

Análise da Vulnerabilidade do Manguezal do Itacorubi a Ações Antrópicas Utilizando Imagens de Satélite e Técnicas de Geoprocessamento

Maria Augusta Doetzer Rosot ¹
 Prof. Dr. Czeslau L. Barczak ²
 Prof^a Deise Maria Bertholdi Costa ³

¹ UFPR – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
 Rua Lothário Meissner, 3400
 CEP 80210-170 Curitiba-PR
 ✉ augusta@floresta.ufpr.br

² UFSC – Depto. de Engenharia Mecânica
 Campus Universitário
 CEP 88040-900 Florianópolis-SC
 ✉ czeslau@mbox1.ufsc.br

³ UFPR – Depto. de Desenho
 Centro Politécnico
 CEP 80000-000 Curitiba – PR
 ✉ cwbdeise@cce.ufpr.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 Aspectos Gerais da Área de Estudo
	2.1 Ocupação Antrópica
	3 Objetivo do Trabalho
	4 Material e Métodos
	4.1 Material
	4.2 Métodos
	4.2.1 Preparação Da Imagem De Satélite
	4.2.1.1 Georreferenciamento
	4.2.2 Verificação De Campo
	4.2.3 Digitalização Via Tela
	4.2.4 Conversão Dos Arquivos Vetoriais Para Formato Raster
	4.2.5 Geração De Mapas De Distâncias Lineares
	4.2.6 Padronização De Fatores (Fuzzy)
	4.2.7 Ponderação De Fatores
	4.2.7.1 Criação da Matriz de Comparação Pareada
	5 Resultados
	5.1 Cálculo Dos Pesos
	5.2 Avaliação Por Critérios Múltiplos - Combinação Linear Ponderada
	5.3 Geração Do Mapa De Vulnerabilidade
	6 Conclusões
	7 Agradecimentos
	8 Referências Bibliográficas

Resumo: No presente trabalho é apresentada uma metodologia para a elaboração de um mapa de vulnerabilidade do Manguezal do Itacorubi (SC) a ações antrópicas, em função dos fatores: proximidade de ruas, de áreas adjacentes com ocupação urbana, de aterro sanitário e de áreas de aqüicultura. Utilizou-se imagem pancromática de satélite SPOT como fundo para digitalização via tela das feições de interesse e empregou-se o método de avaliação por critérios múltiplos e combinação linear ponderada disponíveis no software Idrisi v.2.0 (Clark University). As técnicas de geoprocessamento utilizadas nos sistemas de informações geográficas constituem ferramentas de modelagem importantes na simulação dos efeitos espaciais das decisões a serem tomadas quanto ao manejo dessa área.

Palavras chave: Sistemas de Informação Geográfica, manguezal, mapa de vulnerabilidade.

Abstract: In this paper we present a detailed discussion on a methodology for mapping the vulnerability of the Itacorubi Mangrove (Florianópolis SC) to anthropic environmental actions as a function of the factors: street proximity, adjacent urban areas, contaminated dumping, and aquaculture areas. A SPOT panchromatic satellite image was used as a basis for on-screen digitizing of each feature. Multi-criteria and linear weighted combination evaluation method was used. Results showed that proximity to streets and to the sanitary fill are the factors that most strongly affect the mangrove. The techniques used became very important modeling tools for simulation of spatial effects of management decisions related to preservation areas, and may thus supply results that will enable the choice between alternatives in a decision process.

Keywords: Geographic Information Systems, mangroves, vulnerability maps.

1 Introdução

O ambiente costeiro constitui um complexo sistema dinâmico e tem sido o alvo principal da ocupação populacional brasileira. A expectativa de expansão urbana bem como o aumento do padrão de vida pressionam de forma intensa os recursos desse ambiente

dando margem a que quaisquer processos de decisão sobre sua gestão sejam dominados pela incerteza. A escolha entre alternativas pode ser facilitada com o auxílio de um sistema de informações geográficas, utilizado como uma ferramenta de modelagem de um processo no qual os efeitos espaciais das decisões podem ser simulados. Com frequência, diversos critérios e fatores são usados para uma avaliação. O procedimento de combinação linear ponderada utilizado neste trabalho fornece resultados que podem auxiliar num processo decisório.

A Ilha de Santa Catarina, um dos pólos turísticos mais importantes do Mercosul, vem, nos últimos anos, tendo acrescidos seus níveis de adensamento urbano. Pelo limite implícito da própria condição insular e também pela incompatibilidade entre o manejo costeiro e o processo de urbanização - que demanda intensa utilização de ambientes costeiros - a Ilha vem sofrendo pressões sobre seus recursos naturais, notadamente sobre os processos funcionais e componentes estruturais dos ecossistemas.

Lago (1997) relaciona três alternativas para a expansão urbanizadora do Município de Florianópolis. A primeira envolve a verticalização residencial e multifuncional, principalmente nas áreas centrais. A segunda diz respeito à expansão em direção ao continente, transpondo os limites insulares e a terceira se refere ao acréscimo da superfície a ser urbanizada mediante supressão de áreas marinhas. Nesse sentido, dentre as estratégias desenvolvidas para a obtenção de espaço, está a eliminação de setores de manguezal, para transformação em áreas urbanizadas.

Embora reconhecidos como áreas de preservação permanente, conforme legislação federal (Lei 4771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal e Resolução do CONAMA nº. 4, de 18 de setembro de 1985) e como áreas de proteção especial, conforme legislação estadual (Decreto nº 14250, de 5 de junho de 1981), os manguezais nem sempre constituem extensões destituídas de processos antrópicos. Pelo contrário: de início, desprezadas como áreas inóspitas, insalubres e de baixo valor imobiliário são, frequentemente, áreas em franca expansão de urbanização quando próximas a cidades em crescimento e, muitas vezes, sujeitas a aterros para a construção de vias de acesso.

2 Aspectos Gerais da Área de Estudo

O Manguezal do Itacorubi, cuja gestão encontra-se, atualmente, delegada à Universidade Federal de Santa Catarina, devido à sua localização adjacente à Baía Norte, vem sendo objeto das mais diversas agressões em termos de alteração da microtopografia local e da sua hidrodinâmica interna e também no que diz respeito à degradação da vegetação, quer seja por intoxicação, quer seja pelo stress fisiológico (Soriano-Sierra, 1997).

Ocupando uma área de 142 ha, com coordenadas 27° 34' 14" - 27° 35' 31" de latitude Sul e 48° 30' 07" - 48° 31' 33" de longitude Oeste (Soriano-Sierra, 1993), o Manguezal do Itacorubi está situado na porção estuarina de uma bacia hidrográfica drenada pelo Rio Itacorubi e seu afluente, o Rio do Sertão. A área ocupada pelo manguezal é plana com leve desnivelamento de sudeste para noroeste e altitude variando do nível do mar até cerca de 1 metro. A bacia de drenagem inclui um grande número de pequenos afluentes, englobando diversos bairros densamente habitados e próximos ao centro de Florianópolis como Penitenciária, Trindade, Sertão, Santa Mônica, Três Pontes e locais conhecidos como Pantanal, Universidade, Córrego Grande, Itacorubi.

2.1 Ocupação Antrópica

Dentro do espaço do manguezal atualmente estão presentes diversas atividades antrópicas tais como:

- um aterro sanitário ocupando 9,4 ha, localizado na parte nordeste do manguezal e que recebeu cerca de 75000 toneladas de lixo doméstico e hospitalar durante 13 anos (1978-1990), tendo sido reativado recentemente. Com isso, várias substâncias poluentes podem ser transportadas pelas águas para dentro do próprio manguezal e das regiões estuarinas. A concentração de elementos metálicos aumentou muito em relação aos valores encontrados nos rios do manguezal antes da construção do aterro sanitário. (Sierra de Ledo, 1997);
- uma estação de piscicultura na parte sudeste, onde os tanques são abastecidos por água de maré e ocupam cerca de 5 ha do manguezal (Soriano-Sierra, 1993);
- uma rodovia que corta o manguezal no sentido leste-oeste (Av. da Saudade) e outras que o circundam (Av. Beiramar Norte, Av. Madre Benvenuta, Rodovias SC401 e SC404);
- áreas de ocupação urbana (residenciais e comerciais), sendo algumas estabelecidas após a execução de aterros sobre o manguezal e outras apenas contíguas a ele.

Sendo o manguezal uma zona de conflito de interesses de uso, é fundamental que se priorize a valorização dos seus recursos através de um planejamento integral, que considere a capacidade de resistência desse frágil ecossistema para absorver impactos de atividades humanas. Como muitos desses impactos podem ter consequências irreversíveis sobre o manguezal, é importante que seja conhecida a intensidade dos tensores, suas formas de ação, sua extensão e sua distribuição no espaço. Para isso, podem ser aplicadas técnicas de análise espacial utilizadas no geoprocessamento, que permitem a integração de um grande número de variáveis e a relação espacial dos resultados.

Em função da dinâmica do processo de expansão urbana, a informação cartográfica da qual se dispõe sobre o manguezal torna-se rapidamente desatualizada. A utilização de imagens de satélite representa uma forma rápida e consistente de acesso a informações sobre uso do solo e alterações no ambiente ao longo do tempo. Isto se deve principalmente à sua alta periodicidade e facilidade de interpretação visual, utilizando-se técnicas de processamento de imagens.

3 Objetivo do Trabalho

Pretende-se, neste trabalho, propor uma metodologia que envolva a aplicação de rotinas de apoio à decisão na geração de um mapa de vulnerabilidade do manguezal do Itacorubi a ações antrópicas, em função de fatores tais como a proximidade de ruas, de áreas de ocupação urbana, de aterro sanitário e de áreas de aquicultura e que poderá servir como subsídio à tomada de decisões quanto ao manejo, à gestão e à monitoração desse ecossistema.

4 Material e Métodos

4.1 Material

Os principais materiais e equipamentos utilizados para a execução do trabalho foram:

- Imagem da banda pancromática do satélite SPOT da Ilha de Santa Catarina, obtida em março de 1996.
- Mapa dos Distritos - Município de Florianópolis, elaborado pelo IPUF em Julho/1994. Fonte: Mapeamento Topográfico Sistemático ao milionésimo, realizado pelo IBGE, escala 1:50.000, folhas SG 22.Z.D.III.3, SG 22.Z.D.V.2, SG 22.Z.D.VI.3, projeção Universal Transversa de Mercator.
- Escalímetro.
- Software de geoprocessamento IDRISI for Windows v. 2.0.
- Microcomputadores e periféricos.

4.2 Métodos

Para a confecção de um mapa de vulnerabilidade é necessário empregar métodos estatísticos que possibilitem atribuir pesos aos fatores envolvidos na análise. Agregando-se os quatro fatores considerados (proximidade de ruas, de áreas de ocupação urbana, de aterro sanitário e de áreas de aquicultura) através do método de combinação linear ponderada – disponível no software utilizado – é possível definir o grau de vulnerabilidade de cada pixel na imagem da área ocupada pelo manguezal. O método, por um lado, contempla o rigor matemático da análise e, de outro lado, permite visualizar os resultados intermediários e o mapa final de forma simples. Por meio do mapa, pode-se avaliar a distribuição espacial e definir locais de maior ou menor grau da vulnerabilidade (Hasenack et al., 1998).

Diversas etapas, detalhadas a seguir, são necessárias para se chegar ao mapa final.

4.2.1 Preparação Da Imagem De Satélite

4.2.1.1 Georreferenciamento

A partir da imagem SPOT pancromática da Ilha de Santa Catarina, obtida em março de 1996 (Figura 1), recortou-se a área de interesse (Manguezal do Itacorubi e entorno), criando-se um novo arquivo de imagem. Para a realização do georreferenciamento, isto é, converter as coordenadas planas da imagem original para um sistema geográfico como o UTM (Universal Transverse Mercator), é necessário utilizar um arquivo de referência adequado para a região onde se situa a porção da superfície terrestre em estudo. O Idrisi possui 160 arquivos de parâmetros do sistema de referência, entre eles os do grupo WGS84, a partir do qual criou-se um novo arquivo tomando-se como base o Elipsóide South American 69.

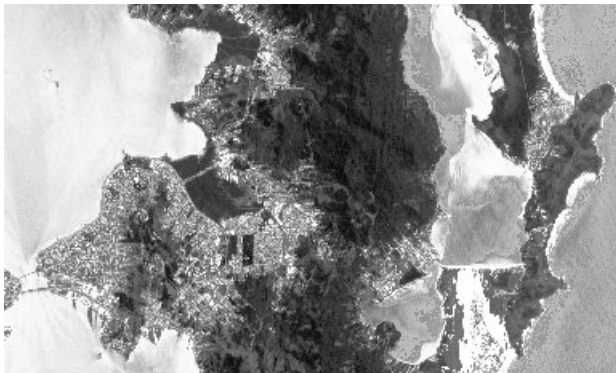


Fig. 1 : Imagem original do satélite SPOT, obtida em março de 1996, da porção central da Ilha de Santa Catarina

Utilizando-se a carta 1:50.000, foram identificadas as coordenadas X,Y de pontos que representam o mesmo lugar na imagem e no mapa. Foram usados 14 pontos, depois reduzidos para 6, a fim de minimizar o erro. No processo de reamostragem foi escolhido o método de interpolação bilinear, considerado mais apropriado para imagens de satélite e para dados quantitativos, além de ser melhor, também, para áreas onde há heterogeneidade no valor dos DN (*digital numbers*) da imagem (Eastman, 1997). O erro padrão estimado para a retificação foi de 1,46 pixels, equivalente a 14,6 m, isto é, 1,46 vezes a resolução geométrica de 10 metros do satélite SPOT na banda pancromática. Este resultado é compatível com a escala de 1:100.000 utilizada na geração do produto. A imagem georreferenciada pode ser visualizada na Figura 2



Fig. 2 : Imagem SPOT do Manguezal do Itacorubi e entorno, georreferenciada

4.2.2 Verificação De Campo

Lapolli(1993), referindo-se a métodos computacionais de reconhecimento e classificação de feições, cita que "sem um trabalho metuculoso e exaustivo de parte do analista, nenhum dos processos utilizados será bom o suficiente" sendo imprescindível realizar redefinições "inclusive com apoio de trabalho de campo, até que o resultado obtido seja considerado satisfatório".

Foi realizada uma verificação de campo do manguezal e entorno para reconhecimento expedito do local e das feições a serem digitalizadas. Foram examinados, principalmente, os contornos limitados pelas ruas e avenidas e as áreas acessíveis junto ao aterro e a aqüicultura, para confirmação da interpretação visual das imagens de satélite. Não foram realizadas medições de distâncias ou áreas, mas apenas um reconhecimento e uma avaliação visual do tipo de uso do solo e de seus limites.

4.2.3 Digitalização Via Tela

Tendo a imagem SPOT como fundo na tela foram digitalizados: os perímetros do manguezal, do aterro sanitário, da área de aqüicultura, das áreas de ocupação urbana e o traçado das principais ruas e avenidas que circundam ou atravessam o manguezal. No que se refere às áreas de ocupação urbana e ruas, foram selecionadas aquelas correspondentes às partes dos bairros circunvizinhos ao manguezal, pois são as que possuem maior influência em relação ao critério distância, escolhido para este trabalho. Os resultados podem ser visualizados na Figura 3.

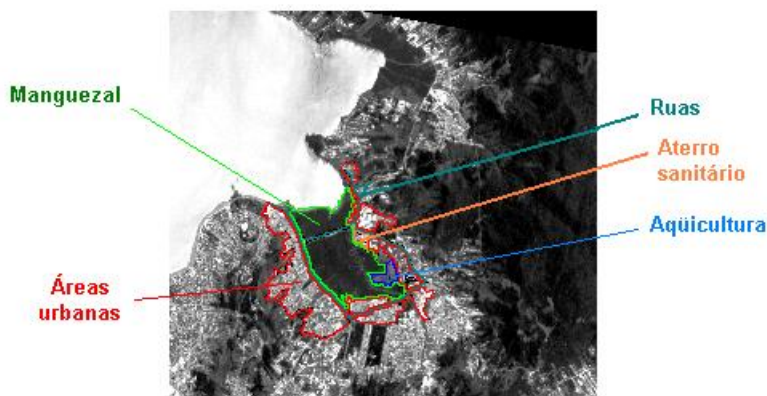


Fig. 3 : Imagem SPOT do Manguezal do Itacorubi, com delimitação de aqüicultura, de aterro sanitário, da área urbana e de ruas

4.2.4 Conversão Dos Arquivos Vetoriais Para Formato Raster

Devido ao fato dos arquivos obtidos na digitalização estarem em formato vetorial, foi necessário convertê-los para formato matricial (*raster*), pois é nesse formato que o software Idrisi efetua as análises. Em seguida, para cada polígono digitalizado, foi atribuído o valor um (1) a todos os pixels contidos dentro do polígono e zero(0) aos demais, criando-se, assim, uma imagem *Booleana*, como a que pode ser observada na Figura 4.

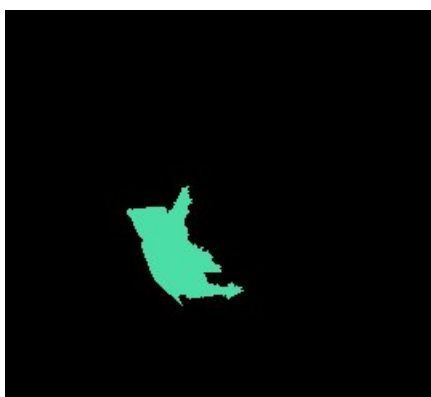


Fig. 4 : Imagem *Booleana* do Manguezal do Itacorubi após rasterização

4.2.5 Geração De Mapas De Distâncias Lineares

O fator "distância de" aterro, áreas com aqüicultura, áreas de ocupação urbana e ruas afeta a vulnerabilidade do manguezal a ações antrópicas e foi obtido empregando-se o módulo DISTANCE, que calcula a distância euclidiana de cada célula à sua mais próxima num conjunto de células-alvo pré-especificado. Efetuou-se individualmente a operação para cada fator considerado, gerando as imagens apresentadas nas Figuras 5 a 8.

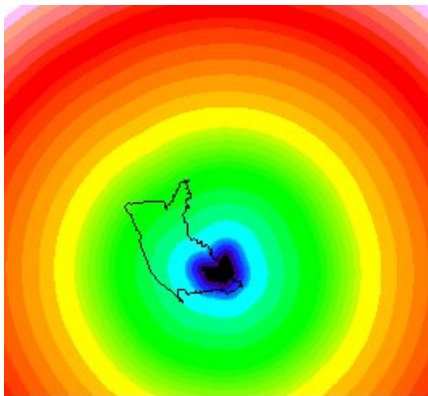


Fig. 5 : Distância calculada a partir de áreas de aqüicultura

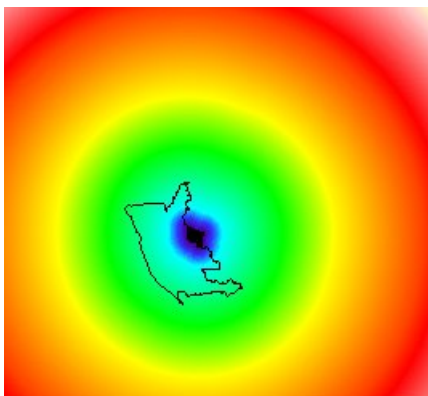


Fig. 6 : Distância calculada a partir do aterro sanitário

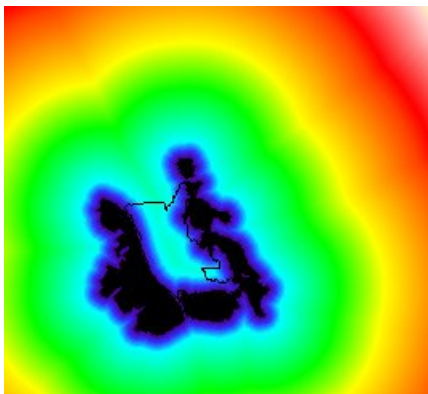


Fig. 7 : Distância calculada a partir de áreas de ocupação urbana

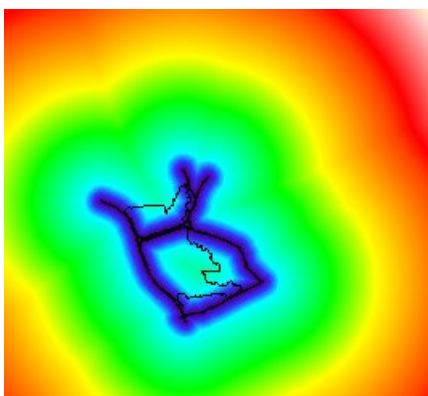


Fig. 8 : Distância calculada a partir de ruas

4.2.6 Padronização De Fatores (Fuzzy)

Após ser realizada a definição dos critérios é necessário reduzi-los a uma mesma escala de valores de forma a torná-los comparáveis. Os fatores foram reescalados para uma escala de 0 a 255, usando-se o conceito de variável difusa (*fuzzy*), onde a escala de padronização é contínua, permitindo a retenção da variedade dos dados. Na Figura 9 os pontos c e d equivalem aos valores mínimos

e máximos para as distâncias dos arquivos gerados na etapa anterior. Para reescalonar o fator distância foi utilizada uma função linear simples monotonicamente decrescente, porque a vulnerabilidade decresce linearmente à medida que as distâncias dessas feições em relação ao manguezal aumentam.

Após o reescalonamento de valores, quando a célula em questão contém o valor "zero" significa que é menos vulnerável, enquanto que um valor igual a 255 implica em máxima vulnerabilidade.

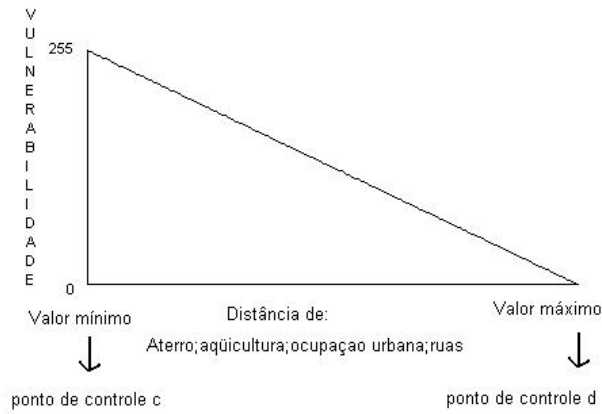


Fig. 9 : Função de reescalonamento linear monotônica decrescente

O módulo FUZZY foi executado a partir do Menu ANALYSIS/DECISION SUPPORT do software Idrisi, também individualmente para cada arquivo, sendo que as imagens resultantes podem ser observadas nas Figuras 10 a 13.

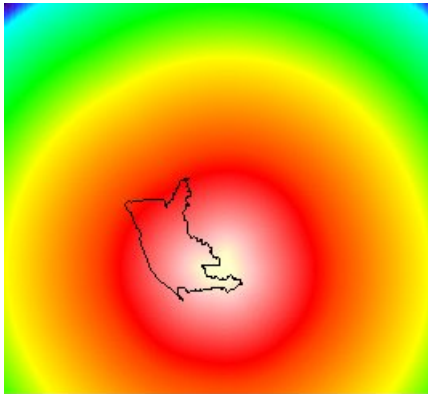


Fig. 10 : Padronização do fator distância de áreas de aqüicultura

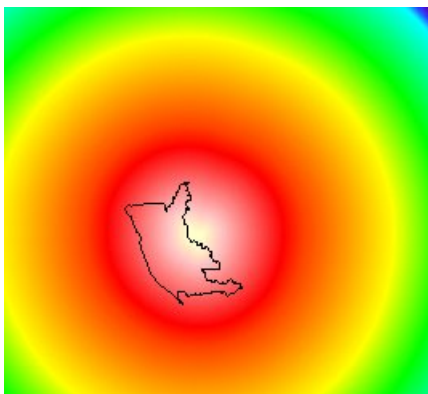


Fig. 11 : Padronização do fator distância do aterro sanitário

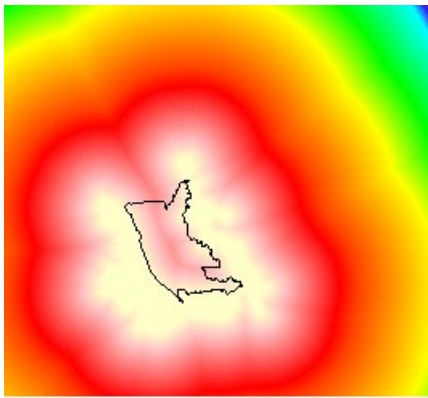


Fig. 12 : Padronização do fator distância de áreas de ocupação urbana

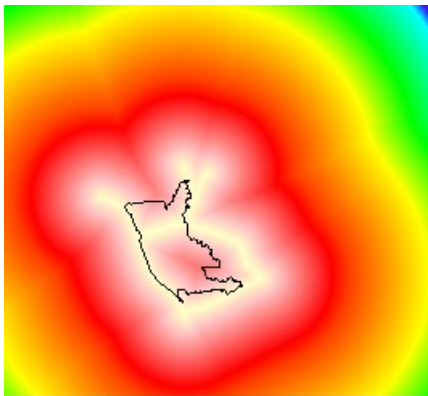


Fig. 13 : Padronização do fator distância de ruas

4.2.7 Ponderação De Fatores

Depois de padronizar os fatores é necessário aplicar um método de agregação para se chegar ao resultado pretendido. O método de combinação linear ponderada utilizado permite atribuir um peso a cada fator, peso este que indica a maior ou menor importância daquele fator no processo de agregação e controla, ainda, como os fatores irão compensar-se mutuamente. Para gerar o conjunto de pesos foi empregada a técnica de comparação pareada, onde cada fator é combinado com os demais por meio de uma matriz.

4.2.7.1 Criação da Matriz de Comparação Pareada

A Tabela 1 mostra os fatores e os elementos da matriz de comparação pareada.

Tabela 1 - MATRIZ DE COMPARAÇÃO PAREADA (IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS FATORES)

Fatores	Aqüicultura	Aterro	Urbana	Rua
Aqüicultura	1	1/3	1/5	1/5
Aterro	3	1	1/3	1/3
Urbana	5	3	1	1
Rua	5	3	1	1

Cada elemento da matriz indica quanto o fator da coluna da esquerda é mais importante em relação a cada fator correspondente na linha superior. Em função da natureza de cada área foram definidos os valores da tabela, considerando-se que a proximidade de ruas e de áreas urbanas afeta o manguezal em iguais proporções, mas que essas feições têm maior importância que o aterro e que o fator de menor influência é a proximidade da área de aquícultura.

Foi utilizada a escala de comparadores criada por Saaty(1977), que estabelece as seguintes relações qualitativas:

1/9 → extremamente menos importante que

1/7 → muito fortemente menos importante que

1/5 → fortemente menos importante que

1/3 → moderadamente menos importante que

1 → igualmente importante a

3 → moderadamente mais importante que

5 → fortemente mais importante que

7 → muito fortemente mais importante que

9 → extremamente mais importante que

Uma aproximação aos pesos dos fatores ("eigenvector") pode ser obtida dividindo-se cada elemento pela somatória dos elementos da coluna a que ele pertence e fazendo-se uma média entre as colunas.

5 Resultados

5.1 Cálculo Dos Pesos

Com os dados obtidos nas etapas anteriores, pôde-se determinar os pesos para fazer a combinação ponderada. Utilizou-se, primeiramente, o módulo WEIGHT a partir do Menu ANALYSIS/DECISION SUPPORT, obtendo-se os pesos 0,0679; 0,1524; 0,3899 e 0,3899 para os fatores distância de áreas de aquicultura, de aterro sanitário, de áreas de ocupação urbana e de ruas, respectivamente. Os pesos indicam a importância relativa de qualquer fator em relação aos demais. Efetuados os cálculos, verificou-se a razão de consistência que, neste caso, foi igual a 0.02, menor que o valor máximo especificado pelo software (Eastman, 1997) e, portanto, aceitável.

5.2 Avaliação Por Critérios Múltiplos - Combinação Linear Ponderada

Em seguida cada fator padronizado foi multiplicado pelo seu peso correspondente. Uma vez que a soma dos pesos é igual a um, o mapa de vulnerabilidade resultante (Figura 14) possui uma amplitude de valores semelhante àquela das imagens dos fatores padronizados. Na Figura 15 é apresentado o mesmo mapa, porém com outra *palette* de cores, criada especificamente com a finalidade de melhorar a visualização e facilitar a interpretação da imagem.

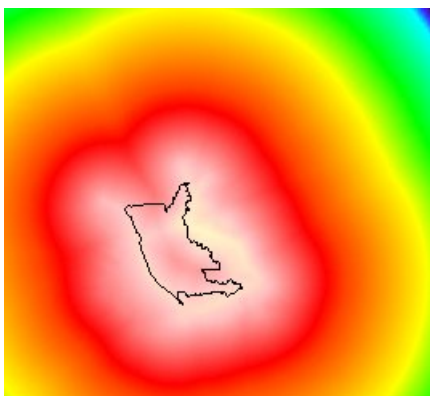


Fig. 14 : Imagem resultante da multiplicação dos fatores padronizados pelo seu peso correspondente, utilizando a palette "quant 256"

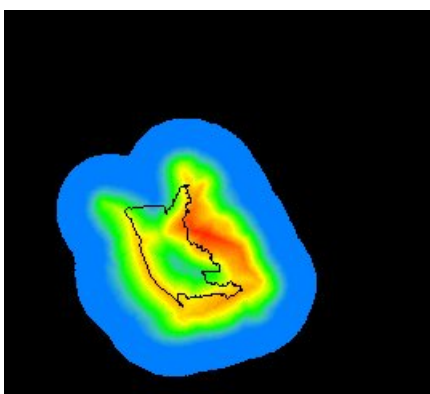


Fig. 15 : Imagem resultante da multiplicação dos fatores padronizados pelo seu peso correspondente, utilizando a palette criada pelos autores

5.3 Geração Do Mapa De Vulnerabilidade

Através de uma operação de multiplicação lógica (operador *AND*) entre os resultados da combinação linear ponderada e a restrição *Booleana* que é o perímetro do manguezal foi obtido um mapa (Figuras 16 e 17) com uma distribuição contínua de vulnerabilidade do manguezal a ações antrópicas, considerando-se os fatores inicialmente especificados.

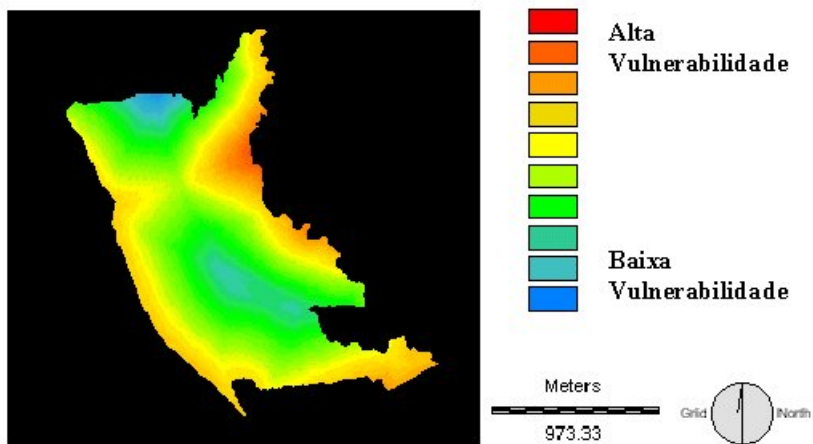


Fig. 16 : Resultado da operação *Booleana* entre o mapa de vulnerabilidade e a área ocupada pelo manguezal

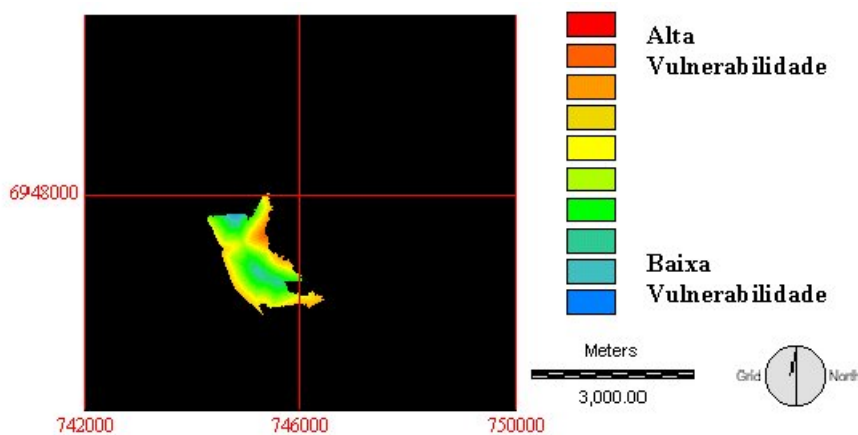


Fig. 17 : Mapa de vulnerabilidade do Manguezal do Itacorubi

Para melhor interpretação do mapa de vulnerabilidade, é necessário inseri-lo no contexto das áreas que efetivamente circundam o manguezal e que, portanto, têm efeito sobre ele. Por não se dispor de uma base cartográfica que incluisse todas as feições de interesse, optou-se por sobrepor o mapa à própria imagem SPOT. Isso foi realizado por meio de operações *Booleanas* (multiplicação e adição) envolvendo o arquivo rasterizado do polígono do manguezal, a imagem SPOT e o mapa de vulnerabilidade. O resultado pode ser visualizado na Figura 18.

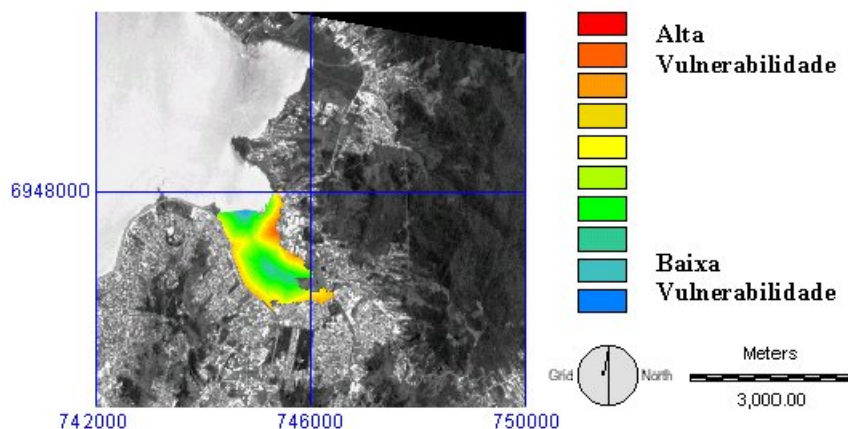


Fig. 18 : Sobreposição do mapa de vulnerabilidade do Manguezal do Itacorubi à imagem SPOT

Pode-se observar que as áreas mais vulneráveis do manguezal encontram-se na confluência da Av. da Saudade com as rodovias SC401 e SC404, próximas ao aterro sanitário. Esse resultado era esperado, uma vez que o grau de vulnerabilidade nesse local está associado aos fatores agregados de distância de aterro sanitário, de ruas e de áreas urbanas.

Já as áreas menos vulneráveis localizam-se na desembocadura do rio Itacorubi na Baía Norte, no interior do manguezal e próximo às áreas de aqüicultura. Segundo a Portaria Intersetorial nº 1/92 da FATMA o potencial poluidor/degradador de atividades de aqüicultura é considerado, em geral, pequeno, enquanto que a disposição final de resíduos urbanos em aterros sanitários possui grande potencial poluidor, especialmente para a água e para o solo.

6 Conclusões

A análise utilizada mostrou-se adequada para o objetivo proposto, sendo a visualização do mapa bastante efetiva quanto à observação das áreas mais afetadas pelos fatores considerados. O método, embora envolva inúmeras fases de processamento, revela-se bastante promissor em função dos resultados que pode fornecer. Imagens de satélite podem ser obtidas periodicamente facilitando a monitoração da área em questão. A metodologia descrita pode, ainda, ser aplicada a outras áreas similares; critérios e fatores podem ser modificados e acrescentados; podem ser incorporados fatores e variáveis não quantificáveis.

Com a localização das áreas que são mais vulneráveis pode-se determinar as prioridades em caso de planejamento ou de execução de obras ou ações públicas. Os dados constituem, também, um excelente subsídio para a elaboração de planos de manejo. A curto prazo pode-se tentar diminuir ou desacelerar o nível de degradação do manguezal através de um plano de gestão ambiental, onde sejam estabelecidas: ações de saneamento básico (para evitar despejo de cargas poluidoras de origem urbana e hospitalar no manguezal); programas de educação ambiental (para a conscientização da população sobre a importância desse ecossistema); medidas de ação fiscalizadora e repressora, visando impedir quaisquer atividades que comprometam as funções ecológicas do manguezal (contenção de sedimentos, criadouro natural de organismos aquáticos, manutenção da biodiversidade). A distribuição espacial das áreas afetadas permite decidir que áreas devem continuar abertas ao acesso ou fechadas e, ainda, quais devem receber medidas para a sua regeneração.

É fundamental estudar a viabilidade da recuperação do Manguezal do Itacorubi, de forma a acelerar o processo de regeneração natural e implementar ações que visem reverter o atual quadro de degradação dessa área. Cabe sempre um questionamento a respeito do custo com o qual a sociedade quer arcar: se a despesa monetária para a execução de medidas de recuperação ou se a perda de um bem natural que a todos pertence com conseqüências ainda imprevisíveis para o meio ambiente em que essa mesma sociedade vive.

7 Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar seus agradecimentos ao Engenheiro Sanitarista M.Sc. Luiz Fernando Figueiredo pela cessão da imagem SPOT e às Professoras Dra. Lia C. Bastos e Dra. Édis M. Lapolli pelo incentivo à publicação deste trabalho.

8 Referências Bibliográficas

Azevedo, V.R.C.G. et alli, 1993. *Monitoramento da Ação Antrópica nos Ambientes Fitoecológicos no Interior e no Entorno da Floresta Nacional do Tapajós*. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, PR, 1993. Anais (2): 15-20.

Eastman, J.R., 1997. *Idrisi for Windows User's Guide v. 2.0*. Clark University, Worcester.

Fundação Do Meio Ambiente - FATMA, 1995. *Coletânea da Legislação Ambiental*. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente - SDM.

Hasenack, H., Weber, E. & Valdameri, R., 1998. *Análise de Vulnerabilidade de um Parque Através de Módulos de Apoio à Decisão em Sistemas de Informação Geográfica*. Fator GIS 04/98, <http://www.fatorgis.com.br>.

Lago, P.F., 1997. *Ilha de Santa Catarina: urbanização e manejo*. Atas do Colóquio Franco-Brasileiro. CE/C.T. 93.0334.BR. In: *Gestion de la zone littorale de l'Île de Santa Catarina (Brésil)*. Klingebiel, A.; Sierra De Ledo, B. & Soriano-Sierra, E. (Eds.). Aquitaine Ocean, (3): 29-34.

Lapolli, E.M., Alves, A.R., Barcia, R.M., 1993 *Classificação de Imagens Digitais: Comparação entre Vários Métodos*. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, PR, 1993. Anais (2): 373-380.

Saaty, T.L. 1977. *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*. J. Math. Psychology, 15:234-281.

Sierra De Ledo, B., 1997. *Subsídios ecológicos para um plano de gestão integrada na zona costeira da Ilha de Santa Catarina*. Atas do Colóquio Franco-Brasileiro. CE/C.T. 93.0334.BR. In: *Gestion de la zone littorale de l'Île de Santa Catarina (Brésil)*. Klingebiel, A.; Sierra De Ledo, B. & Soriano-Sierra, E. (Eds.). Aquitaine Ocean, (3): 9-27.

Soriano-Sierra, E. J., 1993. *Caracterização ecológica dos biótopos e sua ocupação pelas comunidades vegetais no manguezal do Itacorubi (Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil)*. Trab. Conc. Publ. Prof. Adjunto UFSC. 124p.

Soriano-Sierra, E. J., 1997. *Fluxos de maré e interferências antropogênicas à hidrodinâmica no interior de um manguezal naturalmente estressado. Estudo de caso*. Atas do Colóquio Franco-Brasileiro. CE/C.T. 93.0334.BR. In: *Gestion de la zone littorale de l'Île de Santa Catarina (Brésil)*. Klingebiel, A.; Sierra De Ledo, B. & Soriano-Sierra, E. (Eds.). Aquitaine Ocean, (3): 163-177.