

## **A Utilização do Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento na Classificação de Áreas Urbanas, Joaçaba-SC.**

Jefferson Angelo Thomas, M.Eng<sup>1</sup>

Liane da Silva Bueno, M.Eng<sup>1</sup>

Édis Mafra Lapolli, Dra.<sup>1,2</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina

<sup>1</sup>PPGEP-Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>CTC - Departamento de Engenharia Civil

Campus Universitário - CP.476

CEP: 88010-970 - Trindade – Florianópolis – SC

Telefone: (048) 331-7763

lsb@eps.ufsc.br

O crescimento dos centros urbanos, oriundos do deslocamento da população rural, normalmente de baixa renda, que ocuparam desordenadamente os arredores das cidades, na busca de um mercado de trabalho propiciados pelos setores industrial, comercial e de prestação de serviços que nesse período duplicaram a oferta de empregos (PIDSE – SEPLAN/SC 1990).

Essas ocupações freqüentemente se deram em áreas onde a utilização do solo urbano em provocando um desequilíbrio nas relações homem com o meio ambiente.

Entendendo que essas áreas onde os baixos padrões de segurança, higiene, salubridade e conforto devem ser conhecidos e delimitados, propõe-se através de técnicas de geoprocessamento definir os limites dessas zonas consideradas ocupações de risco, seja este a nível geotécnico em locais com a possibilidade de deslizamentos, ou ainda em áreas inundáveis; seja a nível de proteção ambiental, onde se procura assegurar o bem estar da população conservando as condições ecológicas locais.

Para tanto propomos um estudo no perímetro urbano do município de Joaçaba em Santa Catarina, com a finalidade de possibilitar aos órgãos de planejamento subsídios afim de conhecer suas limitações e definir o tipo de ocupação de solo ideal.; não só de caráter técnico, como legal previsto nas Constituições Federais e Estaduais sobre as responsabilidades dos municípios e das legislações ambientais impostas aos municípios.

A cidade de Joaçaba possui um plano originado de colonização, caracterizando-se principalmente por ser uma pequena cidade ribeirinha, sendo ocupada sem qualquer forma de planejamento ou preocupação com o desenvolvimento e crescimento da cidade.

Desde maio de 1932 e junho de 1939, houve duas grandes inundações, onde o Rio do Peixe teve suas águas 14 metros acima do seu nível normal.

No mês de julho de 1983, uma nova cheia assola a região, provocando enormes prejuízos, com as águas a 15 metros de seu leito normal, mais de setenta casas foram arrastadas pelas águas, diversas pontes, estradas e infra-estrutura existente na região foram completamente destruídas.

Vários deslizamentos de terra já foram relatados nos últimos anos dentro do município, principalmente em encostas de morros, trazendo enormes prejuízos para os moradores. Enchentes de menores proporções já fazem parte do cotidiano de muitos moradores das regiões mais próximas aos rios.

Atualmente, quase dez anos após da aprovação do Plano Diretor do Município de Joaçaba, o processo de crescimento desordenado continua, gerando situações que põe em risco os moradores e em outros casos, fazendo com que exista a necessidade de se estabelecer critérios para a ocupação e utilização do solo urbano. Entre estes critérios está a delimitação de zonas de ocupação de risco e de proteção ambiental, permitindo que se possa prever e controlar as densidades demográficas e de ocupação compatibilizados com um crescimento ordenado.

Sabe-se que a ocupação urbana é inevitável, deve-se providenciar, entretanto, um zoneamento de áreas prováveis de ocupação de risco, a partir de um mapa temático, que sirva de instrumento de prevenção e oriente o processo de expansão urbana, BUENO (2000). Sendo assim mapeamentos temáticos se fazem necessários para subsidiar e complementar as ações de planejamento viabilizando o desenvolvimento de uma região respeitando-se as limitações e minimizando as conseqüências para com o meio ambiente.

### **METODOLOGIA**

Escolheu-se para aplicar a metodologia de determinação de áreas de risco (metodologia adaptada do trabalho de doutoramento da professora Ana Maria B. Franzoni, e testada no trabalho de mestrado da professora Liane da Silva Bueno) o perímetro urbano do município de Joaçaba. (PIDSE – SEPLAN/SC 1990).

#### **Localização da Área de Estudo**

No município de Joaçaba, com uma área aproximada de 28,77 Km<sup>2</sup>, o perímetro urbano situa-se aproximadamente nas coordenadas 27° 10' 40.8" latitude sul e 51° 30' 18.0" de longitude oeste de Greenwich.

#### **Áreas De Ocupação De Risco**

Segundo RAIMUNDO (1998), o resultado do êxodo rural é a ocupação de áreas até então adversas a moradia, por sua própria condição geomorfológica ou pelos riscos eminentes de acidentes, ou ainda, pela falta de condições de habitabilidade, como saneamento básico, captação de água, energia elétrica, acesso, etc.

Na realidade, a ocupação de áreas menos privilegiadas monetariamente, tem se dado, não apenas impulsivamente, mas, principalmente, de forma desordenada e agressiva, com absoluto consenso das autoridades competentes, incapazes de reagir ou frear este processo progressivo de ocupação e uso indevido do solo.

Amarrado e complacente, o poder público assiste o avanço da ocupação desenfreada, aparecendo somente quando é necessário intervir, ou seja, quando acontecem desastres naturais ou induzidos, em que a mídia veicula a ação pública mediante a dor das famílias atingidas, expondo o enorme rombo nos cofres públicos muitas vezes incapazes de custear os danos causados pelas adversidades climáticas, desastres ambientais e ecológicos ou por fatores geológico-geotécnicos.

CECARRELI *apud* BUENO (2000), identifica as áreas de risco através da relação uso real/uso potencial em conjunto com a relação custo/efetividade do uso, adquirida através de cruzamentos ponderados entre espaços homogêneos (definidos através da compartimentação da área estudada através de critérios de similaridade de texturas da imagem, fazendo-se assim, uma pré-seleção dos fatores do meio físico que agem nesses espaços) e os parâmetros do uso atual do solo, cobertura vegetal, declividade, clima, gerando uma avaliação comparativa da adequação dos espaços ao uso do solo.

#### **Sensoriamento Remoto**

De meados do século passado, segundo MORAES NOVO, quando balões equipados com câmaras fotográficas já eram lançados para se obter informações do terreno, até

nossos dias, o Homem foi aos poucos descobrindo que conhecer melhor a Terra poderia lhes trazer grandes benefícios. De lá para cá, as câmaras fotográficas foram substituídas por modernos equipamentos sensores a bordo de satélites “fotografam” a Terra, em detalhes, a centenas de quilômetros de distância.

Principalmente no Brasil, um País de proporções continentais, o sensoriamento remoto pede e tem sido utilizado em áreas importantes e prioritárias ligadas ao levantamento de recursos naturais e ao monitoramento do meio ambiente para o benefício do nosso desenvolvimento econômico e social.

Sensoriamento remoto é a obtenção de informações sobre um objeto, sem contato físico com o mesmo. São exemplos de sensores remotos os sistemas que adquirem imagens da superfície terrestre a bordo de plataformas aéreas (aviões) ou orbitais (satélites).

Para FRANZONI (2000), as técnicas de Sensoriamento Remoto foram amplamente utilizadas durante a Primeira e a Segunda Guerra mundial no planejamento de missões, em que se utilizavam fotos aéreas de média e baixa altitude.

A complexidade das atuais técnicas de Sensoriamento Remoto faz com que, cada vez mais, um maior número de pessoas de áreas diferentes participem do processo de transformação de energia registrada pelo sensor em informação.

Segundo BUENO (2000), as imagens de sensoriamento remoto são muito eficazes para registrar dados de uma cidade, em diferentes épocas, pois retratam a situação da cidade nas várias datas de imageamento.

A produção de mapas a partir de imagens de sensoriamento remoto é uma simplificação da realidade complexa representada pela imagem, o que justifica, muitas vezes, incorporá-la ao projeto, deixando-a falar por si mesma.

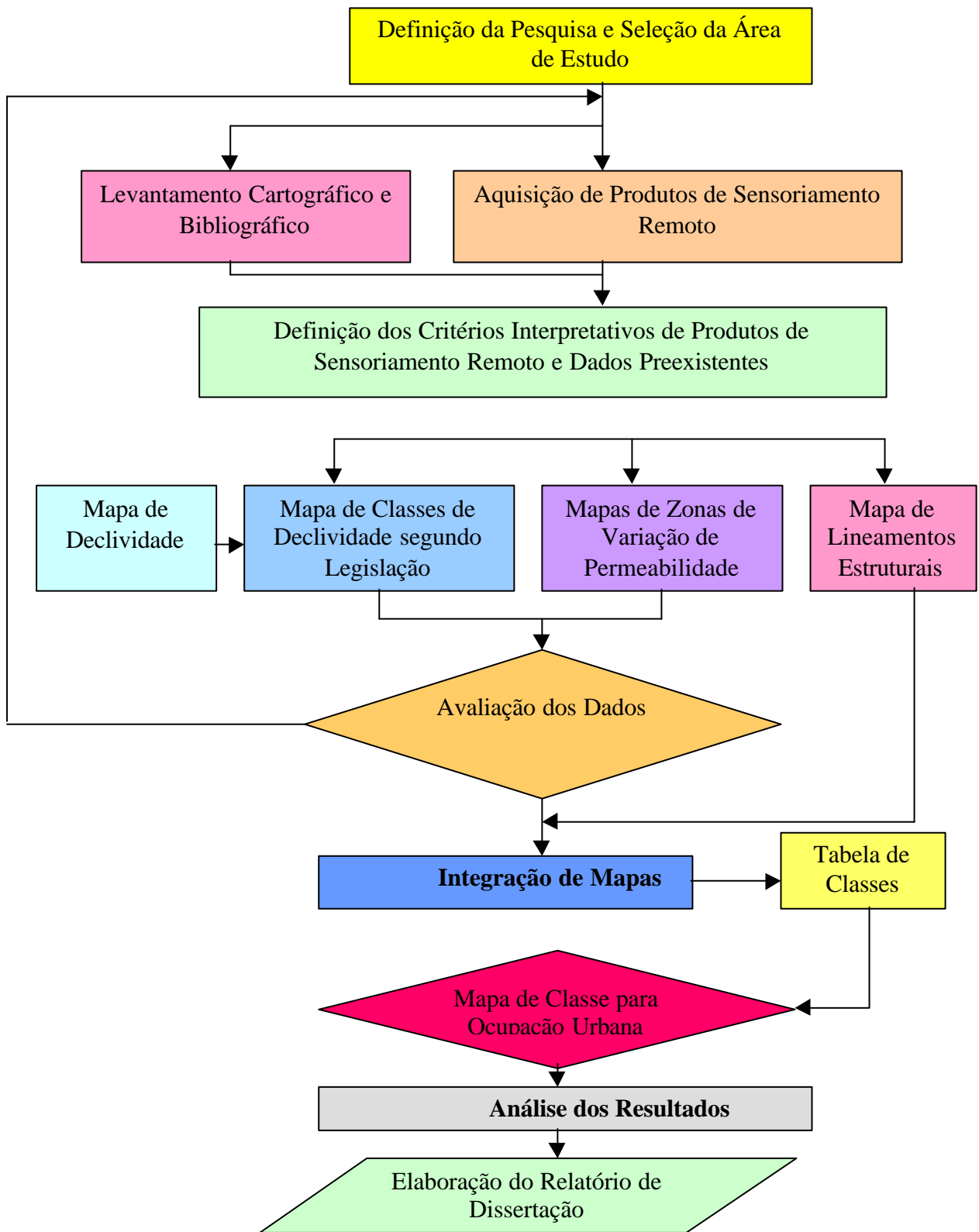
Considerando o exposto, o uso das técnicas de sensoriamento remoto, principalmente para a análise de situações de ocupação e modificação do uso de solo urbano, onde se encontra dificuldades em se manter um controle através de métodos de fiscalização tradicionais, é um instrumento importantíssimo.

### **Sistemas De Informações Geográficas**

Sistema de informações geográficas ou SIG tem produzido enorme impacto no cenário cartográfico nos últimos anos. O avanço da tecnologia tem influenciado no desenvolvimento dos SIG, uma vez que quando lembramos da tecnologia analógica adotada na cartografia onde os mapas serviam para duas funções, segundo ROBINSON(1998), como um meio de arquivar dados espaciais e como um meio de comunicação entre pessoas sobre relações espaciais. A tecnologia digital separou estas funções em uma base de dados georreferenciada e a habilidade de criar mapas a partir do banco de dados utilizando um sistema automatizado.

**Material Bibliográfico e Cartográfico utilizado:** O trabalho segue o fluxograma conforme fig. 1

- Mapa Altimétrico do Perímetro Urbano de Joaçaba, na escala 1:25.000 (PMJ, 1981);
- Carta do Brasil , folha SG – 22 – Y – D – II, na escala 1: 100.000 (IBGE);
- “Software” de digitalização e edição vetorial MicroStation 95, Word versão 97;
- “Software” de Geoprocessamento Idrisi for Windows versão 2.0;
- “Software” Surfer versão 6.04;
- Mesa Digitalizadora marca Digigraf, modelo Van Gogh, tamanho A0;
- Processador Pentium 500 MHz, 64 Mb de memória RAM, HD de 9,0 GB e periféricos;
- Plotter de pena A0



**Figura 1: Fluxograma do Trabalho**

Uma vez elaborados os mapas de Declividade, Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Lineamento Estrutural , realizou-se uma avaliação dos dados conforme o aparecimento de dúvidas, voltando-se às etapas anteriores para verificação.

### **Integração dos Mapas**

Após a análise visual da superposição do Mapa de Declividade e o Mapa de Zonas de Variação de Permeabilidade, efetuou-se ainda a superposição do Mapa de Lineamento Estrutural, possibilitando uma análise visual, integrada dos três mapas, como. Esta análise visual dos elementos superpostos, originou a tabela de classes, subsidiando o cruzamento final feito através do programa Idrisi for Windows.

### **Tabela de Classes**

Elaborou-se uma tabela de classes objetivando subsidiar o cruzamento dos Mapas de Declividades, Mapas de Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Lineamentos Estruturais

**Tabela – Tabela de Classes**

<b>Classes</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>Declividade</b>	2 a 30%	2 a 30%	2 a 30%	<2% e >30%
<b>Permeabilidade</b>	Alta	Pouca	Moderada	Baixa
<b>Lineamentos Estruturais</b>	Baixa	Moderadamente Fraturados	Fraturados	Muito Fraturados

### **Mapa de Classes para Ocupação Urbana**

O Mapa de Classes para a Ocupação Urbana é um Mapa Temático, que foi elaborado a partir da classificação da etapa anterior, através do cruzamento dos Mapas de Declividade, Zonas de Variação de Permeabilidade e o Mapa de Lineamentos Estruturais, com a utilização do programa Idrisi for Windows. Figura 2.

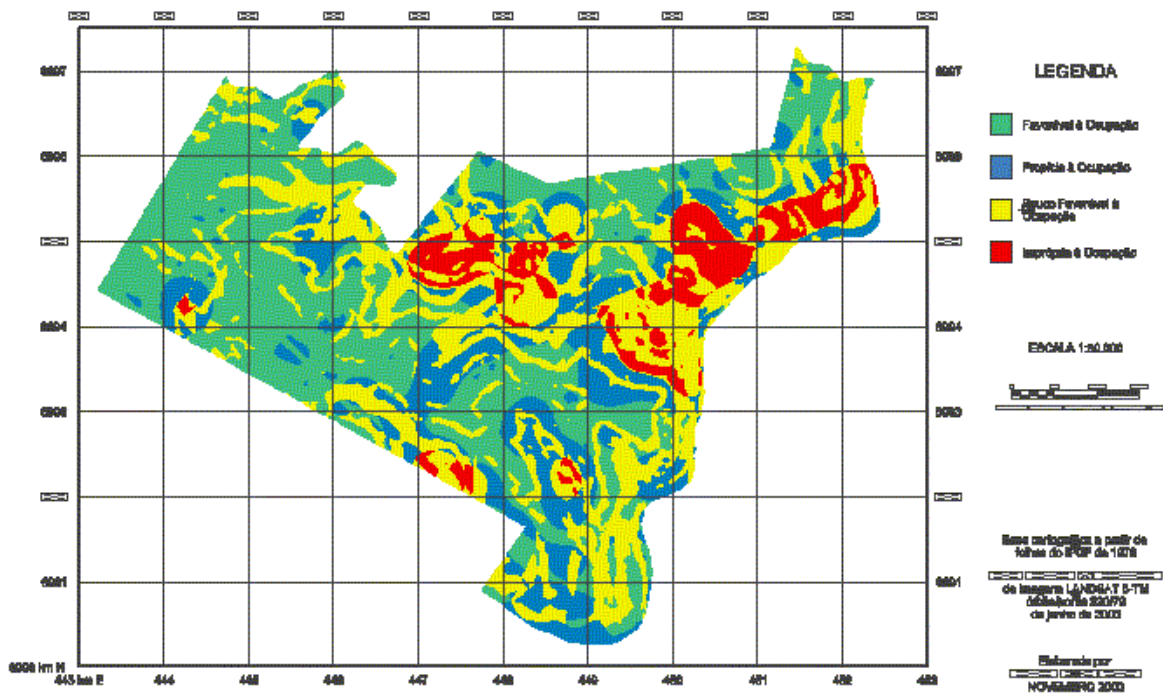


FIGURA 6 - Mapa de Classes para Ocupação Urbana

## Figura 2: Mapa de Classes para Ocupação Urbana

### Resultados

Sabendo-se da importância de realizar-se a interação e o equilíbrio dinâmico existente entre as diversas componentes de um determinado ambiente, tais como: ação climática, litologias, rede hidrográfica, solos, vegetação, ação antrópica, para a confecção de um zoneamento, utilizou-se os parâmetros ambientais disponíveis, como a declividade, a permeabilidade do solo e a frequência de fratura do perímetro urbano de Joaçaba.

Como resultado das várias etapas desenvolvidas neste trabalho, obteve-se:

- Geração de vários arquivos gráficos em meio digital, contendo as informações básicas do meio físico e da legislação, editados e estruturados para serem processados num software para SIG;
- Domínio das técnicas de Geoprocessamento, através das várias rotinas internas do software para SIG, para o Mapeamento das Classes de Ocupação Urbana;

- Arquivos em meio digital, das áreas mapeadas das classes de ocupação urbana, determinando-se as áreas de potencial de ocupação de risco, como forma de subsídio aos órgãos de planejamento urbano.

Este zoneamento propõe subsidiar um planejamento urbano mais consciente, sendo as áreas propícias a inundação uma característica peculiar da cidade de Joaçaba. Assim a delimitação espacial das áreas favoráveis para a expansão urbana, a partir de critérios técnicos que caracterizaram os espaços para usos urbanos, originou o Mapa de Classes para Ocupação Urbana. Este mapa possibilitou uma classificação quanto as fragilidades potenciais à ocupação urbana, podendo-se identificar as seguintes áreas:

- Classe I - Áreas Favoráveis à Ocupação Urbana (cor verde)
- Classe II - Áreas Propícias à Ocupação Urbana (cor azul)
- Classe III - Áreas Pouco Favoráveis à Ocupação Urbana (cor amarela)
- Classe IV - Áreas Impróprias à Ocupação Urbana (cor vermelha)

Sabendo-se que o Perímetro Urbano de Joaçaba possui uma área de  $A = 28,77\text{Km}^2$  obteve-se os seguintes resultados:

- 39,0 %, observou-se como sendo área favorável a ocupação urbana;
- 18,7 %, observou-se como sendo área propícia a ocupação urbana
- 34,1 %, observou-se como sendo área pouco favorável a ocupação urbana;
- 8,2 % , observou-se como sendo área imprópria a ocupação urbana;

Estas porcentagens obtidas representam primeiramente um diagnóstico favorável para a ocupação urbana da área de estudo, proporcionando à diversas análises, subsidiando na elaboração de projetos relacionados ao planejamento urbano da cidade e a futuros trabalhos científicos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- BUENO; L. da Silva. Estudo em Áreas de Ocupação Urbana com Fatores de Risco: O Caso do Bairro Córrego Grande – Florianópolis – SC.** Dissertação de Mestrado, UFSC, 2000.
- BURROUGH; P. A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment.** Oxford University Press, New York, 1994.
- CECARELLI; I. C. F. Caracterização Geotécnica do Meio Físico com uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto - Proposição Metodológica.** – Boletim de Resumos Expandidos do 38<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 1994, Balneário Camboriú – SC. **Anais:** Balneário Camboriú: 1994.453 p.

- FRANZONI; A. M. B. **Caracterização do Meio Físico para Fins de Traçado e Manutenção de Rede Viária. Ilha de Santa Catarina – SC.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2000.
- LILLESAND; Thomas M., KIEFER; Ralph. **Remote Sensing and Image Interpretation.** 2<sup>nd</sup> Edition, Jonh Wiley & Sons Inc. New York. USA. 1998.
- MORAES NOVO; Evelyn M. L. de. **Sensoriamento Remoto, princípios e aplicações.** Ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1992.
- RAIMUNDO; H.A. **Aspectos Geotécnicos e Pluviométricos Associados a Instabilidades de Encostas em Florianópolis - SC.** UFSC. Florianópolis, SantaCatarina, 1998.
- ROBINSON; A. H. **Elements of Cartography.** 6<sup>nd</sup> Edition, Jonh Wiley & Sons Inc. New York. USA. 1999.
- SANTOS; M. **A Urbanização Brasileira.** Ed. Hucitec, 4<sup>a</sup> ed., São Paulo, SP, 1994.
- SECRETARIA DE ESTADO DE COORDENAÇÃO GERAL E PLANEJAMENTO SEPLAN-SC. **PIDSE – Programa Integrado de Desenvolvimento Sócio-Econômico.** IOESC, Florianópolis, SC, 1990.
- SECRETARIA DE ESTADO DE COORDENAÇÃO GERAL E PLANEJAMENTO SEPLAN-SC. **Atlas de Santa Catarina,** IOESC, Florianópolis, SC, 1991.
- VILLAÇA; Flávio. **Espaço Intra-Urbano no Brasil.** Studio Nobel, FAPESP: Lincoln Institute, São Paulo, SP, 1998.