

# Cartografia e SIG Aplicados a Gestão do Espaço Municipal

Prof. Dra. Dora Maria Orth <sup>1</sup>  
Josiane Rovedder <sup>2</sup>  
Sálvio José Vieira <sup>3</sup>

<sup>1</sup> UFSC – Arquiteta e Doutora  
Professora Departamento de Engenharia Civil  
CEP.88040-970 – Florianópolis – SC  
ecv1dmo@ecv.ufsc.br

<sup>2</sup> UFSC – Doutoranda Engenharia Civil  
CEP.88040-970 – Florianópolis – SC  
j\_oceano@yahoo.com.br

<sup>3</sup> UFSC – Doutor Engenharia Civil  
CEP.88040-970 – Florianópolis – SC  
ecv8sjv@ecv.ufsc.br

**Resumo:** A nova concepção de gestão do espaço, integrando dados sócio-econômicos ao ambiente natural, necessita da representação espacial para sua descrição e compreensão. No Brasil, o conhecimento da cartografia ainda é restrito a especialistas das ciências geodésicas. Dessa forma, há necessidade de promover estratégias para acelerar a difusão de conhecimentos básicos de cartografia para profissionais de áreas diversas. Com o advento da cartografia digital e dos sistemas de informações geográficas (SIG), muitos desses conhecimentos já têm sido transmitidos pelas universidades e institutos de pesquisa de difusão tecnológica, mas bem mais ainda resta a fazer. O presente artigo mostra diferentes possibilidades de expressão de temas urbanos através da cartografia, explicando os materiais e técnicas utilizados. Os exemplos apresentados fazem parte de um conjunto de cartas digitais em estrutura SIG, elaborados pelo GrupoGE, que tem se dedicado em difundir novas tecnologias de levantamento, organização e manipulação de dados espaciais com resultados bastante expressivos.

**Palavras-chave:** Gestão do Espaço, SIG, cartas digitais.

**Abstract:** The new design, management of space, integrating socio-economic data to the natural environment, needs the spatial representation for their description and understanding. In Brazil, knowledge of cartography is still restricted to specialists in science geodesics. Thus, there is need to promote strategies to accelerate the dissemination of basic knowledge of cartography for professionals in various areas. With the advent of digital mapping and geographical information systems (GIS), many of these knowledge have been transmitted by universities and research institutes of technology diffusion, but much still remains to be done. This article shows different possibilities of expression of urban issues through mapping, explaining the materials and techniques used. The examples given are part of a series of letters in digital GIS structure, drawn up by GrupoGE, which has been devoted to disseminate new technologies to lift, organisation and handling of spatial data with results very expressive.

**Keywords:** Management Area, GIS, digital cards.

## 1 Cartografia Digital

Segundo OLIVEIRA (1993, p.14), a cartografia é “um método científico que se destina a expressar fatos e fenômenos observados na superfície da Terra”, através de diversas formas, escalas e graus de precisão da representação. Na cartografia analógica, a precisão da informação se relaciona prioritariamente com a escala de representação cartográfica dessa informação. Na cartografia digital, uma vez que facilmente se pode migrar de uma escala de representação à outra, a precisão está relacionada prioritariamente à técnica de levantamento do dado.

A cartografia pode ser classificada como básica ou temática. A cartografia básica é construída de forma sistemática – série de cartas subdivididas em folhas que obedecem um plano internacional<sup>1</sup> – e é de responsabilidade de órgãos oficiais de cartografia (IBGE, Exército, Prefeituras, Secretarias de Estado). São cartas com rigor geométrico contendo a malha cartográfica, dados topográficos e referenciais de orientação, na forma de estradas, lugares, elementos geográficos marcantes. A cartografia temática é a representação de temas variados sobre as cartas de base. São construídas por profissionais de formação variada e de forma bastante livre. A informática permite atualmente representar de forma gráfica temas variados em meio digital e manipulá-los com grande agilidade através de programas de computação gráfica especializados para cartografia digital.

As cartas em meio digital são construídos na forma de bancos de dados gráficos, através de programas do tipo CAD. Ao lado destes, outros conjuntos de programas computacionais – os BDs, permitem armazenar e manipular grandes bancos de dados alfanuméricos – compostos por letras e números na forma de tabelas, listas etc. Estas duas formas de bancos de dados - gráficos e alfanuméricos - atendem as necessidades em termos de organização de dados urbanos.

Segundo TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI (1997), dados são “números, letras e símbolos que identificam, qualificam e quantificam fatos ou ocorrências e que, ao serem processados, resultam em informação”. O processamento desses dados permite análises complexas de diversas naturezas. Segundo os mesmos autores, banco de dados pode ser definido como “coleção integrada de dados interrelacionados, organizados em meios de armazenamento de tal forma que podem ser tratados simultaneamente por diversos usuários, com diversas finalidades”.

Os dois grupos de programas computacionais mencionados acima – CAD e BD - destinados à construção de bancos de dados gráficos e alfanuméricos, podem ser utilizados de forma isolada e independente. No entanto, se o objetivo for utilizar um terceiro grupo de programas computacionais destinados a análises espaciais, é necessário trabalhar-se desde o início do processo de entrada de dados em meio digital obedecendo os conceitos SIGs – Sistemas de Informações Geográficas.

## 2 SIG – Sistema de Informações Geográficas

A tecnologia SIG tem quesitos especiais quanto à linguagem utilizada na entrada de dados e à estrutura de organização desses dados, para que análises complexas possam ser feitas de forma automática. Segundo PEREIRA & AMORIM (1993), os SIGs “são sistemas informatizados e interativos de grande complexidade dotados de recursos para a aquisição, armazenamento, processamento e análise de dados e informações sobre entidades de expressão espacial”. Trabalhando com dados referenciados por coordenadas geográficas ou espaciais, os SIGs permitem analisar esses dados para que a informação derivada possa ser utilizada em processos de tomada de decisão. Por isso, são hoje tão utilizados em gestão do espaço, seja na administração de cidades, como no monitoramento ambiental. Permitem o cruzamento de informações de diversas procedências, como dados demográficos, uso do solo, sócio-econômicos, transportes, morfologia e outros, tornando viáveis análises e operações que são bastante difíceis pelos meios convencionais. Nos SIGs, essas operações são efetivadas através de modelos cuidadosamente construídos e que permitem repetir as análises com extrema facilidade.

Os SIGs são sistemas de difícil implantação, no entanto foram escolhidos mundialmente como o melhor caminho para a gestão do espaço. No Brasil ainda existem carências importantes que dificultam a implantação de SIGs. Começa-se pela escassez de produtos cartográficos e demora na publicação dos dados gerados a partir dos censos oficiais do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A baixa qualidade em termos de precisão, confiabilidade e interpretações técnicas dos dados disponibilizados,

1 CIM – Carta do Mundo ao Milionésimo

também é marcante no Brasil e talvez a causa primeira do baixo apreço que gestores públicos, pesquisadores e público em geral tem por dados e informações. Outra carência importante é referente aos recursos humanos habilitados para trabalhar utilizando o “conceito SIG”. Muitos ainda acreditam que para trabalhar com SIG basta comprar um pacote computacional e treinar operadores de programas. Trabalhar com SIG envolve rotinas técnicas de trabalho sistemáticas previamente determinadas, envolve equipe técnica adequadamente treinada e envolve um sistema de informações em meio digital.

O Grupo de Pesquisa Gestão do Espaço - GrupoGe, atuando desde 1994 e oficializado frente ao CNPq desde 1998, vem fazendo das geotecnologias sua linha mestra de trabalho. Os resultados obtidos até agora estão agrupados na forma de uma Base Digital de Dados da Ilha de Santa Catarina e em um conjunto de cursos de treinamento ministrados como atividades de extensão universitária. A Base Digital estruturada para ambientes SIG, vem sendo utilizada para análises espaciais variadas e para treinamento de pesquisadores e técnicos da administração pública e empresas privadas de prestação de serviços. Até o momento está sendo divulgada através de um catálogo impresso em papel, constando de vários mapas temáticos acompanhados de textos explicativos.

### 3 Base Digital de Dados da Ilha de Santa Catarina

A Ilha de Santa Catarina, com uma área aproximada de 420 Km<sup>2</sup>, tem como características físicas um relevo acentuado, com grande diversidade de ecossistemas frágeis como mangues, dunas, praias, encostas, restingas etc. Em termos sócio-econômicos, a Ilha caracteriza-se como polo de serviços (administração pública, educação, saúde, etc) e de turismo, abrigando uma população permanente de aproximada de 380.000 habitantes<sup>1</sup>, podendo triplicar durante o veraneio (janeiro e fevereiro). Durante a década de 1990, a população local e os turistas aumentaram de forma expressiva, implicando em grandes e rápidas alterações nos padrões de uso e ocupação do solo. Essas características da Ilha de Santa Catarina têm dificultado muito as atividades de planejamento e gestão local, criando uma demanda crescente pelo uso das novas geotecnologias. A UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina – tem ajudado no processo de domínio e difusão das geotecnologias e na habilitação de recursos humanos.

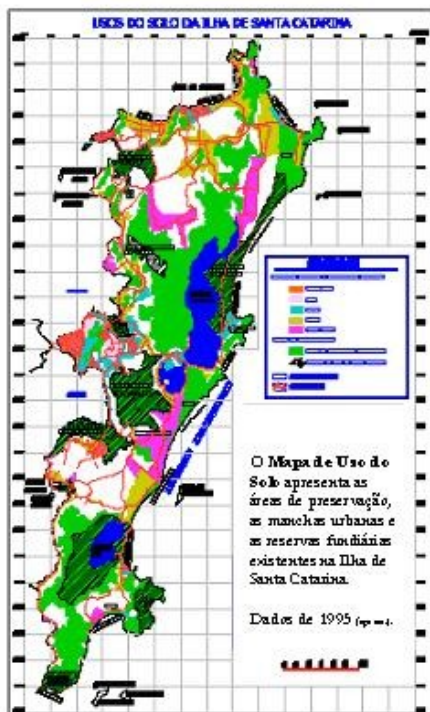


Figura 01: Uso do Solo

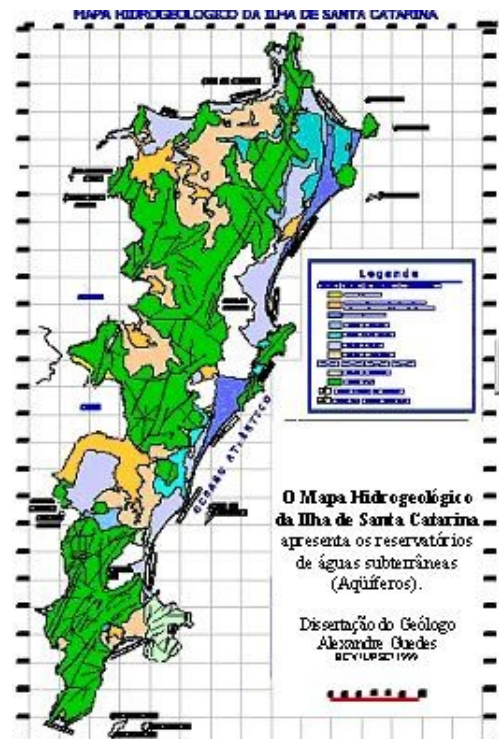


Figura 02: Hidrogeologia

1 Estimativa populacional do IBGE para o ano de 2004. A população do município de Florianópolis segundo o Censo de 2000 é de 342.315 hab. ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br))

A Base Digital de dados da Ilha de Santa Catarina compõe-se de uma carta base e várias cartas temáticas. A carta base, constituindo-se da malha cartográfica em Coordenadas UTM – Universal Transversal de Mercator, dos limites da Ilha e lagoas, da rede viária, da rede de drenagem e de dados planialtimétricos, foi digitalizada em mesa a partir da carta oficial em meio analógico fornecida pelo IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - na escala 1:25.000 do ano de 1979. As cartas temáticas foram elaboradas a partir da compilação de dados de campo, de dados de interpretação de aerofotos (Esc. 1:25.000/ 1994) e imagens de satélite (Esc. 1:50.000/1996) e dados de cartas diversas (Esc. 1:25.000/ anos 1990). Esses dados foram transformados para meio digital através de mesa digitalizadora e do software *MicroStation da Bentley*, obedecendo a estrutura de pontos, linhas e polígonos, necessária para uso em SIG. As cartas temáticas foram relacionadas a bancos de dados de atributos – população por UEPs (unidades espaciais de planejamento), características das unidades hidrogeológicas etc.

Após a montagem de bancos de dados digitais, iniciaram-se as análises espaciais automatizadas usando o programa *GeoGraphics da Bentley* e o *IDRISI 2.0 for Windows*. Os processos de análise usados foram: sobreposição de áreas (*overlays*); questionamentos estruturados (*SQL – Structured Query Language*); e a ferramenta *Thematic Resimbolization* dos programas *MicroStation* e *GeoGraphics*. Através dessa última ferramenta, um mesmo mapa de dados gráficos conectados com diversas colunas de informações tabulares de bancos de atributos, poderá originar vários tipos de visualização gráfica, dependendo somente de que informação será utilizada como tema. Esses são os processos mais simples de manipulação de dados usando SIG e já ajudam em muito os agentes urbanos.

As novas geotecnologias, associadas à existência de bancos de dados digitais, permitem ampliar o leque e principalmente agilizar o trato de questões relativas à gestão do ambiente natural e construído. Para melhor entender deve-se começar por exemplificar alguns temas mapeados em meio digital constantes no catálogo, salientando os processos utilizados em termos de coleta e organização de dados e as conseqüentes análises espaciais já realizadas.

### 3 Mapa de Uso do Solo da Ilha de Santa Catarina

A carta de Uso do Solo representa as Áreas de Preservação, as Manchas Urbanas e as Reservas Fundiárias. Essa carta foi composta a partir do estudo e representação cartográfica em meio digital dos dois primeiros temas. O terceiro tema mapeado - Reservas Fundiárias - no estágio apresentado nessa carta é resultante dos dois primeiros.

As Áreas de Preservação foram divididas em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Preservação Limitada (APL), numa tentativa de agrupamento dos diferentes tipos existentes. A primeira versão resultou da digitalização do Mapa de Unidades de Conservação da Ilha de SC, 1:25.000, IPUF/1979. Uma Segunda versão está sendo finalizada em 2005 através de um novo projeto de pesquisa financiado pela CELESC – companhia distribuidora de energia elétrica do Estado de Santa Catarina. Esta Segunda versão mapeou as ALP's – áreas legalmente protegidas – da Ilha de Santa Catarina onde estão incluídas as Unidades de Conservação e todas aquelas que têm um texto legal específico para sua instituição como área de preservação ambiental, como áreas tombadas etc.

A carta de ALP's da Ilha de Santa Catarina, na precisão cartográfica equivalente a escala de 1:10.000 ou mais detalhada, dependendo da informação disponível, vêm melhorar e muito as possibilidades de gestão dessas áreas, incluindo aí a fiscalização da integridade de seus limites. O maior problema de gestão são as invasões progressivas pela pressão da expansão urbana generalizada na Ilha e a fragilidade da identificação dos limites dessas ALP's. Analisando o mapa percebe-se que existe uma grande concentração de áreas de preservação constituídas por morros, mangues e dunas. Isso se deve ao fato de tratar-se de uma Ilha com ecossistemas naturais diversificados e frágeis frente à ação do homem.

As Manchas Urbanas delimitadas na carta foram classificadas dentro de cinco faixas de densidades. Essas áreas foram demarcadas segundo o critério da concentração de edificações definido pelo GrupoGE, a partir da interpretação das fotos aéreas na escala 1:25.000 do voo de 1994, do IPUF (Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis) e interpretação da imagem de satélite LANDSAT, escala 1: 50.000, composição colorida, bandas 3, 4 e 5. Este mapa está sendo atualizado para permitir analisar a evolução espacial da expansão urbana.

As Reservas Fundiárias que constam na Carta de Usos do Solo da Ilha de Santa Catarina, são áreas

territoriais ainda não ocupadas pelas Manchas Urbanas nem pelas Áreas de Preservação. Trata-se de uma análise preliminar que deve ser detalhada e aprofundada até chegar-se a estudos de aptidão do solo para usos urbanos: edificações, estradas, sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto etc. Nestes estudos de aptidão devem ser considerados necessariamente critérios técnicos de geotecnia, hidrogeologia, geomorfologia, acessibilidade etc., para que possam orientar um crescimento urbano adequado para a Ilha de Santa Catarina.

#### 4 Carta Hidrogeológica da Ilha de Santa Catarina

A água é o bem mineral mais importante do Planeta Terra, sem ela a humanidade não sobreviveria. Assim, com o crescimento da população mundial, a escassez de água potável para abastecimento da população é um dos mais sérios problemas que a humanidade irá enfrentar neste século. Mesmo o Brasil, com tantas reservas de água doce, tem enfrentado crescentes problemas de abastecimento urbano, inclusive na Ilha de Santa Catarina.

A Carta Hidrogeológica da Ilha de Santa Catarina elaborada pelo Geólogo Alexandre Guedes, em sua Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da UFSC, em 1999, apresenta os reservatórios de águas subterrâneas, ou seja, os aquíferos da Ilha (GUEDES, 1999). Foi elaborada por fotointerpretação geológica e complementada por trabalhos de campo e dados de poços tubulares profundos. Os aquíferos são diferentes formações geológicas as quais, dependendo de suas características, podem apresentar maior ou menor poder de armazenagem de águas, assim como susceptibilidade à contaminação. Quanto mais permeável, maior será a infiltração de águas superficiais, maior o potencial de recarga, assim como em contrapartida, maior probabilidade de contaminação do recurso hídrico se uma carga contaminante for disposta diretamente no solo. Assim, os aquíferos muito permeáveis e com pequena profundidade do lençol freático, comuns na Ilha, mostram-se frágeis e susceptíveis à contaminação.

A Ilha de Santa Catarina possui excelentes aquíferos e um grande potencial de abastecimento de água para a sua população por intermédio da água subterrânea. Este tipo de captação de água, demonstra em vários aspectos grandes vantagens, principalmente no que diz respeito ao custo e boa qualidade destas águas para consumo humano, em contrapartida, muitos são extremamente susceptíveis à poluição, devendo ser especialmente preservados.

#### 5 Análises Temáticas Espaciais da Ilha de Santa Catarina

Existindo os bancos digitais – na forma de mapas ou tabelas – pode-se fazer análises espaciais sobre temas diversos. O processamento se inicia pelo estabelecimento de indicadores e parâmetros para a análise e interpretação técnica dos resultados.

Análises em meio digital são possíveis a partir da existência de bancos de dados digitais em formato SIG e da utilização de recursos de programas computacionais para SIG – *IDRISI*, *GeoGraphics da Bentley*, *Arc View GIS da ESRI* etc. Os programas SIG tem como característica facilitar a visualização, manipulação de grandes quantidades de dados e a interrelação de bancos de dados de naturezas distintas – dados gráficos e de atributos. Todos esses processos podem ser efetuados de maneira rápida.

Poderosas ferramentas de manipulação e análises espaciais encontram-se em programas SIG, como por exemplo: a quantificação de áreas ; a sobreposição de temas (*overlay*); a consulta e visualização a diferentes bancos de dados conectados entre si (SQL) etc. A estrutura de dados em formato de SIG apresenta ainda as vantagens de facilitar o mapeamento de novos temas e a ampliação de bancos de atributos, assim como a atualização sistemática da base de dados digitais.

Na dissertação desenvolvida em 1999 pelo Engenheiro Civil Sálvio José Vieira, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC, foram definidos Áreas Alternativas para a Implantação de Sistema de Resíduos Sólidos através de ferramentas SIG (VIEIRA, 1999). O método utilizado consistiu de diferentes etapas: separação dos diversos níveis de informações cartográficas (*layers*) já existentes em meio digital; definição dos critérios técnicos para seleção das áreas; processamento das informações para selecionar as áreas adequadas disponíveis. O resultado obtido foi a comprovação de que, com a forma atual de ocupação do solo e a legislação vigente, não existe nenhuma área disponível no município para disposição do lixo<sup>1</sup>. Este trabalho facilita a tomada de decisões quanto às alternativas a serem

1 Atualmente, o lixo de Florianópolis está sendo enviado para um depósito situado em um município vizinho distante 50 km.

implementadas na gestão integrada dos resíduos sólidos.

O Engenheiro Civil João Vicente Wanka, em seu Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, na UFSC em 1999, realizou uma investigação técnica sobre os Aquíferos com Risco de Contaminação do Lençol Freático na Ilha de Santa Catarina (WANKA, 1999). O cruzamento entre áreas com aquíferos de alta condutividade hidráulica com áreas que apresentam ocupação urbana sem estrutura de esgotamento sanitário adequada, geraram as áreas de risco de contaminação do lençol freático. Estas áreas de risco foram determinadas por uma série de sobreposições entre os mapas Hidrogeológico, Usos do Solo, Sistema de Esgotamento Sanitário, Sistema Viário e Densidades Populacionais, cujos temas foram os critérios utilizados para a análise. Essas sobreposições de mapas temáticos, já existentes em meio digital e estruturados em formato para SIG, foram feitas de forma automatizada através de *overlays*, usando o programa *GeoGraphics da Bentley*.

Estes dois tipos de análises espaciais geram conhecimentos importantes para a gestão do espaço urbano, mas necessitam bons sistemas de informações (bancos de dados confiáveis, bem estruturados e atualizados sistematicamente) e boas técnicas de utilização dessas informações. Sem essas condições não há possibilidades de uma gestão técnica e eficaz. Tudo que pode ser feito é uma gestão amadora, que aliás é o praticado na maioria das cidades brasileiras. A repetição dessa forma de administrar faz com que muitos cidadãos não tenham consciência de que hajam alternativas mais eficazes. No entanto, mesmo no Brasil tem-se exemplos importantes de boas administrações e todas elas se caracterizam por adotar critérios técnicos na administração, entre os quais, a progressiva construção de bancos de dados e sistemas de utilização desses dados.

## 6 Conclusão

Os exemplos de cartas apresentados neste artigo são resultado do primeiro projeto de pesquisa do GrupoGE, financiado pelo CNPq durante o período de 1994 e 2000. Dentro das possibilidades da época, foi um trabalho pioneiro com muitas dificuldades técnicas. A base cartográfica oficial do município de Florianópolis, datada de 1979, apresenta-se desatualizada considerando-se os dados referentes aos elementos construídos pelo homem (sistema viário, urbanização, edificações). Esses dados foram atualizados pela interpretação de aerofotos e imagens de satélite. As fotos existentes eram do voo aerofotogramétrico de 1994 (IPUF), cujas informações eram complementadas por imagens de satélite na escala 1:50.000 nem sempre tendo a resolução espacial necessária ao tema. Quanto aos dados populacionais do IBGE usados nesta primeira etapa de pesquisa, datam de 1991 e 1996, conforme censo e recontagem sistemática feita no Brasil.

Essas condições associadas à acelerada dinâmica de ocupação da Ilha de Santa Catarina, fazem com que alguns dados já estivessem defasados da realidade quando foram trabalhados. Dessa forma, novo projeto de pesquisa foi iniciado buscando-se coletar novos dados e atualizar os dados já existentes em meio digital.

De 2000 a 2004, com o financiamento da CELESC, foi possível aprender e difundir novas técnicas de levantamento de dados através da fotointerpretação digital e levantamentos de campo com GPS – *Global Positioning System*. O objetivo principal foi definir um método de delimitação de grandes áreas territoriais em áreas urbanizadas – no caso as ALP's da Ilha de Santa Catarina - com precisão mínima equivalente de 1:10.000, utilizando de técnicas híbridas de fácil domínio tecnológico e baixo custo. Esse método, apresentado na forma de um Guia metodológico foi entregue em março de 2005, dirigido às prefeituras municipais do interior do Estado de Santa Catarina. Paralelamente, iniciou-se uma nova pesquisa para definição de um Modelo de Atlas Municipal Ambiental como forma embrionária de montagem de sistemas de informações municipais. Este projeto foi financiado pelo FUNCITEC – órgão estadual de fomento à pesquisa .

Estas pesquisas, além dos resultados diretos atendendo aos objetivos dos projetos específicos, têm gerado conhecimentos e formado recursos humanos destinados a auxiliar no desenvolvimento da gestão municipal no Brasil e nos países vizinhos, cujas realidades têm muitas similaridades.

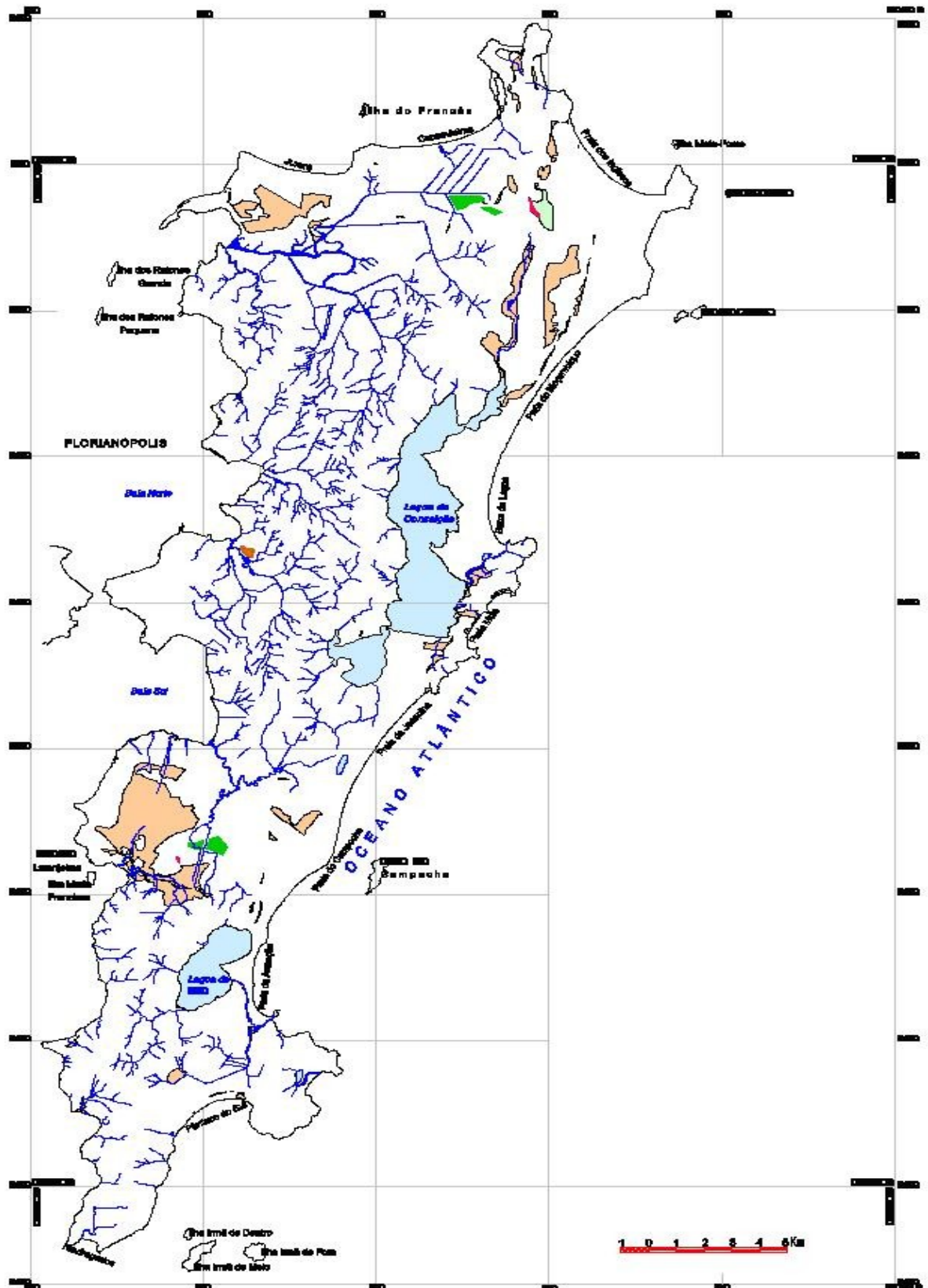


Figura 3 - Carta representando resultados de análises temáticas, onde aparecem as áreas para tratamento dos resíduos sólidos – estação de transferência e cento de triagem e compostagem – e as áreas com aquíferos de maior risco de contaminação, etc.

## 7 Referências

- ALMEIDA TEIXEIRA, A. L. & CHRISTOFOLETTI, A. *Sistemas de Informação Geográfica Dicionário Ilustrado*, Editora Hucitec, 1997.
- GUEDES, A. *Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina Usando o Geoprocessamento*. Florianópolis, 1999. Dissertação em Eng. Civil, UFSC.
- OLIVEIRA, C. *Curso de Cartografia Moderna*, 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 152 p.
- PEREIRA, G. C. & AMORIM, A. L. *Projeto de Sistema de Informações Geográficas para Gestão e Planejamento Urbano: Considerações*. In: 2º Simpósio de Computação Gráfica em Arquitetura, Engenharia e Áreas Afins. Salvador. Anais, 1993, Salvador, UFBA, 1993.
- VIEIRA, S. J. *Seleção de Áreas para o Sistema de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos de Florianópolis/SC*. Dissertação Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC. 1999.
- WANKA, J. V. *Mapeamento das Reservas Fundiárias da Ilha de Santa Catarina Utilizando SIG*. Florianópolis, 1999. Trabalho de Conclusão de Curso, ECV/UFSC, 1999.
- GUEDES, A.; WANKA, J.; ORTH, D. M. *The Geoprocessing in the Identification of Ground Water Pollution Potential Risk Areas in Santa Catarina's Island*. SIDISA / ITÁLIA, 2000.
- ORTH, Dora ; CUNHA, Rita D. A. ; GUEDES, Alexandre - *Novas Tecnologias para a Gestão do Espaço Urbano*. Salvador / Bahia. ENTAC / 2000.