federativas, e a seguir população de cada município.

$$P_i(t) = a_i P_t(t) + b_i$$

onde:

$P_i(t)$  - população da unidade federativa  $i$  no ano  $t$ .

$P_t(t)$  - população brasileira no ano  $t$ .

$a_i$  - coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da unidade federativa em relação ao incremento da população do Brasil.

$b_i$  - coeficiente linear de correção.

Os coeficientes  $a_i$  e  $b_i$  foram determinados por métodos de regressão de modo a satisfazer as equações abaixo que consideram os dois levantamentos oficiais, imediatamente antes do próximo período intercensitário.

$$p_i(1980) = a_i P_t(1980) + b_i$$

$$P_i(1970) = a_i P_t(1970) + b_i$$

Com relação a  $P_t(t)$  a metodologia apresenta as seguintes considerações:

- 1) nos municípios onde observou-se crescimento atípico na década de 1980, para 1985 estes foram recenseados independentemente, e as populações referentes ao censo de 1970 e 1980 não foram consideradas para cálculos de  $a_i$  e  $b_i$ .
- 2) a nível de país, a população total prevista para 1º de julho de 1985, no IBGE foi determinado com um dos métodos de ba-



lanço, onde foi contemplada a hipótese sobre o comportamento da fecundidade e da mortalidade, visto que a componente migratória (no caso a internacional) não é significativa como um todo.

FORESTI, Celina<sup>23</sup> para estimar população usando dados de censo, de forma a coincidir com o período de obtenção da imagem usou o modelo de Teixeira et al. 1977; onde a população continuará a crescer ou decresce, a uma taxa equivalente à observada entre duas contagens consecutivas, e representado matematicamente por:

$$P(t) = P(0)(1 + i)^n$$

onde:

$P(t)$  = população prevista no ano  $t$   
 $P(0)$  = último dado populacional obtido de censos demográficos  
 $i$  = taxa média anual de crescimento entre duas contagens consecutivas.  
 $n$  = número de anos entre  $P(t)$  e  $P(0)$ .

Como as imagens LANDSAT utilizadas por FORESTI, Celina<sup>23</sup> referem-se aos anos de 1973, 1975 e 1976, ela considera  $P(t) = P(1970)$ ,  $P(0) = P(1960)$ ,  $n = 10$  anos e a taxa  $i$ , obtida a partir da equação acima, onde

$$i = \text{antilog} \frac{\log \frac{P(t)}{P(0)}}{n} - 1$$

#### 4.6.2 - Estimativas Populacionais a Partir do Sensoriamento Remoto

##### 4.6.2.1 - Considerações Gerais

De acordo com LO, C.P.<sup>44</sup>, os padrões de distribuição espacial da população, podem indicar de maneira indireta o padrão de ocupação

ou de outras evidências visíveis. As fotografias aéreas de grande escala são úteis para fornecer características da distribuição da população no seu habitat, enquanto que a visão macroscópica da imagem de satélite vai revelar apenas padrões espaciais diferentes que podem ser tratados analiticamente através de modelos.

Segundo CLAYTON, Christopher e ESTES, John E.<sup>13</sup> dados de Sensoriamento Remoto obtidos a partir de aviões ou plataformas espaciais, em forma digital ou não digital, tem sido utilizados com êxito para obter informações referentes a características sócio-econômicas e demográficas da população, que podem complementar ou substituir outras fontes utilizadas em censos.

Conforme LO, C.P.<sup>44</sup>, padrões de distribuição da população podem ser deduzidos a partir de plataformas espaciais e o autor cita como exemplo fotografias do Rio Nilo obtidas da espaçonave Gemini V, empregadas por Tobler (1969) para estudar a relação entre tamanho da população e dimensão da área observada; a relação obtida deu-se através da expressão  $r = a.P^b$ , onde  $r$  é o raio de círculo da área equivalente a área do povoado observado,  $P$  a população,  $a$  um coeficiente, e  $b$  um expoente.

#### 4.6.2.2 - Vantagens das Estimativas Populacionais Através do Sensoriamento Remoto

Segundo CLAYTON, Christopher e ESTES, E.<sup>13</sup> as vantagens oferecidas são:

- 1) Oferecer informações que não podem ser obtidas com frequência por outros meios, como por exemplo, dados relativos ao uso do solo.

- 2) Permitir um inventário rápido e/ou enumeração de numerosos fenômenos tais como: áreas de uso de solo em determinadas categorias, ou quantidade de residências em determinada área.
- 3) Eficiente para atualizar arquivo de dados referente a parâmetros sócio-econômico e demográfico, seguido de mudanças a serem detectadas em sucessivos períodos.
- 4) Registro de fenômenos físicos, interrelação entre estes fenômenos e o seu meio ambiente.

No trabalho desenvolvido por CLAYTON, Cristopher e ESTES, John E. <sup>13</sup>, para uma área suburbana, usando técnicas de interpretação fotográfica sobre fotografias aéreas coloridas em infravermelho na escala 1:63.360, onde 95 por cento das habitações são unifamiliares, ele comparou o total obtido de residências com dados do censo tomando como parâmetro, mapas de uso do solo elaborados pelo Departamento de Planejamento de Santa Bárbara, e fotografias aéreas na escala 1:7.200. Ele conclui que:

- 1) A análise visual sobre fotografias mesmo de grande altitude podem fornecer estimativas mais precisas no número de unidades unifamiliares.
- 2) Contagens derivadas do imageamento são mais próprias para estimativas conservadoras, ou seja: valores de unidades residenciais forneceram valores menores, entretanto, mais próximos do valor exato. O censo baseado em blocos forneceu valores maiores, e mais afastados do parâmetro, devido por exemplo a inclusão de mesmos dados em áreas adjacentes.
- 3) Erros associados com dados derivados das fotografias se apresentaram menores em magnitude e variabilidades.

- 4) O grau de precisão espacial vai depender da escala utilizada, ou seja: estimativas obtidas independentemente numa mesma escala, podem oferecer graus de precisão semelhantes, o mesmo não acontecendo se forem utilizadas escalas diferentes.

Pode-se observar, que o trabalho apresentado tem uma aplicação específica que é verificar a precisão dos números do censo, e baseado em determinados procedimentos tipo de imagem, escalas, etc, e que não podem, portanto, serem generalizados e nem superestimados.

#### 4.6.2.3 - Erros Detectados nos Censos Através do Sensoriamento Remoto

LO, C.P.<sup>44</sup>, citando trabalhos realizados para verificar dados de Censo na Jamaica (Eyre, Aldophus and Amiel (1970) e Estados Unidos (Clayton and Estes (1980)) constatou a existência de três tipos de erros nos censos:

- 1) omissão da população existente;
- 2) inclusão de população não existente;
- 3) definição inadequada de população urbana.

#### 4.6.8.4 - Tipos de Aproximações Utilizadas

Segundo LO, C.P.<sup>44</sup>, existem basicamente quatro aproximações diferentes para estimar população utilizando Sensoriamento Remoto, e que vão depender do tipo de população a ser tratada e o nível tecno-

lógico disponível, bem como a escolha que poderá estar sujeita ao conhecimento da distribuição por distrito.

Os tipos de aproximações citadas pelo autor são:

- 1) estimativas baseadas em áreas de terra;
- 2) estimativas baseadas em contagens de domicílios;
- 3) estimativas baseadas sobre áreas de uso do solo;
- 4) estimativas baseadas sobre características espectrais por pixels individuais.

Sob uma ótica mais abrangente, o que pode-se vislumbrar é o potencial oferecido por esta ferramenta, o Sensoriamento Remoto, já que informações do tipo, associadas com informações posteriores para derivar dados diretamente da imagem. Uma aplicação de tais parâmetros, por exemplo, seriam estudos da demanda de tráfego, baseados em crescimento populacional, frota de veículos, tipos de domicílios unifamiliares por área, relação existente entre características sócio-econômica e uso do solo, etc.

CLAYTON, Cristopher e ESTES, John E.<sup>13</sup>, citam a existência de trabalhos mais recentes, usando imagens multiespectrais LANDSAT em: determinação da precisão na classificação do uso do solo urbano e suburbano, detecção de mudanças no uso do solo na orla das metrópolis, estimar população em áreas com substanciais crescimento, e a necessidade do "Federal Bureau of the census" nos Estados Unidos para estimar com precisão população e delimitação de áreas urbanizadas.

#### 4.6.2.5 - Subdivisão da Área Observada a Partir da Imagem ou Fotografia Aérea

TEIXEIRA et al.<sup>66</sup> nos estudos de previsão populacional em áreas urbanas desagregadas, para planejamento educacional consideraram a zona urbana dividida em pequenas sub-zonas, cada uma delas correspondendo a um setor escolar, estes definidos pela Secretaria de Educação como a menor unidade territorial para estudos. Neste método de precisão aceitável, as estimativas foram procedidas a partir dos dados referentes ao censo de 1970, e considerando anos em que foram procedidos levantamentos aerofotográficos e/ou cadastro imobiliário.

Como se pode observar, o estudo de populações também pode ser feito separadamente com precisão e rapidez para qualquer que seja a área de interesse a ser estudada, através de técnicos de Sensoriamento Remoto.

#### 4.6.2.6. Estimativas populacionais a partir de fotografias aéreas convencionais

HOLTZ, R.K. et al., citado por OGROSKY, Charles E.<sup>54</sup> desenvolveu um modelo para previsão de população urbana para locais com 2.500 habitantes ou mais, usando fotografias aéreas. Para cada local registrou cinco variáveis. A variável dependente  $P_i$  (população urbana) foi registrada a partir de registros censitários, e as quatro variáveis independentes apresentadas abaixo:

$L_i$ : quantidade de ligações da área teste para outros lugares urbanos, sendo estas ligações obtidas de imageamento de

grande escala.

$P_j$ : população de grandes áreas urbanas o mais perto possível  $j$ , registradas a partir de registros censitários.

$D_{ij}$ : distância sobre rodovias da área teste  $i$  para grandes áreas urbanas  $j$ , medidas sobre mapas rodoviários.

$A_i$ : área urbanizada da área teste  $i$  obtida de imagens.

Através de estudos de regressão linear foi obtida a seguinte equação:

$$P_i = K \pm b_1 L_i \pm b_2 \cdot P_j \pm b_3 D_{ij} \pm b_4 \cdot A_i$$

onde  $K$  é uma constante e  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  e  $b_4$  os coeficientes de cada variável. Coeficientes de correlação  $r^2$  obtidos foram de 0,90 para o ano de 1953 e 0,70 para 1963.

Segundo análises procedidas, para pesquisas, áreas  $A_i$  e  $P_i$  se correlacionavam bem, sendo no caso de maiores áreas necessárias outras variáveis independentes para maior precisão.

DGROSKY, Charles<sup>54</sup> cita também outros autores, e diz que dados coletados de fotografias aéreas convencionais são uma alternativa viável para previsões do tipo.

#### 4.6.2.7. Estimativas populacionais baseadas a partir de imagens de satélite a grandes altitudes

No caso da utilização de fotografias aéreas convencionais, mesmo considerando a superioridade da mesma em termos de resolução espacial frente a outros tipos de sensores, a sua aplicação pode ficar comprometida se for considerado custo, visão sinótica regional, repetitividade e tendências, fornecidas somente a partir de estações orbitais a grandes altitudes.

A desvantagem do imageamento orbital está apenas na resolução espacial frente as fotografias aéreas, onde ainda não é possível obter diretamente, a quantidade exata de residências ou avaliação da densidade estrutural.

Entretanto, quando observamos imagens de satélite, e segundo o próprio OGROSKY, Charles E.<sup>54</sup>, áreas residenciais, industriais e comerciais são visualizadas de forma grosseira, e estas informações obtidas podem ser usadas com sucesso para estudar variações na população urbana.

#### 4.6.2.8. Modelos de Estimativas Populacionais

No modelo desenvolvido por OGROSKY, Charles E.<sup>54</sup>, simulando uso de imagens orbitais a partir de fotografias aéreas, o mesmo tomou como área de estudo o estreito Puget, e suas 18 localidades sendo algumas de características tipicamente urbanas e outras suburbanas situadas nas imediações urbano-rural.

As variáveis independentes utilizadas foram as mesmas usadas por HOLTZ et al., citado por OGROSKY, Charles E.<sup>54</sup> mas com dados obtidos a partir de uma mesma fonte, ou seja, da imagem em transparência.

$A_1$ : Área urbana teste. Neste caso a forma grosseira oferecida pela resolução da imagem foi registrada, traçando os limites de áreas residenciais, áreas industriais e comerciais, e os principais parques, corpos d'água, e as áreas medidas com planímetro.

$L_1$ : Ligações de superfície. Ligações de área teste para outros lugares, por rodovias ou ferrovias, mas sendo atribuído um



valor arbitrário de 4 para rodovias com múltiplas intersecções (tronco), 2 para rodovias secundárias e 1 para rodovias.

$A_j$ : Área urbana das grandes concentrações mais próximas, neste caso  $A_j$  que é área medida a partir de imagem, substitui a população  $P_j$  usadas por HOLTZ et al.

$D_{ij}$ : Comprimento das ligações rodoviárias da área teste para as grandes concentrações mais próximas.

Os dados obtidos de dados censitários e imagens compõem a tabela a seguir.

TABELA 1 - Dados censitários X Dados coletados da imagem de alta altitude.

ÁREA TESTE	$(P_i)$	$(A_i)$	Ligações	$(A_j)$	$(D_{ij})$
	População (1000'S)	Área (mi <sup>2</sup> )		N.I.N. Área (mi <sup>2</sup> )	Distância até $A_j$ N.I.N. (mi <sup>2</sup> )
Seattle	531	95,11	44	109,27	827
Tacoma	155	26,92	24	95,11	31
Bellevue	61	13,71	19	95,11	11
Everett	54	11,71	14	95,11	29
Bellingham	39	10,12	16	79,05	53
Bremerton	35	6,40	11	95,11	15
Benton	25	5,76	15	95,11	13
Edmonds	24	4,13	10	95,11	11
Olympia	23	5,17	15	26,92	28
Auburn	22	5,03	12	26,92	10
Kent	21	4,13	13	5,93	6
Mereer I. City	19	3,99	6	13,71	7
Lynnwood	17	3,63	5	4,13	4
Mountlake Terrace	17	3,54	8	4,13	5
Port Angeles	16	3,13	7	6,40	76
Kirkland	15	1,95	6	13,71	4
Puyallup	15	2,36	8	36,92	9
Redmond	11	2,04	7	1,95	4

Para cada relação  $P_i \times A_i$ ,  $P_i \times L_i$ ,  $P_i \times D_{ij}$  e  $P_i \times A_j$ , o autor elaborou um gráfico e determinou a relação linear entre as variáveis independentes e a dependente ( $P_i$ ) determinando os respectivos coefi-

cientes de correlação

Das três variáveis,  $P_i$ ,  $A_i$  e  $D_{ij}$ , a melhor relação linear obtidas pelo autor foi através de transformação logarítmicas.

TABELA 2 - Matriz de correlação.

VARIÁVEL	Log $P_i$	Log $A_i$	$L_i$	$A_j$	Log $D_{ij}$
Log $P_i$	1.000				
Log $A_i$	0,982	1.000			
$L_i$	0,948	0,935	1.000		
$A_j$	0,739	0,742	0,651	1.000	
Log $D_{ij}$	0,729	0,713	0,743	0,540	1.000

Segundo Ogrosky o melhor estimador para população urbana considerando imagens de grande altitude foi  $\log A_i$ , obtendo um alto coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,964$ ).

Através programa de regressão linear múltiplas, a equação de regressão obtida foi:

$$\log P_i = 0,6896 \log A_i + 0,0106 L_i + 0,0004 A_j + 0,0143 \log D_{ij} + 0,7724$$

Com as modificações introduzidas OGRISKY, Charles<sup>54</sup>, obteve o coeficiente de determinação maior que aquele obtido em estudos anteriores por HOLTZ et al. ( $r^2 = 0,902$  para o ano de 1953 e  $0,774$  para 1963).

Celina Foresti citada em FORESTI, Celina<sup>23</sup> no estudo de estimativas populacionais a partir de imagens LANDSAT 1, e considerando a realidade brasileira, procedeu uma análise de regressão linear múltipla para 14 áreas testes, e utilizando as quatro variáveis independentes propostas por OGRISKY, C.E.<sup>54</sup>, ou seja  $A_i$ ,  $L_i$ ,  $P_j$  e  $D_{ij}$ . A autora concluiu também, considerando, o caso de imagens de pequena escala, que a variável independente que mais contribuiu para estimar

populações de áreas urbanas foi a área  $A_j$  (área urbana); com relação as três variáveis independentes restantes, apenas  $L_i$  conseguiu adicionar explicação à variável dependente  $P_i$ , com um aumento em  $R^2$  de apenas 0,13.

Na continuidade deste tipo de pesquisa FORESTI, Celina<sup>23</sup> aplicou novamente as variáveis propostas por OGROSKY<sup>54</sup>, considerando dois conjuntos de áreas testes. Para a primeira área testes, correspondente a 35 cidades no Estado de São Paulo utilizou fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:25.000 e imagens LANDSAT datadas de 1973 procedendo estudos comparativos.

O segundo conjunto de áreas testes, considerou 70 cidades do Estado de São Paulo utilizando exclusivamente imagens LANDSAT de 1975 e 1976, pancromáticas e infravermelhas falsa cor, e nas escalas 1:1.000.000 e 1:500.000, respectivamente.

Na metodologia apresentada a mesma autora utilizou as fotografias aéreas objetivando coletar medidas da área urbana, como forma de verdade terrestre, para avaliar dados obtidos de imagens.

Com base nas informações fornecidas por fotografias e imagens orbitais a autora concluiu que:

- 1) A correlação entre os valores de área obtido em fotografias e imagens é considerada alta, haja visto o coeficiente de correlação obtido, ou seja,  $r = 0,97$ , e o respectivo coeficiente de determinação  $r^2 = 0,9418$ .
- 2) A relação funcional entre população estimada e área urbana apresentou coeficientes de correlação de 0,95 e 0,92, respectivamente para fotografias aéreas, e imagens. Observa-se portanto uma diferença entre os coeficientes muito pequena, ou seja, 0,03.

Com respeito ao modelo desenvolvido por FORESTI, Celina<sup>23</sup>, usando imagens LANDSAT na escala 1:500.000, numa primeira etapa, a autora procedeu as análises de regressão simples, separando as cidades segundo três classes, ou seja, cidades de até 30.000 habitantes, de 30.000 até 100.000 habitantes e mais de 100.000 habitantes. Para cidades pequenas, o coeficiente de correlação  $r$  obtido foi de 0,85, para cidades médias 0,90 e para cidades grandes 0,92. Os respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) foram 0,7309, 0,8282 e 0,855. Considerando o conjunto todo, ou seja, as 70 cidades, foi obtido um coeficiente maior, ou seja,  $r = 0,97$  com respectivo coeficiente de determinação  $r^2 = 0,9418$ . Este valor superior obtido, descarta portanto a necessidade de subdividir a amostra total para melhorar o ajuste da equação.

Na etapa seguinte, a autora através de análise de regressão linear múltipla incluiu também o índice de ligações superficiais  $L_i$ , constatando como em OGROSKY, C.E.<sup>54</sup> a não existência de melhoria significativa, sendo para a amostra total, o coeficiente de correlação foi o mesmo, ou seja, 0,97.

Com base nas análises procedidas, a autora optou pela utilização apenas de uma modelagem mais simplificada, correlacionando estimativas populacionais com áreas de imagens de satélite, através de regressão linear simples.

## 5 - ÁREA DE ESTUDO

### 5.1 - Aspectos Gerais

A área de estudo selecionado para este trabalho faz parte do conjunto de municípios que formam o Aglomerado Urbano de Florianópolis (AUF), composto por Florianópolis, São José, Palhoça, Biguaçu, Antônio Carlos, Governador Celso Ramos, Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas.

Considerando-se a influência dos municípios sobre o corredor que é a BR 101/SC e vice-versa, e para efeito de uma análise mais detalhada das fotografias e imagens, em função do trecho, considerou-se uma área de interesse composta pelos municípios de Biguaçu, São José e Palhoça, onde a influência da rodovia BR 101/SC sobre os três é mais atuante, pois age como um elemento altamente polarizador.

O segmento da BR 101/SC em estudo situa-se entre os Km 193 e Km 216, numa extensão de 23 Km (fig. 5.1).

A área delimitada pelos citados municípios situa-se dentro da área delimitada segundo as referências geográficas  $48^{\circ}30'$  e  $48^{\circ}45'$  (longitudes a oeste de Greenwich) e  $26^{\circ}45'$  e  $27^{\circ}45'$  (latitude Sul).

# ÁREA DE ESTUDO

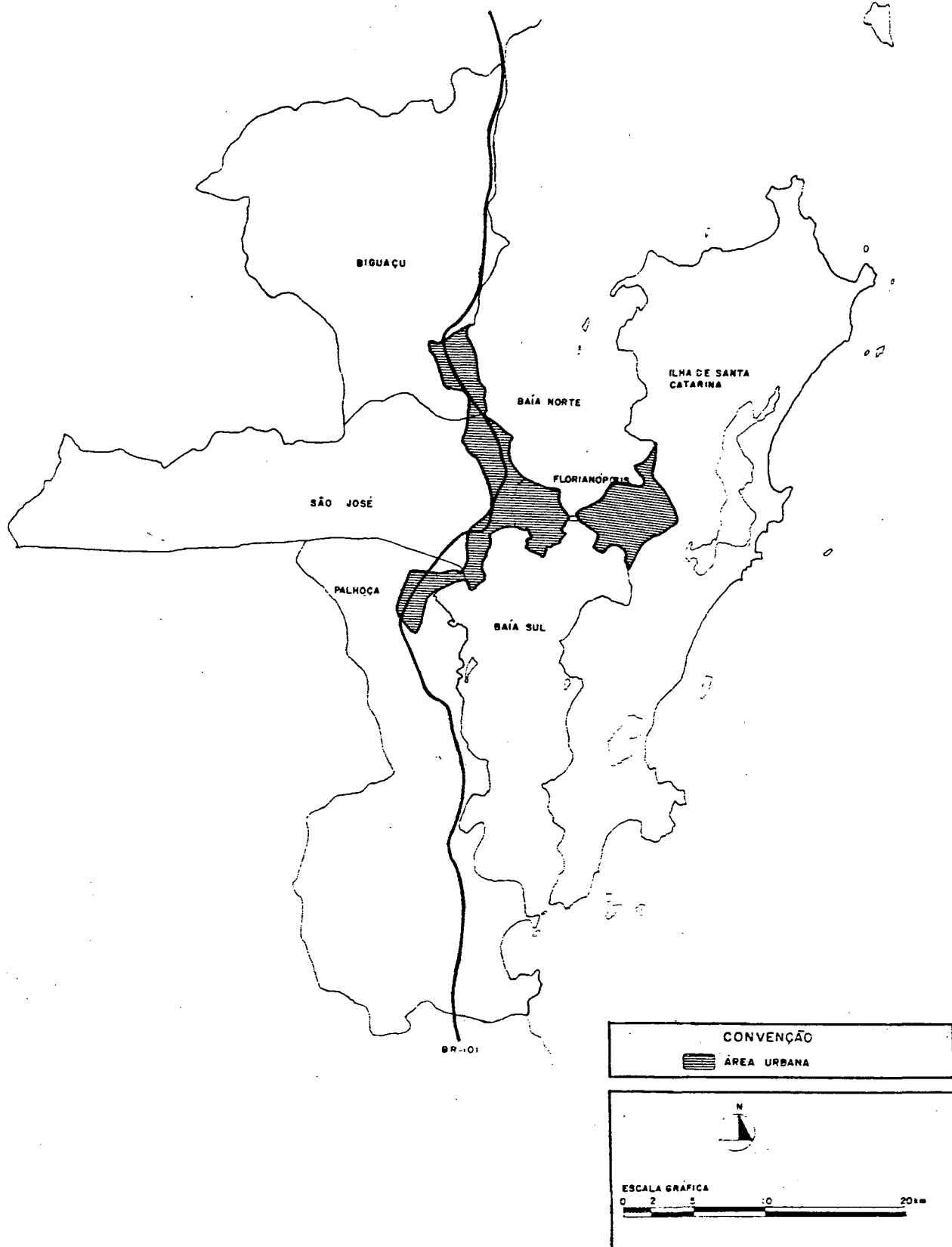


fig. 5.1.

A área objeto de estudo foi escolhida em razão da expansão urbana observada nestes municípios junto as margens da BR 101/SC, analisadas através de levantamentos aéreos realizados em 1957, 1978, 1988, e imagens de satélite da série SPOT, datadas de 1988 e 1990.

Na área escolhida são grandes as transformações do uso do solo, através da crescente expansão industrial (ações antrópicas), comercial, residencial, etc., numa região onde a atual rodovia tinha como função principal o turismo do litoral catarinense, e onde predominam ainda feições naturais.

O primeiro levantamento aéreo realizado para o DNER em 1976, tinha como finalidade a elaboração de projeto final de engenharia para restauração do trecho existente, duplicação de trechos, e construção do contorno da Grande Florianópolis afastado em aproximadamente 10 Km da pista atual.

É interessante lembrar, que a implantação do segmento existente, bem como de toda BR 101/SC baseou-se em projetos elaborados a partir de levantamentos convencionais de campo, não sendo utilizados os recursos das fotografias aéreas.

O segundo levantamento aéreo realizado para o DNER em 1988, tinha a linha de vôo coincidente com o traçado atual da BR 101/SC entre Divisa SC/PR e Palhoça. Este vôo tinha como finalidade estudar e prever melhoramentos em toda a extensão e projetar de duplicação para atendimento das demandas de tráfego.

## 5.2 - Dados demográficos dos municípios

Os dados demográficos apresentados na Tabela 3.1 compõem a série histórica, e são referenciados aos três municípios que compõem a

Área de Estudos, e relativos aos censos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991.

Tabela 5.1 - Distribuição da População Municipal

1 - MUNICÍPIO DE BIGUAÇU

ANO	ÁREA KM <sup>2</sup>	1950	%	HAB./ KM <sup>2</sup>	1960	%	HAB./ KM <sup>2</sup>	1970	%	HAB./ KM <sup>2</sup>	1980	%	HAB./ KM <sup>2</sup>	1991	%	HAB./ KM <sup>2</sup>
URBANA	-	4078	21	-	5558	25	-	6240	41	-	16101	75	-	28215	83	-
RURAL	-	15419	79	-	16732	75	-	9097	59	-	5333	25	-	5812	17	-
TOTAL	326	19497	100	59,8	22290	100	68,4	15337	100	47,0	21434	100	65,7	34027	100	104,4

2 - MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ

URBANA	-	3239	14	-	4342	14	-	29363	69	-	79200	90	-	128203	92	-
RURAL	-	19559	86	-	26845	86	-	13172	31	-	8617	10	-	11115	08	-
TOTAL	274	22798	100	83,2	31192	100	113,8	42535	100	155,23	87817	100	320,5	139318	100	508,4

3 - MUNICÍPIO DE PALMOÇA

URBANA	-	4578	12	-	4175	15	-	6397	31	-	35089	92	-	65661	96	-
RURAL	-	33768	88	-	23614	85	-	14255	69	-	2942	08	-	2637	04	-
TOTAL	361	38346	100	106,2	27789	100	76,9	20652	100	57,2	38031	100	105,3	68298	100	189,2

4 - ÁREA DE ESTUDOS

URBANA	-	11895	15	-	14080	17	-	42000	53	-	130390	88	-	222079	92	-
RURAL	-	68746	85	-	67191	83	-	36524	47	-	16892	12	-	19564	08	-
TOTAL	961	80641	100	83,9	81271	100	84,6	78.524	100	81,7	147282	100	153,3	241164	100	250,9

FONTE: Fundação IBGE, Censos Demográficos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991.

### 5.3 - Origem e evolução populacional

#### 5.3.1 - Origem

A ocupação da área de estudo decorre da expansão portuguesa no século XVII em direção ao Rio da Prata, com povoações pelos vicien-



tistas segundo pontos estratégicos ao longo do litoral catarinense, tais como São Francisco do Sul, Nossa Senhora do Desterro e Laguna.

O crescimento populacional após as primeiras ocupações, passou a contar também com imigrantes de outras nacionalidades.

Atualmente o crescimento urbano da Grande Florianópolis, em particular Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu é bastante integrado e atuante, em decorrência da migração de outras áreas do Estado, e mesmo de outros Estados, face a dinamização das diversas atividades.

### 5.3.2 - Evolução e características populacionais da Área de Estudo

A distribuição populacional e seus pontos de concentração indicam ao longo do tempo uma tendência natural de ocupação que pode servir como parâmetros para definir políticas e diretrizes a serem estabelecidas.

A partir de 1960, começa a se alterar sensivelmente o comportamento demográfico das principais unidades da área conurbada, Florianópolis, São José, Biguaçu e Palhoça. Para os três municípios atravessados pela BR 101/SC, considerando-se os anos de 1950 e 1960, verifica-se que a população urbana participava com 17% a 18% da população total do município. Em 1970 e 1980, ou seja, coincidindo praticamente com o período da implantação do segmento da rodovia, a população urbana dos três municípios passa a contar com 53% a 88% da população total.

O fenômeno mais impressionante em termos da evolução e ocupação urbana, é observado no município de São José, que apresenta para os anos de 1950, 1960, 1970 e 1980, uma população urbana de 11%, 10%,

69% e 98%, respectivamente.

Em termos de distribuição espacial urbana observada para os três municípios, ou seja, exetutando-se a capital, a ocupação nos períodos se apresentava da seguinte maneira:

Anos de 1950 e 1960 - Biguaçu concentrava mais da metade da população urbana da área conurbada enquanto que São José e Palhoça contribuíam respectivamente com 32% e 17% em 1950 e 31% e 16% em 1960.

Nas décadas de 60 e 70, o efeito polarizador da capital Florianópolis aliado a novas facilidades de transporte começa a alterar totalmente a distribuição ocupacional até então existente, e São José passa a liderar em termos de ocupação urbana, com 71% da população urbana dos três municípios.

O segmento populacional, ocupação urbana, desenvolvimento industrial, proximidades da capital e outros fatores trazem como consequência inevitável, a valorização das áreas centrais em São José, começando a busca pela população de baixa renda, principalmente, das áreas periféricas.

Em 1980, observa-se para São José uma ocupação urbana de 67% contra 71%, em 1970, prevendo-se para Biguaçu e Palhoça altas taxas de crescimento.

Conforme resultados preliminares do IBGE<sup>34</sup>, o censo demográfico de 1991 registrou em Santa Catarina uma população residente de 4.536.433 habitantes, correspondente a 3,1% da população brasileira. A taxa média de crescimento no Estado de Santa Catarina entre 1980 e 1991, foi de 2,05%, com uma taxa de população urbana de 59,7%, bem inferior portanto àquela observada para o país (74%).

Abaixo, as taxas de crescimento na área de estudos calculados conforme metodologia apresentada.

Tabela 5.2 - Taxas de crescimento a partir do censo do IBGE (em porcentagem)

Ano	50/60	60/70	70/80	80/91
<b>População</b>				
<b>Biguaçu</b>				
- Urbana	3,14	1,16	9,94	5,23
- Rural	0,82	-5,9	-5,20	0,78
- Total	1,34	-3,67	3,40	4,29
<b>São José</b>				
- Urbana	2,99	21,05	10,43	4,47
- Rural	3,22	-6,87	-4,15	2,34
- Total	3,18	3,15	7,54	4,27
<b>Palhoça</b>				
- Urbana	-0,92	4,36	18,55	5,86
- Rural	-3,51	-4,92	-14,60	-0,99
- Total	-3,17	-2,92	6,30	5,46
<b>A Estudo</b>				
- Urbana	1,70	11,55	12,00	4,96
- Rural	-0,23	-5,91	-7,42	-1,34
- Total	0,08	-0,34	6,49	4,58

#### 5.4 - Uso do solo da área conurbada

Em São José destaca-se o centro administrativo da sede do município sem grandes alterações, e os efeitos observados pela expansão ocorrida a partir de 1970, com comércio e indústria assumindo uma importância crescente nas áreas marginais, ao longo da Avenida Presidente Kennedy no bairro Kobrasol e da BR 101/SC, caracterizando-se por pequenas indústrias, depósitos, lojas, representações, serviços diversos, etc.

Em Palhoça, observa-se em menor grau os mesmos padrões do uso do solo se comparado ao município de São José, sendo que o crescimento é observado também em torno da sede do município. O crescimen-

to em torno da sede, ao longo da antiga estrada estadual, e notadamente ao longo da BR 101/SC é visto também sob o ponto de vista comercial e industrial, mas predominando ainda o uso do solo residencial.

Em Biguaçu, também em menor grau que São José, observa-se os mesmos padrões de uso do solo, com maior desenvolvimento, comercial e industrial ao longo da BR 101/SC. Nestes municípios, também, destaca-se mais o uso do solo residencial.

### 5.5 - Relevo

Quanto ao relevo, onde se desenvolve o traçado da atual rodovia BR 101/SC entre Itajaí e Palhoça e o projeto que prevê o contorno da Grande Florianópolis, o mesmo é predominantemente ondulado, com pequenas extensões consideradas montanhosas.

As unidades geomorfológicas envolvidas são duas:

- Planície Costeira: ao longo do litoral catarinense, com terras baixas, representadas por planícies aluviais, linhas de praia e manguezais, com altitudes moderadas intercaladas.
- Serras litorâneas: áreas restritas montanhosas, de natureza granito-gnaíssicas com altitudes moderadas. Neste tipo de região encontra-se o contorno de Florianópolis projetado pelo DNER-16<sup>a</sup> DRF.

### 5.6 - Solos

Quando aos solos existentes (DNER<sup>19</sup>), predominam os solos argilosos e siltosos, com aparecimento em alguns segmentos de materiais

de granulometria mais grossa, e em algumas zonas de planície litorânea, existência de alagados, apresentando solos orgânicos e argilosos, contendo eventuais lentes de areia, na planície de inundação dos rios.

### 5.7 - Vegetação

Quanto a vegetação (DNER<sup>19</sup>) tem-se mata subtropical úmida com formação muito heterogênea e sua composição variando notavelmente de acordo com o solo, topografia e altitude.

A agricultura, o crescimento industrial e urbano, próximo a rodovia atual alteraram a mata nativa, sendo que nas encostas mais suaves dos morros a vegetação é composta por campos e arbustos, e em pontos isolados a existência de árvores de porte médio com formação de bosques.

### 5.8 - Clima

O clima característico da região em estudo (DNER<sup>19</sup>), segundo classificação de Wladimir Klopffer é do tipo Cfa, sendo temperado úmido, invernos brandos, temperatura média do mês mais frio entre 3°C e 18°C, verão quente com temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, chuvas igualmente distribuídas durante o ano.

Conforme posto meteorológico de Florianópolis, que abrange os municípios de Palhoça e Biguaçu as características são as seguintes:

- temperatura média anual - 20,9°C
- média do mês mais quente - 25,7°C

- média do mês mais frio - 16,2°C
- umidade relativa do ar - 81,7%
- precipitação total média anual - 1404 mm
- precipitação média mensal - 118 mm
- mês de maior pluviosidade - janeiro
- mês de menor pluviosidade - julho
- número de dias de chuva anual - 169 dias
- insolação total anual - 2066,2 horas.

A umidade relativa do ar, sendo uma função da temperatura reflete também, a influência do fator altitude. A umidade relativa no contorno é de aproximadamente de 82,2%.

As chuvas bem distribuídas, sem estações secas definidas. As variações diversas da radiação, temperatura, umidade e nebulosidade produzem importantes variações da pluviosidade local com índice no entorno de 1.942,8 mm.

#### 5.9 - Principais travessias e interseções

Considerando o projeto original do contorno da Grande Florianópolis entre Rio Inferninho e interseção com a BR 282/SC, a previsão para travessias são e referentes aos rios: Inferninho, Cachoeira, São Miguel, Biguaçu, Três Riachos, Forquilha, Maruim e Passa Vinte.

No caso de interseções mais importantes o projeto previa: Interseção Alto Biguaçu, Interseção do acesso Sul a Florianópolis, Interseção Colônia Santana e Interseção com a BR 282/SC.

No caso do projeto atual para duplicação do trecho crítico em estudo Biguaçu-Palhoça, os principais cursos d'água a serem considerados são: Rio Inferninho, Rio Cachoeira, Rio São Miguel, Rio Biguaçu, Rio Maruim e Rio Passa Vinte.

## **6 - MATERIAIS E MÉTODOS**

### **6.1 - Materiais**

O material que serviu como subsídio para desenvolvimento do presente trabalho compreende o que está abaixo indicado.

#### **6.1.1 - Documentação Cartográfica**

Objetivando a elaboração do mapa base, identificação e delimitação dos municípios objeto do estudo, atravessados pela atual BR 101/SC, utilizou-se cartas topográficas elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000, folhas Florianópolis e Biguaçu, executadas a partir de aerofotos datadas de 1966, e editadas em 1981 após restituição aerofotogramétrica.

Deste tipo de fonte, pode-se extrair informações relativas a Topografia, Hidrografia, vegetação, rede viária e uso do solo.

É importante salientar aqui a comodidade e a vantagem em utilizar-se produtos de mesma escala, como os acima indicados, ou seja: imagem SPOT HRV escala 1:50.000 e cartas topográficas do IBGE 1:50.000.

#### **6.1.2 - Mapa Rodoviário**

Obtido junto ao DNER - 16<sup>o</sup> DRF, apresentando graficamente todas as rodovias constantes do Sistema Viário do Estado de Santa Catarina, a nível federal e estadual. O mapa em escala 1:750.000, representando a rede rodoviária de acordo com o PNV, dividida em trechos.

#### **6.1.3 - Documentação Fotográfica**

Obtida para consulta junto a órgãos públicos, com cobertura completa da área de estudos, e que forneceram a base de sustentação do trabalho desenvolvido.

As fotografias que serviram de base para elaboração dos "overlays" foram obtidas junto a SEPLAN - Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina, e retratam a Área de Estudos em dois períodos diferentes, ou seja, os anos de 1957 e 1978 respectivamente, com levantamentos aéreos realizados pela Empresa de Aerolevamentos Cruzeiro do Sul. As fotografias referentes ao ano de 1957 são em preto e branco com escala nominal 1:25.000, enquanto que as fotografias referentes do ano de 1978 foram obtidas em preto e branco na escala 1:25.000 aproximada, e infra-vermelho na escala nominal de 1:45.000.



As fotografias aéreas disponíveis no DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, em escalas 1:8.000 e 1:10.000 foram obtidas durante os anos de 1976 e 1988 respectivamente, com finalidades específicas, para a elaboração de projetos rodoviários.

O primeiro conjunto de fotografias disponíveis foram objetos do contrato PG-189/76 firmado entre o DNER e a empresa Copavel S.A., para projeto final de engenharia para duplicação contorno e restauração de segmento entre Palhoça e Itajaí.

O segundo conjunto de fotografias aéreas disponíveis no DNER, foram obtidas por voo realizado pela empresa ESTEIO AEROLEVANTAMENTOS em 1988, e refere-se ao subtrecho com início no km 164 + 556 m (cabeceira da ponte sobre o rio Tijucas e término no km 216 + 522,97 m numa extensão de 51.966,90 metros.

#### 6.1.4 - Produtos SPOT

Em razão da maior resolução no terreno se comparada a imagem LANDSAT 5 TM, foi utilizada uma imagem SPOT HRV também adquirida do INPE pela UFSC, e disponível para consultas no Laboratório de Topografia do Curso de Engenharia Civil.

As três imagens utilizadas estão identificadas pela órbita 714, ponto 405. As duas imagens infravermelho tiveram passagens nos dias 19/07/88 e 14/03/90, enquanto que a pancromática teve sua passagem em 03/07/88. Todas estão reproduzidas em papel fotográfico em escala ampliada 1:50.000 e recobrimdo numa única imagem toda região da Grande Florianópolis.

As imagens de satélite utilizadas são fontes importantes pois possibilitam a geração dos PI<sub>5</sub> (Planos de Informações) que podem

destacar individualmente, ou em conjunto, vegetação, rede viária, uso do solo e hidrografia associada a sazonalidade.

#### 6.1.5 - Transparências

Para aplicação da metodologia desenvolvida, a complementação de informações, imagens SPOT e Carta Topográfica do IBGE ambas na escala 1:50.000, deu-se através de sobreposição das mesmas.

A opção por este tipo de transparência está no processo de obtenção, cujo produto final obtido a partir da carta do IBGE dá-se sem distorções, o que não seria possível através de cópia tipo xerox.

#### 6.1.6 - Projetos finais de engenharia de implantação e melhoramentos na BR 101/SC

O conhecimento real e de fato dos problemas enfrentados pelo uso do solo marginal e da capacidade operacional da rodovia BR 101/SC entre municípios de Biguaçu e Palhoça estão elucidados também em projetos de engenharia apresentando soluções definitivas como contornos da área de conflito, e projetos que apresentam soluções paliativas para obtenção de melhores níveis de serviço em segmentos isolados.

O trecho objeto de estudo, teve segundo informações obtidas junto ao DNER-16<sup>o</sup> DRF, sua conclusão em 1967. A implantação deu-se a partir de uma exploração locada, tomando como diretriz uma linha atravessando as várias localidades existentes, pois a finalidade

principal era integrar um pouco mais nosso estado aos estados vizinhos, já que a única rodovia federal desempenhando esta função era a BR 116/SC.

O trecho Biguaçu-Palhoça teve a sua implantação iniciada em 1957. Dividido em dois segmentos, teve a pavimentação do segmento Biguaçu-Florianópolis na interseção com a rua Leoberto Leal concluída em 1965 e atravessando parte do município de São José; o segundo segmento atravessando o restante é o município de São Palhoça teve a sua pavimentação concluída em 1967.

Segundo informações de técnicos que trabalharam na época, de dia locava-se a linha, e a noite procedia-se a elaboração de perfis, cálculo de seções, volumes etc. para recomeçar no dia seguinte.

A documentação é quase inexistente nos arquivos do 16º DRF e reflete claramente o descaso de pessoas mal esclarecidas com relação a acervo técnico e histórico.

Como se vê, neste primeiro projeto não utilizou-se fotografias aéreas.

O segundo projeto final de engenharia para solucionar problemas de tráfego local e o de longa distância foi objeto do contrato PG/86/76 realizado entre o DNER e a empresa Copavel, e abrange o segmento Rio Inferninho-Palhoça. O projeto não implantado previa, a restauração do segmento atual em toda extensão, bem como a implantação do contorno numa extensão de 40 kms.

Este projeto foi elaborado com base em levantamentos aéreos.

O terceiro projeto objeto do contrato PD/16-026/88-00/C.C. firmado entre o DNER e empresa Iguatemi Ltda., considerado como Projeto Básico/Executivo de Engenharia prevê na Área de Estudos a duplicação por alargamento do atual segmento compreendido entre o km 164 e 218.

Este projeto também foi elaborado com base em levantamentos aerofotogramétricos.

Importante também os estudos realizados e apresentados em 1986 pelo GEIPOT<sup>30</sup> que enfocavam o aspecto institucional e o físico operacional. O projeto resultado do Programa de Travessias Urbanas/INURB-BR-101, para a extensão Biguaçu-Palhoça, mantinha a pista simples, mas propondo medidas corretivas de curto prazo, como sonorizadores, lombadas, semáforos, faixas laterais, mudanças localizadas da geometria viária, etc. Infelizmente, o projeto também permaneceu arquivado por falta de recursos.

## 6.2 - Metodologia

### 6.2.1 - Considerações gerais

A partir da bibliografia, dados e materiais existentes e disponíveis, optamos por uma metodologia, onde a interpretação visual é baseada em critérios de fotointerpretação clássica, sendo esta, aplicada também às imagens de satélite.

Para subsidiar e reforçar a interpretação visual, tanto de fotografias aéreas como imagens orbitais utilizadas, várias fontes incluindo literatura, projetos existentes, mapas cartográficos, material fotográfico de escalas e sensores diferentes foram utilizadas.

Considerando que os problemas decorrentes da expansão urbana detectados ao longo da BR 101/BR entre Biguaçu e Palhoça, como o tráfego de longa e média distância, uso e ocupação do solo marginal, população, etc., não podem ser estudados considerando cada município isoladamente, a metodologia foi baseada inicialmente em fotografias

aéreas de períodos diferentes, e posteriormente, utilizou-se imagens de satélite, fazendo-se o uso mais adequado em função das qualidades apresentadas por cada produto.

A área de estudo foi observada desde a sua condição mais natural, ou seja, imediatamente antes da implantação da BR 101/SC, situação intermediária e situação atual, para estudos de comportamentos e tendências.

#### 6.2.2 - Características dos elementos observados

Para obtenção dos objetivos do trabalho, as informações temáticas deverão apresentar três características principais: zonais, lineares e pontuais.

Como características zonais tem-se a ocupação de áreas junto a rodovia e proximidades, bem como as tendências de crescimento urbano principalmente em função da rodovia e o reforço gerado por pólos marginais estabelecidos junto a mesma.

Como características lineares, o sistema viário existente associado as características pontuais resultantes da intersecção de duas ou mais vias.

#### 6.2.3 - Elaboração dos "Overlays"

A interpretação visual das fotografias aéreas e de imagens orbitais tiveram como produtos finais a elaboração manual de "overlays" apresentando sistema viário e as manchas urbanas a partir de fotografias aéreas e imagens de satélites. As escalas dos "overlays"

numa primeira etapa são as mesmas apresentadas pelos produtos analisados, ou seja: 1:25.000 e 1:45.000 para "overlays" obtidos a partir de fotografias aéreas e 1:50.000 a partir das imagens de satélite SPOT.

Foram elaboradas legendas indicativas dos temas de interesse, retratando de forma quantitativa alterações e tendências da expansão urbana ao longo da BR 101/SC e da própria BR 282/SC, para formação da grande conurbação observada a nível local.

É importante salientar que durante a elaboração dos "overlays" utilizou-se como suporte uma base cartográfica oficial de apoio, ou seja cartas do IBGE, que apresentam uma quantidade de informações definidas, de acordo com a área de interesse.

Apesar de desatualizada no período intercenso, com novas vias, expansão urbana, etc., a carta apresenta ainda informações de grande valia que praticamente não sofreram alterações, como rede viária federal, rede de drenagem, limites intermunicipais, e curvas de níveis.

Os "overlays" obtidos a partir de fotografias aéreas, foram elaborados, delimitando-se os dados durante as interpretações das mesmas fotografias aéreas; sobrepondo-as na mesa de luz, e utilizando auxílio de lupa e estereoscópio, assinalou-se os temas de interesse tais como: traçado da rede viária a nível federal estadual e municipal, ocupação marginal, principais cursos d'água, e áreas descobertas. Com relação a ocupação marginal, a mesma foi representada por pontos, sendo que cada um deles passa a representar um domicílio; no caso de grandes dimensões de construção observadas desenhou-se o contorno. As áreas descobertas, objeto de terraplenagem com finalidades diversas foram representadas para mostrar o potencial de detecção oferecida pelas fotos, bem como verificar-se em fotos pos-

teriores o destino dado a área, ou seja, se a terraplenagem tinha como finalidade construções ou a retirada de materiais.

Nos "overlays" obtidos a partir das imagens SPOT, destacam-se as principais vias observáveis com base na resolução do produto, bem como a distinção entre áreas edificadas e não edificadas, áreas com cobertura vegetal nativa, áreas sem cobertura nativa substituídas por plantios diversos e principais elementos da rede de drenagem. Aquelas áreas de vegetação nativa que no meio rural foram substituídas por lavouras, pastagens e outras vegetações de pequeno porte, que indicam o uso do solo para produção de alimentos, principalmente, serão englobados em uma classe única.

Para melhor identificar e caracterizar os elementos observáveis, trabalhou-se em paralelo com as duas imagens, ou seja, a pancromática e a composição colorida, extraíndo-se de cada uma delas as informações de interesse que melhor se apresentassem. No caso do sistema viário e contorno marítimo por exemplo, as informações foram extraídas da carta e imagem pancromática, enquanto que a "mancha urbana", áreas de mangue, drenagem e noções do relevo eram obtidas a partir da composição colorida.

Para elaboração dos "overlays" a partir das imagens, contando-se agora com os subsídios oferecidos pelas fotografias aéreas, procedeu-se numa primeira etapa a sobreposição de um filme poliéster transparente para desenho (100% estável), sobre a imagem pancromática, e após sobre a composição colorida, delimitando-se os elementos de interesse, mas tomando sempre como base a carta topográfica do IBGE.

Numa segunda etapa, entre a imagem e o filme foi inserida a carta topográfica do IBGE em filme transparente, para caracterização dos elementos de apoio, e verificação das restrições à expansão ur-

ba na observáveis nas imagens como áreas de mangue e topografia acidentada.

A sobreposição da carta e imagens foi obtida e facilitada pela identificação comum em ambas, de elementos tais como rede viária, rios e orla marítima. A carta considerada uma verdade terrestre em termos de escala serviu como referencial para ajustar e determinar com mais precisão as áreas observadas nas imagens, em razão das distorções geométricas devido as variações de atitude do satélite. Constatou-se distorções inclusive entre as duas imagens, pancromática e composição colorida com espaçamento de apenas 16 dias. As únicas correções existentes nas imagens são do nível 1.B.

#### 6.2.4 - Apoio da fotografia aérea

Como o trabalho que tem como principal objetivo a extensão e aplicação das imagens de satélite está associado à restrições de textura e resolução espacial, utilizou-se o subsídio oferecido pelas fotografias aéreas já existentes de períodos anteriores, associados a verificações de campo, quando necessárias, para garantir a confiabilidade da interpretação obtida a partir das imagens. O conhecimento obtido a partir das fotografias convencionais, permitiu ao fotointérprete armazenar um conhecimento tal, em termos de detalhamento que durante fotointerpretação da imagem, muitos aspectos já estavam assimilados.



### 6.2.5 - Níveis de análise interpretativa associada ao tipo e escala do produto

Considerando-se as escalas das imagens orbitais, fotografias aéreas e extensão da área de estudo o nível pode ser aquele proposto por ANDERSON, J.R. et al.<sup>5</sup>.

Para elaboração dos "overlays" a um nível de reconhecimento semi-detalhado utilizou-se imagem SPOT pancromática e composição colorida 1:50.000, fotografias aéreas pancromáticas convencionais na escala 1:25.000 e fotografias em infra-vermelho na escala 1:45.000.

Para fotografias aéreas, chegou-se ao nível IV proposto por ANDERSON, J.R. et al.<sup>5</sup>, enquanto que para imagens de satélite, face sua altitude e tipo de sensor, passa ser enquadrada no nível I, proposto pelos mesmos autores.

É bom enfatizar que o reconhecimento semi-detalhado foi bastante facilitado face as escalas aproximadas do satélite SPOT, 1:50.000 e as cartas topográficas do IBGE, 1:50.000, que representa a verdade terrestre.

Objetivando caracterizar melhor alguns elementos nas fotografias aéreas em escala aproximada de 1:25.000, e no caso de dúvidas para evitar-se idas desnecessárias a campo, utilizou-se o auxílio de fotografias aéreas de baixa altitude nas escalas 1:8.000 e 1:10.000, nível IV segundo ANDERSON et al.<sup>5</sup>, onde a linha de vôo é coincidente com o traçado atual da BR 101/SC, haja visto o maior nível de detalhamento.

Observa-se do exposto, que informações disponíveis em produtos de escalas maiores, mesmo defasadas no tempo, já que as fotos em escala 1:8.000 datadas de 1976 e as fotos em escala 1:25.000 datadas de 1978, guardando-se as devidas proporções, podem ajudar a ratifi-

car e complementar informações que nem sempre se apresentam de forma clara e precisa nos materiais disponíveis em escalas menores.

No estudo das imagens, utilizou-se as fotografias aéreas como elementos de apoio, já que os dados oferecidos pelas imagens, tais como rede viária, cobertura vegetal, expansão da mancha urbana, áreas de mangue se apresentam com a precisão necessária para os estudos propostos, quando se associou a resolução espacial da imagem pancromática com a resolução espectral da composição colorida. Um fato que também justificou a não obrigatoriedade de consultas frequentes às fotografias para subsidiar a interpretação sobre as imagens, é o conhecimento que o fotointérprete adquiriu após a elaboração dos primeiros "overlays" elaborados a partir das fotografias aéreas, e os subsídios oferecidos pelas cartas topográficas do IBGE.

#### **6.2.6 - Estudo a partir de fotografias aéreas de escalas menores e de datas diferentes**

Como visto, embora tendo-se a disposição na área de estudo fotografias aéreas de maior escala e melhor resolução portanto, como aquelas existentes em escalas 1:8.000 e 1:10.000 no DNER, optamos trabalhar com fotografias na escala 1:25.000, que são as que cobrem, todo o Estado de Santa Catarina, e abrangem períodos anteriores e posteriores a implantação da BR 101/SC. Ao utilizar-se fotografias na escala 1:25.000, passou-se a ter uma melhor noção do que é possível obter-se a partir de produtos de escalas menores, já que as mesmas conseguem recobrir com uma quantidade menor de fotografias e a um custo menor uma mesma área.

Embora tendo-se como enfoque principal o uso de imagens orbitais para algumas fases do estudo rodoviário, monitoramento das alterações ocorridas no uso do solo marginal à rodovia BR 101/SC, a análise de fotografias aéreas existentes e obtidas em períodos diferentes para a mesma finalidade e mesma área de estudo, sendo algumas anteriores inclusive as primeiras imagens de satélite, elas têm a vantagem de oferecer com melhor resolução espacial, as mudanças ocorridas em décadas anteriores, e que não seriam suficientemente claras nem nas imagens mais recentes. O conhecimento prévio através de séries históricas de produto existentes e de melhor resolução espacial podem ajudar a estabelecer de certa forma numa fase inicial uma metodologia baseada em imagens de satélite.

#### 6.2.7 - Análise dos diversos produtos

A identificação precisa dos lugares, estradas, principais rios, topografia, divisas municipais, etc., presentes nas fotografias aéreas e imagens, obteve-se a partir das cartas topográficas do IBGE em escala 1:50.000.

A interpretação das fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:25.000 e infra-vermelho na escala 1:45.000, permitiu a análise das formas e do relevo de uma forma bastante clara, utilizando os recursos da estereoscopia, gerando-se uma base sólida, estendendo-se os limites nas imagens de satélite para permitir uma visão geral e integrada da área.

#### 6.2.8 - Interpretações de fotografias aéreas

Antecedendo a interpretação visual das imagens de satélite foi procedido um reconhecimento das localidades atravessadas pela rodovia BR 101/SC, através de inspeção de campo, fatos relativos a implantação do segmento e um conhecimento mais preciso através de cartas topográficas oficiais, fotoíndices, planos funcionais, e planos diretores do uso do solo.

O conhecimento "in loco", e as fotografias aéreas obtidas com finalidades específicas para projetos rodoviários em datas diferentes e referenciadas ao mesmo local, ofereceram uma base sólida para identificação dos mesmos elementos que se apresentam na imagem de forma degradada devido as diferentes resoluções. Aqueles elementos na imagem visualmente identificáveis é que criaram o elo de ligação das cenas observadas por diferentes sensores.

O trabalho de interpretação e detecção das mudanças ocorridas no uso do solo marginal a BR 101/SC com o uso da fotografia aérea é bastante facilitado em razão da escala e do produto utilizado.

#### 6.2.9 - Interpretação visual das imagens SPOT/HRV

A interpretação visual das imagens SPOT/HRV datadas de 1988 e 1990 deu-se após a interpretação das fotografias aéreas. A imagem pancromática em papel fotográfico na escala 1:50.000, obtido num canal individual apresentou uma boa visualização em função da resolução de 10 metros e fornecendo uma identificação geral dos elementos observados.

Para subsidiar a interpretação que deu origem ao "overlay", a partir da imagem pancromática, utilizou-se subsídios oferecidos pela imagem em composição colorida, que caracterizou melhor o relevo, drenagem, e a mancha urbana no período correspondente.

A classificação foi procedida tentando-se estabelecer as mesmas classes definidas na interpretação das fotografias aéreas, considerando-se a possível degradação de determinadas categorias, consequência da resolução do sensor utilizado.

#### 6.2.10 - Cálculo de áreas urbanas

Embora algumas informações tais como expansão urbana possam ser obtidas diretamente das fotografias aéreas ou imagens, comparando-se diferentes períodos, estas são melhor obtidas a partir dos "overlays", onde cada tema de interesse pode ter sua área devidamente contabilizada por região, zonas, ou no caso específico, áreas urbanas.

As áreas urbanas centrais e áreas marginais à BR 101/SC decorrentes da atração exercida por esta, foram calculadas a partir de cada "overlay" obtidos das fotografias aéreas e imagens de satélite. Como as imagens e fotografias aéreas apresentavam problemas de correções geométricas e de escalas, utilizou-se para tanto o apoio da carta do IBGE em escala exata de 1:50.000. Os cálculos das áreas foram obtidas diretamente pela sobreposição dos "overlays" sobre uma grade milimetrada, utilizando-se a técnica de contagem sobre a malha. Considerando-se a escala utilizada, 1:50.000, cada quadrícula equivaleu a uma área de 0,0025 km<sup>2</sup>.

As áreas obtidas foram separadas por município, atentando-se para as divisas municipais contidas nas cartas do IBGE, para posterior comparação dos valores obtidos a partir de imagens de diferentes datas.

#### 6.2.11 - Ocupação marginal a Br 101/SC

Considerando-se que as três áreas objeto de estudo que fazem parte da Grande Florianópolis configuram-se por ocupações esparsas, mas fortemente ligadas pela BR 101/SC e com uma vegetação entre elas ainda considerável, é que se fez análises por município. Analisar a área como um todo é importante para sentir-se para onde e como a expansão está ocorrendo, identificando-se prioridades. No caso de grandes expansões urbanas ao longo de rodovias arteriais, é fundamental a elaboração de planos funcionais, numa tentativa de harmonizar a curto, médio ou longo prazos a expansão marginal e o uso da rodovia, com base em taxas de expansão, e a dinâmica dos vários setores produtivos envolvidos.

#### 6.2.12 - "Overlay" de fotografias aéreas vs. "overlay" de imagens orbitais

Dados obtidos das imagens SPOT, como rede viária, rede de drenagem, ocupação urbana e suburbana, uso do solo, foram interpretados com base na tonalidade, cor, forma, padrão e textura. As informações contidas nos "overlays" foram complementados pelas cartas topográficas do IBGE.

A interpretação visual sobre fotografias aéreas de escalas maiores objetivaram diminuir trabalhos de campo, já que estavam disponíveis, e tendo como função principal checar e avaliar o mapa temático obtido a partir da imagem orbital, ainda na sua forma preliminar, ressaltando-se que a imagem SPOT pancromática apresentou como vantagem principal a resolução espacial de 10 metros, enquanto que a composição colorida uma melhor caracterização da drenagem e topografia. As vantagens normalmente oferecidas pela resolução espectral das várias bandas não foram analisadas em função dos custos envolvidos para aquisição das imagens.

#### **6.2.13 - Determinações das escalas médias das fotografias aéreas**

Considerando que cada "overlay", da Área de Estudo nos anos de 1957 e 1978 foi elaborado a partir de um conjunto de várias fotografias aéreas, e que as diferenças existentes entre as escalas das diversas fotos, dentro de um mesmo conjunto não poderiam comprometer a precisão dos cálculos das áreas decorrentes das expansões observadas, antes e após implantação da BR 101/SC, utilizou-se como referencial as cartas topográficas do IBGE em escala 1:50.000, consideradas como "verdades terrestres".

Para elaboração do "overlay" relativo ao ano de 1957, utilizou-se as únicas fotografias aéreas existentes em preto e branco, na escala aproximada 1:25.000. Para o ano de 1978, optou-se pela utilização de fotografias aéreas em infra-vermelho, em escala aproximada 1:45.000, face a melhor identificação dos elementos em função das cores, e proximidade da escala com a escala das imagens de satélite em 1:50.000.

Para cada fotografia obtida, identificou-se pelo menos dois pares de pontos comuns tanto nas fotos como na carta, medindo-se após as distâncias entre eles. A expressão que determina a escala de cada segmento na foto, a partir da "verdade terrestre" oferecida pela carta topográfica em escala 1:50.000 é dada segundo:

$$E_f = E_c \cdot \frac{d_c}{d_f}$$

onde:  $d_c$  - distância entre cada par de pontos na carta  
 $d_f$  - distância entre cada par de pontos na foto  
 $E_c$  - escala da carta  
 $E_f$  - escala da foto

Para cada foto, a escala foi obtida a partir da média aritmética de duas determinações pelo menos, abandonando-se durante os cálculos valores muito afastados da média inicial.

Após determinações das escalas conforme procedimentos acima escritos, foi elaborado a partir de cada fotografia um "overlay" em filme (100% estável), para posterior redução em máquina copiadora, na escala 1:50.000.

Conhecidas as escalas médias de cada "overlay", os mesmos foram copiados em máquinas copiativas, que através das relações entre escalas médias e a escala desejável 1:50.000, procedeu as devidas reduções. Após, cada "overlay" copiado em escala 1:50.000 foi devidamente ajustado sob a base cartográfica para dar origem ao "overlay" único abrangendo a Área de Estudo, com as manchas urbanas relativas a 1957 e 1978, já que a base cartográfica adotada foi a do IBGE.

As devidas correções tiveram como objetivo principal uma melhor aproximação das diferentes escalas verificadas nos diferentes produtos para uma avaliação mais precisa da evolução das áreas construídas nos diversos períodos, já que utilizou-se fotografias com esca-



las aproximadas 1:25.000 e 1:45.000, enquanto que a base cartográfica e as imagens de satélite estavam na escala 1:50.000.

#### **6.2.14 - Estimativas populacionais utilizando dados de Censos Demográficos Oficiais**

Para os municípios que compõem a Área de Estudos, Biguaçu, São José e Palhoça, e que tem como influências principais a proximidade da Capital Administrativa do Estado e a rodovia BR 101/SC, as expansões observadas estão diretamente relacionadas com o crescimento da população residente. Esta população, onde os percentuais de maior e menor crescimento oscilam na busca de um ponto de equilíbrio, afetado constantemente pelo uso e o custo da terra, necessidades e melhorias relacionadas ao transporte, deve ser devidamente quantificada, para o devido provimento de soluções de curto, médio e longo prazos.

Considerando as datas de obtenção das fotografias, anos de 1957 e 1978 e as imagens orbitais, anos de 1988 e 1990, para uma comparação simples dos resultados obtidos através destas, com dados extraídos a partir de censos oficiais do IBGE, levando-se em consideração as mesmas datas.

Para estimar população com base em dados dos censos oficiais procedeu-se levantamentos iniciais resumindo dados de interesse referentes a população urbana, tais como taxas de crescimento a partir das séries históricas do IBGE relativas aos anos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991.

Na situação ideal, em que as fotos e imagens estão situadas dentro de períodos, onde os dados do censo já estão levantados, as previsões são mais realistas e fáceis, utilizando-se o mesmo modelo

geométrico apresentado por FORESTI, Celina<sup>24</sup>, conforme expressão:

$$P(t)_i = P(t_0)_i (1+i)^n \text{ - onde:}$$

$P(t_0)_i$  = dado populacional referente ao censo anterior

$P(t)_i$  = população no ano t (ano da propagação)

i = taxa média anual de crescimento entre dois censos consecutivos

n = número de anos entre  $P(t)$  e  $P(o)$

A expressão utilizada pelo IBGE para calcular a taxa média anual de crescimento entre duas contagens consecutivas é obtida a partir da expressão inicial, ou seja:

$$P(t)_i = P(t_0)_i (1 + i)^n$$

$$\frac{P(t)_i}{P(t_0)_i} = (1 + i)^n$$

$$\log \frac{P(t)_i}{P(t_0)_i} = n \log(1 + i), \text{ logo } i = \text{antilog} \frac{\log \frac{P(t)_i}{P(t_0)_i}}{n} - 1$$

Para as mesmas datas utilizamos em nossos estudos as expressões obtidas por FORESTI, Celina<sup>24</sup> para posterior comparação com resultados obtidos através de estimativa baseadas em dados censitários.

As expressões obtidas pela autora relacionando área observada e população são:

$$P = 4.061 + 4.507A \text{ (para cidades até 30.000 habitantes)}$$

$$P = 14.056 + 4.444A \text{ (para cidades entre 30.000 e 100.000 habitantes)}$$

$$P = -16.618 + 6.337A \text{ (para cidades acima de 100.000 habitantes)}$$

$$P = -1.186 + 6.672A \text{ (para toda amostra e independente do tamanho da população)}$$

A aplicação em nossa Área de Estudos das expressões obtidas por FORESTI, Celina<sup>24</sup>, deveu-se a significativa quantidade de áreas testes utilizadas pela autora, num total de 105, e verificar através dos resultados obtidos a possibilidade de estender a aplicação das expressões àquelas áreas de difícil acesso, ou na falta de dados atualizados para estimativas populacionais.

## 7 - CONHECIMENTO DOS PROBLEMAS DE TRÁFEGO DA TRAVESSIA DA BR 101/SC NA ÁREA DE ESTUDOS

### 7.1 - Considerações Gerais

Segundo GEIPOT<sup>30</sup>, trechos pertencentes a rede rodoviária troncal do país, formada pelo conjunto de rodovias federais e estaduais, ao atravessarem trechos urbanos, são quase sempre, críticos, com elevado volume de tráfego, intensa ocupação marginal, grande quantidade de acidentes, e como consequência, condições operacionais deficientes que levam a obsolescência prematura como canais de movimento inter-regional.

Considerando que as expansões urbanas costumam acontecer normalmente ao longo daquelas vias que oferecem melhores condições de acessibilidade, já era de se esperar na época de implantação da BR 101/SC atravessando pequenas localidades urbanas, os problemas e tendências de expansão hoje observadas. As características do projeto, como pavimentação asfáltica, velocidade diretriz, etc., de certa forma novidades incorporadas ao sistema viário local, vieram alterar

de forma significativa o uso do solo das localidades atravessadas, e assumindo as atuais proporções.

Associado aos problemas hoje detectados após implantação da BR 101/SC, pela falta de um uso do solo administrado, tem-se ainda conforme SUDEUL/UFSC<sup>65</sup> a perspectiva de pré-metropolização, onde deve ser encarada a problemática da expansão do centro urbano de Florianópolis decorrente de extensas e profundas mudanças. Do que se observa, a expansão rápida e a metropolização da capital com envolvimento dos espaços dos três municípios mais próximos também com rápido desenvolvimento dos seus espaços urbanos, fez com que estes fossem pressionados a buscar soluções de cunho administrativo e de planejamento para solucionar e prever problemas presentes e futuros.

Para ser adicionado ao acima observado, tendências do crescimento urbano nas cidades brasileiras após 1970, e no caso específico, antes e o após à conclusão da BR 101/SC entre Biguaçu e Palhoça, considerar também a interação ocorrida entre os três municípios com os deslocamentos detectados a partir de 1950, influências, crescimento populacional, crescimento econômico, etc.

Segundo GEIPOT<sup>30</sup>, o processo de deterioração das condições operacionais da rodovia decorre, principalmente, da intensificação nas áreas marginais, de usos do solo não compatíveis com a função rodoviária e, da ausência de uma hierarquização entre rodovia e rede viária local, onde a mesma se insere. A ocupação intensa e não planejada do solo marginal, aumenta em muito as entradas e saídas da rodovia, com o esgotamento da capacidade da mesma.

O uso e ocupação do solo marginal do segmento entre Biguaçu e Palhoça, feito de forma aleatória e sem controle, trouxeram como consequência os problemas comuns das grandes conurbações, em decorrência das chamadas travessias urbanas.

O que chamamos hoje de travessias urbanas, são na realidade segmentos rodoviários que visavam dotar regiões carentes de rodovias pavimentadas condizentes com os modernos veículos automotores, utilizando-se novas metodologias para planejamento e projetos, que propiciassem a segurança do usuário, e o desenvolvimento econômico com bem estar social das localidades atravessadas.

A ocupação marginal do segmento, atravessando zonas consideradas na época, como rurais e suburbanas, em função das melhorias criadas, passou a conviver com os efeitos da valorização do solo durante estes anos, efeitos estes causados principalmente pela especulação imobiliária da terra.

A ocupação intensa e desordenada através de loteamentos residenciais principalmente para população de baixa renda, indústrias, escolas, comércio, etc., ocupando áreas onde o uso do solo é incompatível com a atividade desenvolvida, veio trazer várias consequências que podem ser consideradas danosas. Como principal consequência danosa verificou-se já a muito tempo a diminuição dos níveis de serviço e esgotamento da capacidade da BR 101/SC, afetando com mais intensidade o tráfego de longa distância, passando-se a conviver no dia-a-dia com o aumento crescente do número de acidentes fatais.

Na área de estudo, problemas detectados em função da interferência do tráfego local com o de longa distância e o esgotamento da capacidade deram origem ao projeto final de engenharia, objeto do contrato DNER-PG 186/76, que apresentava na fase inicial dos estudos, duas alternativas para solucionar o problema da travessia da Grande Florianópolis.

A primeira alternativa, abandonada, consistia na duplicação do segmento Rio Inferninho-Palhoça, e como segunda alternativa, a escolhida, a restauração do atual segmento, com implantação do contorno.

Como pode-se observar, a segunda alternativa a nosso ver, eleita na época com base em exaustivos estudos de engenharia, como a mais indicada, ainda continua sendo a mais adequada ao separar o tráfego de longa distância totalmente incompatível com o uso do solo, hoje urbano em grande parte.

Estudos elaborados através do DNER-16º DRF, constataram que atualmente no segmento Biguaçu-Palhoça, a participação do tráfego de longa distância é de 41% contra 59% do tráfego de média distância, não sendo computado nestes totais, o tráfego de curta distância como aqueles interbairros, que utilizam a rodovia BR 101/SC.

Como se pode ver, hoje, a simples construção do contorno conforme o antigo projeto seria impraticável, face a nova realidade e os problemas gerados. Como consequência danosa neste período pela falta de um plano funcional adequado, alocação de recursos, planos diretores de uso do solo dos municípios eficazes sob o ponto de vista técnico e, da aplicação com cumprimento das leis, verifica-se hoje um caos que seria ainda bem maior, se não fossem as intervenções localizadas do DNER-16º DRF e, atualmente do próprio Governo do Estado.

Como visto, na composição do tráfego atual a implantação pura e simples do contorno com base no projeto antigo, não atenderia as necessidades atuais e futuras, pois os problemas no segmento atual só se agravaram e hoje se precisaria de soluções concretas e de alto custo, como as que compõem o novo projeto objeto do contrato PD/16.026/88-00/c.c. firmado entre o DNER e a empresa IGUATEMI LTDA.

Como a solução do projeto atual prevê apenas a duplicação do atual segmento, é óbvio que a solução definitiva só será alcançada num futuro próximo com a implantação do contorno, já que o tráfego local dentro da conurbação da Grande Florianópolis, mesmo com aumen-

to de capacidade da via, dispositivos de segurança, etc., ainda continuará a competir com o tráfego de longa distância. O uso do solo certamente deverá passar por transformações mais rápidas e intensas.

Segundo TRINTA, Zomar Antônio<sup>67</sup>, planejadores ao se concentrarem na implantação de novas vias expressas paralelas aos principais corredores existentes simplesmente reforçam o já intenso desenvolvimento urbano existente, e tendo como resultado final o aumento da densidade do uso do solo e o retorno do congestionamento. A atenção dedicada a construção de novas vias que venham incorporar novas áreas e diminuir a pressão sobre o sistema urbano é muito reduzida. O efeito da rodovia sobre o desenvolvimento urbano e vice-versa deve ser considerado.

É importante citar os estudos da travessia entre Biguaçu e Palhoça apresentado pelo GEIPOT<sup>30</sup> em 1986, estudo este desenvolvido pelo GEIPOT e a Secretaria dos Transportes de Obras, com a colaboração do DNER-16<sup>9</sup> DRF e DER/SC, que visava através de medidas de curto prazo e baixo custo, minimizar o alto índice de acidentes já detectados naquela época.

As propostas apresentadas abrangiam em conjunto o campo institucional e o físico-operacional. As medidas institucionais traduzidas em leis municipais disciplinando acessos, uso do solo ou marginal, podendo atingir inclusive aquelas áreas sob influência das rodovias ou até mesmo todo município. As medidas físico-operacionais propostas, dentre outras, incluíam basicamente: sonorizadores, lombadas, semáforos, remanejamento de acessos, faixas laterais, mudanças localizadas de geometria viária, e até mesmo a pavimentação de algumas vias internas nos municípios, objetivando criar alternativas de circulação para o tráfego urbano. A pista da BR 101/SC no entanto continuava simples.

Deve-se salientar que providências de curto prazo e localizadas, como as do atual projeto de duplicação, não vão resolver o problema de forma global, sob pena de incorrer-se nos mesmos problemas.

A área de estudos, apresenta também problemas detectáveis quando olhados sob uma outra ótica. Sob o ponto de vista geomorfológico, por exemplo, segundo IPUF<sup>38</sup>, a área conurbada situa-se numa planície litorânea de largura variável, que se estende até o interior dos vales dos rios que banham a região e o contorno de várias serras orientadas (Serra do Tabuleiro, Cambirela e Filomena). As áreas pertencentes ao conjunto de serras e seus prolongamentos apresentam-se como declividades superiores a 55% a partir da cota 50, e a ocupação indiscriminada trará problemas graves de erosão por desmatamento e a própria poluição dos rios por assoreamento e agrotóxicos.

Do exposto, observa-se também a necessidade de atualizações constantes, melhorias e cumprimento dos planos diretores dos municípios, destacando-se a necessidade de colaboração conjunta e permanente entre os municípios de Florianópolis, Biguaçu, São José e Palhoça.

Se a integração entre Governo Federal, Estadual e Municipal houvesse realmente acontecido em toda sua plenitude e os recursos do planejamento urbano e rodoviário aplicados eficazmente durante todos estes anos, através de medidas concretas e de impactos, teríamos, certamente uma situação bem diferente da atual, pois o desenvolvimento teria sido bem maior, sob controle e segundo direções e manejo mais adequado do uso do solo.

Uma citação bem apropriada, encontrada nos estudos de GEIPOT<sup>30</sup>, apresenta o seguinte: "Observe-se ainda que as soluções convencionais precipitadas, correntes na prática rodoviária, desprezam os recursos do planejamento urbano e a utilização de mecanismos de prote-



ção do eixo viário a longo prazo".

Segundo BICUDO, Ivo de Almeida<sup>7</sup> define vias expressas, como parte de um sistema de transporte, e que não podem resolver sozinhas problemas de tráfego; elas podem apenas integrar-se numa solução global que costuma ser normalmente complexa.

## 7.2 - Elaboração de Plano Funcional ao Longo da BR 101/SC

Em razão da grande quantidade de conflitos existentes ao longo da BR 101/SC, com sucessão de pontos negros, deficiências em termos de segurança e operacionalidade do tráfego, o DNER-16<sup>9</sup> DRF, identificou na região da Grande Florianópolis, uma extensão considerada crítica, iniciando-se junto ao Rio Biguaçu e o término coincidindo com Rio Maruim na Palhoça.

O Plano Funcional que prevê a duplicação por alargamento do segmento crítico, baseou-se em dados de trânsito existentes, análises de capacidade e circulação viária, levando ainda em consideração as interferências entre o tráfego local, de média, e longa distância.

O Plano Funcional desenvolvido pretende reordenar a circulação viária existente, bem como estabelecer uma hierarquia entre a BR 101/SC e as vias pertencentes ao sistema local.

Como providências concretas, o plano indica as seguintes: ruas laterais ao longo de todo o segmento crítico, eliminar travessias em nível e limitando a quantidade existente, separação física entre pistas. As providências visam alocar às ruas laterais a maior parte do tráfego local, priorizando o de longa distância.

Os estudos de capacidade em relação ao plano funcional consideram após abertura um nível C, ou seja, faixa de fluxo estável, onde muitos dos motoristas, no entanto, sofrem restrições na liberdade de escolha da sua velocidade, mudança de faixa ou ultrapassagem, até o 10º ano nos segmentos mais solicitados, e propõe estender o horizonte do projeto para o 15º ano num nível C, através da incorporação do acostamento com largura de 3,00 metros, que passaria a funcionar como terceira faixa.

Como se observa, a preocupação é dar prioridade ao tráfego de longa distância, visando-se através das interseções em níveis diferentes e ruas laterais, coibir o tráfego local sobre a BR 101/SC.

Ao órgão federal portanto, o DNER, cabe a função de garantir o fluxo do tráfego de longa e média distância a um nível de serviço compatível com as necessidades, cabendo as prefeituras locais adequarem e preverem o comportamento do tráfego local, já que à rede viária local, está sendo incorporado um novo sistema que prevê o deslocamento marginal e transversal à rodovia através de ruas laterais e interseções a dois níveis.

### 7.3 - Acidentes de Trânsito

Conforme DNER<sup>19</sup>, o segmento crítico situado entre os km 193 e 216 + 522m, representa 5,37% da extensão total entre a Divisa PR/SC e Divisa SC/RS, e nele ocorreram 30% do número total de acidentes registrados durante os anos de 1984 e 1985.

Como pode ser observado no quadro 7.1, os acidentes aumentaram na gravidade e em quantidade, e as mortes referem-se àquelas observadas apenas no local.

QUADRO 7.1

ANO	VMD	MORTOS E FERIDOS	ACIDENTES	RELAÇÃO
1984	10.278	511	546	0,94
1985	10.843	592	570	1,04
VARIAÇÃO 84/85	5,50	15,85	4,4	-

FONTE: DNER-16<sup>o</sup> DRF.

## 7.4 - Estudos de Tráfego Existentes

### 7.4.1 - Considerações Gerais

Em conformidade com o que foi visto em BLUNDEN, W.R.<sup>8</sup> e PAQUETE, Radnor J. et al.<sup>56</sup>, o ciclo tráfego x uso do solo na Área de Estudos, teve seu processo deflagrado no momento em que usuários das localidades atingidas pela passagem da BR 101/SC passaram a perceber as vantagens proporcionadas pelas novas facilidades. O efeito polarizador passou também a atrair pessoas de localidades mais afastadas com atividades diversificadas das existentes na área, e o uso do solo passando a sofrer modificações constantes.

Se durante um bom período passa-se a contar com facilidades proporcionadas pela oferta, sem o devido controle da ocupações do solo marginal e da expansão urbana, e por falta de melhores opções tem-se no período mais recente em função da demanda crescente a necessidade de novas melhorias, que no caso da BR 101/SC iniciou-se a partir dos estudos de tráfego.

Na Área de Estudos, as contagens volumétricas e pesquisas de Origem/Destino procedidas pelo DNER-16<sup>o</sup> DRF, através da empresa contratada Iguatemi Ltda., levaram em consideração dados de contagens

mecanizadas existentes, novos dados levantados através da pesquisa de origem/destino baseado em registro de placas, para caracterizar e quantificar o tráfego existente entre Tijucas e Palhoça, conforme quadro resumo, abaixo.

QUADRO 7.2 - Pesquisa de O/D através registro de placas na BR 101/SC entre Tijucas e Palhoça

CATEGORIA DE VEÍCULOS	U.M.D.			
	POSTO 1 PALHOÇA	POSTO 2 BIGUAÇU	POSTOS 1 E 2	
			Vdp	%
CARRO PASSEIO	3.094	4.331	1.008	32
ÔNIBUS	349	488	107	3
CAMINHÕES	3.390	3.931	2.058	65
TOTAL	6.833	8.750	3.173	100

FONTE: DNER-16º DRF (1988).

Do quadro acima observa-se que 41% é relativo ao tráfego de longa distância, não estando incluído nestes valores a participação conflitante do tráfego de curta distância que é resultante da ocupação marginal e das áreas urbanas adjacentes.

Os movimentos identificados são do tipo externo-externo, caracterizando o tráfego de longa distância, o interno-externo e externo-interno para média distância. Os movimentos interno-interno não foram quantificados pela empresa.

O DNER-16º DRF através das contagens e pesquisas de O/D entre Tijucas e Palhoça dividiu a extensão segundo dois segmentos a saber: Tijucas-Biguaçu e Biguaçu-Palhoça.

O primeiro segmento apresentou características de via rural, com predominância do tráfego de longa distância.

O segundo segmento, contido na Área de Estudos, apresenta características típicas de via suburbana e urbana, com interferências

entre os movimentos identificados de tal ordem, que quando associados aos grandes volumes detectados, geram fatores perturbadores tão intensos que o segmento assume a condição de segmento crítico, apresentando vários reflexos negativos, destacando-se a falta de segurança e o crescente número de acidentes fatais.

#### **7.4.2 - Zonas de Tráfego**

No segmento estudado o DNER-16º DRF detectou um total de 80 zonas de tráfego. Destas, duas são externas, e as 78 restantes consideradas internas são originadas das 39 interseções existentes.

A fim de viabilizar a contagem, a empresa selecionou os postos de contagens a partir das interseções selecionadas no plano funcional, considerando como zonas aquelas áreas contidas entre duas interseções, e ocupando ambos os lados da rodovia. As zonas de tráfego adotados ficam contidas entre duas linhas transversais ao eixo da rodovia.

As simplificações introduzidas pela empresa decorre da grande quantidade de movimentos detectados e os procedimentos de pesquisa de O/D utilizados, através do registro de placas.

#### **7.4.3 - Geração, Distribuição, Repartição Intermodal e Alocação de Tráfego**

A partir das zonas selecionadas e pesquisas de Origem e Destino realizadas, o DNER-16º DRF, dividiu os estudos de tráfego, em: Geração de tráfego, Distribuição de tráfego, Repartição Intermodal e

Alocação de tráfego. Abaixo apresentamos os resultados obtidos pelo órgão na etapa relativa a geração de tráfego.

#### 7.4.3.1 - Geração de tráfego

O modelo resultante escolhido pelo DNER foi a representação da demanda em função da população residente, sendo esta baseada em estimativas do IBGE<sup>36</sup>.

Para cada um dos três municípios a relação tráfego x população deu-se segundo a equação:

$$T_m = 0,095 \cdot P_m^{1,035} \quad (R = 0,818)$$

onde:

$T_m$  - tráfego urbano no município m

$P_m$  - população residente no município m.

Com relação as populações, as estimativas para os três municípios e a capital, considerando as séries históricas entre 1975 e 1989, com taxas de crescimento geométrico de 2,8% ao ano para Florianópolis, 5,8% para São José, 5,1% para Palhoça e 3,0% para Biguaçu, a empresa obteve por análises de regressão as seguintes previsões:

Florianópolis	- P = 162.726 (1,028) <sup>t</sup>	com R = 0,997
São José	- P = 63.800 (1,058) <sup>t</sup>	com R = 0,991
Palhoça	- P = 28.944 (1,051) <sup>t</sup>	com R = 0,993
Biguaçu	- P = 18.330 (1,030) <sup>t</sup>	com R = 0,997

#### 7.4.3.2 - Análise Crítica

Ao tomar conhecimento da metodologia para estimativas de tráfego gerado a partir da pesquisa de origem e destino apresentamos a

seguir uma análise que busca associar as vantagens que poderiam ser oferecidas pelo Sensoriamento Remoto.

Está mais que claro nas seqüências históricas de fotografias aéreas e imagens de satélite que as expansões observadas na Área de Estudo tiveram como fenômeno indutor a polarização exercida pela BR 101/SC e a própria BR 282/SC.

A expansão gradativa e concêntrica normalmente observável na maioria das cidades não ocorre no caso, a partir dos centros de cada município envolvidos, e sim ao longo da rodovia BR 101/SC.

No caso das zonas selecionadas pela empresa, embora os valores do tráfego a ser gerado devam continuar os mesmos independente de como as mesmas foram concebidas, cremos que outros procedimentos mais precisos poderiam ser utilizados. Ao tentar-se delimitar cada zona entre duas transversais à pista existem várias situações de sobreposição de zonas já que estas não se dão segundo áreas retangulares pois o eixo da rodovia não é uma reta contínua.

O voo procedido compreende uma largura limitada e que prioriza o eixo existente. Em situações do tipo onde a conurbação já atinge dimensões significativas faixas adicionais de voo poderiam ser realizadas para cobrir toda a mancha urbana, ou no caso de restrições financeiras, complementar o conhecimento da área através de imagens de satélite, resguardando-se as potencialidades e restrições para aplicações específicas, já que o nível de resolução espacial necessário, ao longo da diretriz, para detalhamentos através restituição aerofotogramétrica, ainda só é possível com fotografias aéreas de grande escala.

As zonas de tráfego definidas é que permitiram a obtenção das demandas baseadas na população estimada. Como cada bolsão populacional existente na BR 101/SC é que vai contribuir de fato através dos

vários deslocamentos até a rodovia, através de caminhos mínimos, uma alternativa mais precisa para estimar demanda poderia ser a de se considerar o caso de um ou vários bolsões populacionais, que demandam as interseções selecionadas no plano funcional.

Como já visto na revisão bibliográfica, as estimativas populacionais podem se dar a partir das áreas urbanas detectáveis nas fotografias ou imagens de satélite. No caso, as fotografias aéreas obtidas poderiam servir para detalhamento do projeto básico/executivo, enquanto que as imagens poderiam ser utilizadas para verificar as tendências de crescimento dos bolsões populacionais, e estimativas de crescimento através da correlação existente com áreas observáveis, bem como o Monitoramento que se fará necessário após implantação da duplicação, bem como pesquisas de O/D complementares.

Observa-se que as pesquisas de O/D partem de uma pesquisa atual e as demandas no estudo realizado a partir de tendências observadas nas séries históricas do IBGE.

Nos estudos procedidos pela empresa, as tendências de crescimento populacional foi de 5,8% para São José, 5,1% para Palhoça, e 3,0% para Biguaçu. Os dados do último censo, ou seja, 1991 apresentou no entanto o maior índice para Palhoça de 5,46% e o seguinte para Biguaçu, 4,29%, e o menor índice para São José, de 4,27%.

Pesquisas de O/D complementares e estudos de demanda utilizando Sensoriamento Remoto poderiam ser procedidas para ajudar e prever mudanças no plano funcional, bem como de todas as áreas dos municípios que exercem suas ações sobre a rodovia.



## **8 - FOTOINTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DAS AEROFOTOS E IMAGENS ÓRBI- TAIS**

### **8.1 - Fotointerpretação e análise das fotografias aéreas obtidas du- rante os anos de 1957 e 1978**

#### **8.1.1 - Fotointerpretação e análise da Grande Conurbação**

a) A partir da observação feita do Aglomerado Urbano de Florianópolis, envolvendo a Capital e os municípios da Área de Estudo, constata-se uma conurbação física que tem como maior concentração a conurbação Florianópolis e São José.

Esta expansão verificada por fotografias aéreas e imagens orbitais de datas diferentes e de conformidade com o IPUF<sup>38</sup>, tem como justificativa o maior custo das terras na ilha, as facilidades oferecidas pela BR 101/SC, e os usos industriais e de serviços, razão do próprio crescimento urbano do Aglomerado.

b) A partir das fotografias aéreas de 1957 e 1978, pode-se observar a estrutura de ocupação do espaço urbano e rural da Área de Estudos através de áreas alongadas em decorrência da ocupação natural, orientadas longitudinalmente a partir do mar, com linhas de penetração em direção ao meio rural e as novas ocupações motivadas a partir de ligações planejadas.

c) Observa-se com base no traçado existente, que a BR 101/SC durante a sua implantação, mesmo além do segmento em estudo, tinha como objetivo principal a ligação, integração e desenvolvimento rápido da região atravessada.

Conforme IPUF<sup>38</sup>, o planejamento tradicional dos transportes ao avaliar a malha viária, considerava os centros urbanos como simples pontos. Isto trouxe como consequência problemas de transportes implicando em soluções normalmente complicadas e bastante caras.

d) Sob o ponto de vista estratégico, a sua posição em relação ao mar constitui-se no elo de ligação do transporte rodoviário e marítimo, bem como uma integração maior com a capital. Sob o ponto de vista econômico, portanto, a existência do principal corredor de exportações do Estado de Santa Catarina.

e) Quanto as características geométricas da BR 101/SC, verifica-se o atendimento às normas do projeto geométrico já existentes na época, no que se refere a raios de curva, tangentes, ângulos, e largura de pista.

- f) Ao longo de toda a extensão visualizada, constata-se facilmente a partir dos níveis de cinza e proximidades à rodovia, a existência de terraplanagens pura e simples, objetivando obtenção de materiais de construção, bem como o preparo do terreno para futuros loteamentos em razão das facilidades criadas pela nova via. Observa-se, portanto, uma ocupação marginal da BR 101/SC sem critérios e ações de cunhos individuais especulativos, e até predatórios. Problemas de desorganização espacial são facilmente observáveis.
- g) As divisas dos municípios que compõem a área de estudos, na BR 101/SC, foram facilmente caracterizadas nas fotografias a partir das informações extraídas das cartas topográficas do IBGE, já que de uma maneira geral, as divisas próximas dos perímetros urbanos são coincidentes com os cursos dos rios existentes. A única dúvida levantada diz respeito aos limites dos municípios de São José e Florianópolis, entre os rios Araújo e Rio Büchele. A indicação contida na carta é apenas parcial e segundo informações do técnico da SEPLAN, existem até três alternativas, pois com verificações "in loco", constataram que moradores locais costumam receber dois carnês para pagamento de imposto, um da Prefeitura Municipal de Florianópolis, e outro da Prefeitura Municipal de São José.
- h) Embora nossa atenção não esteja voltada para a representação detalhada de todos os cursos d'água, e somente para os principais rios visualizados facilmente pelas suas desembocaduras no mar, observa-se nas fotografias de 1957 e 1978 por exemplo, com referência ao município de Palhoça extensas áreas de banhados sendo aterradas. Com relação aos principais rios, nas fotografias de

1957 se apresentavam correndo sinuosamente nas partes mais estreitas e nas fotos de 1978 segundo segmentos retos. Observa-se também ligações segundo retas, substituindo cursos naturais de pequenos córregos ou canais de drenagem. Um estudo detalhado poderia ser desenvolvido a partir de fotografias em grande escala.

### **8.1.2 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de Biguaçu e suas expansões**

O primeiro segmento analisado tem seu início no centro urbano de Biguaçu, limitando-se ao sul na divisa com o município de São José, coincidindo com o Rio Serraria, e a expansão norte dando-se em direção a localidade de São Miguel, pertencente ao município.

a) A rede viária existente apresenta-se bastante clara, e facilmente identificável sob o ponto de vista do que é urbano ou rural.

A partir da estereoscopia, cartas e estudos existentes, verifica-se uma expansão urbana condicionada a Topografia local, com morros situados na parte Oeste, áreas inundáveis do Rio Biguaçu e o próprio mar.

A ocupação induzida pelo sistema viário dá-se segundo duas direções principais. A primeira adentrando a área rural em direção a localidade de Três Riachos e município de Antônio Carlos, e a segunda seguindo basicamente a BR 101/SC e a antiga rodovia estadual.

b) Em termos da classificação funcional, é possível ter-se uma noção das vias. A BR 101/SC operando como rodovia arterial principal

(mobilidade e segurança), antiga rodovia estadual, como uma coletora primária (mobilidade e acessibilidade), algumas vias urbanas de maior extensão operando como arteriais, e as demais como vias urbanas locais.

c) Observa-se que o traçado da antiga rodovia estadual ainda se destaca. Em termos de planimetria, o traçado apresenta-se bastante irregular, e de acordo com a CB/17 de 1976 (Classificação Funcional), com uma origem mais espontânea que planejada e o seu desenvolvimento no terreno acompanha as eventuais facilidades da topografia natural do terreno, quando observado no estereoscópio.

d) Considerando-se a diretriz da antiga rodovia estadual e a diretriz da BR 101/SC, as mesmas são aproximadas.

O traçado da BR 101/SC segue de perto o traçado da antiga rodovia em alguns segmentos, interceptando-a em vários pontos, contornando muito próximo a área urbana central, e deslocando-se longitudinalmente próxima as concentrações populacionais, fato este já constatado no levantamento aéreo realizado em 1957.

e) Considerando-se o que foi apresentado no item acima e as tendências de ocupação, se observadas as fotos de 1957 e as de 1978, as interseções resultantes das outras rodovias, trouxeram como conseqüências danosas, o surgimento de bolsões populacionais, ocupações laterais da BR 101 mais acentuadas, interseções indesejáveis em nível, e o que é pior: o conflito do tráfego local com o tráfego de médio e longo percurso, objeto hoje de caríssimos programas, para solucionar os chamados problemas de travessias urbanas.

- f) Com relação a ocupação de novas áreas, se comparadas às fotos de 1957, observa-se junto ou próximo da BR 101 novos loteamentos, instalações comerciais, industriais, etc., ou quando afastados em direção ao mar, com direcionamento para a BR 101/SC, através de extensos segmentos de vias urbanas.
- g) Em razão de soluções isoladas e a política do órgão responsável pela manutenção e operação da rodovia, o DNER, constata-se em relação ao levantamento aéreo anterior, a implantação de algumas vias laterais que canalizam o tráfego local dos bolsões e dos loteamentos marginais, às vezes até as interseções existentes, pois existem situações onde há necessidade de continuidade das citadas vias.
- h) Quanto as interseções existentes, consegue-se com auxílio da lupa, distinguir aqueles trevos de maior porte construídos com base em projetos, que atendem localidades da região, trevos de menor porte atendendo estabelecimentos diversos, e aqueles que podem ser considerados como irregulares, por não apresentarem características geométricas definidas, ao interceptarem a pista em nível.
- i) Quanto a ocupação litorânea, ela apresenta-se mais intensa junto a praia do João Rosa e próxima a Pedra do Letreiro.
- j) Em termos de resolução espacial e a escala do produto utilizado, é relativamente fácil quantificar o número de domicílios existentes na área urbana do município, destacando-se em razão das dimensões de maior vulto, instalações industriais, escolas, etc.

Da foto, detectou-se aquelas áreas de maior dimensão, e a identificação a partir da carta topográfica do IBGE em escala 1:50.000. Para áreas construídas detectadas nas fotos, e que não constam da carta, por serem certamente posteriores a esta, somente conseguiu-se resolver a questão com verificações "in loco" e podendo servir para atualização da mesma.

As principais áreas construídas detectadas e identificadas são às seguintes:

FI 1 - Industriais de conservas Wildner

FI 2 - Fábrica de Plásticos (INPLAC)

FI 3 - Madreira Imatel.

k) Com relação as áreas de terraplenagem objetivando construção ou ampliação de instalações comerciais, industriais ou loteamentos residenciais, observou-se de 1957 até 1978, ou seja após construção da BR 101/SC uma ocupação significativa com a identificação daquilo que é coincidente com a época de tomada das fotos, haja visto que áreas exploradas no período com as diversas finalidades ou foram ocupadas por construções, ou a vegetação nativa substituída por gramados, ou a ação da natureza na tentativa de por si só tentar restabelecer o equilíbrio, principalmente em áreas de jazidas que forneciam materiais de construção, áreas estas que costumam ser abandonadas imediatamente após a exaustão de seus recursos.

l) A área urbana, apesar de continuar crescendo no sentido transversal à rodovia BR 101/SC, apresentou uma maior ocupação no sentido de continuidade longitudinal, apresentando já em 1978 as características de expansão urbana para formar conurbação com a área ur-

bana vizinha.

### 8.1.3 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de São José

O segmento estudado tem seu início na divisa Biguaçu-São José, segundo o Rio Serraria, e término na divisa São José-Palhoça, segundo o Rio Maruim. Com relação a Capital Florianópolis, o limite se dá segundo os Rios Araújo e Büchele.

a) A rede viária existente apresenta-se bastante clara, e facilmente identificável sob o ponto de vista do que é urbano ou rural.

A orientação da ocupação induzida pelas principais vias dá-se segundo três direções principais. Com características de atendimento urbano, a primeira direção segundo a BR 101/SC, e as vias radiais (se considerando a origem em São José) Presidente Kennedy e Leoberto Leal, com características de vias de penetração e, atendendo o meio rural, tem-se a terceira direção.

b) Em termos de uma classificação funcional é possível ter-se uma noção aproximada a partir da geometria apresentada, porém bem mais complexa se comparada ao segmento anterior. De uma forma resumida pode-se identificar como rodovia arterial: 1) principal, a BR 101/SC, 2) via urbana expressa o pequeno segmento da BR 282/SC, 3) a antiga rodovia estadual agora como uma via urbana arterial primária, 4) algumas vias urbanas arteriais primárias, 5) algumas vias arteriais secundárias e 6) as demais na sua maioria como vias locais.



c) Na comparação entre fotografias de 1957 e 1978, com relação as antigas rodovias estaduais observa-se uma alteração do comportamento operacional das mesmas, bem como em termos de classificação, em virtude da transferência do tráfego de longa distância para a nova BR 101/SC e BR 282/SC.

Quando se trata de rodovias estaduais os níveis de serviço costumam ser acompanhados, controlados, e até melhorados através de soluções de ordem técnica nas antigas rodovias estaduais. Fazendo agora parte da rede viária urbana o que se verifica nas fotos de 1978 é uma ocupação lateral intensa com grande quantidade de cruzamentos em nível, e o uso do solo sem o devido controle.

d) Como visto em BLUNDEN, W.R.<sup>08</sup>, e PAQUETE, Radnor J. et al.<sup>56</sup>, a relação entre tráfego e uso do solo geraram o seguinte ciclo: aumento no valor da terra, mudança no uso do solo, aumento do número de viagens, aumento da demanda, necessidade de oferecer facilidades de transportes, aumento de acessibilidade. Se observadas as duas seqüências de fotografias aéreas, 1957 e 1978, é fácil verificar que as três vias urbanas com origens nas pontes Hercílio Luz e Colombo Sales mantêm praticamente os traçados originais e não fecham o ciclo de uso do solo x transporte no que se refere a oferta e acessibilidade, apesar do crescimento significativo da rede viária que ficou apoiado no sistema local, composto de vias urbanas de pequenas extensões.

Os bolsões de crescimento e suas tendências são facilmente observáveis e estas informações fornecidas pelas fotografias aéreas, deveriam ser utilizadas com mais eficiência para recuperar e/ou melhorar a mobilidade do sistema coletor, com medidas do tipo: alargamentos, melhorias do pavimento, intersecções principais

a dois níveis, ordenação do uso do solo, etc.

A partir das tendências observadas é possível prever e garantir áreas para melhorias e ampliação do sistema viário urbano existente, e coibir também o uso indiscriminado de áreas sob o ponto de vista ambiental.

f

e) Com a implantação da BR 101/SC, e já do pequeno segmento da BR 282/SC, o ciclo tráfego x uso do solo teve no período o seu ciclo normal, pois as facilidades de transporte oferecidas com o conseqüente aumento de acessibilidades, aumentou a procura por terras, com conseqüente valorização das áreas e mudanças no uso do solo. A ocupação e uso do solo foi tão rápida e intensa, que áreas de caráter tipicamente rural transformaram-se em urbanas. Como pode ser observado nos "overlays" (1957 e 1978), os pontos indicando a distribuição dos domicílios apresentam uma densidade bem superior das áreas ao longo da BR 101/SC, comparado a própria área onde se situa a sede do município.

f) Ao se comparar as fotografias de períodos diferentes, vê-se nas de 1957, estradas, ruas e caminhos de acesso apresentando-se na sua maioria, principalmente nas periferias dos limites hoje urbanos, muita sinuosidade, ruas estreitas e baixa ocupação populacional, contrastando com as fotos de 1978, onde as vias apresentam-se na sua maioria retilíneas em loteamentos, ou pela expansão mais planejada da rede viária, e todas as vias arteriais urbanas primárias, com secundárias segundo paralelas entre si, e transversais a BR 101/SC, principalmente na localidade de Barreiros. Entre a BR 101/SC e bairro Estreito, onde a tendência de escoamento das vias se davam transversalmente à Rua Leoberto Leal,

visto nas fotos de 1957, a tendência principal dos arruamentos se manteve, mas buscando alternativas de chegar a BR 101/SC mais rapidamente através de paralelas a rua Leoberto Leal e outras. Nas fotos de 1978, observa-se já o efeito polarizador do segmento da BR 282/SC.

- g) As maiores concentrações da conurbação observada em 1978 dá-se segundo os bairros Barreiros e depois Kobrasol I. As tendências já podiam ser vistas pela ocupação em 1957, em razão da maior proximidade e acessibilidade em relação a Capital.

Em ordem decrescente, temos também grandes concentrações populacionais em direção ao município seguinte, através dos bairros Floresta, Kobrasol II, Forquilha e a área urbana mais antiga do município que abriga sua sede.

Destaca-se também sobre aquelas estradas mais antigas, de caráter rural, que se apresentam longas e sinuosas tanto nas fotos de 1957 como nas de 1978. Ao longo destas, a concentração populacional cresceu muito pouco, mas dando lugar a atividades avícolas, através de estabelecimentos tais como: Frigorífico Macedo, Granja Macedo, Granja Canta Galo, Granja Forquilha e outras de menor porte.

Apesar do crescimento observado em todas as direções, e principalmente ao longo da rodovia, ele foi muito mais intenso que nos outros dois municípios, e as conurbações, dando-se ao longo da BR 101/SC com em Biguaçu e em Palhoça, e em direção a ilha, onde o bairro Barreiros pertencente ao município de São José e o bairro Estreito pertencente a Capital formaram no período a maior conurbação.

h) A separação entre os bairros ainda é visível nas fotos de 1978, observando-se a tendência da aglomeração entre os bairros Barreiros, Bela Vista e Floresta. A separação observada dá-se ainda segundo áreas de vegetação secundária e gramíneas.

Se consideradas isoladamente quanto a forma das concentrações dos vários bairros, os contornos dão-se segundo polígonos irregulares, mas mantendo no geral o sistema viário tipo tabuleiro e xadrez.

i) Neste segmento, também em função da resolução espacial e escala do produto utilizado, é relativamente fácil quantificar também nas áreas urbanas, os domicílios existentes, destacando-se as instalações industriais, comerciais, escolas, etc., de grande porte, em função das dimensões e tipo característico dos galpões mais modernos, com coberturas contínuas e materiais de alta reflectância.

Das instalações detectadas, apresentamos abaixo algumas mais importantes identificadas com auxílio da carta do IBGE.

FI<sub>4</sub> - Fábrica de Móveis Irimar

FI<sub>6</sub> - Ceasa

IP<sub>1</sub> - Ginásio de Esportes

IP<sub>2</sub> - Instituto São José (FUCABEM)

IP<sub>3</sub> - Escola Wanderlei Júnior

IP<sub>4</sub> - Escola Juscelino Kubistchek

IP<sub>5</sub> - Instituto São José (FUCABEM).

j) Com relação as áreas de terraplenagem objetivando construções ou ampliações de áreas industriais, comerciais, órgãos públicos, e principalmente loteamentos residenciais, observa-se facilmente de

1957 a 1978, após implantação da BR 101/SC e do segmento da BR 282 entregue em 1976, considerando-se o que é coincidentemente com a tomada das fotos, uma grande quantidade de áreas aterradas. Áreas desmatadas para finalidades diversas ao longo do período foram ocupadas por construções, substituídas por outro tipo de vegetação como gramados, ou pela ação da natureza em tentar restabelecer o equilíbrio natural.

Dos três municípios estudados, verifica-se que a maior movimentação de terra em serviços de terraplenagem aconteceu no município de São José.

k) Comparando-se as fotos de períodos diferentes, verifica-se que durante a implantação, várias ruas existentes foram interceptadas e simplesmente implantados apenas aqueles trevos de acesso considerados mais importantes.

O que se verifica na fotografia de 1978 é uma proliferação resultante de interseções em nível, muitas das quais nitidamente de caráter irregular.

É fácil observar também a existência "in loco" de uma quantidade bastante reduzida de ruas laterais que servem para conduzir e canalizar o tráfego local.

A partir do exposto, é relativamente fácil prever os conflitos entre o tráfego local, o de média e longa distância, tendo como eixo principal a rodovia BR 101/SC.

Um fato verificado nas fotos e constatados no campo, é a proximidade na localidade de Barreiros, da grande quantidade de casas e instalações comerciais junto a rodovia BR 101/SC, garantindo para rodovia uma faixa de segurança aquém das necessidades, e que dificulta inclusive implantações de melhorias.

#### 8.1.4 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de Palhoça

O segmento considerado para estudo tem seu início junto ao Rio Maruim indo até o trevo existente para Santo Amaro da Imperatriz.

a) A rede viária existente em 1978 apresenta-se bem definida e as áreas de expansão urbana e rural facilmente identificáveis.

A orientação da ocupação induzida pelas principais vias dá-se segundo a ligação Palhoça a Santo Amaro, antiga estadual ligando Palhoça a São José, e estradas de acesso à localidades, anteriormente bastante isoladas, como Barra do Aririú.

b) A partir da comparação entre fotografias de 1957 e 1978, observa-se facilmente uma alteração do comportamento operacional das vias, ensejando possivelmente uma mudança da classificação funcional. Como visto em SENSO, Wlastermiller de<sup>62</sup>, em função das necessidades e dos melhoramentos que uma estrada pode ter, como aumento da capacidade de escoamento, possibilidade de alteração da sua classificação passa a existir. A situação inversa também existe.

c) Se comparadas as fotos de 1957 e 1978, observa-se que a área central urbana pouco se alterou, haja visto que a expansão estava contida pela área de mangue. Em razão das facilidades oferecidas pela antiga estadual, a expansão mais intensa deu-se junto a mesma através de arruamentos transversais em direção a orla marítima.

A acessibilidade oferecida pela BR 101/SC, se observadas as fotos estereoscopicamente ou através de inspeção "in loco", apre-

senta-se em menor grau, já que a rodovia atravessa a localidade com um greide bem mais elevado, que as áreas adjacentes, e o adentramento à rodovia dando-se de um modo geral pela canalização do tráfego aos trevos existentes por meio de segmentos isolados de ruas laterais.

- d) Os bolsões de crescimento e áreas de expansão podem ser observadas a partir das estradas de caráter rural já presentes nas fotografias de 1957 em função das melhores condições de topografia. As constatações são procedidas através da estereoscopia, ou das próprias cartas do IBGE.

Em função das restrições de topografia e áreas de mangue, o crescimento junto a BR 101/SC já começou a se intensificar com a construção de novos loteamentos como o Jardim Eldorado, Jardim Eucalipto e nas fotos de 1978, constatou-se mudança do uso do solo, com a expansão urbana sobre áreas rurais.

Ao contrário do município de São José onde a expansão deu-se sobre uma topografia mais acessível, e mantendo pouco alterada a situação rural, a área rural mais próxima da área urbana de Palhoça passou a apresentar uma maior concentração populacional como verificado nos "overlays" (1957 e 1978) através da representação gráfica dos domicílios por pontos.

Aqui, ao contrário do município de São José, a sede do município ainda continua atuando como centro de gravidade.

- e) Se observada a evolução da ocupação no período, através da concentração dos pontos, constata-se em 1978 a tendência de expansão para Palhoça com os loteamentos residenciais na sua fase inicial de ocupação.

Isto pode ser justificado pela valorização das terras em São José, o primeiro município sujeito a influência direta da expansão da capital. Os preços mais altos vão aos poucos forçando populações de baixa renda a se estabelecerem em localidades cada vez mais afastadas.

f) A separação entre as várias concentrações ainda é visível pela vegetação existente, e a tendência das aglomerações são claras.

Os contornos das várias concentrações ocorrem segundo polígonos irregulares, mas mantendo internamente o tabuleiro de xadrez nas zonas menos acidentadas.

## **8.2 - Fotointerpretação e análise das imagens SPOT-TM relativas aos anos de 1988 e 1990**

### **8.2.1 - Fotointerpretação e análise da Grande Conurbação**

Nesta segunda fase de fotointerpretação clássica e análise, considerando os anos de 1988 e 1990, agora com conhecimento prévio das tendências de expansão fornecido pela interpretação de fotografias aéreas, tem como objetivo, estender a análise a partir de um produto que mesmo não oferecendo a mesma resolução espacial, oferece em contrapartida outras vantagens não oferecidas pelo produto utilizado tradicionalmente, como visto na revisão bibliográfica.

Durante a análise da Área de Estudos, no que se refere ao seu desenvolvimento, tendências de expansão, uso do solo, rede viária, etc., será analisado também em paralelo o potencial oferecido pelas imagens SPOT pancromática e falsa cor, bem como suas limitações nes-



te tipo de aplicação específica.

Na imagem pancromática observa-se uma tonalidade mais clara das áreas urbanas, coincidente com a que foi obtido a partir das fotografias aéreas em preto e branco, quando compara-se com os arredores que apresentam uma maior variação nos níveis de cinza. Nas imagens TM coloridas falsa cor o que se observa para as áreas urbanas é uma mancha em tonalidade azulada, com variações, e a sua identificação torna-se bastante fácil em razão do conhecimento da Área de Estudo, escala do produto utilizado e o contraste com as áreas de vegetação.

a) Também na imagem de 1988, observa-se a maior conurbação do Aglomerado Urbano de Florianópolis, envolvendo a Capital e os municípios da Área de Estudo entre Florianópolis e São José.

A segunda maior conurbação verificada entre 1978 e 1988 começou a materializar-se com grande intensidade entre São José e Palhoça segundo duas frentes urbanas bastante significativas.

A terceira conurbação, materializando-se entre São José e Biguaçu, segundo frentes urbanas ainda intercaladas de áreas verdes. Neste caso, a maior intensidade da expansão urbana observada para formação da conurbação dá-se a partir de São José, em direção a Biguaçu.

O efeito polarizador das duas rodovias é notadamente observado a partir das seqüências de fotografias e imagens.

b) Mesmo com resolução espacial inferior àquela fornecida pelas fotografias aéreas, a estrutura de ocupação do espaço urbano e rural continua bastante clara, tanto na imagem pancromática, quanto na composição colorida falsa cor. É ainda notada a antiga ocupação natural a partir do mar, segundo áreas alongadas, linhas de penetração ao meio rural, e ligações intermunicipais. A medida que se caminha do litoral para o interior, observa-se na composição colorida uma

maior movimentação do relevo.

c) Como visto em FORESTI, Celina<sup>25</sup>, além da tonalidade e textura, feições do contexto como a rede de transporte é um fator importante na identificação de áreas urbanas, pois centros urbanos na sua maioria costumam se localizar ao longo ou bem próximos das vias de transporte.

Apesar de no conjunto conseguir-se ter uma noção ainda clara da rede viária na Área de Estudos, as resoluções do produto passam à oferecer algumas restrições quando se tenta identificar vias que eram facilmente claras e visíveis nas fotografias aéreas. As duas ruas partindo das cabeceiras das pontes Hercílio Luz e Colombo Sales, por exemplo, não são visíveis facilmente, mas identificáveis ainda pela baixa variação na tonalidade, e o conhecimento do intérprete da área. A identificação neste caso foi obtida com mais facilidade na imagem pancromática.

Outro aspecto interessante, refere-se a visualização da rede viária dentro da mancha urbana. Nas áreas em que a densidade de ocupação domiciliar é menor, as vias que compõem o sistema viário apresentam-se mais distintas, o mesmo não acontecendo em áreas de grande concentração. Nas áreas de grande concentração como o centro urbano de Florianópolis, com grande concentração tanto no sentido horizontal como vertical, a rede viária urbana praticamente desaparece, devido a estratificação da cena em classes que agrupam "pixels" de padrões espectrais semelhantes. é interessante lembrar quando se fala em resolução, que o mesmo conceito adotado em fotografias, onde a resolução é medida segundo pares de linhas por milímetro, nas imagens obtidas a partir de satélite a resolução é baseada em "pixels".

d) Dimensões lineares e ângulos das vias principais como rodovias BR 101/SC, BR 282/SC, rodovias estaduais ligando a área de es-

tudo a municípios vizinhos passando por meio rural ou coletoras locais são perfeitamente detectáveis.

Quanto a identificação do formato geométrico das interseções, somente visualizou-se aquela de maior porte como interseção BR 101/SC e BR 282/SC, sendo possível avaliar suas dimensões.

e) A visualização procedida sobre a imagem pancromática, resguardando-se grandes densidades ocupacionais como citada no item 2, oferece condições de monitorar qualquer plano funcional existente, como por exemplo, aquele elaborado pelo DNER para duplicação por alargamento da BR 101/SC.

Pelo observado é possível, com rapidez e eficiência detectar e propor mudanças em planos diretores de uso do solo existentes como aquele desenvolvido em 1980 pelo IPUF, através convênio entre os quatro municípios mais importantes da Grande Florianópolis.

f) O conhecimento obtido a partir de fotografias aéreas, cartas topográficas, e imagens SPOT como citado por AKINYEDE, Joseph O. 02 oferece condições para elaboração de anteprojetos rodoviários, bem como uma atualização da rede viária local ou regional.

O aspecto integração regional a nível social, econômico, estratégico, etc., se faz sentir com grande intensidade, principalmente quando a observação da imagem pancromática é auxiliada pela composição colorida.

g) Ao comparar-se as duas imagens SPOT, uma pancromática e a outra em composição colorida, defasadas de dezesseis dias é fácil verificar a superioridade da pancromática em termos de resolução espacial, caracterizando com suficiente precisão a rede viária a nível regional, bem como a nível local. A composição colorida apesar de oferecer menor resolução espacial, oferece em contrapartida em função, da resolução espectral, uma melhor caracterização da cobertura

vegetal, bem como da topografia, através da sombra projetada, e das próprias áreas de mangue onde o vermelho aparece escurecido, áreas estas evidenciadas também por meandro de rios.

Na composição infravermelho colorida, conseguiu-se observar as zonas de elevações, com o desenvolvimento das estradas contornando as partes mais baixas, bem como a ocupação mais intensa das partes planas ou pouco onduladas. Nestas áreas planas e suavemente onduladas, segundo os vales dos rios principais e dos seus afluentes se constituem nos locais mais propícios à exploração agrícola.

É mais fácil observar as tendências de expansão urbana na composição colorida, em função das restrições impostas pela topografia e áreas inundáveis.

Ao sobrepor a carta topográfica sobre a composição colorida confirmou-se a sensação do relevo observado no vermelho forte, vermelho escuro, e tons mais claros foram confirmadas através das curvas de nível na carta.

O tom vermelho forte associado com manchas escuras resultante da sombra projetada nos dão as grandes elevações no terreno, estando estas elevações delineadas por áreas alongadas segundo pequenos caminhos de acesso e estradas de integração.

A vegetação reflete com bastante intensidade, a radiação na faixa do infravermelho próximo, em contraste com as áreas sombreadas.

h) Ao longo dos caminhos de acessos, a largura varia de acordo com a topografia. Nos locais mais íngremes os caminhos ou estradas representados por linhas claras são margeados por estreitas faixas em vermelho claro significando áreas nativas substituídas normalmente por pastagens ou lavouras.

Ao longo das estradas de integração, acompanhando normalmente o curso dos rios, segundo vales, observa-se que a passagem dá-se topograficamente nos locais de acessibilidade mais fácil. A ocupação marginal nessa situação é mais intensa, predominando o tom rosa. Os tons azulados observados, intercalados no tom rosa evidenciam construções, áreas descobertas, ou áreas para plantio.

As áreas de relevo mais movimentado tem nos vales, os solos de grande aptidão agrícola. Os rios são permanentes e garantem água durante todo o ano.

O tom vermelho escuro indica normalmente áreas baixas na topografia local, com maior teor de umidade, destacando-se as áreas de mangue próximo ao mar no município de Palhoça.

i) É possível portanto na composição colorida proceder-se a análise preliminar das futuras áreas de expansão, procedendo-se é claro as confrontações com outros dados e verificações no campo para definições finais. Como é fácil de observar a maior concentração de mata nativa está localizada segundo relevo mais movimentado, devido as dificuldades de ocupação humana em topografia desfavorável. O inverso, ou seja, ocupação do solo em relevo favorável, apresenta-se com áreas de baixa densidade de matas, exploração agropecuária e ocupação humana.

j) Na área rural observa-se isoladamente áreas descobertas para agricultura ou para extração de material de construções, que apresentam em algumas situações, no caso da imagem pancromática uma semelhança da tonalidade cinza clara com a mancha urbana. Quando estas áreas descobertas ocorrem dentro da mancha urbana a discriminação mais precisa é feita em torno das evidências apresentadas pela existência ou não de pequenos segmentos lineares que podem significar arruamentos.

No caso da composição colorida, as áreas descobertas apresentam-se segundo manchas bem claras, às vezes misturadas com manchas levemente azuladas. Para definir o tipo de mancha, utilizou-se a ajuda da imagem pancromática e/ou auxílio de fotografias aéreas mais recentes, de 1988, de escala maior que infelizmente recobrem apenas uma pequena faixa segundo o eixo da rodovia BR 101/SC.

k) A desorganização espacial junto da BR 101/SC e BR 282/SC intensificada no período entre fotografias aéreas e imagens (1978 e 1988) é facilmente observável nas duas imagens.

l) As divisas dos municípios que compõem a área de estudos na BR 101/SC e entornos, a partir do conhecimento anterior baseado em fotografias aéreas e cartas topográficas oficiais são fáceis de identificar, contribuindo para isto as semelhanças de escalas 1:50.000 das cartas e imagens.

m) A forte absorção da radiação com conseqüente diminuição da reflectância pela vegetação ao longo dos rios e as próprias áreas de mangue nos municípios de Biguaçu e Palhoça foram observadas melhor na imagem de satélite em infravermelho, resguardando-se ainda as escalas dos produtos, do que nas fotografias aéreas pancromáticas. O rio Passa Vinte por exemplo, na área de mangue, poderia passar despercebido durante a interpretação das fotografias aéreas, se não fosse a carta topográfica.

### **8.2.2 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de Biguaçu e suas expansões**

a) Como a área urbana do município apresentava ainda em 1988 e 1990 uma densidade de ocupação domiciliar relativamente baixa, embo-

ra não tão definida como o que foi observado nas fotos de 1978 devido a degradação do produto, consegue-se ter ainda uma noção global do sistema viário local. O sistema viário composto por vias de maior importância como a BR 101/SC, BR 282/SC e rodovias estaduais que fazem as ligações intermunicipais atravessando o meio rural, apresentam-se bem definidas.

b) Estudos de classificação funcional ficam prejudicados pela resolução do produto, podendo no entanto oferecer subsídios para estimativas de demandas de tráfego, através das expansões observadas dos bolsões populacionais.

Como nas constatações detectáveis nas fotografias aéreas e as tendências de ocupação marginal após implantação de BR 101/SC, as imagens conseguem fornecer subsídios para monitorar e analisar as consequências danosas dos bolsões originados após implantação do traçado, consequências estas que só não são piores ainda, devido a baixa densidade populacional urbana.

c) Observando-se a evolução das manchas urbanas de ocupação e com base nos resultados colhidos através das medidas das áreas urbanas nos "overlays", conseguiu-se detectar nas fotos e imagens dos períodos analisados as tendências, e uma ocupação induzida mais acentuada ao longo da BR 101/SC.

Áreas observadas nas fotos de 1978 como terraplanagem apresentam-se nas imagens de 1988 e 1990 como áreas edificadas.

A expansão observada nos períodos é bem distribuída com ampliação dos núcleos já existentes e com surgimento de novas áreas de terraplanagem.

A topografia e áreas inundáveis ainda condicionam a ocupação dos vazios existentes, sendo que os novos e pequenos aglomeramentos urbanos de Biguaçu estão se dando no sentido sul em direção a São

Miguel, e em direção a localidade de Três Riachos.

d) Ruas laterais e interseções existentes junto a BR 101/SC que se apresentavam nas fotografias pancromáticas e infra-vermelho canalizando o tráfego dos bolsões e loteamentos marginais não são identificáveis nas imagens em razão da menor resolução do produto utilizado. Domicílios e instalações comerciais ou industriais observadas nas fotografias, mesmo naquelas em escala 1:45.000 infra-vermelho não são identificáveis nas imagens estudadas.

e) Áreas de terraplanagem apresentavam em 1990 o maior valor detectado para Biguaçu, se comparado aos valores obtidos para São José e Palhoça. Dos "overlays" relativos a 1957, 1978, 1988 e 1990, a atividade mais intensa foi também em 1990.

Observar áreas de terraplanagem é importante, pois são indicadores das tendências de crescimento e ocupações futuras.

f) A maior ocupação continua sendo no sentido longitudinal a BR 101/SC, mantendo-se as tendências observadas nas fotografias aéreas, e a grande conurbação estabelecendo-se intensamente e de maneira irreversível.

### 8.2.3 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de São José

a) Para aqueles locais onde a densidade de ocupação domiciliar é menor, é possível ter-se uma noção de partes isoladas do sistema viário local.

Rodovias radiais como a Leoberto Leal e Presidente Kennedy são identificáveis parcialmente.

A rede viária existente no seu todo, entretanto, consegue oferecer subsídios para distinguir o que é urbano e rural. Nos locais



onde a concentração linear da rede é maior, com maior quantidade de domicílios portanto, tem-se a substituição da malha por manchas, como por exemplo no Bairro Barreiros em direção ao Bairro Estreito.

b) Observa-se a grande evolução da mancha em termos de expansão ainda maior junto a rodovia BR 101/SC e BR 282/SC, como desaparecimento de grande quantidade de áreas verdes, visíveis a partir das fotografias. As manchas verdes observáveis nas imagens, principalmente nas áreas de maior concentração populacional sofreram no curto período observado, de 1988 a 1990 uma redução significativa, com o quase desaparecimento.

c) Observa-se a partir das fotos e imagens analisadas, a substituição de áreas de terraplenagem por áreas edificadas, e o surgimento de novas áreas de terraplanagem.

A grande quantidade de bolsões ao longo das BR 101/SC e BR 282/SC, detectáveis nas imagens de 1988, está desaparecendo para surgimento de bolsões maiores. Áreas residenciais como "Bosque das Mansões" situado em locais de cotas mais elevadas e acessos dificultados pela topografia apresentam um intenso processo de ocupação pela valorização e proximidades à rodovia BR 101/SC.

No bairro Kobrasol, observou-se a ocupação das grandes quantidades de lotes observáveis nas fotografias por casas e prédios residenciais apresentando portanto grandes concentrações populacionais.

d) Áreas onde o uso do solo apresentavam caráter tipicamente rural, praticamente desapareceram para surgir novas concentrações populacionais e confirmando a concentração de atividades avícolas. Áreas de atividades avícolas são facilmente identificáveis nas imagens devido ao formato peculiar do tipo de ocupação.

e) A separação entre bairros mais importantes, facilmente visíveis nas fotografias já começa a deixar de existir pela ocupação das

áreas verdes por edificações.

Verifica-se uma ocupação progressiva da "área industrial" de São José.

#### 8.2.4 - Fotointerpretação e análise da travessia urbana de Palhoça

a) A rede viária existente ainda é vista segundo uma forma global, pois a área urbana ainda apresenta baixa densidade ocupacional, sendo que áreas urbanas e rurais são facilmente distinguíveis.

Observou-se em paralelo a ocupação marginal à BR 101/SC uma ocupação marginal intensa também ao longo da antiga rodovia estadual ligando Palhoça a São José.

b) Loteamentos residenciais observáveis nas fotografias segundo uma fase inicial apresentam-se agora completamente ocupados e segundo manchas bem nítidas, com o surgimento mais afastado de novos núcleos junto as praias, na direção sul, sendo que no outro lado as expansões ficam contidas pela área de preservação permanente da Serra do Tabuleiro.

c) A separação entre as várias concentrações ainda são visíveis pela vegetação existente confirmando-se agora nas imagens as tendências das aglomerações e ocupação do loteamento observáveis nas fotografias aéreas.

Os contornos das várias concentrações ainda se dão segundo polígonos irregulares.

d) Das três áreas urbanas observadas, a maior expansão verificada nas fotografias e imagens em termo de taxas de crescimento médio deu-se em Palhoça, e confirmadas pelas tendências observadas nas taxas do último censo demográfico.

## 9 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 9.1 - Produtos Desenvolvidos

Foram desenvolvidos no decorrer dos trabalhos dois tipos de produtos que tem como principal condicionante a resolução espacial das fotografias aéreas e das imagens orbitais.

As fotografias aéreas pancromáticas em razão da sua melhor resolução espacial, e na escala 1:25.000 permitiram a partir da fotointerpretação a elaboração de "overlays" que retratam de forma bastante clara o sistema viário existente durante os anos de 1957 e 1978, e a elaboração dos "overlays" que apresentam as manchas urbanas referenciadas às cartas topográficas do IBGE.

Já as fotografias em infra-vermelho, apresentando ainda uma ótima visualização do sistema viário foram utilizadas para determinação de mancha urbana e o relevo da área. Importante lembrar a proximidade da escala "real" das fotografias em infravermelho com a escala 1:50.000 das imagens, e que serviram para uma confrontação direta em termos de resolução espacial dos dois tipos de produtos.

As imagens orbitais em função da resolução espacial oferecida serviram para apresentar através da fotointerpretação convencional toda mancha urbana com bastante clareza. A partir da imagem pancromática e infra-vermelho falsa cor, locais com densidades populacionais mais baixas, conseguiu-se visualizar boa parte do sistema viário como um todo, detectando possíveis incorreções na carta topográfica, como por exemplo, segmentos retilíneos da BR 101/SC a partir de Biguaçu no sentido norte, que na carta apresentam-se com curvas.

A passagem da carta de Florianópolis para carta de Biguaçu apresentou problemas de sobreposição detectada também pelas imagens.

Os produtos desenvolvidos são uma aplicação direta de dados de Sensoriamento Remoto e poderiam ser utilizados com mais frequência para planejamento urbano, estimativas populacionais, determinação de possíveis pólos de atratividade e estudos rodoviários.

## 9.2 - Dificuldades para Elaboração dos "Overlays"

Ao elaborar os "overlays" das séries históricas tivemos que levar em consideração as diferentes escalas e distorções dos produtos e a solução encontrada através de reduções em fotocopiadoras e ajustes obtidos sobre cartas do IBGE. No caso de fotografias as distorções são perceptíveis numa mesma faixa de vôo ao proceder-se a sobreposição para elaboração do mosaico. Imagens do mesmo satélite defasadas de poucos dias apresentaram diferenças ao serem sobrepostas. Considerando os procedimentos manuais pode-se afirmar que estes é que sustentam qualquer metodologia baseada em facilidades computacionais. É importante lembrar da importância que tem uma imagem orbital corrigida geometricamente para analisar e quantificar as alte-

rações. Na metodologia desenvolvida uma das maiores preocupações foi simular uma situação idêntica a "softwares" de tratamento de imagens, onde sobreposições de imagens de diferentes períodos, correspondem a sobreposição de "overlays" elaborados manualmente, mas que conseguem retratar as evoluções nos períodos estudados de forma quantitativa.

### 9.3 - Relevo

Ao estudar-se as diversas formas de ocupação urbana ocorridas e as tendências futuras de áreas a serem ocupadas, importância especial deve ser dada aos fatores que podem facilitar ou dificultar estas ações. Um dos fatores mais importantes a ser considerado é o tipo de relevo.

As expansões observadas junto a BR 101/SC, por exemplo, pelas facilidades oferecidas, deram-se até hoje pela ocupação inicial das áreas de topografia mais acessível. Pela elevação dos preços da terra, observa-se hoje também a ocupação de áreas topograficamente menos acessíveis, onde despesas com serviços de terraplenagem costumam ser exigidos.

As áreas topograficamente menos acessíveis que só em períodos mais recentes começaram a ser ocupados, são de uma maneira geral aquelas áreas de vegetação intercaladas nas fotografias aéreas e imagens.

Nas fotografias aéreas, quando observados os pares estereoscópicos verifica-se a movimentação do relevo, mais movimentados do litoral para o interior.

Ao observar-se as imagens SPOT em infra-vermelho falsa cor, verifica-se também que a mesma conseguiu dar uma boa noção de relevo, mesmo sem estereoscopia. A maior ou menor variação do relevo apresenta diferentes intensidades de sombreamento. A vantagem da imagem colorida está na maior sensibilidade do olho humano à variações de cores, se comparado aos níveis de cinza da imagem pancromática.

A movimentação do relevo observável na imagem pôde ser constatada também ao sobrepor-se à imagem, a carta topográfica do IBGE com respectivas curvas de nível.

#### 9.4 - Sistema Viário

As vias que compõem o sistema viário Federal, Estadual e Municipal têm sua visualização e caracterização condicionadas a resolução fornecida pelos diferentes tipos de sensores, a densidade da área atravessada e a largura da via.

Constatou-se naquelas áreas centrais onde o processo de verticalização é mais intenso, e portanto com densidades populacionais mais elevadas, que a visualização das vias diminui. Observou-se isto na região dos bairros de Barreiros e Estreito.

Nestas situações surge a necessidade de produtos com melhor resolução espacial ou informações complementares a serem fornecidas por outras fontes tais como cartas, verificações de campo etc.

Na elaboração dos "overlays" relativos ao sistema viário, a própria estrutura linear obtida a partir das fotografias aéreas e imagens orbitais, ficam melhor caracterizadas em um único plano de informações, onde linhas grossas, médias e finas costumam estar diretamente correlacionadas com a maior ou menor importância da via.

Assim, sistemas viários existentes como os locais, coletores, expressos e arteriais podem ser facilmente identificados, oferecendo subsídios para atualização da classificação funcional inclusive, decorrente das alterações do uso do solo, e hierarquização das vias.

No sistema viário, a importância especial deve ser dada as travessias urbanas que devido a maior periculosidade apresentada, evidenciadas por estatísticas de acidentes de trânsito, podem ser também identificadas a partir das tendências de ocupação marginal observável nas imagens e mais ainda em fotografias aéreas.

Na BR 101/SC observou-se uma ocupação marginal visualizada segundo bolsões populacionais, cuja população pode ser prevista por Sensoriamento Remoto.

### **9.5 - Comparação entre Populações Obtidas por Sensoriamento Remoto e por Censos Demográficos**

Ao aplicarmos as mesmas expressões obtidas por FORESTI, Celi-<sup>na</sup><sup>31</sup>, em nossa Área de Estudo, para uma simples comparação, verifica-se que os resultados obtidos são bastante interessantes, quando comparamos estimativas populacionais assim obtidas, com aquelas que utilizam expressões de crescimento geométrico, utilizando dados de censos oficiais.

Os dados da população urbana "real" foram estimados a partir dos Censos Demográficos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991, de acordo com metodologia desenvolvida, a evolução pode ser observado nas figuras 1, 2, 3 e 4 do Apêndice F.

Ao analisarmos cada serie histórica apresentada, no quadro E<sub>2</sub> do Apêndice E, segundo a expressão que desconsidera o tamanho da ci-

dade, observa-se uma grande oscilação nos desvios calculados. Estas oscilações podem ter como causas possíveis as grandes mudanças no comportamento demográfico, e uso do solo, que são coincidentes com a implantação da BR 101/SC na Área de Estudo, na consolidação da grande conurbação.

Os resíduos negativos observados no quadro  $E_2$  podem ter como justificativas possíveis para cada município, o seguinte:

1) Biguaçu: conforme figura 1 do Apêndice F, de 1950 a 1960, a população urbana cresceu juntamente com a população total; de 1960 a 1970, a população urbana continuou a crescer enquanto que a total diminuiu, atingindo em 1970 seu valor mínimo. Esta diminuição de população pode ser explicada pelo êxodo populacional, resultado da procura por áreas melhores disponíveis em São José, ao longo da BR 101/SC, a preços mais acessíveis.

A partir de 1970 o município continuou a crescer; a contribuição urbana apresentou parcelas significativas enquanto que a rural foi negativa refletindo o êxodo rural.

O êxodo rural numa primeira etapa e um crescimento populacional que não acompanhou a expansão urbana através das áreas de expansão pode justificar então a população estimada a partir da área medida, que foi superior àquela obtida pelo censo.

Do quadro  $E_2$ , observa-se uma redução progressiva dos desvios negativos que reflete um arrefecimento das áreas de expansão frente o crescimento populacional.

2) São José - A figura 2 do Apêndice F apresenta um crescimento maior de 1950 a 1960 se comparado aos dois municípios vizinhos, sendo que nos dez anos a população urbana ainda se manteve pequena. Nos anos seguintes, o que se observa é um crescimento urbano vertiginoso da população urbana e, um decréscimo da população rural até 1970,



com uma pequena recuperação constatada durante o último censo.

Este crescimento populacional é decorrente da implantação da BR 101/SC, com maior oferta de terra a preços mais acessíveis, melhores condições topográficas, maior proximidade com a Capital do Estado, e mais facilidades por transporte.

Neste município, ao se observar as fotografias aéreas e imagens vê-se a expansão urbana sobre áreas rurais atravessadas pela rodovia.

Do quadro E<sub>2</sub> do Apêndice F observa-se os valores dos desvios negativos menores em valor absoluto se comparados aos de Biguaçu. Os desvios, embora menores pela contribuição das populações oriundas de outras localidades comparado ao crescimento da população local, podem refletir uma expansão das áreas urbanas maior, que o crescimento populacional. Estas constantes expansões são detectadas por áreas de terraplenagem para finalidades diversas.

3) Palhoça - Conforme figura 3 do Apêndice F, dos três, é o município com maior população no censo de 1950, e apresentou de 1950 a 1970 uma queda considerável na sua população total. Pela curva decrescente observa-se que a população urbana praticamente estagnou. A maior queda observável foi na população rural, refletindo o êxodo rural para os pólos de maior atratividade existentes como a Capital e o município de São José.

A partir de 1970, com a conclusão da pavimentação da BR 101/SC em direção ao Sul, Palhoça retoma seu crescimento populacional, assumindo características de população predominantemente urbana, com o desaparecimento quase total da população rural.

Os desvios positivos observados no quadro E<sub>2</sub> do Apêndice E refletem um maior crescimento populacional que a expansão de novas áreas. Observa-se na figura 3, uma recuperação da população de 1950,

somente em 1980, mas com uma alteração no uso do solo. Áreas atravessadas pela BR 101/SC, e que eram consideradas rurais, passaram em função da ocupação marginal a assumir caráter urbano, através de novos loteamentos implantados em razão de novas facilidades de transporte criadas pela rodovia de pavimentação asfáltica.

Durante o último censo demográfico, a maior taxa de crescimento ocorreu em relação a população de Palhoça.

Tudo que foi descrito acima com relação aos municípios estudados pode ser constatado mais facilmente quando visualizamos as figuras 4, 5, 6 e 7 do Apêndice F. Independente das diferenças obtidas através dos procedimentos, é fácil constatar que as tendências são praticamente as mesmas quando se observa as curvas, praticamente paralelas e quase sobrepostas. A maior semelhança observada foi com relação a São José onde a área medida é maior e mais regular; a razão entre o perímetro e a área calculada é bem menor que a dos dois outros municípios, que apresentam formas muito alongadas, e estreladas que costumam oferecer maior e imprecisão na delimitação das áreas observadas.

#### 9.6 - Erros de Estimativas

FORESTI, Celina<sup>23</sup> lembra que antes de proceder-se análises dos erros de estimativas populacionais obtidos por análise de regressão, deve-se levar em consideração os possíveis erros associados aos dados básicos utilizados e que são pelo menos três.

1. Dados básicos das populações urbanas - são aqueles dados estimados a partir do censo demográfico utilizando a fórmula de crescimento geométrico.

2. Dados básicos de áreas urbanas - são os valores medidos nas áreas com erros associados ao tamanho e a forma da cidade, relevo local e tipo de ocupação do solo na periferia urbana.

3. Distribuição espacial dos resíduos - a análise desta distribuição de resíduos negativos e positivos ao ajuste na equação  $P = -1.186 + 6.672(A)$ , costuma ser complexa, pois numerosos fatores podem interferir na dinâmica populacional das áreas urbanas. Alguns destes fatores podem ser: expansão da área maior que o crescimento populacional e vice-versa, através de repulsões populacionais, verticalização das áreas construídas, medição da área prejudicada pelo relevo, etc.

Se considerarmos toda conurbação envolvendo os três municípios, verifica-se nas séries históricas de fotografias aéreas e imagens, durante 33 anos, diferenças entre as estimativas, bastante satisfatórias, ou seja, de -8 a +7% em relação a população "real".

Considerando os resultados obtidos pela simples aplicação de equações oriundas de outra Área de Estudos, é fácil constatar a importância de um trabalho mais aprofundado na área estudada a partir de uma sequência maior de imagens para estudos de regressão que definam equações mais apropriadas.

#### 9.7 - Tráfego X Sensoriamento Remoto

De tudo que foi descrito e analisado é fácil constatar a influência da BR 101/SC e o impulso gerado no desenvolvimento da Área de Estudo. As épocas, anterior e a posterior a implantação da rodovia fica perfeitamente caracterizado nos "overlays" elaborados a partir de fotografias aéreas e imagens orbitais.

Observando-se as séries históricas, constata-se um direcionamento constante das novas vias originárias das novas ocupações sempre em direção a BR 101/SC.

Para planejar e prever mudanças numa área carente como esta, são necessários procedimentos rápidos e precisos face a rapidez com que as transformações estão ocorrendo. Ao utilizarmos imagens SPOT defasadas em dois anos apenas, constatamos que as transformações ocorridas foram bem maiores do que podia ser esperado, considerando-se as dificuldades econômicas por que passa o país, e a velocidade com que novas áreas são ocupadas de maneira desordenada, caótica e sem infra-estrutura adequada.

O planejador rodoviário ao utilizar previsões baseadas em dados de Censo Demográfico para prever demandas de tráfego em determinadas áreas carentes por melhorias de transporte poderá incorrer em imprecisões se não considerar exatamente aquelas seções estabelecidas pelo IBGE, o que pode implicar em um trabalho árduo e demorado em situações que requerem rapidez e eficiência, já que metas estabelecidas em estudos de planejamento não costumam ser levadas a sério no país.

Numa etapa do nosso trabalho, quando não se tinha ainda dados do último censo, ao utilizar-se os mesmos procedimentos adotados pelo IBGE para estimativas intercensitárias para o ano de 1985, estimativas estas baseadas nos métodos das tendências, foi com surpresa que obtivemos resultados totalmente absurdos, pois a população urbana obtida superava em dois dos três municípios a população total também prevista. Este indicativo reflete possíveis imprecisões de tais procedimentos para previsões muito distantes. Tanta imprecisão não aconteceu ao utilizarmos as expressões baseadas em dados obtidos por Sensoriamento Remoto, face os resultados obtidos.

Algumas das contribuições mais importantes sentidas no decorrer dos trabalhos, são os procedimentos rápidos e precisos que podem ser obtidos a partir do Sensoriamento Remoto. A visão espacial da Área de Estudos é incomparável quando conseguimos detectar e avaliar mudanças em períodos muito curtos, com relativa precisão.

O DNER ao proceder estudos de tráfego na BR 101/SC em 1988 utilizou estimativas populacionais do IBGE, e obteve taxas de crescimento de 5,8%, 5,1% e 3,0% para São José, Palhoça e Biguaçu respectivamente. O IBGE ao divulgar o censo de 1991, obteve na realidade uma outra seqüência, ou seja, 5,4%, 4,29% e 4,27% para Palhoça, São José e Biguaçu.

## 10 - CONCLUSÕES

1 - Com base nos resultados obtidos, demonstrou-se que a metodologia apresentada é viável e aplicável, sendo eficiente mesmo com procedimentos manuais, podendo, servir de apoio para metodologias mais sofisticadas que utilizam modelos computacionais gráficos associados a Sistemas Geográficos de Informações. Mesmo procedendo-se a análises digitais por exemplo, dependendo das finalidades, normalmente utiliza-se áreas amostrais, que são analisadas visualmente com verificações "in loco" para servirem como verdades terrestres.

A metodologia pode ser estendida a outras áreas de estudos pois possibilita a obtenção de dados concretos que poderão contribuir no planejamento físico-territorial, planejamento rodoviário, estudos de tráfego, projetos diversos, etc.

2 - Quanto as maiores concentrações populacionais, analisando-se as séries fotográficas, constata-se um aumento da complexidade em termos de separabilidade do uso do solo, pois os padrões estruturais apresentam-se bastante misturados. Conforme verificado na literatura estudada, isto é decorrência direta de cidades não planejadas onde a ocupação do solo preciso de orientações como aquelas contidas em

planos diretores de uso do solo. Do crescimento espontâneo da Área de Estudos observa-se inúmeros inconvenientes tais como: bairros mal estruturados, grandes vazios urbanos que beneficiam a especulação imobiliária, alto custo do sistema de transportes urbanos, interferência do tráfego urbano local e o tráfego de longa distância, deficiências dos equipamentos urbanos, etc.

Como visto em LO, C.P. 44, nos países do terceiro mundo o uso do solo caracteriza-se por um alto grau de multiplicidade e complexidade, e que a relação entre forma e função é igualmente fraca.

Para identificações mais precisas constata-se a necessidade de fotografias aéreas de maior escala, bem como informações complementares de campo.

3 - Nas imagens observadas, considerando a expansão urbana junto as principais rodovias, a identificação precisa de edifícios, construções horizontais, estacionamentos, sistema viário urbano local torna-se difícil, havendo portanto necessidade de uma melhoria na resolução espacial e espectral. Elementos do sistema, viário como a interseção da BR 101/SC e BR 282/SC, podem ser identificadas visualmente na imagem orbital em razão das grandes dimensões e o contraste com o verde da faixa de domínio.

4 - As imagens dos mesmos alvos, obtidas em diferentes datas permitiram através dos monitoramento, acompanhar, avaliar e quantificar a expansão da mancha urbana, e o sistema viário na Área de Estudo de maneira mais rápida do que se fossem utilizados procedimentos convencionais. A área é um dado que pode ser obtido a qualquer tempo em períodos relativamente curtos quando se utiliza imagens orbitais.

5 - Dentro da mancha urbana, além da identificação das áreas verdes e áreas de terraplenagem, foi possível identificar as maiores

concentrações verticais através das imagens. Em contrapartida, detectou-se uma maior dificuldade para identificação do sistema viário urbano local. A identificação do sistema viário local caracterizou-se melhor através das fotografias aéreas.

6 - Os produtos utilizados, tais como imagens orbitais, fotografias aéreas e verificações de campo se complementaram para estudar alterações do comportamento urbano e a influência da Rodovia BR 101/SC no desenvolvimento de localidades outrora tipicamente rurais. As análises procedidas podem contribuir de forma significativa para um melhor conhecimento dos problemas detectados na Área de Estudo e na busca de soluções mais adequadas, através do planejamento integrado e medidas de impacto.

7 - Através da bibliografia consultada, observa-se que seria possível obter-se demandas de tráfego com auxílio de equações que relacionam área e população observáveis de imagens orbitais, ou através de contagens sobre fotografias aéreas de maior escala. Dificilmente áreas relativas a bolsões de tráfego vão coincidir exatamente com as micro-regiões do IBGE, onde dados censitários poderiam ser aplicados diretamente, não considerando-se ainda imprecisões intercensitárias.

Os bolsões de tráfego podem ser monitorados em termos da expansão das suas áreas a qualquer tempo. A área é uma informação que sempre pode ser mantida atualizada, considerando a disponibilidade de sensores compatíveis com as suas dimensões.

Portanto, ao associar-se dados de pesquisas de Origem e Destino a dados de estimativas populacionais obtidas de imagens de satélite, é possível estabelecer-se com precisão e rapidez valores de demanda de tráfego. Isto seria uma continuidade da pesquisa.



8 - Ao transportarmos as equações desenvolvidas por FORESTI, Celina<sup>24</sup> para nossa Área de Estudos durante os anos de tomada das fotos e imagens, conseguiu-se detectar e comprovar a eficiência das mesmas para estimar populações urbanas ao confrontar-se valores assim obtidas com valores do último censo e dos anteriores também. Do exposto, sem o intento de generalizar-se, verifica-se que é possível estender a aplicação de equações para outras áreas carentes de informações, mas que apresentem características semelhantes as das áreas que deram origem às mesmas.

9 - Ao colocar-se sob forma gráfica os resultados obtidos por estimativas do IBGE e através de Sensoriamento Remoto, observa-se que as formas das curvas são praticamente as mesmas em razão das tendências de crescimento da população ou da área; as curvas são praticamente paralelas e quase sobrepostas refletindo a precisão dos resultados obtidos. A maior aproximação entre as duas estimativas foi obtida para o município de São José onde a área medida é maior e mais regular; a razão entre o perímetro e a área calculada, é bem menor que a dos outros municípios, que por apresentarem formas mais alongadas e estreladas ficam mais sujeitas a imprecisões na determinação das áreas observadas.

10 - Imagens SPDT HRV do tipo pancromática e composições coloridas oferecem condições para estabelecimento de diretrizes ou rodovias a nível de anteprojeto como constatado na bibliografia existente. Do exposto, é fácil se observar a viabilidade, guardando-se as devidas proporções, da utilização de imagens orbitais para planejar, projetar e prever mudanças em áreas carentes por melhorias de transporte.

11 - Mesmo não determinando-se os graus de correlação existentes, foi fácil constatar durante a interpretação de imagens que au-

mentos de densidades populacionais implicam numa diminuição da resolução espacial das áreas observadas, com uma fusão de vários objetos numa mesma cena. A maior ou menor aglomeração populacional vai implicar também na necessidade de produtos de maior ou menor escala.

12 - A utilização de fotografias aéreas convencionais segundo pares estéreoscópicos se mostrou mais conveniente para uma melhor definição do relevo que as imagens. As imagens SPOT HRV infra-vermelho falsa cor, no entanto, permitiram avaliar também com relativa aproximação o relevo, principalmente quando sobrepostas às cartas topográficas do IBGE, que apresentam as cotas dos pontos de maior interesse bem como as curvas de nível.

Estas imagens associadas as cartas, podem através de um trabalho mais intenso, ajudar a estabelecer e identificar Áreas de Preservação Permanente, bem como monitorar e detectar agressões ao meio ambiente. Áreas de Preservação no caso da área insular de Florianópolis reguladas pelo artigo 9º da lei 189 são: 1 - Topos de morros, encostas com declividade igual ou superior a 46,6%. 2 - Mangues e suas áreas de estabilização. 3 - Mananciais desde as nascentes até as áreas de captação de água para abastecimento. 4 - Praias, costões e promontórios.

13 - Ao consultarmos os principais órgãos envolvidos com transporte rodoviário, constatou-se que o uso de imagens orbitais é nulo apesar da existência do Laboratório de Sensoriamento Remoto conveniado com a UFSC e Estado de Santa Catarina; onde constatamos também que o uso do Sensoriamento Remoto tem ocorrido apenas em determinadas etapas de projetos rodoviários utilizando fotografias aéreas convencionais de grande escala para reconhecimento regional bem como restituição aerofotogramétrica para elaboração de projetos geométricos.

Conclui-se que a não utilização de imagens orbitais decorre do puro desconhecimento das suas potencialidades. É possível evitar em algumas situações a utilização de técnicas rudimentares, menos adequadas e menos onerosas.

14 - As séries históricas compostas por fotografias aéreas convencionais e imagens orbitais conseguiram mostrar de maneira clara o efeito polarizador da BR 101/SC sobre a região, em razão das novas facilidades de transporte. A fotointerpretação permitiu detectar a relação existente entre as melhorias de acessibilidade e alterações no uso do solo.

15 - As mesmas séries históricas, dados de tráfego e dados populacionais conseguiram retratar o caos existente na Área de Estudo, quanto a um planejamento global e integrado, falta de interesse e/ou vontade política de escalões superiores insensíveis aos problemas existentes.

É fácil constatar a influência da rodovia BR 101/SC sobre o desenvolvimento sócio-econômico da área atravessada. Certamente se fossem realizados estudos de viabilidade técnico-econômica seriam obtidos índices totalmente incompatíveis com o descaso com que a rodovia vem sendo tratada durante estes anos, apesar da existência de projetos aprovados e arquivados.

16 - As técnicas de Sensoriamento Remoto como as utilizadas através da metodologia desenvolvida conseguiram detectar a forma de ocupação do solo ao longo da BR 101/SC, que é de forma desordenada e aleatória, resultante da falta de um planejamento racional e eficiente. Como conseqüências maléficas percebeu-se a especulação pura e simples do valor da terra, áreas com funções incompatíveis, e a concentração com obsolescência de obras de infra-estrutura, como a própria rodovia, onde o ônus como sempre deverá sobrecarregar a co-

munidade como um todo em detrimento de poucos.

17 - As técnicas de Sensoriamento Remoto oferecerem subsídios para avaliar-se o comportamento, tendências e o surgimento de novas conurbações podendo contribuir ainda a nível de planejamento micro-regional na proposição de soluções comuns decorrentes da expansão urbana.

18 - Com base nos vários produtos de Sensoriamento Remoto utilizados, observa-se que os resultados vão depender em muito da qualidade dos mesmos e da finalidade a que se destinam. Por exemplo, as fotografias aéreas preto e branco na escala 1:25.000 e infra-vermelho na escala 1:45.000 após interpretadas e colocadas sob a forma de "overlays" permitem a contagem precisa do número de estruturas existentes em determinadas unidades de área, enquanto imagens orbitais, de menor custo e acessíveis são suficientes para estimar também populações, utilizando-se relações matemáticas.

19 - Consegue-se identificar o tipo de organização espacial da Área de Estudos em função das restrições oferecidas pela orla marítima, topografia, e facilidades criadas após implantação da rodovia BR 101/SC, que hoje apresenta-se predominantemente linear. A rodovia BR 101/SC induziu as pessoas a se estabelecerem em áreas estreitas ao longo da mesma, unindo fisicamente as três cidades para surgimento da conurbação.

20 - A ocupação do solo junto a BR 101/SC e áreas urbanas foram condicionadas inicialmente conforme as facilidades topográficas, com ocupação inicial de áreas planas ou pouco onduladas e posteriormente mais inclinadas.

Em termos das tendências de ocupação, se considerarmos curto e médio prazo, as mesmas continuarão acontecendo até o fechamento completo dos vazios ainda existentes, que deverão se acentuar após du-

plicação da BR 101/SC. Expansões futuras poderão ocorrer a partir de Biguaçu no sentido norte em direção a Tijucas. Na direção sul, visto as grandes áreas de mangue, reserva florestal da Serra do Tabuleiro, manutenção dos recursos hídricos que abastecem boa parte da Área de Estudos, é provável que haverá uma ocupação de toda área rural ainda existente, podendo-se prever novas tendências de expansão ao longo do segmento de chegada da BR 282/SC.

21 - A partir do conhecimento das tendências de ocupação das áreas e o conhecimento das importantes barreiras naturais à expansão urbana para formação da grande conurbação tendo como eixo principais a BR 101/SC e BR 282/SC é possível prever e garantir áreas para melhorias e ampliações do sistema viário, bem como áreas mais apropriadas para receber novos contingentes populacionais e coibir o uso indiscriminado de áreas de preservação como mangues e encostas otimizando a manutenção do ecossistema local.

22 - As séries históricas de fotografias aéreas e imagens como visto na interpretação clássica, conseguem refletir de modo claro e preciso falhas do planejamento tradicional ao considerar como pontos da malha viária federal, os centros urbanos e suas proximidades. Isto implica em soluções caras dos problemas de transporte gerados, e que devem apresentar soluções conjuntas no estudo de conurbação.

23 - Estudos comparativos de expansões urbanas através de fotografias aéreas convencionais e de imagens SPOT HRV, ressaltaram as vantagens das imagens orbitais em termos de custo, repetitividade, extensão da área coberta pelas cenas, disponibilidade de informações passadas e presentes, e possibilidades de processamento automático, ficando prejudicadas quanto a questão da análise detalhada.

24 - A identificação das delimitações de áreas urbanas a partir de fotografias aéreas convencionais se mostrou mais precisa do que

utilizando-se imagens orbitais com arestas e ângulos bem definidos. Considerando-se o propósito, o uso da imagem orbitais passa a ser mais vantajoso se considerarmos a sua complementariedade as fotografias aéreas convencionais.

25 - As fotografias e imagens conseguem informar quanto ao tipo de expansões urbanas, se planejadas ou espontâneas a partir do sistema viário existente.

Os tipos de conjuntos viários existentes como consequência do tipo de ocupação do solo ou conjuntos viários planejados para ocupações de áreas, bem como algumas características de projeto como extensões, raios de curva, etc., podem ser identificados através da interpretação dos produtos.

## 11 - RECOMENDAÇÕES

1 - Nas travessias que dão origem as grandes conurbações, como a da área estudada onde os planos de voo para elaboração dos planos funcionais, se restringem apenas a uma pequena faixa a ser restituída aerofotogrametricamente, pois envolvem altos custos. Seria recomendável fazer estudos complementares através de imagens SPOT HRV que permitirão a partir de séries históricas, avaliar as tendências de ocupação e informações completas e atualizadas de qualquer área ou forma dos bolsões de ocupações populacionais.

2 - Como as expansões urbanas da grande conurbação estudada vem ocorrendo com grande intensidade e frequência, e que deverão continuar atuando de forma direta sobre a BR 101/SC mesmo após conclusão da duplicação por alargamento da pista existente, seria recomendável a partir do plano funcional elaborado prever-se um controle periódico da área. As novas facilidades oferecidas certamente trarão como conseqüências uma maior valorização e alterações do uso do solo marginal. O efeito polarizador da BR 101/SC e da própria BR 282/SC deverá ser mais forte e atuante do que o atual. Deverão ser tomadas medidas conjuntas de cunho institucional e físico-operacional caben-

do às prefeituras a elaboração e/ou atualização de seus Planos Diretores, e ao DNER garantir a segurança e operacionalidade da rodovia.

O controle periódico da área poderá ser feito com auxílio das imagens SPOT HRV associadas a uma metodologia de controle que envolvam procedimentos computacionais como aqueles oferecidos pelos GIS (Sistemas Geográficos de Informações).

Como visto em LO, C.P.<sup>44</sup> através dos avanços recentes da tecnologia computacional pode ser mais conveniente detectar mudanças através de "Softwares" especiais em razão da maior rapidez e facilidades oferecidas.

As áreas de expansão devem ser garantidas a de maneira que não venham a ser inviabilizadas face ao alto valor do solo urbano.

Importante definir mecanismos que inibam a especulação imobiliária, pois são indispensáveis e fundamentais em qualquer opção que venha prever a expansão urbana.

A expansão deve ser orientada e mesmo dirigida para evitar-se a continuidade de um crescimento desordenado evitando-se inconvenientes constatados na Área de Estudo.

É necessário reestruturar a região pré-metropolitana da Grande Florianópolis sob o ponto de vista físico-territorial visando a solidificação e revitalização da economia local que deverá multiplicar atividades para no mínimo conter ou amenizar as desigualdades sócio-econômicas.

3 - Durante a pesquisa em órgãos públicos que possuíam materiais necessários ao nosso trabalho constatou-se que os únicos vãos completos do Estado de Santa Catarina referem-se unicamente aos anos de 1957 e 1978, com uma previsão de vão para 1993. É fácil constatar-se que a quantidade de vãos é muito pequena face a importância e a rapidez com que as transformações costumam ocorrer neste Estado.



Considerando a importância do Sensoriamento Remoto na coleta de dados a partir de fotografias aéreas, o órgão Estadual deveria prever a realização de vôos mais frequentes (entre cinco e dez anos no máximo) coincidentes inclusive com a época de Censos Demográficos para prever e estimar populações nos períodos imediatamente após levantamentos, através das correlações obtidas entre área e população.

Nos municípios com grandes concentrações populacionais e sujeitos a processos de expansão como os verificados na Área de Estudo, em conjunto com órgãos públicos como o DNER, DER, IPUF, etc. deveriam realizar vôos próprios sobre áreas consideradas urbanas ou aquelas sob efeito da expansão, ou fatores localizados de importância que costumam afetar o uso do solo como implantação ou previsão de áreas industriais, grandes rodovias, pólos turísticos, preservação ambiental, etc.

Em todas as situações acima fazer o uso da imagem orbital adequada a cada situação, ou seja, como uso direto, ou uso complementar.

4 - A implantação do contorno da Grande Florianópolis ainda continuará sendo a solução definitiva para soluções de problemas que aflingem a conurbação existente, com tráfego de curta, média e longa distância se conflitando.

Considerando o potencial técnico oferecido pelo Sensoriamento Remoto através do uso de fotografias aéreas para detalhamentos, e as imagens de satélite para estudos regionais e monitoramento das transformações e tendências observadas no período, torna-se uma necessidade obrigatória a revisão do projeto existente no DNER, em razão das eventuais mutações ocorridas no período.

Para evitar os mesmos tipos de problemas hoje detectados, já que as disponibilidades financeiras, técnicas, capacidade empresarial existem em maior quantidade e qualidade, se comparadas à época de implantação da BR 101/SC, é de suma importância que a ênfase não seja dada somente ao estudo de traçados mas também as novas tendências de expansão e ocupação que deverão ocorrer. Rodovias Federais do tipo são implantadas normalmente em meios rural. Portanto, como visto em IPUF<sup>37</sup>, a disciplinaçãõ do uso e ocupação do solo na zona rural não deve ser desconsiderada, pois ela visa estimular atividades primárias, preservar as características sócio-econômicas do meio rural e promover a melhoria de vida de seus habitantes, evitando a implantação de atividades que induzam às formas de ocupação urbana.

5 - A maneira de como conduzir os trabalhos vistos na metodologia apresentada, tem também como finalidade comprovar o alto potencial da aplicação das imagens e fotografias aéreas em estudos rodoviários, bem como monitorar o uso do solo marginal.

A metodologia apresentada considerou apenas o material disponível e a forma como a mesma pode ser utilizada, sem preocupar-se com o tempo dispendido para interpretações visuais e trabalhos manuais como determinação aproximada de áreas e mapas finais.

Na realidade, considerando-se os tempos dispendidos poderíamos ter em termos práticos, um trabalho desatualizado no caso de regiões muito extensas, ou a dinâmica dos tipos de atividades investigadas.

Para superar problemas desta natureza, os órgãos envolvidos deveriam investir mais recursos na capacitação técnica de seu pessoal, e equipamentos. Pode-se empregar por exemplo base de dados geocodificados através de um sistema geográfico de informações, que vão propiciar uma avaliação periódica da expansão e uso do solo, através de processamento digital.

6 - Para a Área de Estudos deveriam ser procedidos também estudos populacionais baseados em Sensoriamento Remoto. No caso de estudos baseados em fotografias aéreas, utilizar-se a fotointerpretação para melhor caracterização e conhecimento das habitações existentes, com um conseqüente aprimoramento da contagem de estruturas, em particular as multifamiliares.

Estudos do tipo sugerido viriam complementar e melhorar a precisão dos estudos baseados em imagens orbitais, com a determinação de parâmetros considerados mais importantes como densidades populacionais das diversas concentrações existentes.

7 - Considerando que as facilidades por transporte após duplicação do segmento estudado e conclusão da BR 282/SC deverão alterar de forma significativa os deslocamentos de pessoas na Área de Estudos, seria importante que o Plano Funcional elaborado pelo DNER-16<sup>o</sup>DRF pudesse ser monitorado através de pesquisas de origem/destino e as expansões através de observações de imagens objetivando trabalhos futuros de estudos de demanda por transporte pois a capacidade operacional da rodovia está referida para um horizonte de projeto preestabelecido.

8 - Pesquisas complementares na Área de Estudos utilizando uma maior quantidade de imagens poderiam ser realizadas para determinar equações próprias objetivando estudos de demanda de tráfego na BR 101/SC a partir dos bolsões populacionais existentes.

Imagens orbitais poderão avaliar após duplicação a intensidade e as localizações espaciais mais ou menos sujeitas as expansões através de um estudo de tendência, oferecendo subsídios para medidas corretivas durante o período estabelecido para o horizonte de projeto.

12 - A P P E N D I C E S

## APÊNDICE A

Determinação das escalas das fotografias aéreas a partir da escala das cartas oficiais do IBGE.

$$E_f = \frac{d_c}{d_f} \cdot E_c$$

1. Escalas dos "overlays" referentes as fotografias aéreas em preto e branco datadas de 1957.

FOTOGRAFIA	ESC. APROX. E <sub>a</sub>	ESC. CARTA E <sub>c</sub>	d <sub>f</sub>	d <sub>c</sub>	E <sub>f</sub>	E <sub>f</sub> *
1514	1:25.000	1:50.000	1.280 2.420	740 1.450	28.906 29.959	29.332
1448	1:25.000	1:50.000	3.320 2.630	1.910 1.530	28.765 29.087	28.926
1427	1:25.000	1:50.000	1.240 3.820	740 2.280	29.839 29.843	29.841
1425	1:25.000	1:50.000	3.560 1.080	2.100 646	29.494 29.629	29.562
1391	1:25.000	1:50.000	1.100 2.150	640 1.260	29.091 27.907	28.499

\*E<sub>f</sub> - escala média.

2. Escalas dos "overlays" referentes as fotografias aéreas em infravermelho datadas de 1978.

FOTOGRAFIA	ESC. APROX. E <sub>a</sub>	ESC. CARTA E <sub>c</sub>	d <sub>f</sub>	d <sub>c</sub>	E <sub>f</sub>	E <sub>f</sub>
25.214	1:45.000	1:50.000	1.080 1.425	1.090 1.430	50.463 50.175	50.319
24.888	1:45.000	1:50.000	995 1.290 1.110	1.090 1.430 1.190	54.774 55.426 53.603	54.601
24.654	1:45.000	1:50.000	1.100 1.570 2.450	1.190 1.650 2.550	54.091 52.548 52.041	52.893
24.639	1:45.000	1:50.000	2.020 4.060 5.760	2.160 4.390 6.120	53.466 54.064 53.125	53.552

3. Escala média do "overlay" do sistema viário e distribuição dos domicílios, obtido a partir do mosaico não controlado das fotografias aéreas em preto e branco datados de 1957.

MOSAICO	ESC. APROX. Fotos	ESC. CARTA Ec	df	dc	Ef	Ef
	1:25.000	1:50.000	1.830	1.030	28.142	
			3.400	1.890	27.794	
			2.800	1.550	27.679	
			3.320	1.920	28.916	
			3.000	1.500	25.000	
			1.240	750	30.242	
			1.340	800	29.850	
			1.100	640	29.091	
			2.360	1.260	26.059	
						28.086

4. Escala média do "overlay" do sistema viário e distribuição dos domicílios, obtido a partir do mosaico não controlado das fotografias aéreas em preto e branco datadas de 1978.

MOSAICO	ESC. APROX. Fotos	ESC. CARTA Ec	df	dc	Ef	Ef
	1:25.000	1:50.000	1.770	1.030	29.096	
			1.240	720	29.032	
			2.040	1.120	27.451	
			3.160	1.880	29.747	
			2.640	1.550	29.356	
			3.360	1.920	28.571	
			1.740	1.050	30.172	
			2.380	1.400	29.412	
			2.260	1.280	28.319	
			1.830	1.030	28.142	
			2.080	1.200	28.846	
			2.100	1.210	28.809	
						28.913

## APÊNDICE B

## OBTENÇÃO DAS ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA

## 1. Obtenção das áreas construídas

As áreas foram obtidas diretamente pela sobreposição dos "overlays" sobre papel milimetrado e procedendo-se a contagem das quadriculas e suas frações. Considerando-se a escala utilizada, 1:50.000, cada quadricula equivaleu a 0,0025 km<sup>2</sup>.

ANO	MUNICÍPIO (ÁREAS EM KM <sup>2</sup> )			TOTAL
	BIGUAÇU	SÃO JOSÉ	PALHOÇA	
1957	0,54	1,14	0,36	2,04
1978	3,07	10,47	3,11	16,65
1988	4,58	18,59	8,14	31,30
1990	4,94	19,85	9,18	33,97

## 2. Obtenção das áreas de terraplanagem

Obtidas também pela sobreposição dos "overlays" sobre papel milimetrado, com contagem das quadriculas e suas frações.

ANO	MUNICÍPIO (ÁREAS EM KM <sup>2</sup> )			TOTAL
	BIGUAÇU	SÃO JOSÉ	PALHOÇA	
1957	0,19	0,44	-	0,63
1978	0,66	2,23	0,40	3,29
1988	0,53	1,43	0,22	2,18
1990	1,09	0,75	0,33	2,17

## APÊNDICE C

## ESTIMATIVAS POPULACIONAIS URBANAS BASEADAS EM DADOS SENSITÁRIOS

## 1 - BIGUAÇU

$$P(1957)_1 = P(1950)_1 \cdot (1 + i)^7 = 4.078 (1 + 0,0314)^7 = 5.063$$

$$P(1978)_1 = P(1970) \cdot (1 + i)^8 = 6.240 (1 + 0,0994)^8 = 13.318$$

$$P(1988)_1 = P(1980) \cdot (1 + i)^8 = 16.101(1 + 0,0523)^8 = 24.209$$

$$P(1990)_1 = P(1980) \cdot (1 + i)^{10} = 16.101(1 + 0,0523)^{10} = 26.807$$

## 2 - SÃO JOSÉ

$$P(1957)_2 = P(1950) \cdot (1 + i)^7 = 3.239 (1 + 0,0299)^7 = 3.981$$

$$P(1978)_2 = P(1970) \cdot (1 + i)^8 = 29.363(1 + 0,1043)^8 = 64.938$$

$$P(1988)_2 = P(1980) \cdot (1 + i)^8 = 79.200(1 + 0,0447)^8 = 112.372$$

$$P(1990)_2 = P(1980) \cdot (1 + i)^{10} = 79.200(1 + 0,0447)^{10} = 122.642$$

## 3 - PALHOÇA

$$P(1957) = P(1950) \cdot (1 + i)^7 = 4.578 (1 + 0,0092)^7 = 4.292$$

$$P(1978) = P(1970) \cdot (1 + i)^8 = 6.397 (1 + 0,1855)^8 = 24.957$$

$$P(1988) = P(1980) \cdot (1 + i)^8 = 35.089(1 + 0,0586)^8 = 55.338$$

$$P(1990) = P(1980) \cdot (1 + i)^{10} = 35.089(1 + 0,0586)^{10} = 62.014$$

## 4 - POPULAÇÃO TOTAL DA ÁREA DE ESTUDO

$$P(1957) = 13.336$$

$$P(1978) = 103.213$$

$$P(1988) = 191.919$$

$$P(1990) = 211.463$$



## APÊNDICE D

ESTIMATIVAS POPULACIONAIS A PARTIR DA MANCHA URBANA UTILIZANDO-SE AS  
 EXPRESSÕES APRESENTADAS POR FORESTI, Celina<sup>37</sup>, OBTIDAS POR ANÁLISE  
 DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

CLASSES DE CIDADES	n	r	r <sup>2</sup>	y = a + bx
Cidades pequenas (até 30.000 hab.)	35	0,85	0,7289	P = 4061 + 4507.A
Cidades médias (30.000 a 100.000 hab.)	25	0,90	0,8147	P = 14056 + 4444.A
Cidades grandes (acima de 100.000 hab)	10	0,92	0,8529	P = 16618 + 6337.A
Amostra Total	70	0,97	0,9418	P = -1186 + 6672.A

FONTE: FORESTI, Celina<sup>37</sup>

a. Considerando-se a aplicação das expressões de acordo com o tamanho das cidades, obtivemos as seguintes previsões:

ANO	MUNICÍPIOS						TOTAL	
	BIGUAÇU		SÃO JOSÉ		PALHOÇA		ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.
	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.		
1957	0,54	6.494	1,14	9.198	0,36	5.683	2,04	13.255
1978	3,07	17.897	10,47	60.574	3,11	18.078	16,65	122.129
1988	4,58	24.703	18,59	134.422	8,14	50.220	31,30	214.919
1990	4,94	26.325	19,95	142.407	9,18	54.842	33,97	231.885

b. Considerando-se a expressão que desconsidera o tamanho das cidades, as previsões obtidas foram as seguintes:

ANO	MUNICÍPIOS						TOTAL	
	BIGUAÇU		SÃO JOSÉ		PALHOÇA		ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.
	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	POP.		
1957	0,54	2.417	1,14	6.420	0,36	1.216	2,04	12.425
1978	3,07	19.297	10,47	68.670	3,11	19.564	16,65	109.903
1988	4,58	29.372	18,59	122.847	8,14	53.124	31,30	207.648
1990	4,94	31.774	19,95	131.253	9,18	60.063	33,97	225.462

## APÊNDICE E

COMPARATIVOS ENTRE POPULAÇÃO ESTIMADA COM BASE EM DADOS CENSITÁRIOS  
E SENSORIAMENTO REMOTO

## 1. Considerando-se o tamanho das cidades

	ANO	POPULAÇÃO CENSO	POPULAÇÃO SENS. REM.	DESVIO	DESVIO (EM %)
B I G U A Ç U	1957	5.063	6.494	-1.431	- 28
	1978	13.318	17.897	-4.579	- 34
	1988	24.209	24.703	-494	- 2
	1990	26.807	26.325	482	2
S Ã O J O S É	1957	3.981	9.198	-5.217	- 131
	1978	64.938	60.574	4.364	7
	1988	112.372	134.422	-22.050	- 20
	1990	122.642	142.407	-19.765	- 16
P A L H O Ç A	1957	4.292	5.683	-1.391	- 34
	1978	24.957	18.078	6.879	28
	1988	55.338	50.220	5.118	9
	1990	62.014	54.842	7.172	12
T O T A L	1957	13.336	13.255	81	1
	1978	103.213	122.129	-18.916	- 18
	1988	191.919	214.919	-23.000	- 12
	1990	211.463	231.885	-20.422	10

Quadro E<sub>1</sub>

## 2. Desconsiderando-se o tamanho das cidades

	ANO	POPULAÇÃO CENSO	POPULAÇÃO SENS. REM.	DESVIO	DESVIO (EM %)
B I G U A Ç U	1957	5.063	2.417	2.646	53
	1978	13.318	19.297	-5.979	- 44
	1988	24.209	29.372	-5.163	- 21
	1990	26.807	31.774	-4.967	- 18
S X O J O S É	1957	3.981	6.420	-2.439	- 61
	1978	64.938	68.670	-3.732	- 6
	1988	112.372	122.847	-10.475	- 9
	1990	122.642	131.253	-8.611	- 7
P A L H O C A	1957	4.292	1.216	3.076	72
	1978	24.957	19.564	5.393	22
	1988	55.338	53.124	2.214	4
	1990	62.014	60.063	1.951	3
T O T A L	1957	13.336	12.425	911	7
	1978	103.213	109.903	-6.690	- 6
	1988	191.919	207.648	-15.729	- 8
	1990	211.463	225.462	-13.999	- 7

Quadro E<sub>2</sub>

**APÊNDICE F**

Relação de figuras referentes as evoluções populacionais.

Figuras 1, 2, 3 e 4 - referentes a evolução da população urbana, rural e total a partir nos dados observados de censos oficiais do IBGE relativos aos anos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991.

Figuras 5, 6, 7 e 8 - estimativas populacionais baseadas em dados de Censos Demográficos e estimativas baseadas em dados de Sensoriamento Remoto.

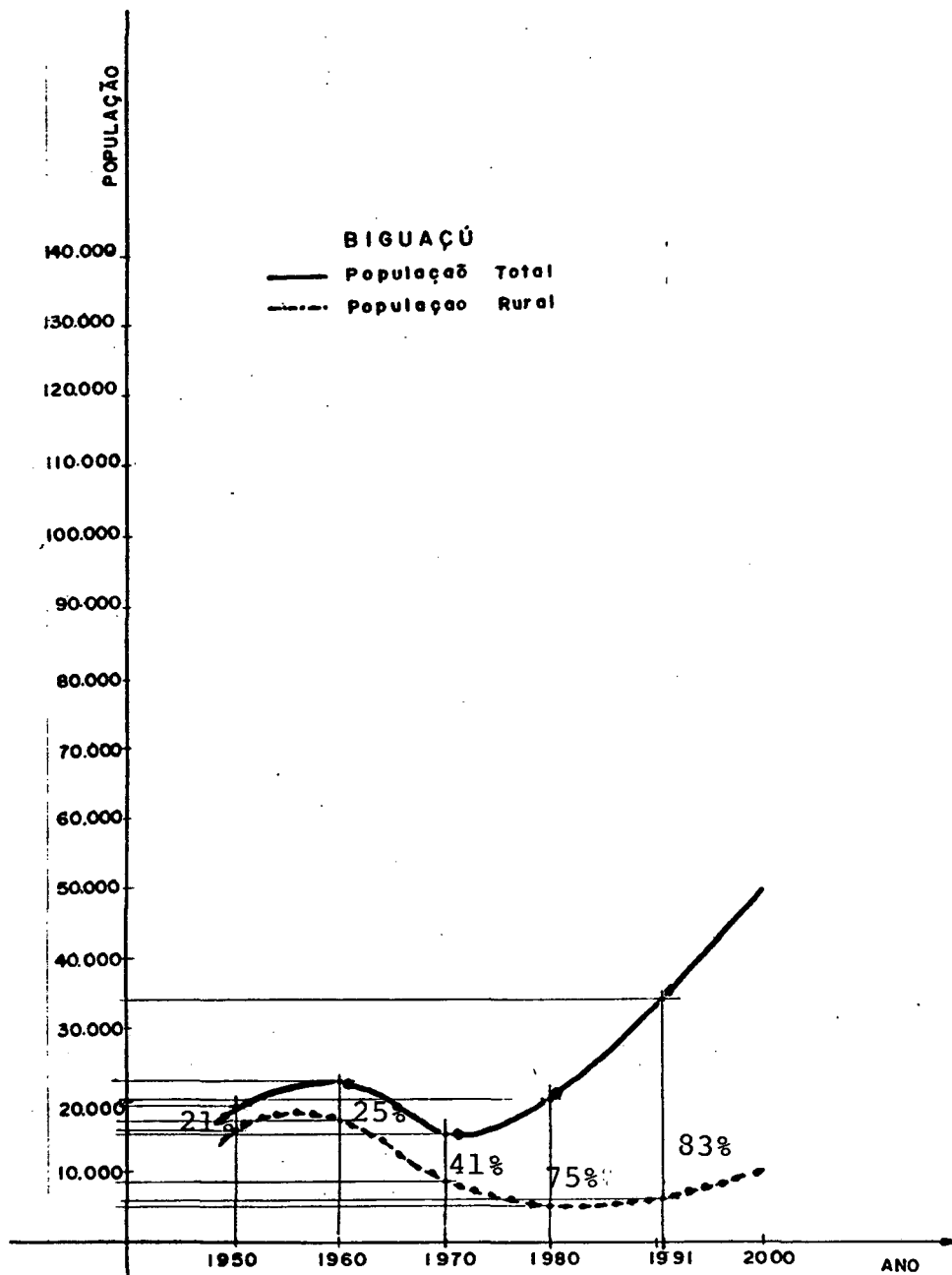


FIG. 1 - Participação e evolução da população urbana (%)

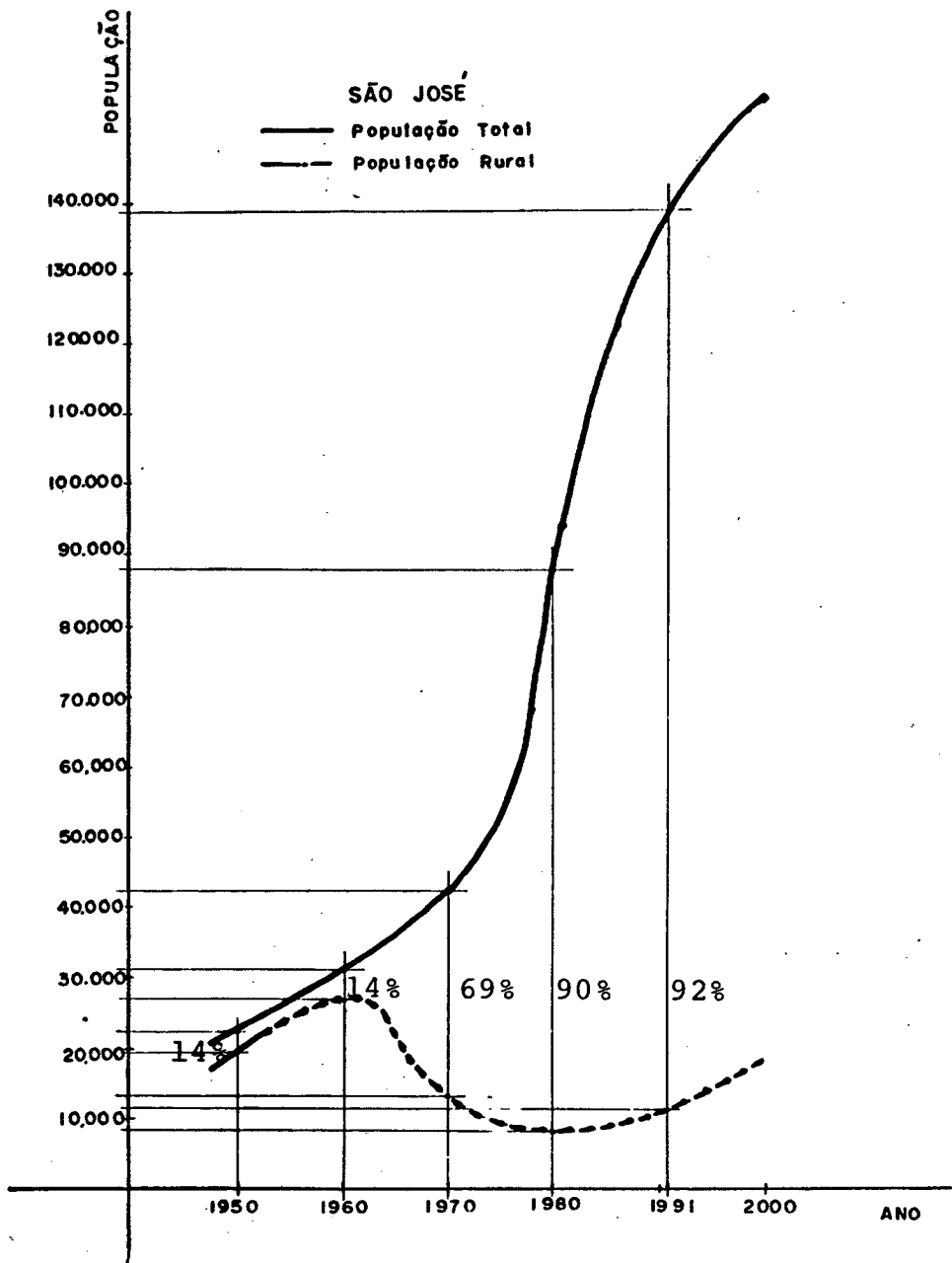


FIG. 2 - Participação e evolução da população urbana (%).

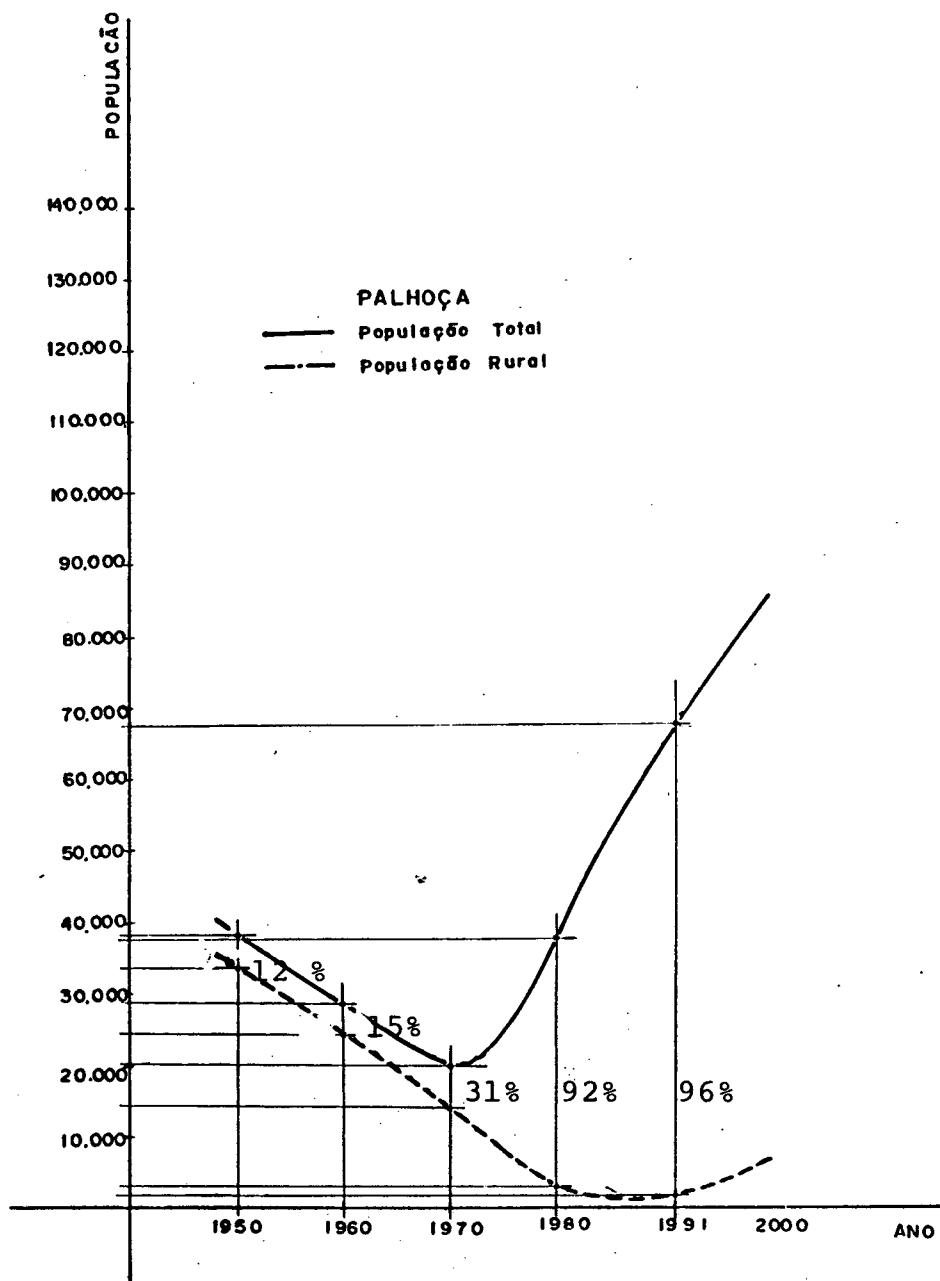


FIG. 3 - Participação e evolução da população urbana (%).



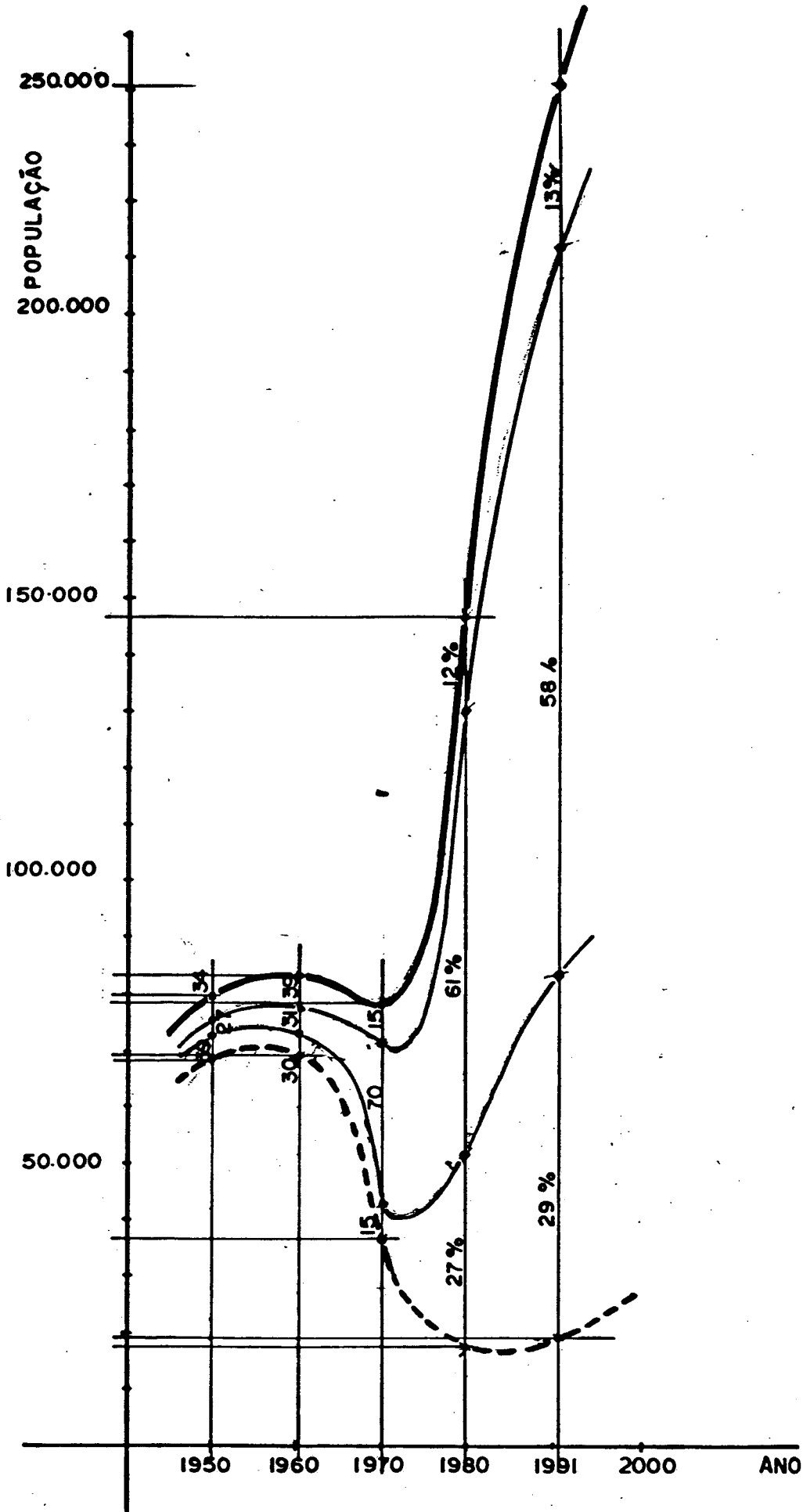


Fig. 4 Contribuição da população urbana de cada município na Area de Estudo (%)

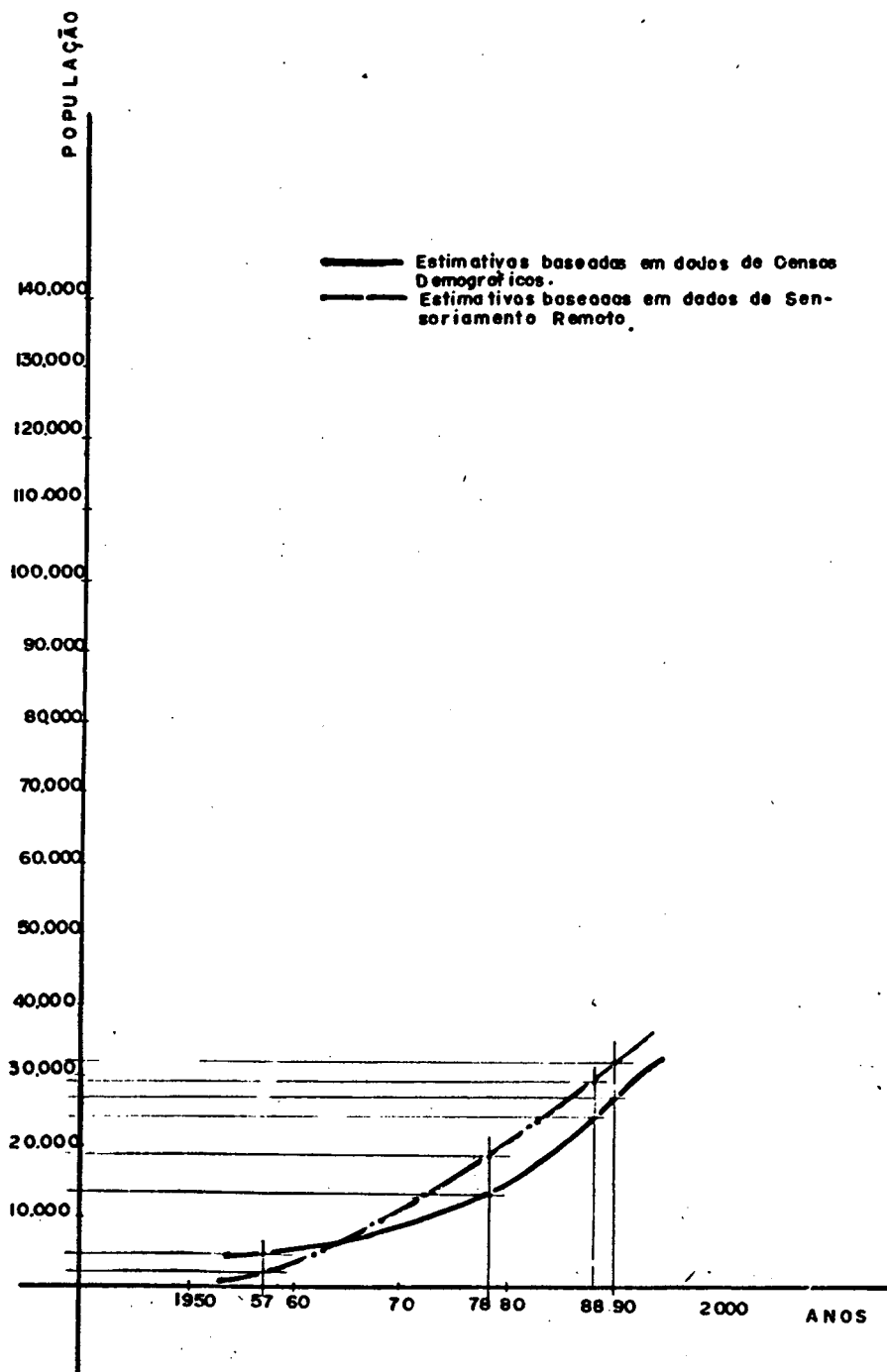


FIG. 5 Evolução da população urbana em BIGUAÇÚ.

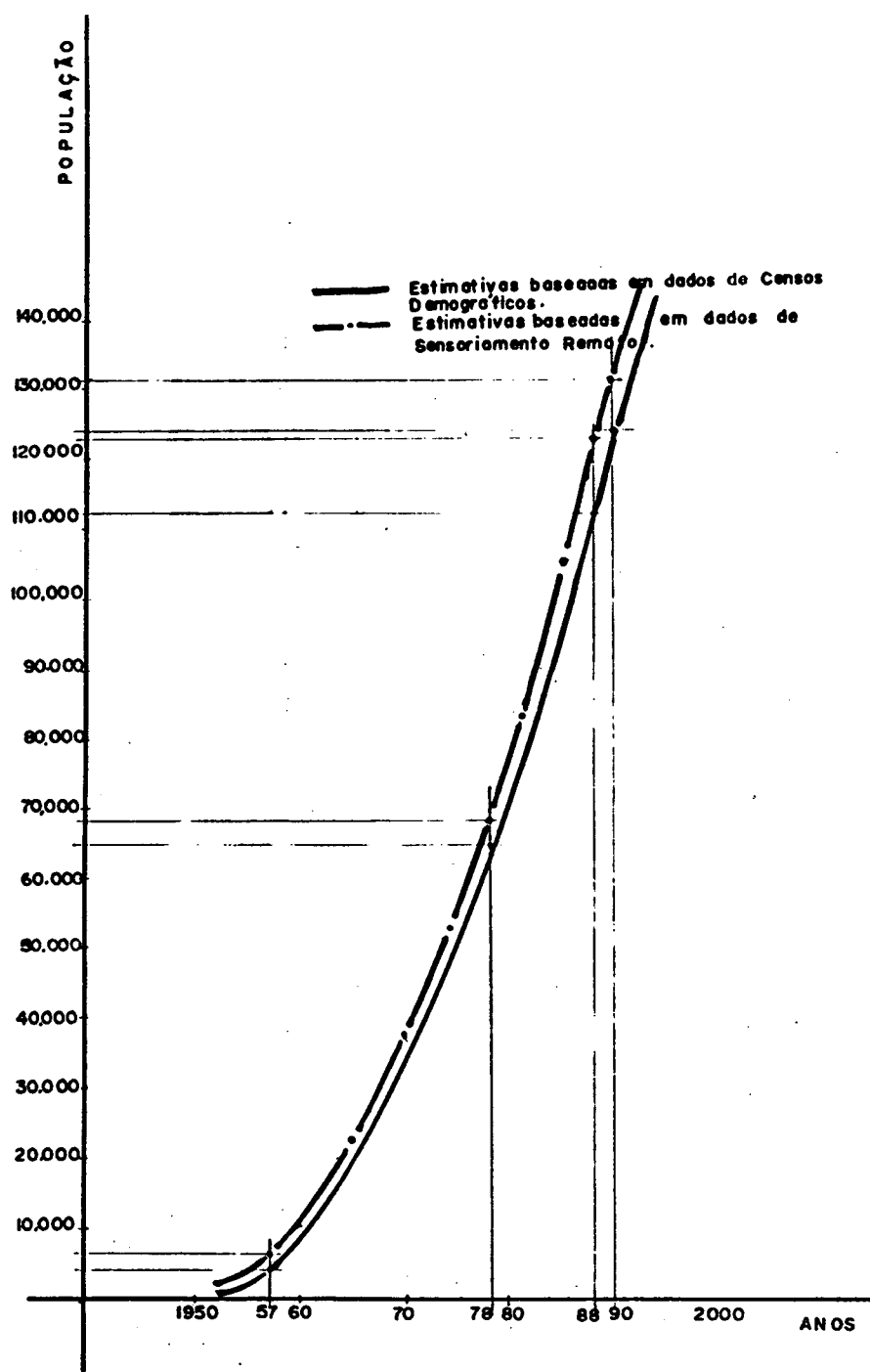


FIG. 6 Evolução da população urbana em São José.

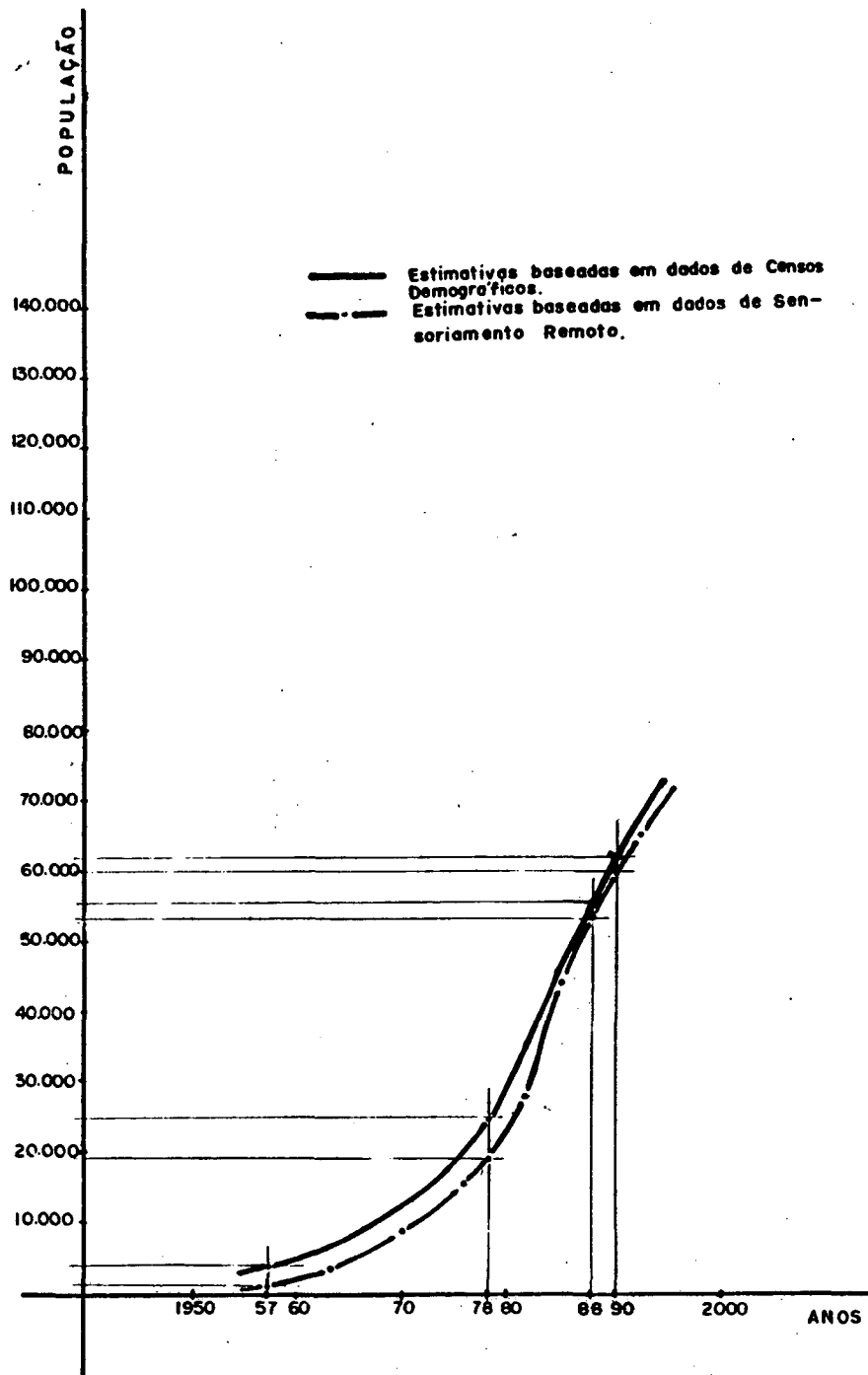


Fig. 7 Evolução da população urbana em PALHOÇA

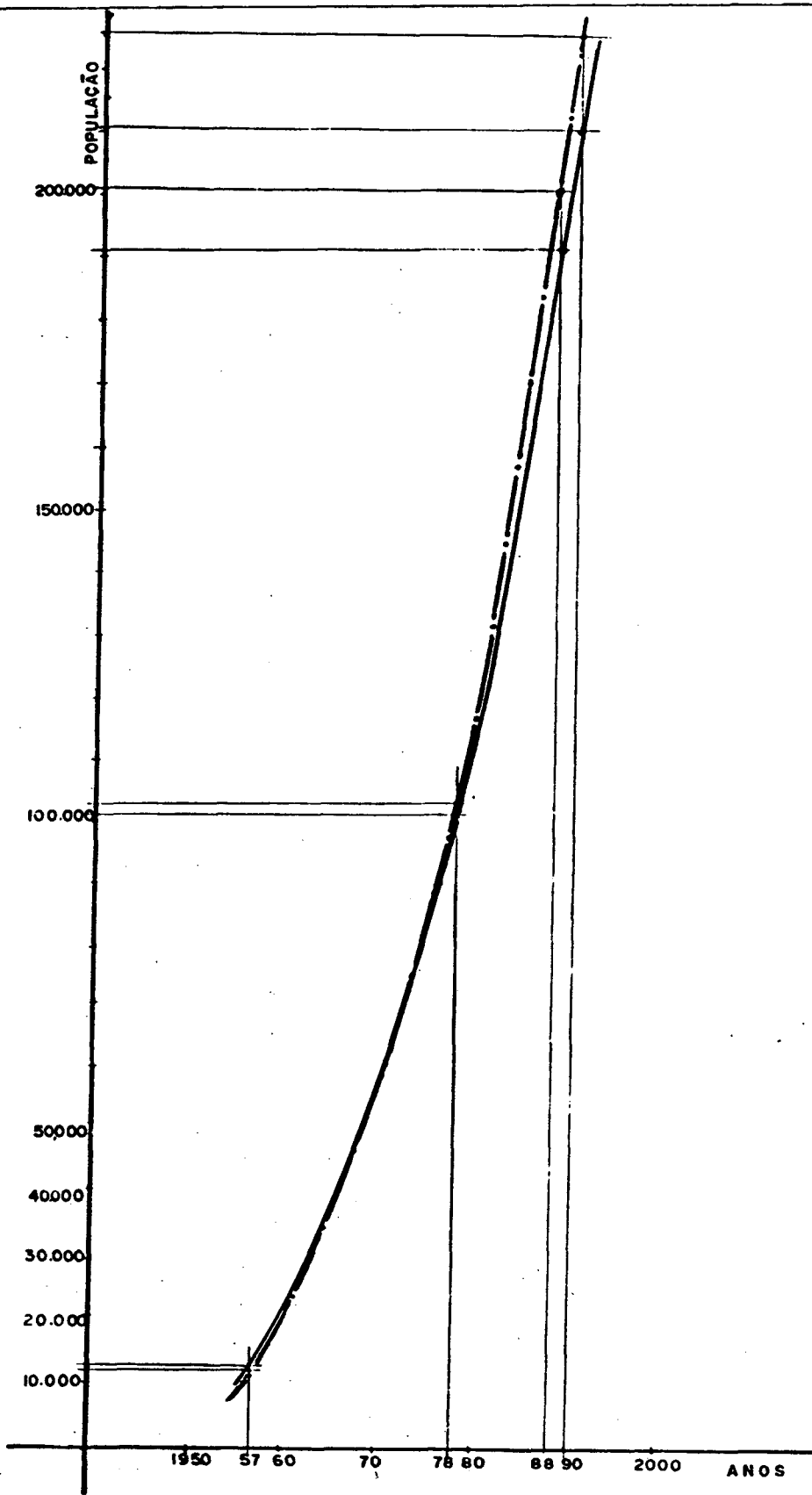


FIG. 9 Evolução da população urbana total da AREA DE ESTUDO.

**APÊNDICE G**

"Overlays" relativos ao sistema viário e distribuição populacional durante os anos de 1957 e 1978.

FLORIANÓPOLIS

OCEANO ATLÂNTICO

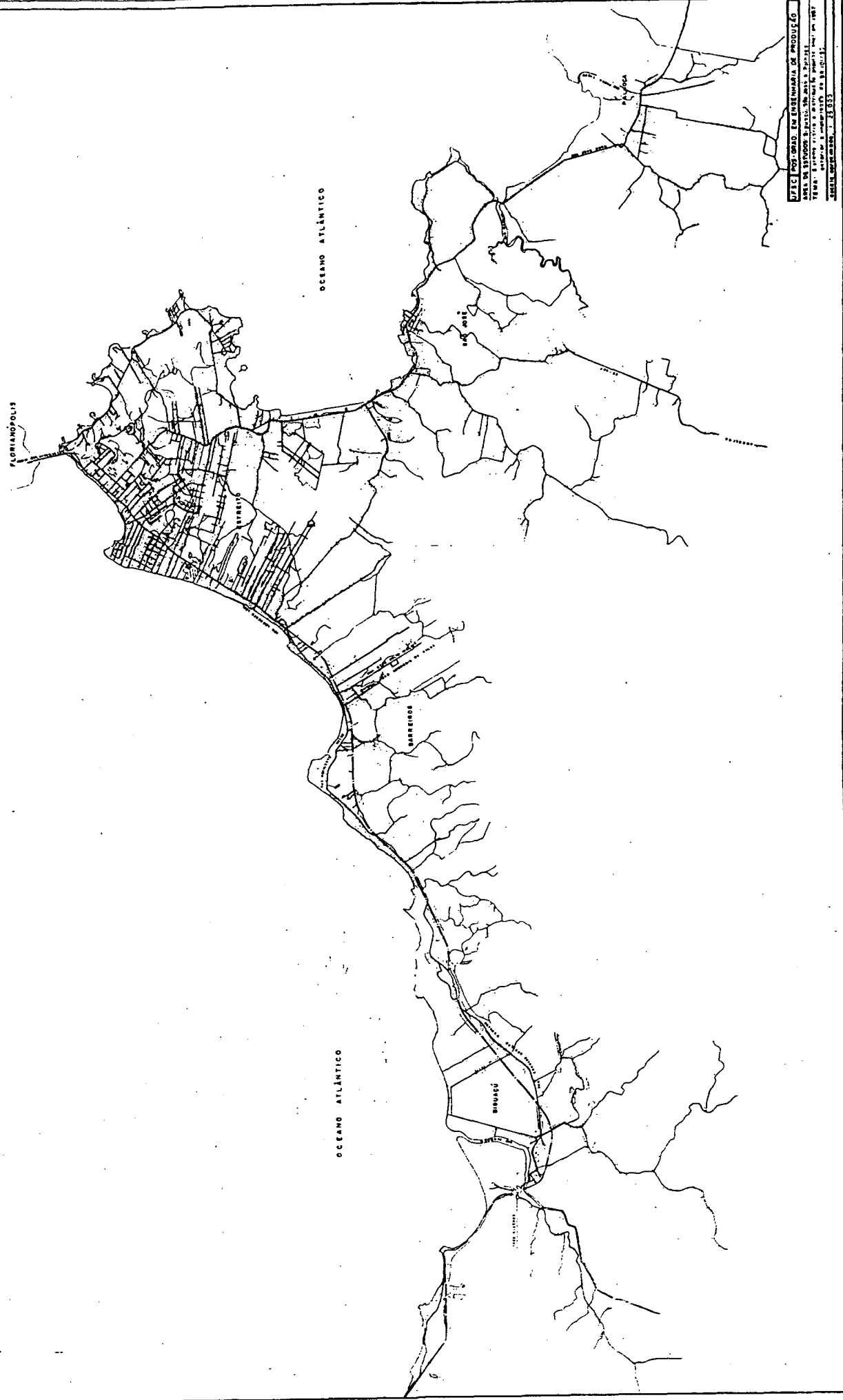
ARRAIO

ARRAIO

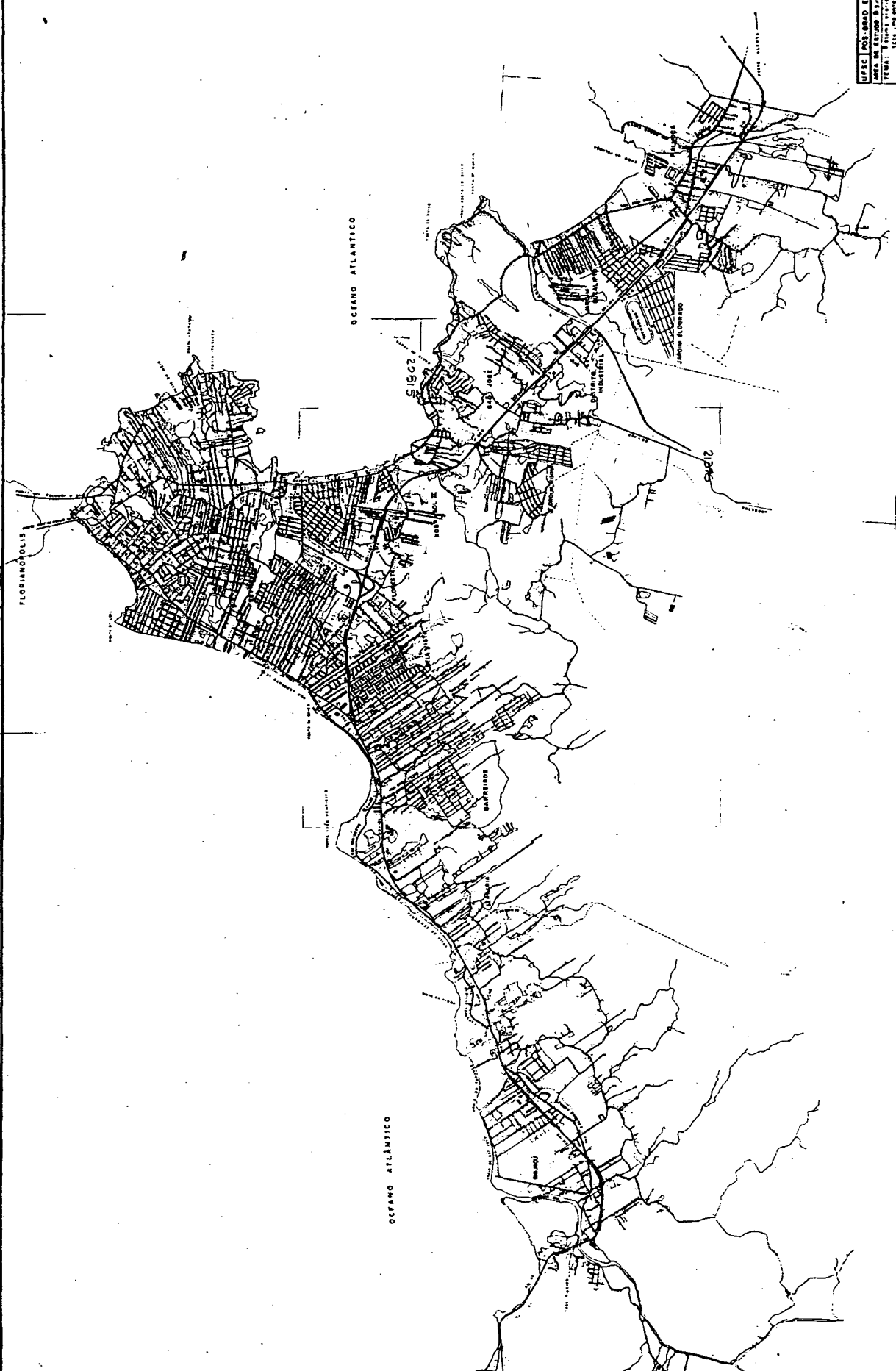
OCEANO ATLÂNTICO

BRUNO

ESTADO DE SANTA CATARINA  
MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS  
CARTÃO DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS  
EM RELACÃO ÀS LOCALIDADES VIZINHAS  
EM 1957  
ESCALA 1:50.000  
ANEXO Nº 10 - 1957



ESTADO DE FLORIANÓPOLIS  
Cidade de Florianópolis  
Mapa da cidade de Florianópolis  
em 1962  
Escala: 1:50.000  
Projeto: Eng.º Celso de Mello  
Execução: Eng.º Celso de Mello  
1962



OCEANO ATLÂNTICO

FLORIANÓPOLIS

OCEANO ATLÂNTICO

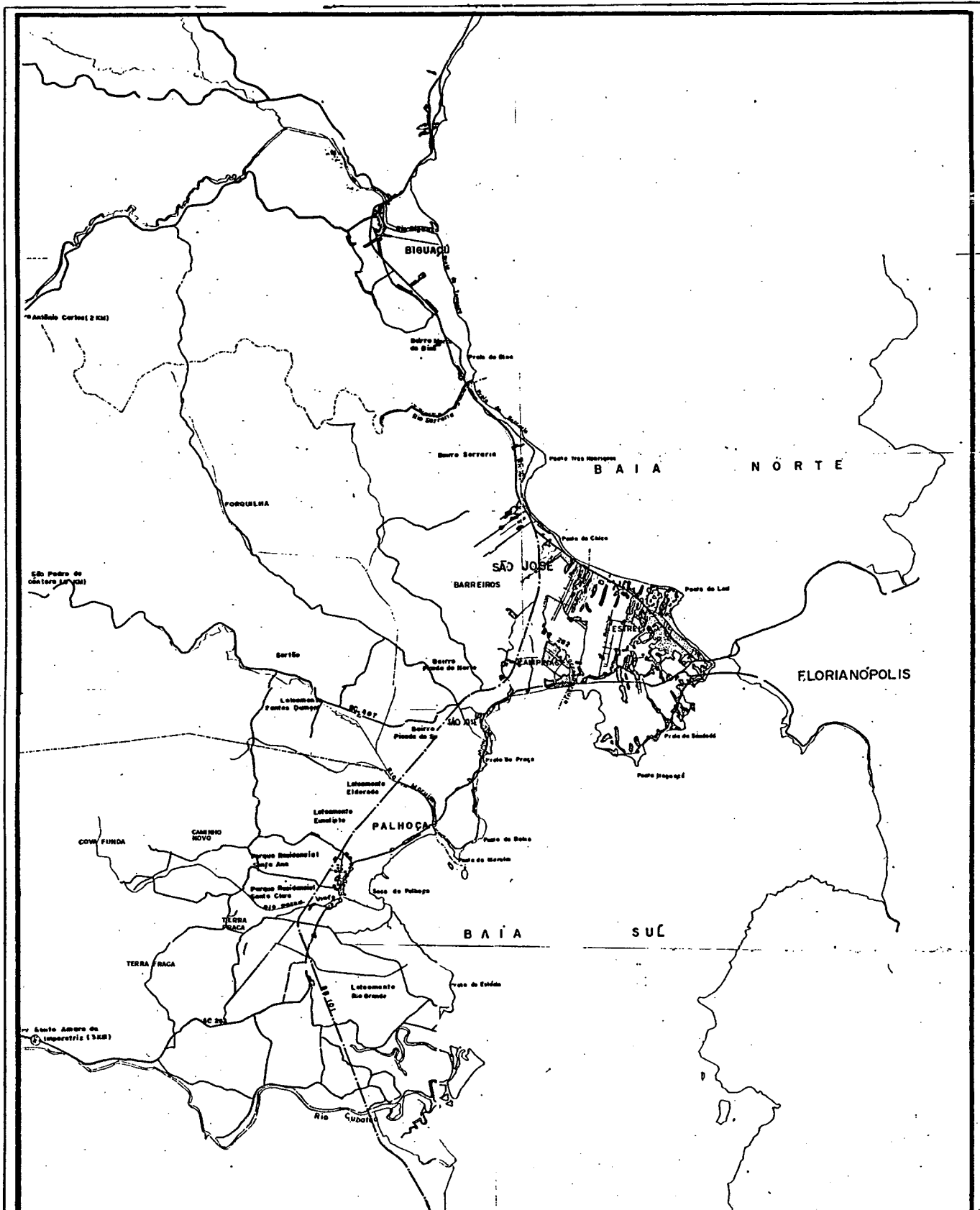
1962

200m



## APÊNDICE H

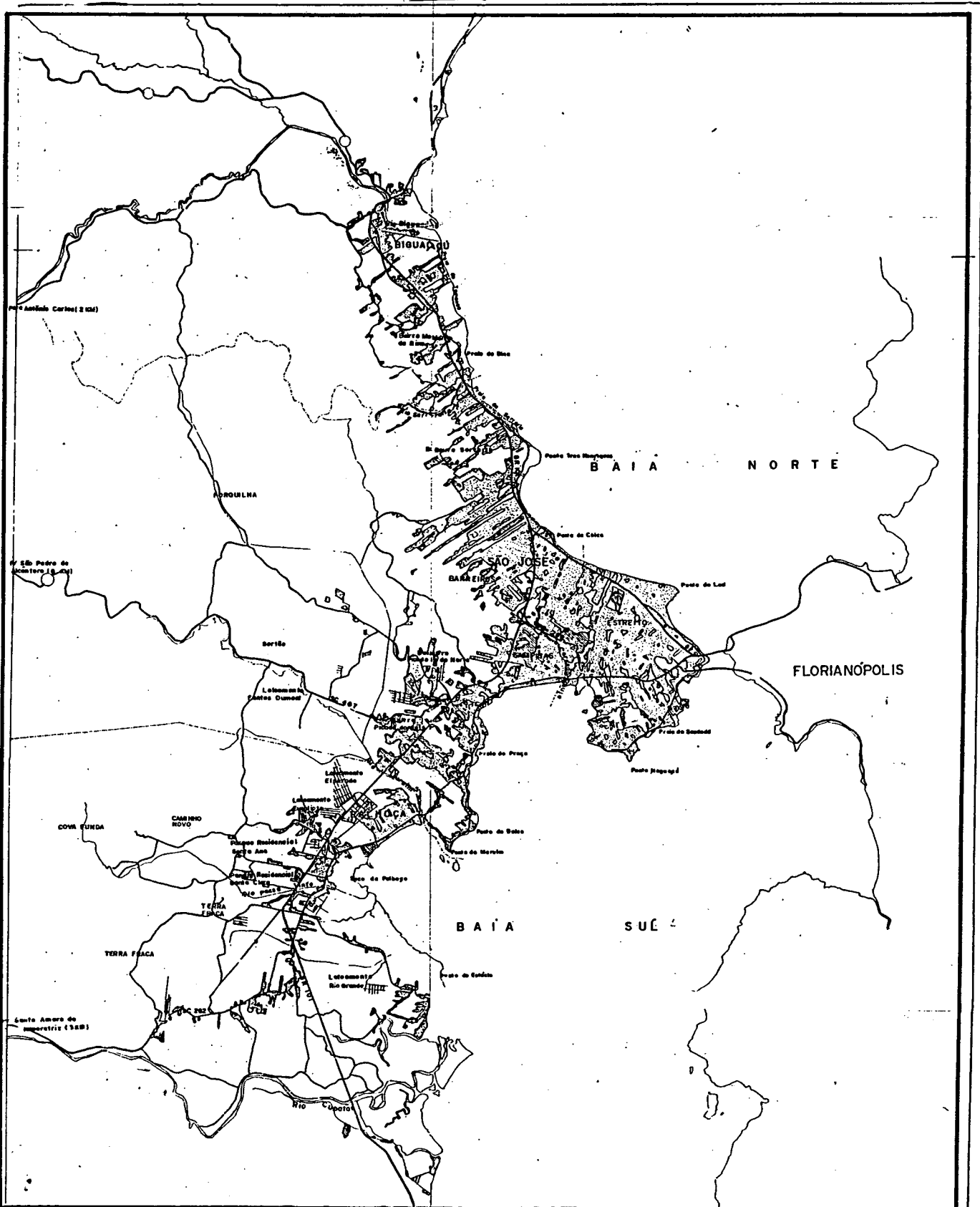
Evolução das manchas urbanas referentes aos anos de 1957, 1978, 1988 e 1990. Os "overlays" relativo aos anos de 1957 e 1978 foram obtidos de fotografias aéreas pancromáticas escala 1:25.000, e infravermelho 1:45.000 respectivamente. Os "overlays" relativos aos anos de 1988 e 1990 obtidos de imagens de satélite SPOT HRV na escala 1:50.000.



**LEGENDA**

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Vias locais, Caminhos, etc.
- - - Limites intermunicipais
- ..... Cursos d'água
- Principais rios
- Áreas não edificadas
- Áreas edificadas
- /// Áreas de terraplenagem

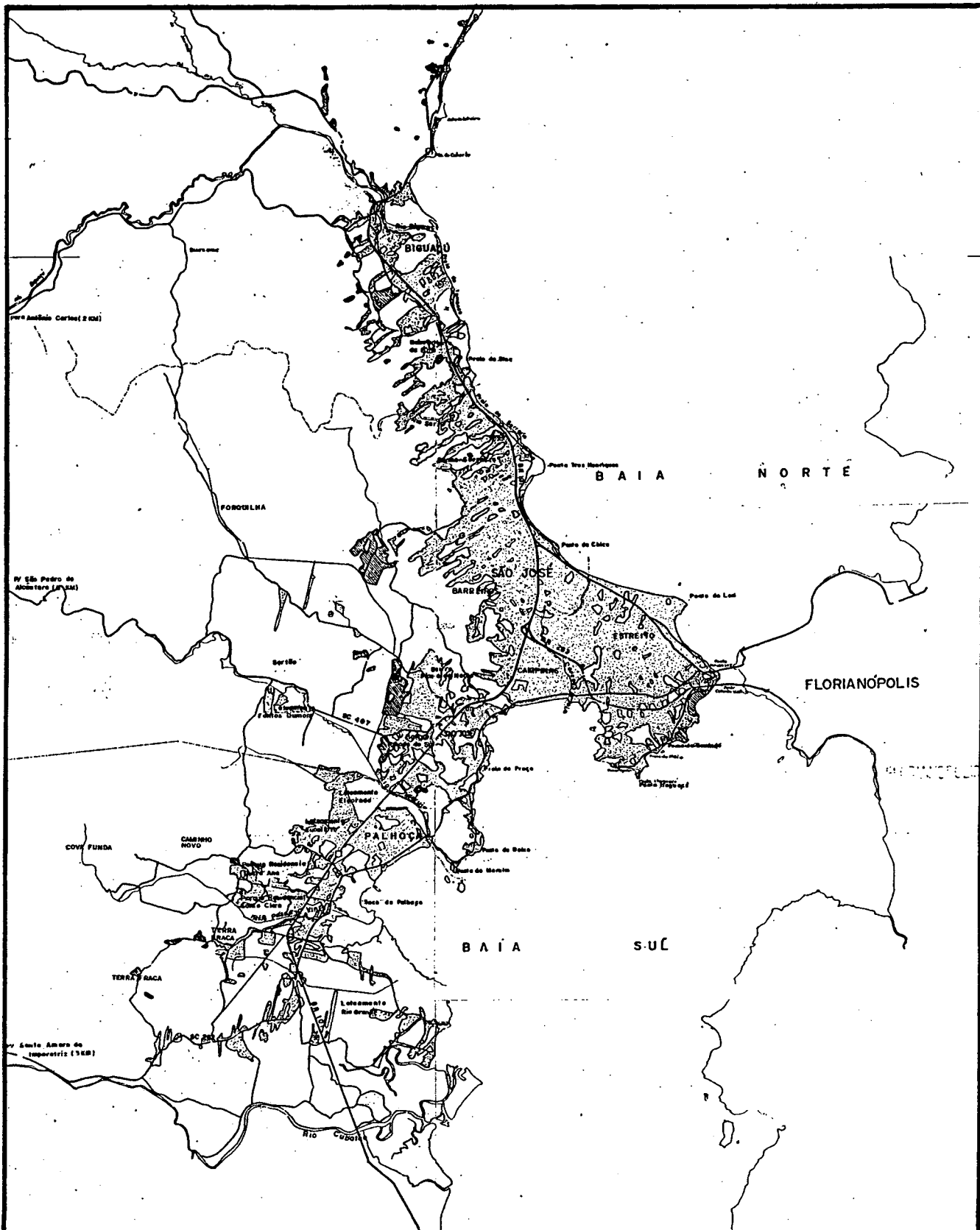
UFSC | PÓS. GRAD. EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
 ÁREA DE ESTUDO: Grupo, São José e Palhoça.  
 TEMA: Evolução da Mancha Urbana  
 escala: 1:50.000 | ANO: 1957



**LEGENDA**

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Vias locais, Caminhos, etc.
- Limites intermunicipais
- Cursos d'água
- Principais rios
- Áreas não edificadas
- Áreas edificadas
- Áreas de terraplanagem

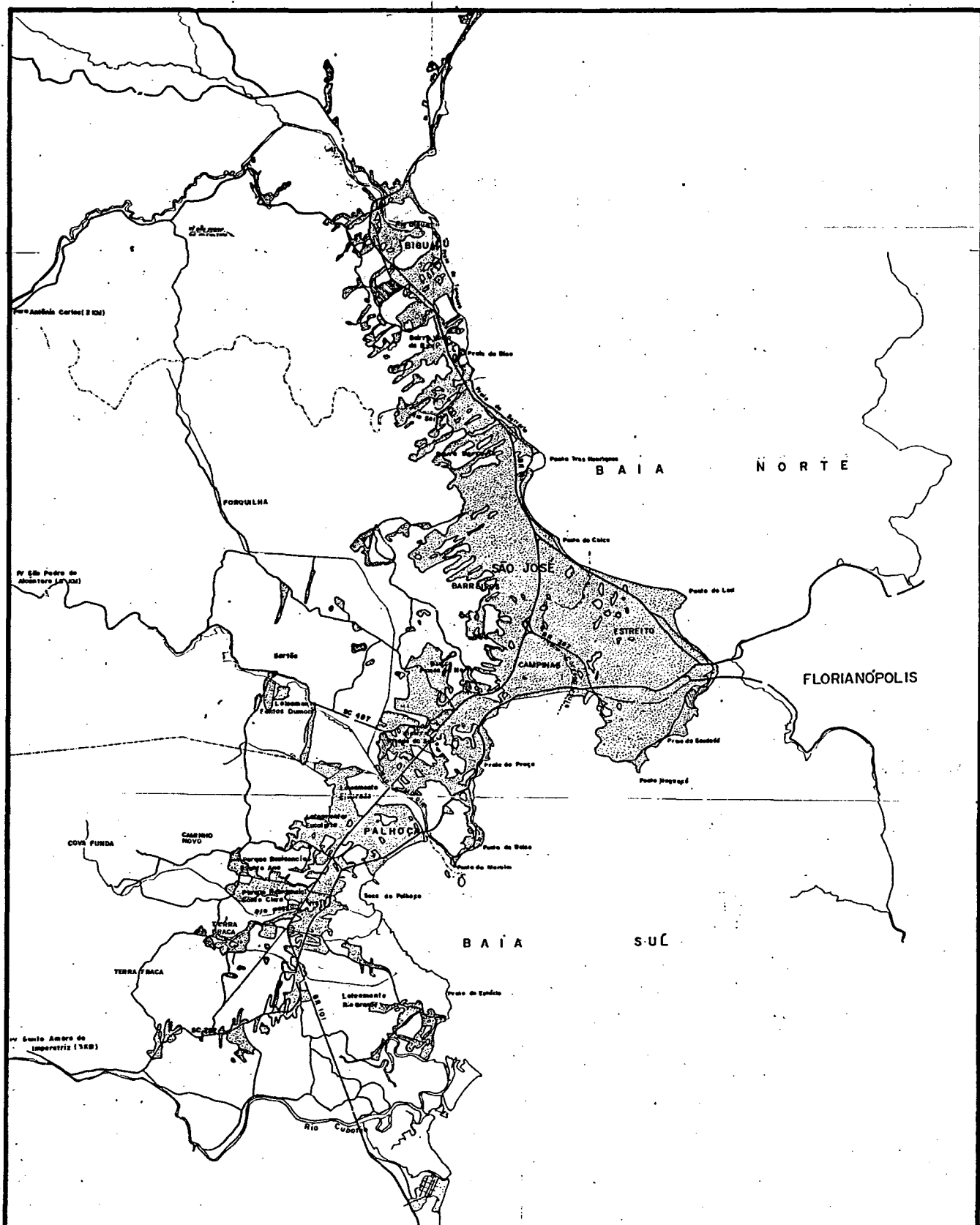
UFSC | PÓS GRAD. EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
 ÁREA DE ESTUDO: Biguaçu, São José e Pethoca.  
 TEMA: Evolução da Mancha Urbana  
 escala: 1:50.000 ANO: 1970



**LEGENDA**

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Vias locais, Caminhos, etc.
- Limites intermunicipais
- Cursos d'água
- Principais rios
- Áreas não edificadas
- Áreas edificadas
- ▨ Áreas de terraplenagem

UFSC | PÓS GRAD. EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
 ÁREA DE ESTUDO: Grupo, São José e Pajuçara.  
 TEMA: Evolução de Mancha Urbana  
 escala: 1:50.000 | ANO: 1988



**LEGENDA**

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Vias locais, Caminhos, etc.
- Limites intermunicipais
- Cursos d'água
- Principais rios
- Áreas não edificadas
- Áreas edificadas
- Áreas de terraplenagem

UFSC | PÓS GRAD. EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
 ÁREA DE ESTUDO: Siguanu, São José e Palhoça.  
 TEMA: Evolução de Mancha Urbana  
 escala: 1:50.000 | ANO: 1990

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ABNT-CB-17. Sistema Viário Nacional na Modalidade Rodoviária, 1976.
02. AKINYEDE, Joseph O. A geotechnical GIS concept for highway route planning. ITC Journal, 1990-3. p.262-269.
03. ALDRICH, Robert C. Detecting Disturbances in a Forest Environment - Photogrametric Engineering and Remote Sensing, Virginia, 1975. p.39-48.
04. ALVES, Diógenes. Sistemas de informação geográfica. GEOPROCESSAMENTO. São Paulo, Editado pela USP, 1990. p.66-78.
05. ANDERSON, Paul S. et al. A Land Use and Lander Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data - GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL. Paper 964, U.S. government Printing Office, Washington, D.C., 1976.
06. BARTHOLOMEU, H. The Land - Use Survey. In: MAYER, H.M. and KOHN, C.F. Readings in Urban Geography. Chicago, 1959. Section 9. p.265-269.

07. BICUDO, Ivo de Almeida. Revista Brasileira de Estradas de Rodagens. Informes. Vias Expressas MT-DNER, ano II, nº 5, p.133-134.
08. BLUNDEN, W.R. The Land-Use/Transport System - Pergamon Press Ltd., Hadington Hill Hall, Oxford, 1973. 318p
09. BROWER, Hans de et al. Rapid assessment of urban growth using GIS-RS techniques - ITC Journal, 1990-3. p.233-235.
10. BRUTON, Michael. Introduction to transportation planning. Londres 1970. Ed. Hutchinson Technical Education. 232p.
11. CAMPOS FILHO, Cândido Malta. Cidades Brasileiras: seu controle ou ocaos. 2.ed. Ed. Nobel, São Paulo, 1992. 143p.
12. CARNEIRO, C.M.R. Curso básico de sensoriamento remoto. Brasília, IBDF, 1980a. 198p. (Série Técnica nº 6).
13. CLAYTON, Cristopher e ESTES, John E. Image Analysis as a check on census Enumeration Accuracy - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Virgínia, June 1980, v.46, n.6, p.757-764.
14. CLEYNENBREUGEL, J. Van et al. Delineating Road Structures on Satellite Imagery by a GIS - Guided Technique, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Virgínia, June 1990, v.56, n.6, p.893-898.
15. CONSELHO NACIONAL DE TRANSPORTES. Plano de viação. Evolução histórica (1808-1973). Rio de Janeiro, 1973
16. DAROS, Eduardo et al. Planejamento Rodoviário. Revista brasileira de estudos de rodagem. MT-DNER, Rio de Janeiro, ano 1, n.2.
17. DNER. Diretoria de Planejamento. Roteiro básico para sistemas rodoviários municipais. Rio de Janeiro, 1976. 19p.
18. DNER. Programa Especial de vias urbanas. Rio de Janeiro, 1974.

19. DNER. Projeto final de engenharia BR 101/SC - v.4, Memória justificativa - Contrato PG 189/76. Rio de Janeiro. 921p.
20. EHLERS, Manfred et al. Application of SPOT Data for Regional Growth. Analysis and local planing - PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, Virgínia, February 1990. v.56, n.2. p.175-180.
21. ESTES, John E. et al. Fundamental of Image Analysis: Analysis of Visible and Thermal Infrared Data - Manual Sensing Remote. Virgínia-USA, 1983. Chapter 24, v.1, p.987-1119.
22. FERRARI, Celson. Curso de planejamento municipal e integrado. 3.ed. Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1982.
23. FORESTI, Celina. Estimativas populacionais e de crescimento de áreas urbanas no Estado de São Paulo, com utilização de imagens LANDSAT. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, jun. 1978 (INPE-1298 - TPT/095).
24. FORESTI, Celina. Proposta metodológica para o estudo ambiental e da estruturação do espaço urbano em áreas metropolitanas. INPE - São José dos Campos, São Paulo. Publicado no II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Manaus, Amazonas, p.336-340.
25. FORESTI, Celina et al. The use of image registration technique in Brasilia's urban growth monitoring. Publication nº INPC-3302-PREF/614, October 1984. INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, São Paulo, 07p.
26. FRANTZ, Djanira Saldanha et al. Caracterização em ambientes paulistas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Vol.2. Manaus, 1990. p.408-418.



27. FREDEN, Stanley C. e GORDON, Frederic. Landsat Satélites - Manual Remote Sensing. Publisher by American Society of Photogrammetry, Virgínia, USA, 1983. Chapter 12.
28. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ. Planejamento Regional - Síntese Metodológica. Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza 1977.
29. GAUTAN, N.C. Aerial Photo-Interpretation. Techniques for classifying Urban Land Use - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v.42, n.6, June 1976. p.815-822.
30. GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes). Programa de Travessias Urbanas/INURB - BR 101 relativo aos municípios de Biguaçu, São José e Palhoça. Entidades Executoras: Ministério dos Transportes, Estado de Santa Catarina e Prefeitura Municipal de Florianópolis. Brasília, 1986. 124p.
31. GILDA, Bruna. Questões de organização regional. São Paulo, Nobel. Ed. da Universidade Federal de São Paulo, 1983.
32. HILHORST, Jos G.M. Planejamento Regional. Enfoque sobre sistemas. 3.ed. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1981.
33. HURST, Michael E. Eliot. Transportation Geography. Coments and Readings. Copyright 1974 by McGraw-Hill, Inc. - Printed in USA. 528p.
34. IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 1991 - Resultados preliminares. Rio de Janeiro, 1992. 95p.
35. IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro, 1950. 344p.

36. IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Memorando PESPO 06/87 referente procedimentos para estimativa da população residente em 01/07/85.
37. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO E FLORIANÓPOLIS (IPUF). Plano Diretor de Florianópolis. Editado pela IOESC, Florianópolis, mar. 1988. 226p.
38. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS (IPUF). Planos Diretores de uso do solo de São José, Palhoça e Biguaçu. Diagnósticos e Programação. Convênio CNDU/IPUF, Florianópolis, ago. 1980. 136p.
39. JENSEN, Moller. Knowledge Based classification of an Urban area using Texture e context. Information in Landsat TM Imagery Photogrametric Engineering and Remote Sensing, v.56, n.6, Virginia, 1990. p.899-904.
40. LANE, Robert et al. Analytical Transport Planning. 1974 Gerald Duckworth & Co. Ltd., Gloucester Crescent NW1, England. 351p.
41. LOCH, Carlos. A interpretação de Imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. Florianópolis, Editora da UFSC, 1989. 119p.
42. LOCH, Carlos. A devastação florestal a nível de propriedade rural. ANAIS VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, vol.1, 1991.
43. LOCH, Carlos. Monitoramento Global Integrado de Propriedades Rurais. Florianópolis, Editora da UFSC, 1990. 136p.
44. LO, C.P. (Char Pang). Applied Remote Sensing. Published in USA by Longman Inc., New York, 1986. 393p.
45. LUCAREVUSCHI, Cláudio Ivanof. Transferência Interna de Tecnologia: um modelo para o Setor Rodoviário, DNER/IPR, Rio de Janeiro, 1980. 67p.

46. LYON, John Grimson. Use of Maps Serial Photographs, and other Remote Sensor Data for Practical Evaluations of Hazardous Waste Sites. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Virginia, May 1985. vol.53, n.5, p.515-519.
47. MAHAVIR e GALENA, Marjon. Monitoring urban growth using Spot Images and aerial photographs. ITC Journal, 1991/2, p.63-69.
48. MARTINI, Paulo Roberto. Imagens Orbitais Disponíveis no Brasil - GEOPROCESSAMENTO, Editado pela USP, São Paulo, SP, 1990, p.153-167.
49. MELLO, José Carlos. PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES. São Paulo, Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1975. 192p.
50. MENEZES, Umberto Rafael. Introdução ao PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES URBANOS - MINISTÉRIO DO INTERIOR - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - DEPTO. DE TRANSPORTES. Recife, 1971. 68p.
51. MINTZER, Olin. Engineering Applications - Manual Remote Sensing - Published by AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Virginia, USA, 1983. Chapter 32, p.1950-2109.
52. MIRANDA, Evaristo Eduardo et al. APLICAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT NA ANÁLISE DO USO DE TERRAS NO ESTADO DE RONDÔNIA - Anais VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de 1990 - 2º vol.
53. NOVO, Evelyn M.L. de Moraes. Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações. Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1989. 308p.
54. OGROSKY, Charles E. Population Estimates from Satellite Imagery - PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, 1975, pp.707-712.
55. OLIVEIRA, Carlos A. Azevedo. A área metropolitana e seu significado - BOLETIM GEOGRÁFICO DO RGS - Ano 18 - nº 16 - Janeiro a Dezembro de 1973. Porto Alegre-RS, p.5-37.

56. PAQUETE, Radnor J., ASHFORD, Norman, J. e WRIGHT, Paul H. TRANSPORTATION ENGINEERING - Planning and design - Copyright 1972 e 1982 by John Wiley & Sons, Inc. - Printed in the United States of América, 679p.
57. QUINTANILHA, José Alberto. Processamento de imagens digitais - GEOPROCESSAMENTO - Editado pela USP - São Paulo, 1990. p.37-48.
58. RICCI, Mauro e PETRI, Setembrino. Princípio de aerofotogrametria e interpretação geológica. Cia. Editora Nacional, São Paulo, 1965.
59. ROSA, Roberto. INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO - Editora UFU, Minas Gerais - Uberlândia, 1990. 135p.
60. ROSA, Roberto. A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS TM/LANDSAT EM LEVANTAMENTO DE USO DO SOLO - Anais VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de 1990. 2º vol., 1990.
61. SEPLAN (Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento) - Santa Catarina, estudo da evolução populacional segundo os municípios 1970-2010. Florianópolis, SEPLAN/SC, 1989. 240p.
62. SENSO, Wlastermiler. Planejamento - Escola Politécnica. São Paulo, USP, 1972. 352p.
63. SHEFFI, Josef. URBAN TRANSPORTATION NETWORKS: Equilibrium Analises with Mathematical Programming Methods - Massachusetts Institute of Technology; Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
64. SPOT IMAGE - Guide des Utilisateur de Donnes Spot. Center Spatial de Toulouse. Toulouse, 1988. Vol.1
65. SUDESUL/UFSC. Curso de Desenvolvimento Urbano e Local para a Grande Florianópolis. Promoção: SUDESUL/MINTER, CNPq, IPEA; Execução: UFSC, Florianópolis, 1976. 176p.

66. TEIXEIRA et al. Estimativa da População para áreas urbanas Desagregadas Aplicada ao Planejamento Educacional - Estudo de caso. Trabalho apresentado na XXIX Reunião da SBPC. São Paulo, julho 1977.
67. TRINTA, Zomar Antônio. O DNER nas Áreas Urbanas. Revista Brasileira de Estradas de Rodagem, MT-DNER, Rio de Janeiro, ano III, nº 9, p.49-63.
68. VIEIRA, I.M. et al. Utilização de Processamento Digital de Imagens na Análise e Monitoramento da Expansão Urbana - Anais do VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de 1990 - 2º vol., 1990.
69. VINK, A.P. Níveis e Estágios de Fotointerpretação - FUNDAMENTOS PARA FOTOINTERPRETAÇÃO - Editado pela SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA - Rio de Janeiro, 1982. p.7-29.