

# Uso da Técnica de Acoplamento (Loose-Coupling) no Monitoramento da Expansão Urbana Através do Uso de SIG

Prof. Dr. Ismael Ulysséa Neto

UFSC - Departamento de Engenharia Civil  
88040-900 Florianópolis SC

✉ [ecv1iun@ecv.ufsc.br](mailto:ecv1iun@ecv.ufsc.br)

<b>Conteúdo</b>	<p><b>1 Introdução</b></p> <p><b>2 Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Planejamento Urbano</b></p> <p><b>3 A Técnica de Acoplamento (Loose-coupling)</b></p> <p><b>4 Combinando Variáveis de Oferta e Demanda</b></p> <p><b>5 Conclusões</b></p> <p><b>6 Referências Bibliográficas</b></p>
-----------------	---

**Resumo:** Após evidenciar a importância do monitoramento da expansão urbana no contexto do planejamento urbano, o autor aprofunda a questão do crescimento desordenado de nossas conurbações e dos desequilíbrios que dele resultam sobre o sistema urbano como um todo. A necessidade de uma sistematização da coleta e processamento de informações sobre o sistema de atividades urbanas, é a seguir enfatizada vis-à-vis as novas tecnologias disponíveis para a coleta, o tratamento e o manuseio destas informações.

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como instrumento de monitoramento de expansão urbana é então abordado, ressaltando-se especialmente seu potencial na análise de atributos socioeconômicos existentes, na criação de novos atributos e na análise da distribuição espacial destes.

Após a descrição da técnica de loose-coupling como uma estratégia de utilização dos SIG, chega-se à conclusão de que esta oferece, dentre várias possibilidades, a de identificar as unidades espaciais de análise com maior carência de um certo serviço público, indicando aos tomadores de decisão quais dentre as unidades devem ser priorizadas com investimentos públicos. Da mesma forma, possibilita uma distinção das áreas cujo crescimento deva ser incentivado daquelas cuja expansão deva ser restringida.

**Palavras chave:** Expansão urbana, Sistemas de Informações Geográficas, Loose-coupling.

**Abstract:** After highlighting the importance of the urban expansion monitoring process as a crucial part of the urban planning process, the author offers a set of comments on the consequences of the disorganized growth pattern of our cities. The need for a proper systematization of a data gathering process on the urban activity system is stated, regarding the new available methods and technologies developed during the last two decades.

In particular, the potential use of the Geographical Information Systems (GIS), with its capabilities for analysing socioeconomic attributes, for creating new ones and for analysing their spatial distribution, is viewed as a fundamental step forward towards an effective tool for urban expansion monitoring purposes.

A technical description of the loose-coupling procedure is then presented as a means for creating new attributes and inserting them into the GIS for fostering spatial analysis. It is shown that this procedure enables us to identify the areas which are most needing certain public services and which should be more looked after by the authorities. Also, the areas which are over supplied with regard to a particular service or are overcrowded with population can be readily spotted and its further growth disincentivated.

**Keywords:** Urban expansion, Geographical Information Systems, Loose-coupling.

## 1 Introdução

Um dos desafios mais importantes do Planejamento Urbano, nos dias de hoje, é o de encontrar maneiras práticas e operacionais de monitorar e controlar a expansão física de nossas cidades e de seus sistemas de atividades (uso do solo). A necessidade do monitoramento da expansão urbana torna-se evidente a partir da constatação de que a expansão urbana desordenada provoca desequilíbrios entre a estrutura física e o sistema de atividades, levando à ineficiências tanto sociais quanto econômicas.

Ocupações de áreas impróprias à habitação, surgimento de favelas, impactos ambientais, provisão de serviços públicos tais como : luz, água, saneamento básico, transporte, comunicação, saúde e educação - em escala inferior à demanda, sistema viário inadequado, dentre outros, constituem-se em desequilíbrios que levam a deseconomias urbanas e a um decréscimo na qualidade de vida da população urbana em geral e de alguns grupos menos favorecidos (baixa renda) em particular (principalmente nas periferias das cidades).

A institucionalização de um processo de planejamento urbano capaz de diagnosticar os desequilíbrios acima, de prever suas evoluções ao longo do tempo e de sugerir intervenções capazes de suavizá-los e/ou eliminá-los, dentro de um horizonte de planejamento adequado, é, na visão do autor, a condição *sine qua non* para a recomposição do equilíbrio entre a estrutura física e o sistema de atividades de nossas cidades.

Contudo, tal processo de planejamento requer, antes de tudo, uma sistematização da coleta e processamento de informações sobre o sistema urbano, definida a partir do contexto sócio-econômico da cidade e das tecnologias passíveis de serem utilizadas.

## 2 Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Planejamento Urbano

A importância do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), nos dias atuais, transcende o ganho de eficiência no manuseio das informações geográficas. As possibilidades do uso de SIG no monitoramento do crescimento populacional, da demanda crescente por recursos naturais e do desenvolvimento globalizado da economia nos permitem vislumbrar um futuro onde o SIG se constituirá numa ferramenta de planejamento de fundamental importância para o diagnóstico e a previsão da evolução dos sistemas urbanos ao longo do tempo.

A evolução das tecnologias aplicadas na concepção, desenvolvimento e aplicação de novos SIG's, por seu turno, receberá certamente, um incremento decorrente do desenvolvimento dos métodos e técnicas de coleta, processamento e gestão das informações geográficas. Um exemplo típico disto é a possibilidade crescente do uso de imagens de satélite na criação de mapas temáticos digitais, possibilitando até a calibração de modelos de simulação de sistemas geográficos com alto grau de detalhamento. Como resultado teremos, sem dúvida, o desenvolvimento do conhecimento científico, através da análise espacial de fluxos e dos processos de transformação geográfica (SIG's temporais).

Considerando que no século XXI as tecnologias de computação e de comunicação, que servem de base ao SIG, se desenvolverão com velocidade crescente, os processos de coleta e processamento de informações deverão tornar-se cada vez mais ecléticos no sentido de satisfazerem múltiplos usuários, permitirem múltiplas aplicações e atenderem múltiplas finalidades (multifinalitário).

A crescente inter-operacionalidade entre os sistemas operacionais dos computadores de grande porte e dos microcomputadores, por outro lado, levará a uma maior integração entre os bancos de informações geográficas, independentemente da resolução espacial a elas associados.

## 3 A Técnica de Acoplamento (*Loose-coupling*)

A realização da análise espacial através de SIG normalmente requer do analista a escolha prévia de um conjunto de variáveis de análise (ou de política) que encerrem um significado próprio e que possam ser utilizadas em combinação com outras variáveis para evidenciar aspectos do ambiente urbano que de outra forma não poderiam ser evidenciados.

Ocorre que em muitas ocasiões as variáveis de análise mais adequadas não estão disponíveis na forma de dados relacionais internamente ao SIG e por isso precisam ser construídas mediante a combinação de outras variáveis. Quando esta construção de novas variáveis se dá externamente ao ambiente SIG e sua internalização é feita mediante a inserção de um banco de dados, diz-se que um novo atributo foi criado mediante a técnica de acoplamento (*loose-coupling*). Desta forma, uma vinculação dita 'fraca' se estabelece entre o software externo ao GIS e este último.

Um estudo sobre a provisão de um certo equipamento urbano destinado à oferta de um certo tipo de serviço público (escolas, por exemplo), requer do analista a formulação de uma função objetivo que contemple os elementos afetos à oferta e também à demanda deste serviço tanto no que concerne às suas magnitudes quanto a sua distribuição espacial. Isto é, a função objetivo deve levar em conta o tamanho e distribuição espacial da rede de escolas, bem como também o número e a distribuição espacial dos potenciais alunos. Assim, contrastando-se estas distribuições, poder-se-ia identificar as áreas mais necessitadas deste tipo de serviço.

Em tese, as áreas mais necessitadas seriam aquelas onde o atributo 'número de habitantes em idade escolar' apresente um valor alto e, ao mesmo tempo, estejam mal servidas de escolas. A otimização de tal função objetivo através de formulações matemáticas seria, entretanto, de solução não trivial uma vez que oferta e demanda, neste caso, apresentam sinais contrários e, por consequência, o problema não se reduz a uma maximização ou minimização de uma única função objetivo. Uma otimização, neste caso, envolve a busca de uma certa combinação de valores máximos e mínimos das variáveis de análise, de tal forma que as áreas que apresentarem tais combinações possam ser determinadas.

Por outro lado, a criação de novos atributos para os 'objetos' de análise, num ambiente SIG, permite ao analista, mediante procedimentos de '*query*', definir funções objetivos que evidenciem os aspectos do sistema urbano sobre os quais queremos nos debruçar, para, a partir daí, buscar heurísticamente a determinação das áreas que mereçam ser evidenciadas.

Os estudos sobre provisão de serviços públicos, em particular, podem beneficiar-se significativamente deste tipo de análise, mediante a criação de atributos relacionados com a oferta destes serviços, levando em conta aspectos de quantidade e distância dos pontos de oferta aos potenciais usuários. Índices de acessibilidade da população aos serviços ofertados, por exemplo, tem se mostrado adequados para este fim ( vide Rosado e Ulysséa Neto, 1999 ).

## 4 Combinando Variáveis de Oferta e Demanda

Índices de acessibilidade que levem em conta a magnitude e localização espacial da oferta (equipamentos urbanos) podem ser utilizados juntamente com dados sobre a magnitude e distribuição espacial da demanda (população) para determinar as áreas mais desprovidas de um certo tipo de serviço público (demanda por abastecimento de água, por exemplo). Quanto aos índices de acessibilidade estes devem ser relativos uma vez que índices absolutos não podem ser comparados em função de não disporem de constantes de proporcionalidade, i.e. o uso de diferentes unidades de medida para as variáveis componentes do índice levam a valores absolutos completamente diferentes ( vide Rosado e Ulysséa Neto, 1999 ).

Isto é feito de maneira direta no ambiente SIG, através da criação do atributo 'acessibilidade ao serviço considerado' e utilizando-se o atributo população já criado internamente ao SIG. Assim, através de '*queries*' sucessivas é possível determinar as áreas que atendam a critérios sobre níveis de oferta mínimos (mínima acessibilidade) e, concomitantemente, a níveis de demanda máximos (população).

Após um certo número de 'queries' consegue-se chegar a uma área específica que detém a combinação 'ótima' de demanda (máxima população) e de oferta (mínima acessibilidade).

A operacionalização deste procedimento no estudo da provisão de serviços de saúde e educação para uma área urbana da cidade de Araranguá – SC pode ser vista com detalhes em Rosado (2000). Abaixo são apresentados os mapas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5, da distribuição espacial da população desta área, da localização dos postos de saúde, juntamente com os resultados da sequência de 'queries' que levou à identificação da quadra mais desprovida de serviços de saúde (postos de saúde). O SIG utilizado foi o Arc View versão 3.1 do Environmental Systems Research Institute (ESRI) e as áreas identificadas pelas 'queries' encontram-se na cor amarela.

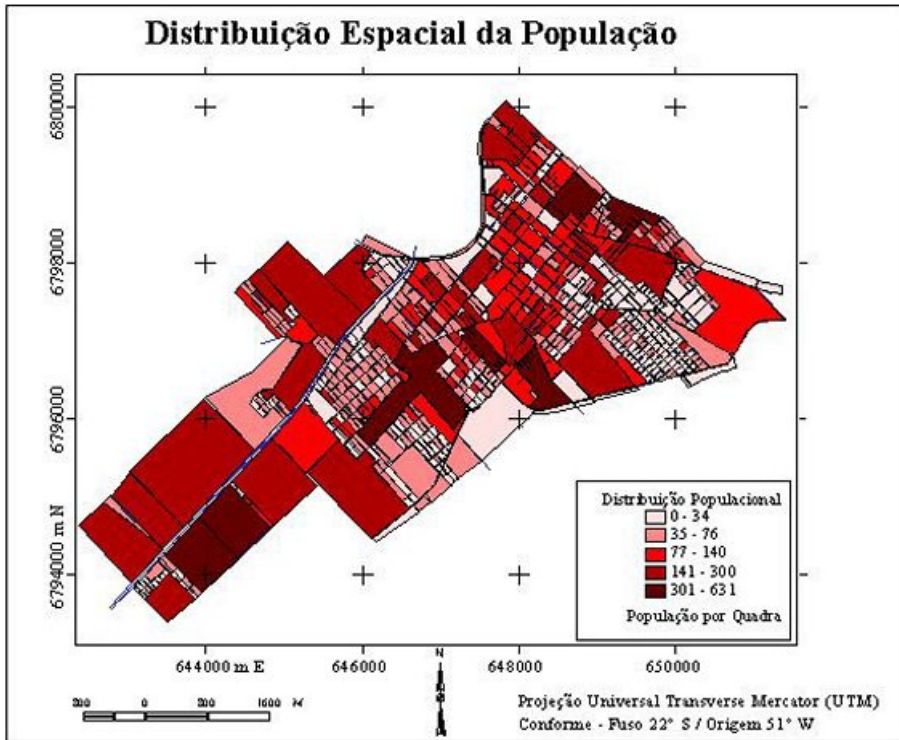


Figura 1 : Mapa da distribuição espacial da população.

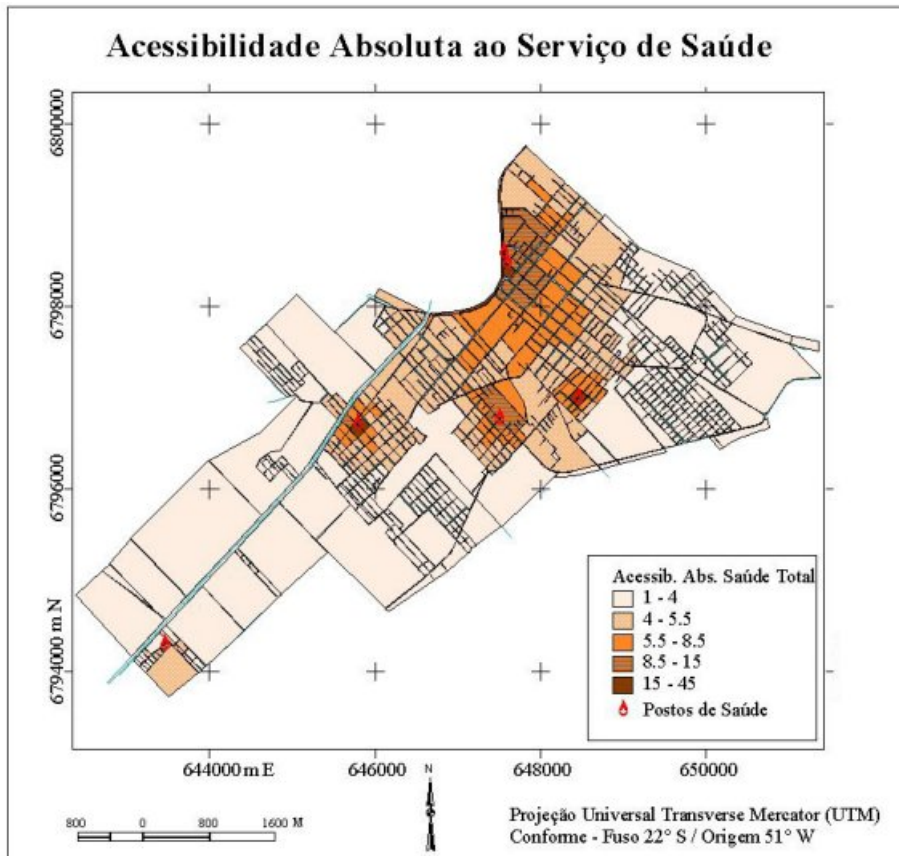
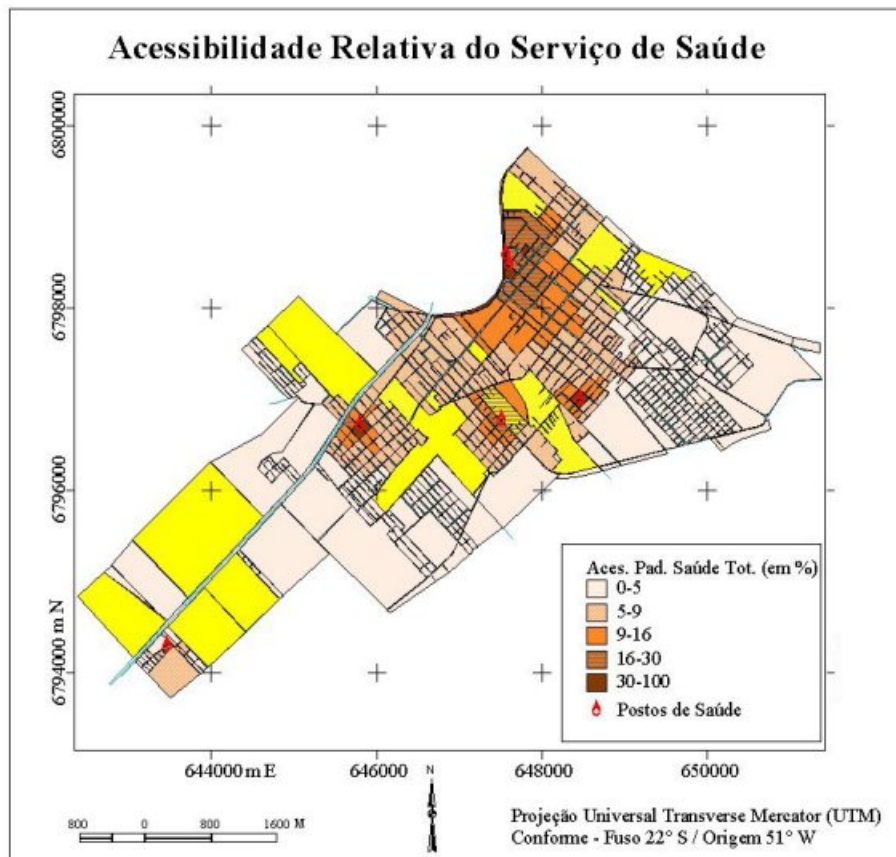
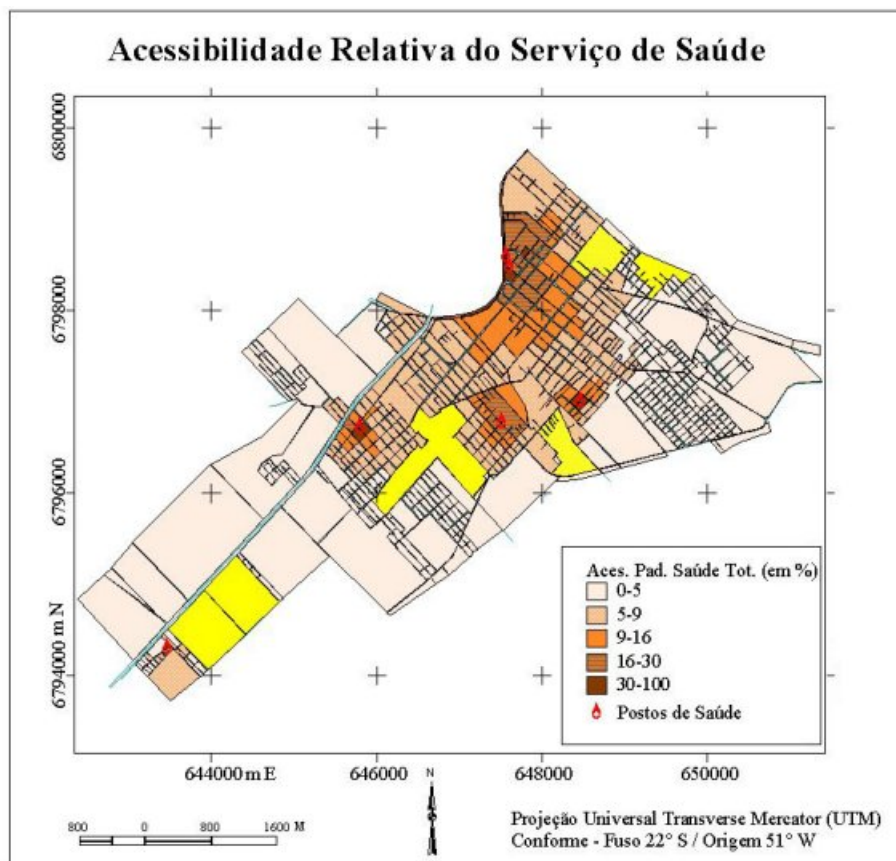


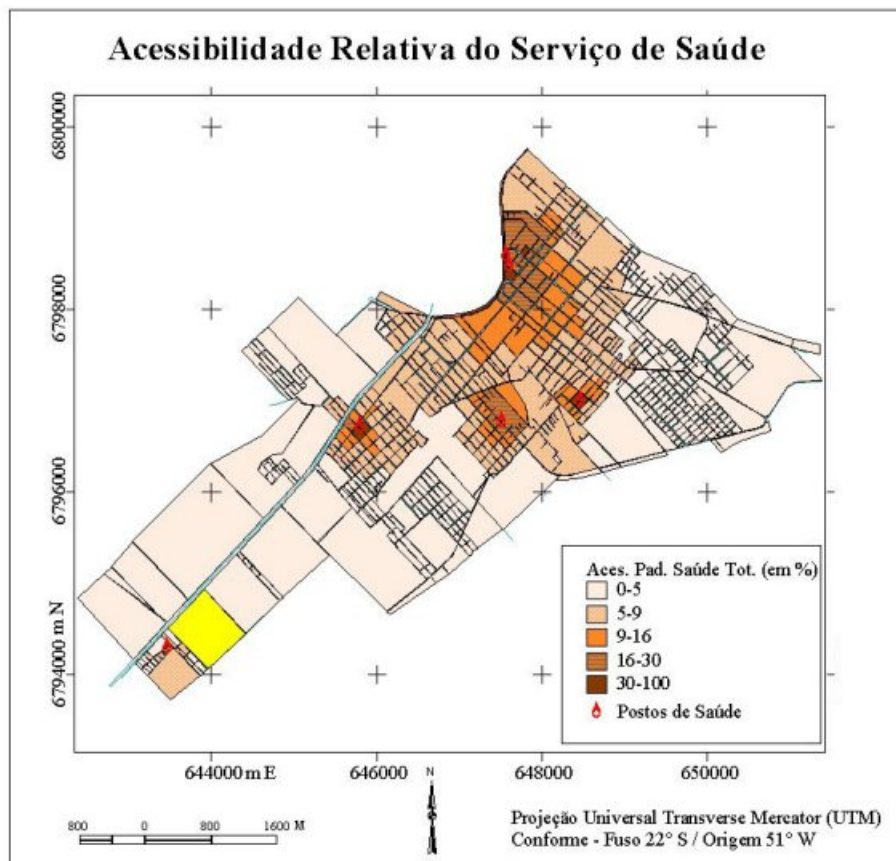
Figura 2 : Mapa das acessibilidades absolutas com a localização dos postos de saúde.



**Figura 3** : Mapa das acessibilidades relativas com 'query' evidenciando quadras com população maior que 200 e índice de acessibilidade menor que 30%.



**Figura 4** : Mapa das acessibilidades relativas com 'query' evidenciando quadras com população maior que 300 e índice de acessibilidade menor que 10%.



**Figura 5 :** Mapa das acessibilidades relativas com 'query' evidenciando quadras com população maior que 400 e índice de acessibilidade menor que 1%.

## 5 Conclusões

O presente trabalho procurou evidenciar a importância do uso da técnica de acoplamento (*loose-coupling*) na criação de variáveis de análise espacial externamente ao ambiente SIG e posterior inserção destas na forma de atributos das unidades espaciais de análise (objetos).

Em especial, mostrou-se como a identificação da(s) área(s) mais desprovida(s) de serviços públicos pode ser operacionalizada em ambiente SIG, através da criação do atributo 'acessibilidade relativa' como *proxy* para a oferta e do atributo 'população' como *proxy* da demanda.

Conclui-se que tal técnica, aliada aos procedimentos de '*queries*' constituem-se em poderosos instrumentos de análise espacial, na busca das unidades espaciais que mereçam ser evidenciadas para fins de planejamento urbano.

## 6 Referências Bibliográficas

**Rosado, M. C. e Ulysséa Neto, I.** Determinação de índices de acessibilidade a serviços de educação utilizando Sistema de Informações Geográficas. In : XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET, 08 a 11 de Novembro de 1999, São Carlos – SP. Anais, São Carlos – SP, Vol.1, 1999. p. 29 – 39.

**Rosado, M. C.** Um Método de Avaliação da Acessibilidade a Serviços Públicos com o Uso de SIG – Aplicação à cidade de Araranguá – SC. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil – UFSC. Florianópolis, abril/2000.