

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

**Utilização de um Sistema de Informações Geográficas para o
Planejamento Ambiental em Rio Grande, RS - Brasil**

Carlos Roney Armanini Tagliani

Pesquisas em Geociências, 27 (1): 3-13, jan./abr., 2000.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20174>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 2000.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Utilização de um Sistema de Informações Geográficas para o Planejamento Ambiental em Rio Grande, RS – Brasil

CARLOS RONEY ARMANINI TAGLIANI

Fundação Universidade de Rio Grande, Laboratório de Oceanografia Geológica,
Caixa Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil.

(Recebido em 08/99. Aceito para publicação em 04/00)

Abstract - The social, economics and environmental problems that arise by the fast and inadequate occupation of the coastal zones have required faster decisions and better rational use of the public administration resources. This work shows the utilization of Geographical Information System IDRISI to environmental planning of Rio Grande county, southern Brazil. Based on digital thematic maps of geology, soils, vegetation, urban sites, legal protection areas and previous knowledge about the ecosystem under consideration, the more appropriated areas for agricultural activities, pine and eucalyptus forestry and waste disposal were mapped. The suitable environmental conditions and the technical and/or environmental restrictions were analysed for each item and then modelled in the computer using the analytical tools of the software. Furthermore, the legal protection areas were classified in conservation and preservation categories according to their environmental characteristics. The results demonstrated the potentiality and feasibility of a Geographical Information System as a powerful tool for organization, analysis and decision making on municipal planning.

Keywords - Geographical Information System, Environmental Planning, Coastal Management.

INTRODUÇÃO

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser definido como um “sistema voltado à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações referenciadas espacialmente” (Marble, 1984).

Os SIG's surgiram há mais de três décadas e têm-se tornado ferramentas valiosas nas mais diversas áreas do conhecimento, especialmente a partir do final da década de 80 e início da atual, como resultado da disseminação dos microcomputadores pessoais com tecnologia de baixo custo e alta capacidade de processamento.

As vantagens de sua utilização advêm da velocidade, consistência e precisão de operação do software, além de seu forte apelo gráfico na apresentação dos resultados. A possibilidade de analisar dados baseada em sua ocorrência espacial é o grande diferencial de um SIG em relação a outros sistemas com funções semelhantes, atualizando e gerando novos dados a partir dos já existentes. Entretanto, para a máxima otimização de seu uso são necessários mais do que investimentos em software e hardware. Na verdade, um investimento substancial necessita ser direcionado ao desenvolvimento da

base de dados e à formação de recursos humanos (Eastmann, 1998). Na área de gerenciamento ambiental o analista/usuário deverá ter um conhecimento abrangente, inter e multidisciplinar, já que as respostas do sistema são aquelas derivadas de sua interpretação. Atualmente o uso desses sistemas no planejamento ambiental vem se tornando uma rotina em vários municípios do Brasil.

As pesquisas desenvolvidas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, especialmente a partir da década de 80, proporcionaram um acúmulo de dados ambientais os quais vêm sendo utilizados para o planejamento de municípios costeiros. Em relação à base física pode-se citar os trabalhos de Villwock (1984), Godolphin (1985), Paim *et al.* (1987) e Long (1989), que discutiram os aspectos relacionados à evolução geológico-geomorfológica desta região. No município de Rio Grande, as pesquisas de planejamento ambiental iniciaram com o Projeto Lagoa dos Patos, onde foi realizada uma diagnose ambiental da região estuarina da Lagoa dos Patos e seus entornos (Asmus *et al.*, 1985, 1988a), utilizando uma metodologia de mapeamento baseada em trabalhos desenvolvidos principalmente nos EUA (Brown Jr. *et al.*, 1974) e Espanha (Cendrero *et al.*, 1976; Cendrero, 1989). Inúmeros

outros trabalhos foram sendo desenvolvidos na região, testando novas técnicas e agregando novos conhecimentos, destacando-se, além dos já citados, Casella (1994) e Tagliani (1995). Os trabalhos iniciais utilizando técnicas de geoprocessamento para planejamento ambiental no Sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul foram desenvolvidos por Tagliani (1996, 1997) e Tagliani & Tagliani (1996) abordando vários aspectos da questão da exploração de areia no município de Rio Grande, dentro de um enfoque sistêmico. Estes trabalhos deram início à formação de um banco de dados digitais que propiciaram o desenvolvimento de outros trabalhos de planejamento de uso em municípios costeiros do Rio Grande do Sul.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é contribuir para a atualização do plano diretor municipal do município de Rio Grande, RS, no que se refere ao planejamento ambiental de usos considerando as necessidades mais urgentes e as atividades mais tradicionais do município.

Especificamente pretende-se mapear:

1. As áreas mais adequadas para cultivos aráveis e pasto.
2. Os locais mais apropriadas para reflorestamento de pinus e eucalipto.
3. As áreas de proteção ambiental.
4. O melhor local para instalação de um aterro sanitário.

METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se o SIG IDRISI como ferramenta de análise e as informações ambientais disponíveis no banco de dados deste sistema, no Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade do Rio Grande (FURG). As informações utilizadas incluíram 5 mapas temáticos em formato raster e 02 arquivos vetoriais:

Arquivos imagem (raster)

- Geologia/Geomorfologia (GEO)
- Solos (SOLOS)
- Vegetação (VEG)
- Área Urbana (URBANO)
- Áreas com restrição legal de uso (LEGAL)

Arquivos vetoriais

- Estradas asfaltadas (ROADVEC)
- Limites municipais (LIMITES)

A metodologia de processamento de cada passo será apresentada através de fluxogramas durante a discussão de cada item logo a seguir. A simbologia utilizada nos fluxogramas foi adotada de Eastmann (1988):



As operações são indicadas escrevendo-se o nome dos módulos acima das setas que conectam os arquivos de dados de entrada e saída, em letra maiúscula, itálica. Parâmetros de entrada importantes são escritos próximos aos nomes dos módulos, em caixa baixa e itálico (p. ex., multiplicação).

Após o processamento, utilizou-se o software SURFER for windows para a edição final do mapa de planejamento ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Áreas adequadas para cultivos aráveis e pasto

O mapeamento de solos do município de Rio Grande, realizado por Cunha & Silveira (1995) mostrou que os solos do município são rasos, arenosos, de média a baixa fertilidade e com restrições quanto à drenabilidade. Entretanto, alguns tipos podem ser manejados para correção de fertilidade e drenabilidade de modo que se tornem aptos para cultivos aráveis e pasto, tais como os Planosolos e Gleis pouco húmicos. Na legenda do mapa de solos (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo) eles correspondem a:

PLe4 – PLe5 – PLe6 – HGPe1 – HGPe2 – HGPe3 – HGPe4 – HGPe5

Os solos mais aptos são os Gleis pouco húmicos (HGP). Os planosolos (PL), devido ao seu caráter solódico, são menos aptos que os primeiros mas ainda assim adequados ao uso proposto. Assim, o trabalho consiste em reclassificar a imagem SOLOS e atribuir valores diferenciados (1 e 2) às classes que atendem ao objetivo proposto.

O fluxograma a seguir mostra as fases do processamento utilizado, com os nomes dos arqui-

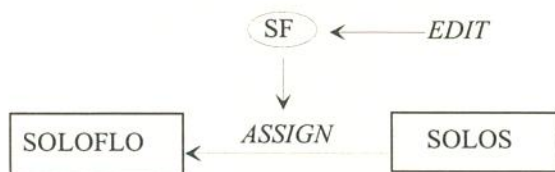
vos temporários, da imagem resultado (SUITSOLO) e dos módulos do IDRISI utilizados em cada passo.



A área das novas classes de solos é de 20432 ha (classe 1 – Planossolos) e 44304 ha (classe 2 – Gleis pouco húmicos). Os valores de dados (1 e 2) agora não representam mais classes de solo mas sim uma classificação de aptidão para cultivos aráveis e pasto. A nova classe 2 poderia representar uma aptidão média e a classe 1 uma aptidão média/baixa para cultivos aráveis e pasto.

Áreas adequadas para reflorestamento

A informação inicial sobre as áreas mais adequadas para reflorestamento de pinus e eucalipto pode ser obtida do mapa de solos após uma análise prévia. Estas culturas, tradicionalmente desenvolvidas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, suportam muito bem as condições de “stress ambiental” determinadas pelas condições climáticas, solos arenosos e de baixa fertilidade (Silva, 1999). Solos com tais características no município correspondem àqueles da classe Podzóis Hidromórficos (HPd1, HPd2, HPd3, HPd4). O fluxograma de processamento abaixo mostra os passos utilizados para a obtenção das classes de solo adequadas.



Devido às alterações climáticas atuais, os processos de deflação eólica têm-se acentuado provocando o avanço dos mantos de aspersão eólica (sheet sands) sobre as terras baixas dos cordões litorâneos adjacentes ao campo de dunas litorâneas. O transporte eólico praia-duna é controlado pela maré, que na costa do RS é influenciada pelas condições meteorológicas. O fluxo de sedimentos das dunas para os mantos de aspersão e destes para a região dos cordões litorâneos, dá-se na direção SW e possui como controles o vento e a chuva. A geração de lençóis de areia a partir de dunas ocorre também nas dunas mais antigas localizadas sobre os terrenos pleistocênicos mais a oeste. A migração do campo

de dunas para o interior afeta mecanismos de produção primária pelo soterramento de banhados e campos litorâneos baixos (Tagliani, 1997).

Assim, é desejável também que as áreas destinadas a reflorestamento se localizem sobre os mantos de aspersão ativos o que solucionaria este problema.

Utilizando o mesmo procedimento do fluxograma anterior podemos selecionar a partir do mapa geomorfológico (GEO) as áreas de ocorrência dos mantos de aspersão eólica ativos gerando uma imagem temporária denominada GEOFLO.

As duas imagens obtidas até aqui (SOLOFLO e GEOFLO) apresentam as condições favoráveis ao uso proposto. Podemos então cruzar as suas informações para gerar uma terceira que contenha somente uma área que atenda as duas condições simultaneamente, como mostrado a seguir:



As duas imagens que foram multiplicadas algebricamente são imagens booleanas, ou seja, todos os seus pixels só tem valores 0 e 1 (foi atribuído o valor 1 para as classes de solos e geomorfologia desejadas quando utilizou-se os módulos *EDIT/ASSIGN*). Assim, cada pixel da 1ª imagem foi multiplicado pelo pixel correspondente da 2ª imagem. O produto desta operação (FLOTMP) possui pixels com valor igual a 1 apenas nos locais que possuem o valor 1 em ambas as imagens de entrada, ou seja, atende a ambas as condições desejadas.

As espécies utilizadas para reflorestamento têm a característica de um alto consumo de água do lençol freático para o seu desenvolvimento. Assim, é desejável também que as áreas destinadas a esse uso não se localizem sobre terraços lagunares e nem cordões litorâneos devido a importância destes ambientes para a regulação hidrológica do ecossistema (Tagliani, 1997).

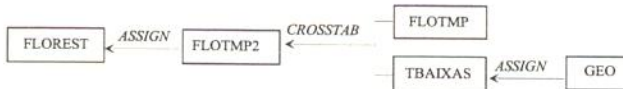
Através da reclassificação da imagem GEO, obtemos uma imagem denominada TBAIXAS a qual mostra todas as áreas que atendam a esta condição com um único identificador (1). Esta imagem representa uma condição desfavorável ao uso proposto, logo, necessitamos saber que áreas da imagem atendem as condições favoráveis (FLOTMP) e não se situam sobre áreas da imagem TBAIXAS. O módulo *CROSSTAB* do IDRISI realiza esse tipo de classificação cruzada, gerando uma nova imagem

(FLOTMP2) e apresenta o resultado da multiplicação das matrizes:

Grupos	1ª imagem - FLOTMP	2ª imagem - TBAIXAS
1	0	0
2	1	0
3	0	1

A combinação apresentada pelo grupo 2 satisfaz ambas as condições necessárias, bastando agora reclassificar esta imagem de modo a reter apenas este grupo.

O fluxograma abaixo mostra os passos seguidos para a obtenção da imagem final (FLOREST).



A área disponível para reflorestamento de pinus e eucalipto no município de Rio Grande é de 26996 hectares.

Áreas de proteção ambiental

Tagliani (1996) mapeou as áreas com restrição legal de uso no município de Rio Grande a partir da interpretação da legislação ambiental nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal), utilizando as técnicas computacionais do SIG IDRISI. A partir deste mapa, e baseado no trabalho de Asmus *et al.* (1988) e Tagliani (1997), definiu-se 2 categorias de uso para estas áreas:

Preservação: inclui áreas com expressiva significação ecológica e que devem ficar livres de qualquer desenvolvimento e protegidas de degradação.

Conservação: inclui áreas sem uso atual ou onde as atividades humanas que ali se desenvolvem têm potencial para uso futuro e devem estar cercadas de um bom controle mas não necessariamente proibidas.

Na categoria Preservação foram incluídas as matas nativas, as dunas vivas e obliteradas, os banhados permanentes, as ilhas menores e a área da Estação Ecológica do Taim. Na categoria Conservação incluiu-se as áreas das lagoas interiores, uma zona-tampão de 500 metros no entorno das mesmas, a zona-tampão legal (10 km) da Estação Ecológica do Taim, a ilha dos Marinheiros, a região dos cordões litorâneos, os banhados temporários, a drenagem intermitente e os recursos hídricos enquadrados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) em 1995.

A única informação que não consta do banco de dados existente é a zona-tampão de conservação

dos reservatórios interiores (lagoas). Para delimitar esta área, reclassificou-se a imagem LEGAL de modo a separar apenas a categoria “lagoas interiores”.

Para o cálculo da zona-tampão de 500 metros no entorno das lagoas realizou-se uma das operações analíticas, denominada “operadores de distância”, por meio do módulo *DISTANCE* do IDRISI. A partir de um determinado número de feições, o módulo calcula uma nova imagem na qual o valor armazenado em cada célula é a menor distância entre ela e a feição mais próxima. O resultado é, portanto, uma superfície de distâncias (uma representação espacialmente contínua das distâncias). As lagoas interiores são as feições a partir das quais calculou-se a superfície de distâncias. Como queremos separadamente as lagoas e a zona-tampão poderemos reclassificar esta superfície em 2 classes: aqueles pixels que estão entre 1 e 500 m de distância das lagoas e aqueles a mais de 500 m:

O módulo *RECLASS* foi utilizado porque, ao contrário *ASSIGN*, permite reclassificar dados em formato real, como é o caso da imagem de superfície contínua de distância LAG-DIST.



Através de um processo de superposição de camadas, o módulo *OVERLAY* foi utilizado para sobrepor a zona-tampão ao mapa das áreas com restrição legal de uso, conforme esquema abaixo:



Após operou-se a reclassificação desta imagem nas duas categorias de uso propostas (Figs. 1 e 2).

Áreas adequadas para aterro sanitário

A escolha de uma área apropriada para instalação de um aterro sanitário deve levar em consideração aspectos sócio-econômico-ambientais.

Uma grande parte do município de Rio Grande, particularmente as áreas urbanas, localizam-se em áreas baixas, sujeitas a inundação freqüente devido a proximidade do lençol freático, e sobre sedimentos arenosos e permeáveis. Atualmente são geradas cerca de 100 t/dia de lixo no município, que são acumuladas em um lixão localizado no bairro Carreiros, adjacente ao Saco do Justino no estuário da Laguna dos Patos, uma área imprópria para este uso e com capacidade esgotada de utilização.

O primeiro fator a analisar na escolha de uma nova área é o substrato mais adequado dentro

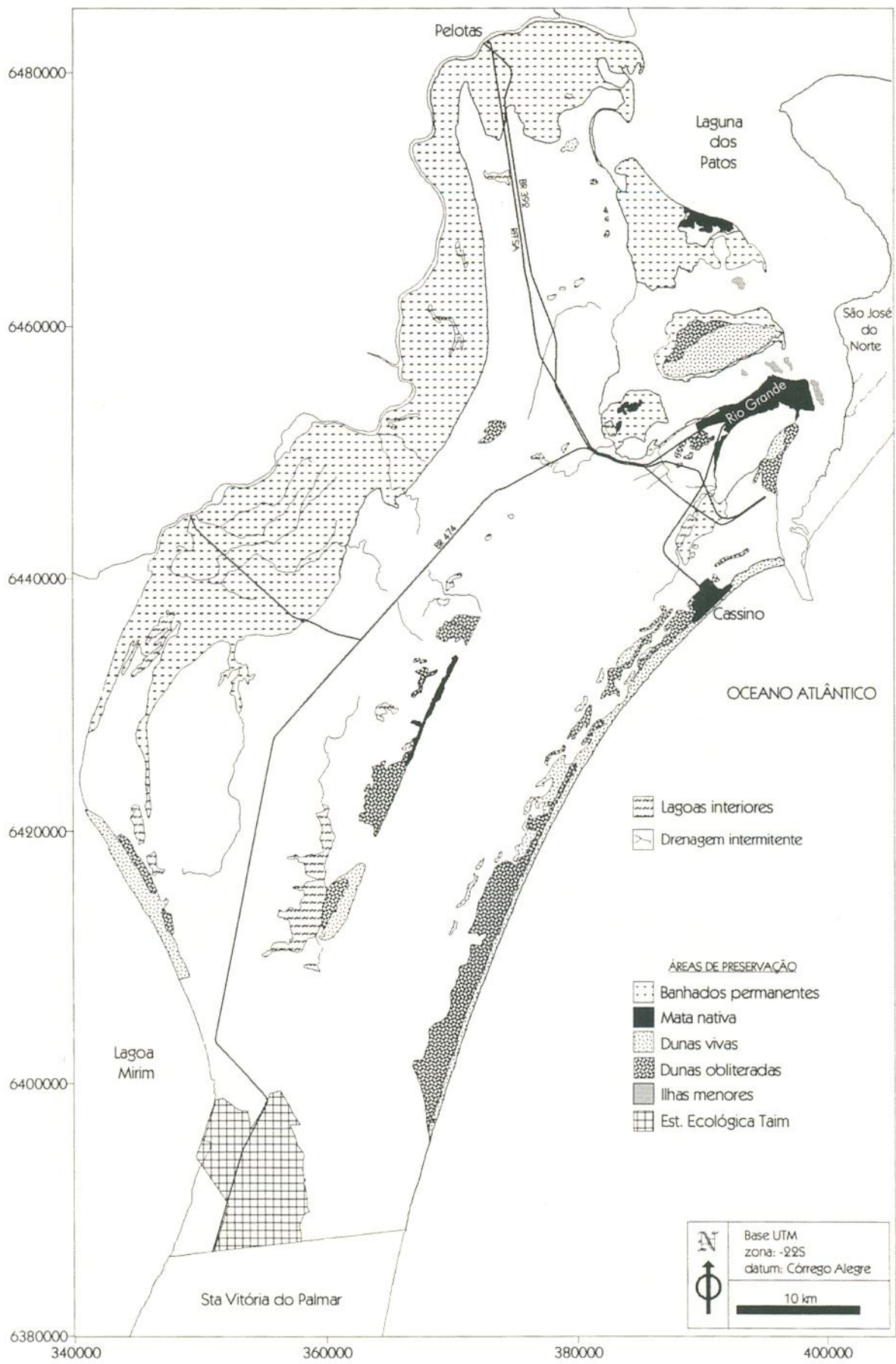


Figura 1 - Mapa das Áreas de Preservação Ambiental

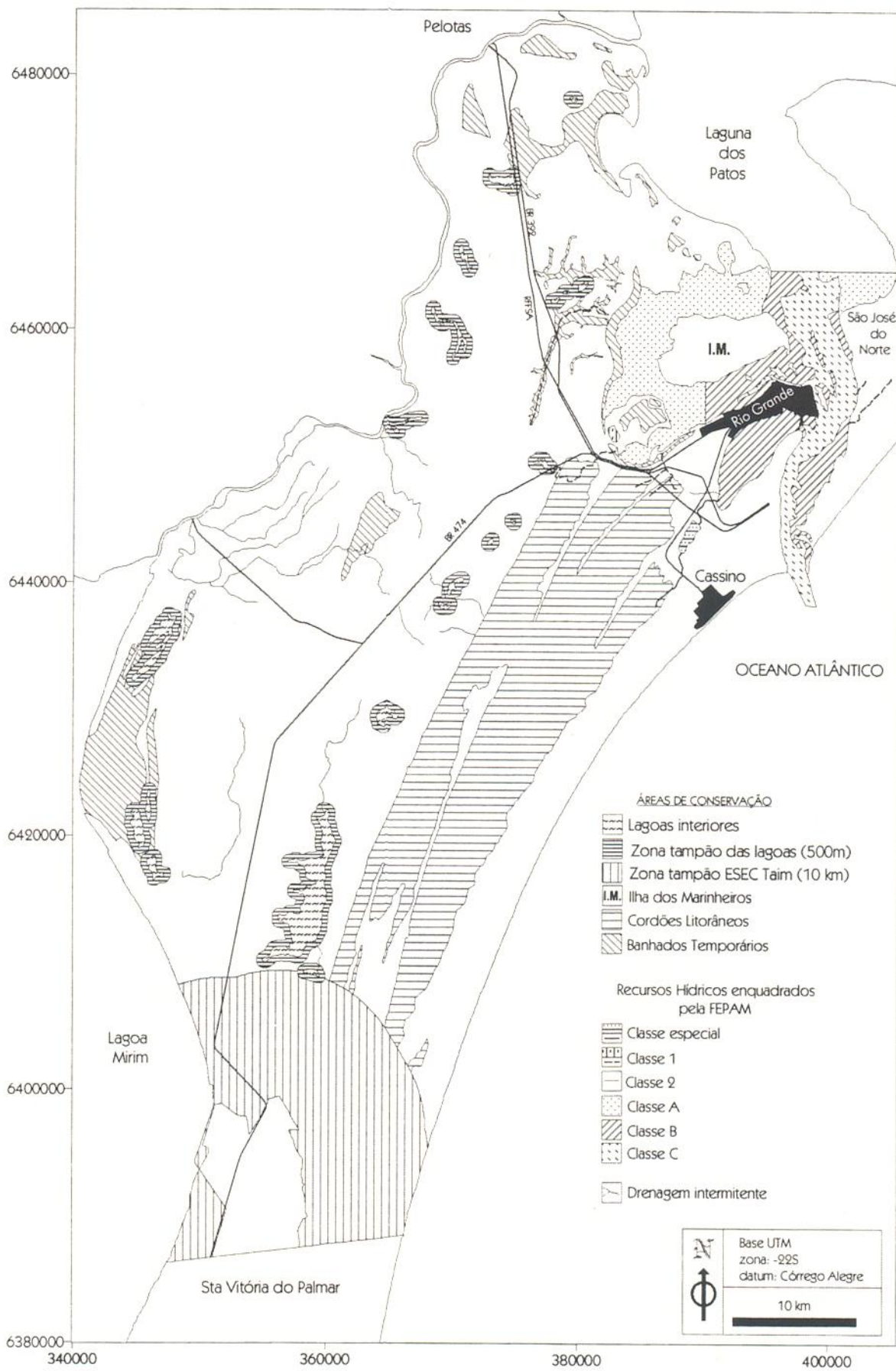


Figura 2 - Mapa das Áreas de Conservação Ambiental

das alternativas existentes, com o objetivo de minimizar o potencial de contaminação e dispersão de poluentes, e que permita um projeto de instalação de um aterro sanitário controlado. Áreas elevadas e solos impermeáveis teriam melhores condições para o uso proposto.

As cartas topográficas de maior detalhe existentes (Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, escala 1:50000) apresentam um intervalo de 20 m entre as curvas de nível. Como o município de Rio Grande tem altitudes médias menores do que 20 m, a informação das áreas mais elevadas deve ser obtida por outros meios. Uma análise da geologia da região mostra que as áreas mais elevadas correspondem às barreiras marinhas pleistocênicas (12 a 20 m), e aos mantos de aspersão desenvolvidos sobre estas. A evolução do perfil de solo sobre estas unidades favoreceu a concentração de argila iluvial em um nível à mais ou menos 2 m de profundidade formando uma camada relativamente impermeável, isolando os aquíferos subjacentes.

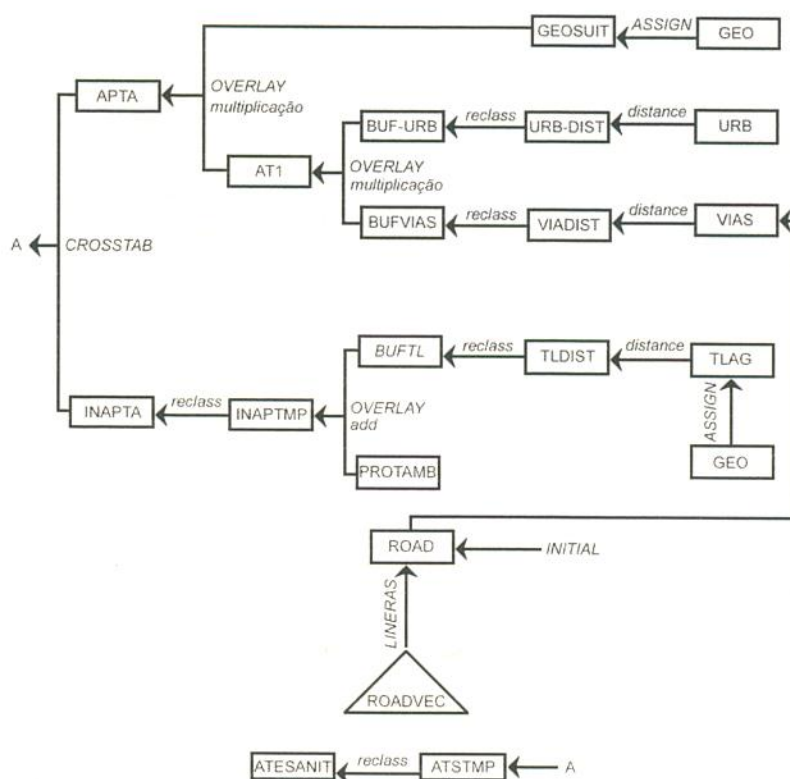
Sob os aspectos em consideração, estas seriam as melhores áreas para a instalação de um aterro sanitário. Uma vantagem adicional na escolha destas áreas é que estas se localizam à sudoeste das áreas urbanas. Como os ventos predominantes atuam de nordeste para sudoeste esta direção auxiliaria a dispersão dos gases gerados para longe das áreas urbanas.

Outro fator restritivo diz respeito a proximidade de ambientes ecologicamente importantes para o equilíbrio ecossistêmico, tais como os recursos hídricos, as dunas, marismas e terraços lagunares. Assim as áreas apropriadas devem estar fora dos limites das unidades de preservação ambiental. Os banhados temporários (terraços lagunares) são componentes de produção, consumo e estocagem importantes para o equilíbrio ambiental em Rio Grande (Tagliani, 1997), e portanto, estabeleceu-se uma restrição de distância mínima de 1 km destes.

A distância em relação as áreas urbanas, e as condições de acesso são outros fatores que podem inviabilizar a escolha de uma área para o uso proposto, em função dos custos elevados de transporte e condições precárias de trafegabilidade. Condições aceitáveis incluem uma distância máxima de 20 km dos centros urbanos e 3 km das vias asfaltadas.

O fluxograma de processamento a seguir resume os passos utilizados para a obtenção da imagem final ATESANIT a qual preenche todas as condições favoráveis e as restrições discutidas acima.

O mapa da Figura 3 mostra a localização das áreas mais adequadas para uso agrícola (cultivos aráveis e pasto), para reflorestamento de pinus e eucalipto e para a instalação de um aterro sanitário no município de Rio Grande.



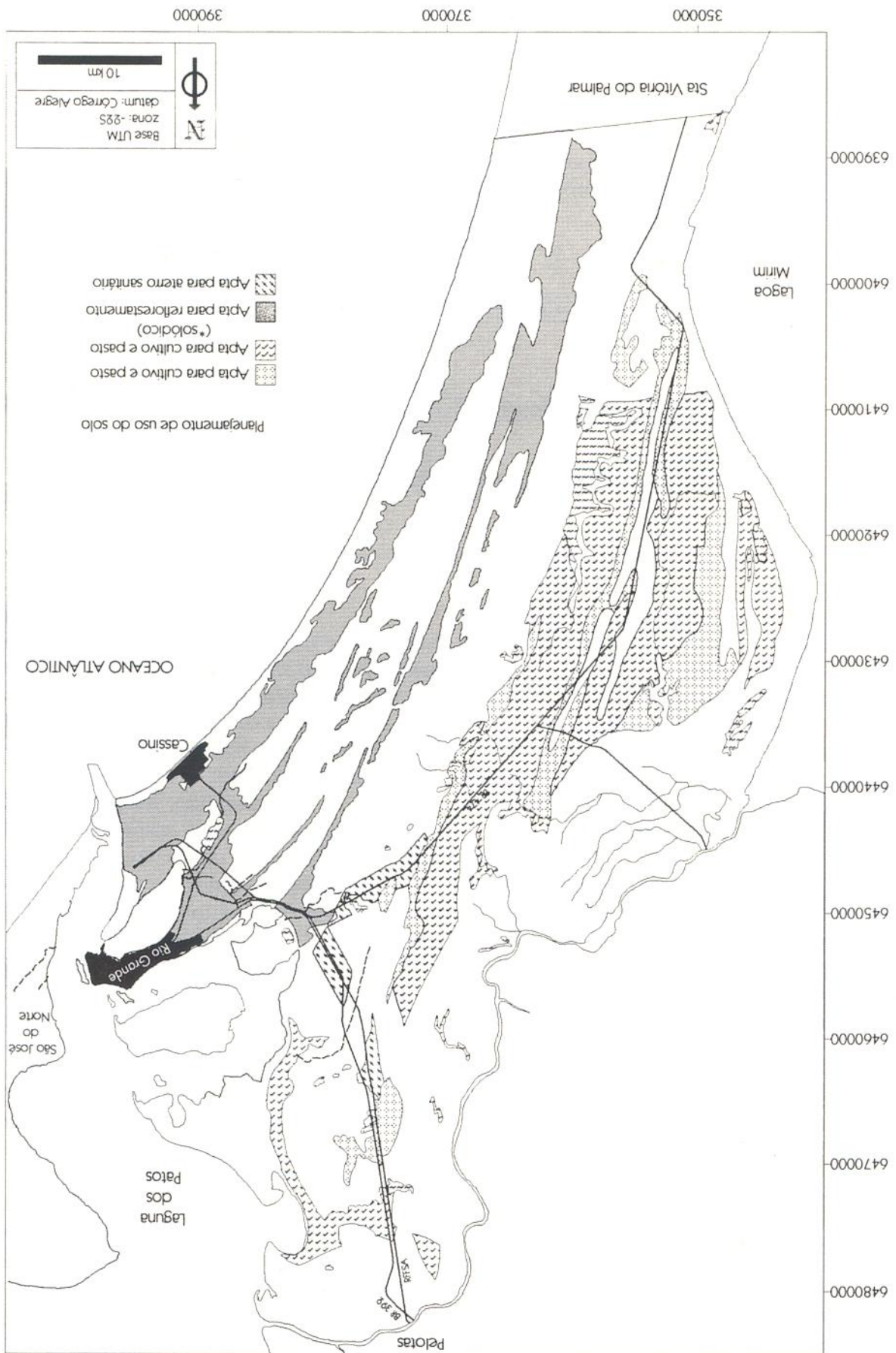


Figura 3 - Mapa de Planejamento de Uso

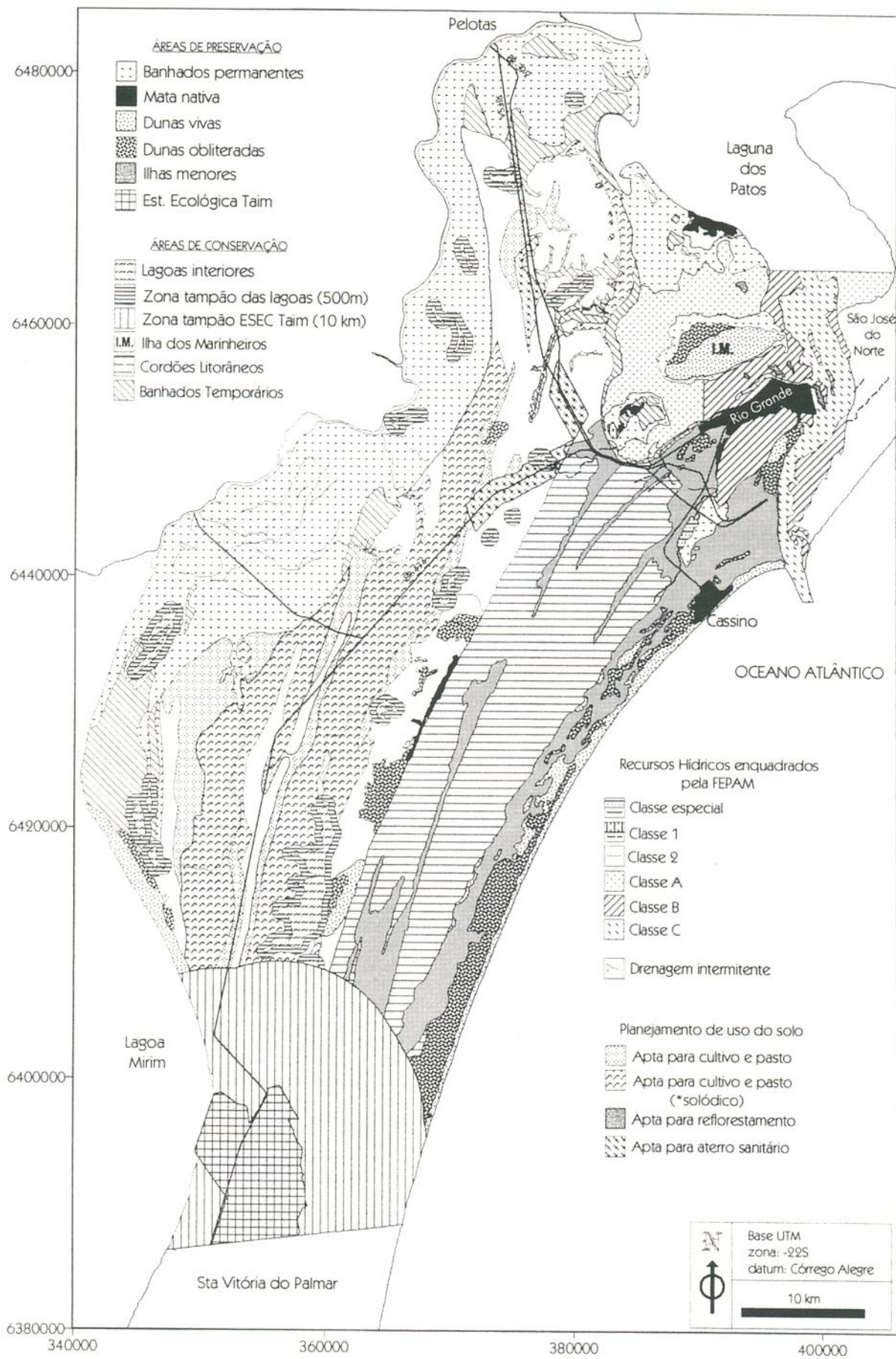


Figura 4 - Mapa Integrado de Planejamento Ambiental

Mapa integrado de planejamento ambiental

Com o objetivo de facilitar visualmente a correlação espacial entre as áreas adequadas a cada uso considerado, gerou-se uma mapa que agrupa todas as informações obtidas (Fig. 4).

As 4 imagens finais correspondentes a cada uso analisado são:

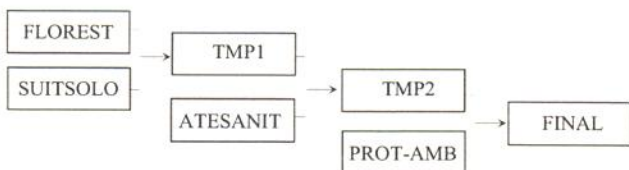
- SUITSOLO - tem 2 classes:
 1. aptidão média/baixa
 2. aptidão média
- FLOREST - tem 1 classe com identificador 1
- PROT-AMB - tem 18 classes:

PRESERVAÇÃO	CONSERVAÇÃO
1. Banhados permanentes	7. Lagoas interiores
2. Mata nativa	8. Zona tampão das lagoas
3. Dunas vivas	9. Zona tampão do Taim
4. Dunas Obliteradas	10. Ilha dos Marinheiros
5. Ilhas menores	11. Cordões litorâneos
6. Estação Ecológica do Taim	12. Banhados temporários
	Recursos Hídricos (FEPAM)
	13. Classe especial
	14. Classe 1
	15. Classe 2
	16. Classe A
	17. Classe B
	18. Classe C

- ATESANIT - tem 1 classe com identificador 1

Como deseja-se que todas as classes de planejamento apareçam diferenciadas no mapa final, reclassificou-se apenas as imagens SUITSOLO (classe1 - 19, classe2 - 20) FLOREST (classe1 - 21) e ATESANIT (classe1 - 22) que possuem menor número de classes, mantendo-se as classes originais da imagem PROT-AMB (de 1 A 18).

Para compor o mapa final (Fig. 4) utilizou-se o módulo *OVERLAY* (opção cover) sucessivas vezes conforme sequência abaixo:



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento populacional, a consciência ambiental crescente e a exigência de uma melhor qualidade de vida pela população tem exigido dos governos

municipais uma maior agilidade e utilização mais racional dos recursos públicos. A complexidade da administração pública é resultado da interdisciplinaridade de suas ações, sejam culturais, econômicas, ambientais, sociais ou políticas, advindo daí a necessidade de um planejamento de uso integrado e com enfoque sistêmico.

O grande avanço da informática nos últimos anos tem gerado tecnologias excelentes, a custos cada vez menores, capazes de auxiliar efetivamente os governos no atendimento dessas demandas, como é o caso dos sistemas de informações geográficas (SIG's). Neste trabalho utilizou-se o SIG IDRISI para o processamento das informações, porém, existe atualmente no mercado uma gama variada de opções que podem ser utilizadas, inclusive de fabricação nacional. Estes sistemas constituem-se em ferramentas poderosas e ágeis para organização, consistência, análise e atualização de dados, podendo contribuir de forma efetiva para a tomada de decisão pelos planejadores.

A aplicação dos recursos disponibilizados por esta tecnologia na solução de problemas práticos, como os apresentados neste trabalho, é uma forma de demonstrar a sua potencialidade e viabilidade dos investimentos necessários em recursos humanos e técnicas modernas de planejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asmus, H. E.; Garreta-Harkot, P. F. & Tagliani, P. R. 1988a. Geologia ambiental da região estuarina da Lagoa dos Patos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GEOLOGIA, 7., 1988, Belém. *Anais...* Belém, v. 1, p. 408-423.
- Asmus, H. E.; Asmus, M. L. & Tagliani, P. R. 1985. O estuário da Lagoa dos Patos: um problema de planejamento costeiro. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3., 1985, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, p. 71-95.
- Brown Jr. L. F.; Fisher, W. L.; Erxleben, A. W. & McGowen, J. H. 1974. Resource capability units. Their utility in land - and water - Use management with examples from the Texas Coastal Zone. *Bureau of Economic Geology*, University of Texas at Austin. Geological Circular 71-1. 22 p.
- Casella, L. L. C. 1994. *Análise e planejamento ambiental do município de Rio Grande, RS*. Rio Grande. 58 p. Monografia de Conclusão de Curso, Oceanologia, Universidade do Rio Grande, RS.
- Cendrero, A.; Diaz de Terán, J. R. & Saiz de Omenaca, J. 1976. A Technique for the definition of Environmental Geologic Units for evaluating their Environmental Value. In: *Landscape Planning*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co; n. 3, p. 35-66.
- Cendrero, A. 1989. Mapping and Evaluation of Coastal Areas for Planning. In: *Ocean & Shoreline Management*, Elsevier Science Publishers, England, n. 12, p. 427-462.
- Cunha, N. G. & Silveira, R. J. C. 1995. *Geomorfologia e Solos de Rio Grande*. CPACT - EMBRAPA, Pelotas. 65 p.
- Eastmann, J. R. 1998. *IDRISI for Windows: Introdução e Exercícios tutoriais*. In: Hasenack, H. & Weber, E. (eds.), Porto Alegre, Centro de Recursos Idrisi, UFRGS. 235 p.

- Godolphin, M. F. 1985. Paleogeografia da região do Cassino no município de Rio Grande, BR. *Pesquisas*, 16: 233-254.
- Long, T. 1989. *Le quaternaire du Rio Grande do Sul. Temoin des quatre derniers épisodes Eustatiques Majeurs – Geologie et Evolution*. Bordeaux, France. 183 p. Tese de Doutorado em Geologia Marinha, Universidade de Bordeaux I.
- Marble, D. 1984. Geographical information system: an overview. In: PECORA CONFERENCE, 9., 1984, Sioux Falls, South Dakota. *Proceedings...* Sioux Falls, South Dakota. v. 1, p. 18-24.
- Paim, P. S. G.; Long, T. & Asmus, H. E. 1987. Aspectos geológicos e geomorfológicos da região estuarina da Lagoa dos Patos. In: CONGRESSO ABEQUA, 1., 1987, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre. p. 249-261.
- Silva, T. S. 1999. *Environmental Impacts of pine afforestation along Rio Grande do Sul coastal plain, Southern Brazil*. Rio Grande, 11 p. Monografia de conclusão de Curso, Oceanologia, Universidade do Rio Grande, RS.
- Tagliani, P. R. 1995. *Estratégia de planificação ambiental para o sistema ecológico da Restinga da Lagoa dos Patos – Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. São Carlos, SP. 228 p. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- Tagliani, C. R. 1996. O uso do SGI IDRISI como ferramenta para o gerenciamento costeiro no município de Rio Grande, RS. In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 3., 1996, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, p. 339.
- Tagliani, C. R. & Tagliani, P. R. 1996. Estratégia ambiental para exploração de uma jazida de areia sobre cordões litorâneos na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador, *Anais...* Salvador, SBG. v. 4, p. 295-300.
- Tagliani, C. R. 1997. *Proposta para o manejo integrado da exploração de areia no município costeiro de Rio Grande, RS. Um enfoque sistêmico*. São Leopoldo, RS. 158 p. Dissertação de Mestrado em Geologia Sedimentar, Centro Tecnológico, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Villwock, J. A., 1984. Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, southern Brazil. A Synthesis. *Pesquisas*, 16: 5-49.