

CAPÍTULO 3

Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, Vitória, ES

Lívia Maria Albertasse Tulli
Alexandre Rosa dos Santos
André Quintão de Almeida
Teresa Susana Aquije Chacaltana

3.1 Introdução

Os manguezais possuem uma vegetação altamente adaptada aos constantes movimentos da maré e a suportar a alta salinidade que lhe é imposta, porém altamente sensível à ação humana. Esta ação antrópica tem o seu início na chegada dos primeiros colonizadores e nas explorações por eles iniciadas, se estendendo até os dias atuais. (CITRÓN E NOVALLI, 1992).

Segundo Derenzi (1965), a chegada dos portugueses ao estado do Espírito Santo se deu em 1535. Com o passar do tempo e o aumento populacional, logo se reivindicou melhorias, urbanização. Os manguezais rapidamente tornaram-se áreas mal vistas, já que eram julgados como áreas propícias ao desenvolvimento de epidemias. E com a população espremendo-se nos poucos espaços planos, não se tardou

em pensar na possibilidade do aterro. Em 1817, iniciou-se o aterro do mangal de campinho (atual parque Moscoso) e, também, a “era do progresso”.

Em 1895, com o intuito de ampliar a cidade com a criação de novos bairros, criou-se o projeto “novo arrabalde”, durante o mandato de Muniz Freire. Por meio deste projeto foram construídas as avenidas Nossa Senhora da Penha e Leitão da Silva, importantes vias até hoje. (BRITO, 1996)

Ao contrário desta aparente urbanização planejada, o que se pode observar no período que se estende de 1960 a 1980 foi um crescimento populacional abrupto e descontrolado. A população da grande Vitória em 1960 era de 194.311 habitantes e saltou para 706.138 habitantes em 1980. A justificativa para tal crescimento acompanhou uma série de fatores.

Com a crise do café na década de 60, houve uma intensa migração para Vitória. Os desempregados buscavam oportunidades no setor portuário, industrial e na construção civil. Isto acarretou, e ainda acarreta, problemas sociais seríssimos, visto o surgimento de subempregos e submoradias. Este novo contingente populacional se distribuiu em áreas baratas e pouco seguras: encostas de morros e manguezais. Estes últimos foram reprimidos por inúmeros aterros nos anos que se seguiram até que a ilha de Vitória chegasse à forma territorial que hoje possui. (FERREIRA, 1989).

Segundo Alves (2004), as invasões aos manguezais começaram de modo intensificado em 1977 e só pararam em 1989, quando a Prefeitura Municipal iniciou um projeto de contenção a invasões e proteção dos manguezais.

Ressaltamos, porém, que apesar de todos os impactos ambientais que este ecossistema vem sofrendo, os manguezais brasileiros constituem áreas de preservação permanente, segundo a Lei Federal nº. 4771, desde 15 de setembro de 1965 (EYSINK, 1998).

No município de Vitória, eles estão amparados ainda pela Lei Municipal 3377 de 12 de setembro de 1986, quando houve a criação da Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, área a ser atingida por esta pesquisa.

As Estações Ecológicas têm como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas, estas dependem da autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas. É proibida a visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

Os aglomerados urbanos próximos a áreas de preservação têm sido alvo de muitas pesquisas científicas devido à preocupação com fatores antrópicos, que segundo Suguio (2003), são todos os que se superpõem às forças dinâmicas atuantes, exacerbando as suscetibilidades naturais, introduzindo suscetibilidades induzidas e criando situações de crises cada vez mais complexas e de diferentes naturezas.

No presente trabalho, tendo em vista aplicar uma metodologia que proporcione um estudo dos fatores antrópicos atuantes na Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão e a aplicação de uma ferramenta útil e dinâmica de apoio à decisão, optamos por verificar a evolução temporal da área de estudo nos anos de 1978, 2003 e 2005 através do desenvolvimento de mapas de uso e ocupação do solo, desenvolvidos por meio de técnicas de fotointerpretação. Por meio desses mapas poderemos conhecer e mapear os fatores antrópicos e elaborar um mapa de vulnerabilidade a ação antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão utilizando o Método Analítico Hierárquico (AHP) desenvolvido por Saaty (1977).

Este método já adaptado para estudos ambientais, como os desenvolvidos por Hasenack et. al. (1998), Rosot et. al. (2000) e Coutinho (2004), permite a divisão do problema em níveis hierárquicos, facilitando sua compreensão e avaliação.

3.1.1 Apresentação da área de estudo

A Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, alvo de nosso estudo, localiza-se entre as latitudes de 20° 14' S a 20° 17' S e longitude de 40° 16' W a 40° 20' W (Figura 3.1).

Esta área de manguezal, constituída unidade de proteção integral do município de Vitória-ES primeiramente como reserva biológica municipal mediante a publicação da Lei Municipal N°. 3326 de 27 de maio de 1986, depois segundo a Lei Municipal n°. 3377 de 12 de setembro de 1986, foi transformada em Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão.

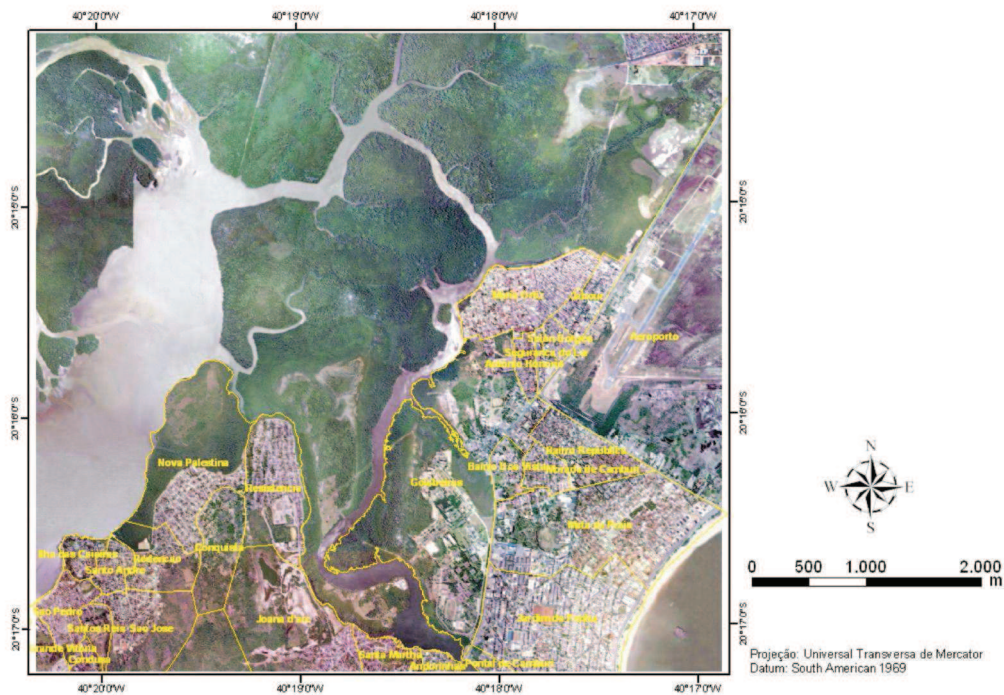


Figura 3.1. Apresentação da área de estudo.

3.2 Metodologia

Os materiais que foram utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa são:

- Software Arcgis 8.3
- Software Erdas Imagine 8.5
- Software Idrisi32
- Câmera digital Olympus D-395
- GPS Garmin 12xl
- Aerofotos correspondentes à área de estudo no ano de 1978 (Doação IDAF – Escala: 1:20000 – Resolução espacial: 0,64m)
- Aerofotos correspondentes à área de estudo no ano de 2003 (MAPLAN – Escala: 1:8000 – Resolução espacial: 0,25m)
- Imagem Pancromática do Satélite *Quickbird* (Intersat – Resolução espacial: 0,61m)

A metodologia desta pesquisa, para sua melhor organização, foi dividida em três etapas:

- Etapa 1: Mosaicagem das aerofotos.
- Etapa 2: Evolução temporal das mudanças ocorridas na área de estudo.
- Etapa 3: Mapa de vulnerabilidade à ação antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão.

3.2.1 Etapa 01: mosaicagem das aerofotos

As aerofotos de 1978, doadas pelo IDAF, foram digitalizadas no próprio instituto e georeferenciadas no software ERDAS IMAGINE 8.5, utilizando o comando *Geometric correction* e o modelo geométrico polinomial.

As aerofotos adquiridas da empresa Maplan Aerolevantamentos S. A., do ano de 2003, já georeferenciadas por esta, foram então mosaicadas utilizando-se o software ERDAS IMAGINE 8.5.

Toda a metodologia utilizada no desenvolvimento desta etapa pode ser observada no fluxograma apresentado na Figura 3.2.

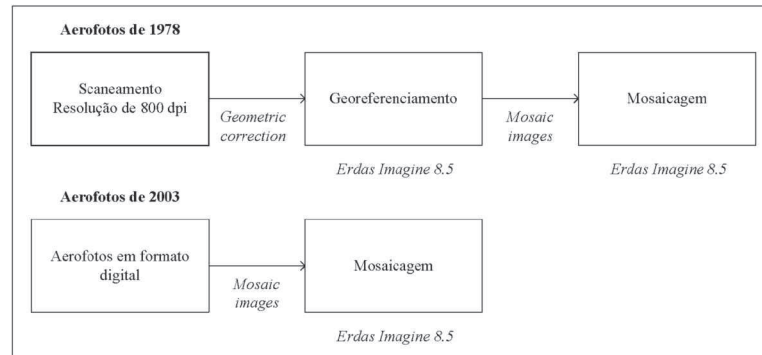


Figura 3.2. Fluxograma da etapa 01.

3.2.2 Etapa 02: evolução temporal das mudanças ocorridas na área de estudo

Esta etapa do projeto teve como objetivo comparar a evolução temporal das mudanças ocorridas na área de estudo, ou seja, na Ilha do Lameirão e seu entorno. Assim, utilizaram-se as aerofotos pertencentes à área de estudo dos anos de 1978 e 2003 e, também, a imagem pancromática do satélite Quickbird, do ano de 2005, para o desenvolvimento de mapas de uso e ocupação do solo, portanto, para cada imagem foi desenvolvido um mapa temático.

Utilizamos, para a execução deste objetivo, a digitalização via tela por meio de fotointerpretação. Esta pode ser definida como um processo que utiliza observação e interpretação, fundamentado no raciocínio lógico, dedutivo e indutivo para compreender e explicar o comportamento de cada objeto contido nas imagens (MOREIRA, 2003).

Com a determinação de verificar as texturas presentes, houve um estudo das aerofotos e da imagem pancromática e, também, foram feitas observações em campo nos dias 3, 4, 10 e 11 de

setembro de 2005. Assim, estabelecendo uma escala padrão de 1:702 para todo o processo de fointerpretação, optou-se por mapear 10 classes: água, área urbana, areia, campo, horticultura, mangue, restinga, rocha, solo exposto e vegetação.

Foram criados, então, três *shapefiles* de polígono no ArcGis 8.3, um para cada ano a ser estudado. O *shapefile* de cada ano estudado foi adicionado no ArcMap juntamente com a sua imagem correspondente. Para a digitalização em tela, os polígonos foram editados utilizando-se o comando *editor*. Os polígonos digitalizados foram agrupados nessas classes com o uso do comando *GeoProcessing Wizard*. Depois do agrupamento das classes foi obtido um mapa temático de uso do solo para cada ano estudado.

Ainda no ArcMap buscou-se quantificar a área de cada classe através da calculadora de valores da tabela de atributos do próprio *shapefile*, tornando possível comparar o aumento ou a diminuição das classes em relação aos anos estudados e, assim, avaliar a evolução temporal e espacial do uso do solo para a área de estudo.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos mapas de uso do solo pode ser observada no fluxograma apresentado na Figura 3.3.

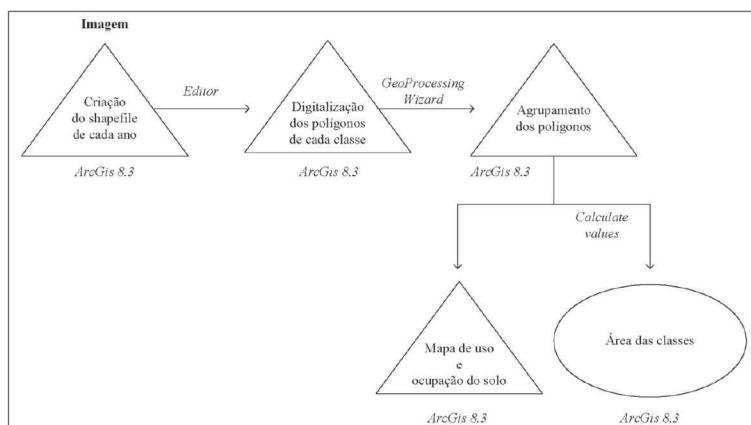


Figura 3.3. Fluxograma da etapa 02.

3.2.3 Etapa 03: mapa de vulnerabilidade à ação antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão

Para o desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão foi utilizado o Método de Análise Hierárquica (AHP) criado por Thomas L. Saaty.

Através da decisão do problema em níveis hierárquicos esse método determina, por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada alternativa, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método (GOMES et. al., 2004).

O Método de Análise Hierárquica (AHP) já se encontra disponível na rotina de suporte à decisão do software Idrisi 32, que foi utilizado para o desenvolvimento desta etapa.

• Mapeamento dos fatores antrópicos

Por meio das observações feitas em campo e dos mapas de uso e ocupação do solo dos anos de 1978, 2003 e 2005, optou-se por mapear três fatores de ação antrópica que por sua vez foram divididos em outros fatores que chamaremos aqui de subfatores. Assim, temos a hierarquia do mapa de vulnerabilidade à ação antrópica (Figura 3.4).

Todos os subfatores foram mapeados com o uso de um GPS e digitalizados em tela, utilizando-se software Arcgis 8.3 e tendo como plano de fundo a imagem pancromática do satélite *Quickbird* do ano de 2005 (Figura 3.5).

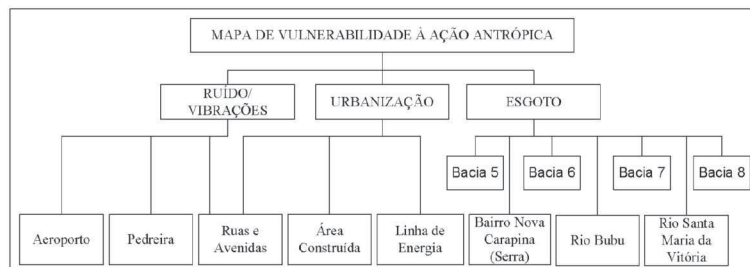


Figura 3.4. Hierarquia do mapa de vulnerabilidade à ação antrópica.

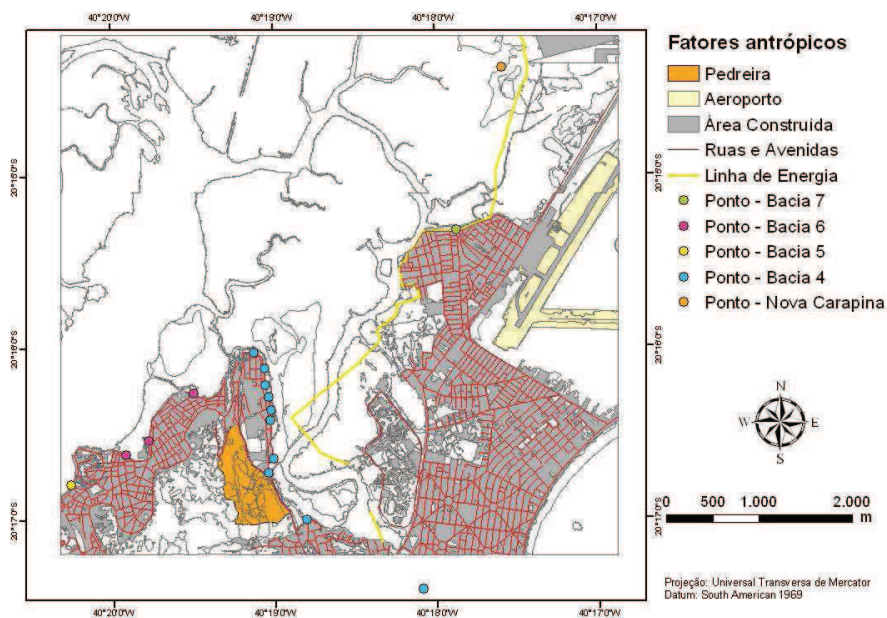


Figura 3.5. Subfatores de ação antrópica.

Fatores e justificativas

• Urbanização

De acordo com Hasenack et al. (1998), quanto mais próxima estiver uma área de uma rua ou caminho, mais vulnerável ela será a invasões. Estes mesmos autores afirmam também que quanto mais distante uma área de edificações, menor é a probabilidade de ser invadida.

Ferreira (1989) nos remete para uma questão específica de nossa área de estudo, a Linha de Energia. Para a construção da mesma foi desmatada uma considerável área de manguezal. Este não encontra ambiente favorável a sua ocupação. Além disso, um aterro feito para a construção da linha de energia proporciona um caminho de fácil penetração para dentro do manguezal.

• Ruído/Vibrações do solo

O som em excesso é uma ameaça à saúde, ao bem estar público e à qualidade de vida, assim, problemas de níveis excessivos de ruídos estão entre os sujeitos ao controle da poluição do meio ambiente. (Resoluções CONAMA nº. 1 e 2, de 08 de março de 1990).

Segundo Coutinho (2004), a proximidade entre a pedreira e os manguezais, em alguns pontos chega a menos de 15 metros. As explosões freqüentes realizadas neste local tendem a gerar vibrações no solo que por conseqüência podem provocar o deslocamento dos sedimentos do fundo do canal, acarretando em alterações na penetração de radiação solar, afetando o manguezal.

Wang et al. (1999) afirmam que um dos maiores problemas no meio urbano é a poluição sonora, que além de gerar som em excesso, gera também vibrações. Buscamos, na área em que foi desenvolvido este trabalho, estudar quais seriam as outras fontes de ruído e vibrações, que junto com a pedreira seriam consideradas como formas de poluição sonora, optando por mapear também as ruas e avenidas e o aeroporto.

• **Esgoto/ Deflúvio superficial urbano**

O lançamento de esgoto na baía de Vitória, já citado por Ferreira (1989), Paiva (1999) e Jesus (2004), interfere na sustentabilidade da fauna e flora dos manguezais por meio do incremento de matéria orgânica e metais pesados. Segundo Alongi (1998), a eutrofização é apenas uma das preocupações devidas ao lançamento de efluentes em manguezais sejam eles de origem doméstica ou industrial.

Jesus (2004) nos alerta ainda que o deflúvio superficial urbano contém todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Segundo ele, metais pesados associados ao desgaste de lonas e freios de carros, ou ao desgaste de pneus, e a compostos de ferro ou outros componentes do solo, podem acumular-se nas ruas, sendo posteriormente arrastados para

os cursos de água.

Para a delimitação do fator esgoto, nos baseamos nos dados do Plano Diretor Urbano do Município de Vitória por meio do qual foi possível verificar as bacias de esgotamento de Vitória e calcular vazões médias de contribuição das bacias denominadas pelo município de bacias 4, 5, 6, e 7. Também foi possível calcular a área de cada bacia que possui tratamento de seu esgoto através dos dados de esgotamento sanitário da prefeitura de Vitória (Figura 3.6) (Tabela 3.1).

O bairro Nova Carapina, que pertence ao município da Serra, também teve sua contribuição de vazão calculada, pois a despeja dentro dos limites do município de Vitória.

Os rios Santa Maria da Vitória e Bubu também foram incluídos como subfatores do fator esgoto porque, segundo Jesus (2004), o trecho inferior da bacia hidrográfica de ambos os rios é ocupado por áreas urbanas, e estes recebem diversos tipos de efluentes.

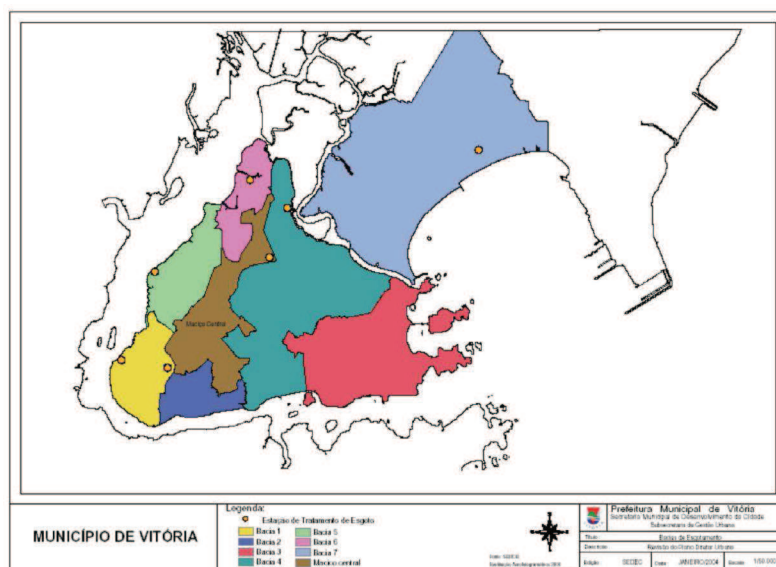


Figura 3.6. Bacias de esgotamento do município de Vitória.
Fonte: PMV/ Secretaria Municipal de Desenvolvimento da Cidade.

Tabela 3.1. Vazões obtidas e porcentagem da área que possui esgotamento sanitário.

<i>Local</i>	<i>Vazão (l/hab.s)</i>	<i>Área atendida (%)</i>
Bacia 4	143,96	45,21
Bacia 5	33,60	12,83
Bacia 6	26,87	15,84
Bacia 7	153,87	39,70
Bairro Nova Carapina	25,98	0

Desenvolvimento dos mapas de distância de cada subfator.

Foi desenvolvido para cada subfator um mapa de distância, tendo como resultado a distância euclidiana de cada célula à sua mais próxima, num conjunto de células-alvo pré-especificado (ROSOT et. al., 2000).

• Padronização dos mapas de distância euclidiana

Após a execução dos mapas de distância foi realizada a padronização dos subfatores, com o uso da calculadora raster, no intervalo correspondente a um byte, ou seja, de 0 a 255. Para tanto, utilizamos uma equação linear simples ($Y=aX+b$), definindo que quanto mais próximo o subfator da área de estudo maior a vulnerabilidade à mesma. Assim, os mapas de distância serão padronizados numa escala contínua de vulnerabilidade de 0 (menos vulnerável) a 255 (mais vulnerável), mantendo-se a integridade dos mesmos (Figura 3.7).

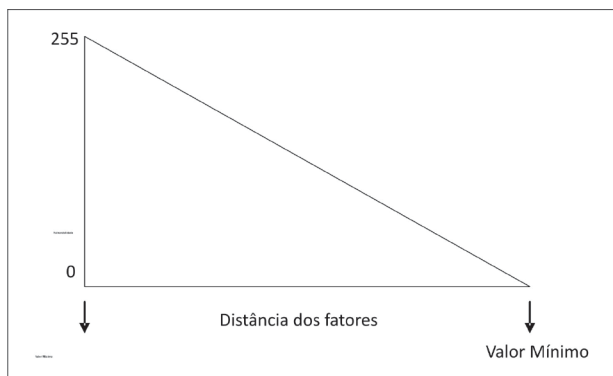


Figura 3.7. Função de escalonamento linear decrescente.
 Fonte: ROSOT et al (2000), adaptado.

• Matrizes de decisão

Ponderamos os resultados obtidos de acordo com o grau de importância que possuem. Dessa forma, desenvolvemos matrizes de comparação par a par ou matrizes de decisão no software Idrisi 32, fazendo uso da escala fundamental de Saaty (1977) (Tabela 3.2).

A escala fundamental de Saaty foi explicada detalhadamente por Gomes (2004), porém adaptado para uso no estudo de impactos ambientais por Rosot (2000), onde se atribuiu uma hierarquia de importância entre os impactos ambientais observados. Cada elemento da matriz indica quanto o fator da coluna da esquerda é mais importante em relação a cada fator correspondente na linha superior.

Seguindo a hierarquia, já apresentada na Figura 3.4, foi desenvolvida uma matriz de comparação par a par para os fatores, permitindo que cada fator tenha seu peso correspondente. Foram, também, desenvolvidas três matrizes de comparação par a par para os subfatores, uma em relação a cada fator antrópico. Assim, cada subfator também apresenta um peso. Conforme pode ser visto nas Tabelas 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6.

Feita a matriz de comparação, utilizou-se o software Idrisi 32 através do módulo *Weight*, onde foi possível obter pesos referentes a cada fator e subfator antrópico e, também, o índice de consistência (IC) para cada matriz. Segundo Saaty (1977), para que uma matriz de comparação par a par seja considerada aceitável, assim como os pesos por ela gerados, o índice de consistência (IC) calculado deve ser menor que 0,10.

Tabela 3.2. Escala fundamental de Saaty (1977).

<i>Importância</i>	<i>Definição</i>	<i>Explicação</i>
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena	O julgamento favorece levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	O julgamento favorece fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando há uma condição de compromisso entre as duas definições.

Fonte: Saaty (1977), adaptado.

Tabela 3.3. Matriz de comparação dos fatores.

<i>Fatores</i>	<i>Ruído/ Vibrações</i>	<i>Esgoto</i>	<i>Urbanização</i>
Ruído/ Vibrações	1	1/5	1/9
Esgoto	5	1	1/3
Urbanização	9	3	1

- Índice de Consistência: 0,03
- Pesos Obtidos:
 - Ruído/ Vibrações: 0,0629
 - Esgoto: 0,2654
 - Urbanização: 0,6716

Tabela 3.4. Matriz de comparação dos subfatores de esgoto.

<i>Subfatores</i>	<i>R. S^a M^a da Vitória</i>	<i>R. Bubu</i>	<i>Bacia 6</i>	<i>B. Nova Carapina</i>	<i>Bacia 5</i>	<i>Bacia 7</i>	<i>Bacia 4</i>
R. S ^a M ^a da Vitória	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/7	1/9
R. Bubu	2	1	1/2	1/3	1/5	1/7	1/9
Bacia 6	3	2	1	1/2	1/5	1/7	1/9
B. Nova Carapina	4	3	2	1	1/3	1/7	1/9
Bacia 5	5	5	5	3	1	1/5	1/7
Bacia 7	7	7	7	7	5	1	1/3
Bacia 4	9	9	9	9	7	3	1

- Grau de Consistência: 0,08
- Pesos Obtidos:
 - Rio Santa Maria da Vitória: 0,0236

- Rio Bubu: 0,0302
- Pontos Bacia 6: 0,0412
- Pontos Bacia 5: 0,0596
- Ponto Esgoto Nova Carapina (Serra – ES): 0,1164
- Pontos Bacia 7: 0,2734
- Pontos Bacia 4: 0,4556

Tabela 3.5. Matriz de comparação dos subfatores de ruídos/vibrações.

<i>Subfatores</i>	<i>Aeroporto</i>	<i>Ruas e Avenidas</i>	<i>Pedreira</i>
Aeroporto	1	1/2	1/3
Ruas e Avenidas	2	1	1/2
Pedreira	3	2	1

- Grau de Consistência: 0,01
- Pesos Obtidos:
 - Aeroporto: 0,1634
 - Ruas e Avenidas: 0,2970
 - Pedreira: 0,5396

Tabela 3.6. Matriz de comparação dos subfatores de urbanização.

<i>Subfatores</i>	<i>Linha de Energia</i>	<i>Área construída</i>	<i>Ruas e Avenidas</i>
Linha de Energia	1	1/3	1/5
Área construída	3	1	1/3
Ruas e Avenidas	5	3	1

- Grau de Consistência: 0,03
- Pesos Obtidos:
 - Linha de Energia: 0,1047
 - Área construída: 0,2583
 - Ruas e Avenidas: 0,6370

• **Mapa de vulnerabilidade à ação antrópica.**

Com o uso da calculadora raster, disponível no software Arcgis 8.3, cada mapa de distância ponderado de cada subfator foi multiplicado pelo seu peso correspondente. Depois da multiplicação dos subfatores por seu peso, todos os subfatores de um mesmo fator foram somados. O mapa resultante foi multiplicado pelo peso do fator. Vejamos um exemplo para os subfatores de urbanização:

$$(\text{Peso de Linha de energia} \times \text{distância da Linha de Energia}) + (\text{Peso de Área construída} \times \text{distância da Área construída}) + (\text{Peso de Ruas e Av} \times \text{distância de Ruas e Avenidas}) = \text{Mapa Resultante}$$

$$\text{Mapa Resultante} \times \text{Peso urbanização} = \text{Mapa Urbanização}$$

Depois de feito este processo para todos os subfatores e fatores obtivemos três mapas: mapa Esgoto, mapa Ruídos/Vibrações, mapa Urbanização.

Os mesmos foram somados para a obtenção do mapa de vulnerabilidade à ação antrópica para toda a área de estudo. Assim, para obter o mapa de vulnerabilidade apenas para as áreas de manguezal foi necessário fazer uma multiplicação simples na calculadora raster do software ArcGis 8.3:

$$\text{Mapa de vulnerabilidade para toda a área} \times \text{Shapefile da área da Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão} = \text{Mapa de Vulnerabilidade para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão.}$$

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade pode ser observada no fluxograma apresentado na Figura 3.8.

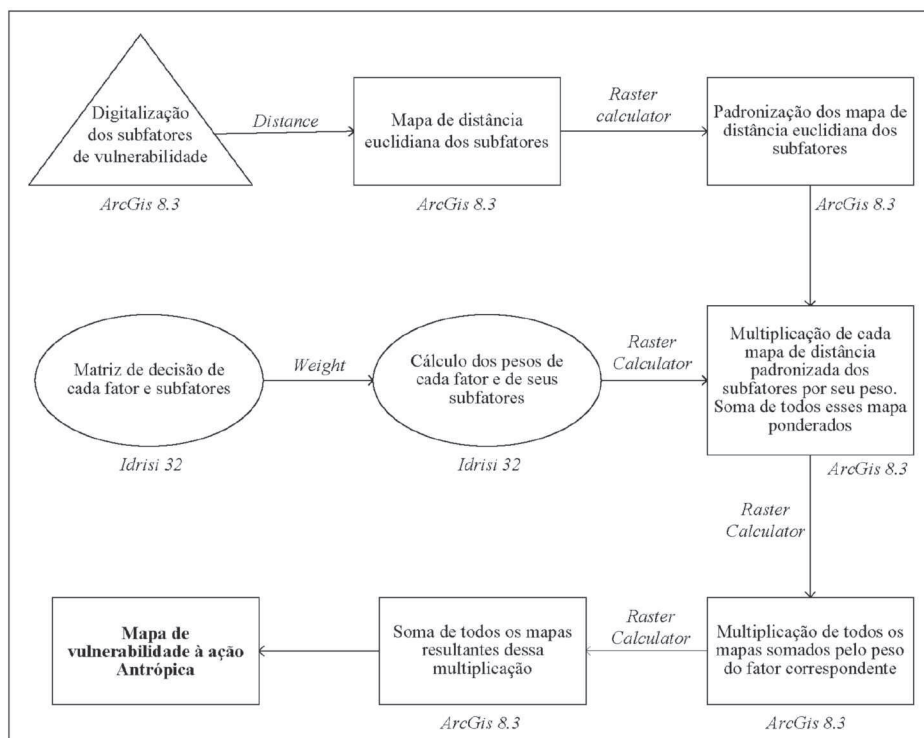


Figura 3.8. Fluxograma da etapa 3.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Etapa 01: mosaicagem das aerofotos

O georeferenciamento e mosaicagem das aerofotos dos anos de 1978 (Figura 3.9) e 2003 (Figura 3.10) permitiram que imagens anteriormente analógicas pudessem ser transmitidas para o meio digital, dinamizando a metodologia empregada nesta pesquisa e possibilitando verificar a evolução temporal da área de estudo.

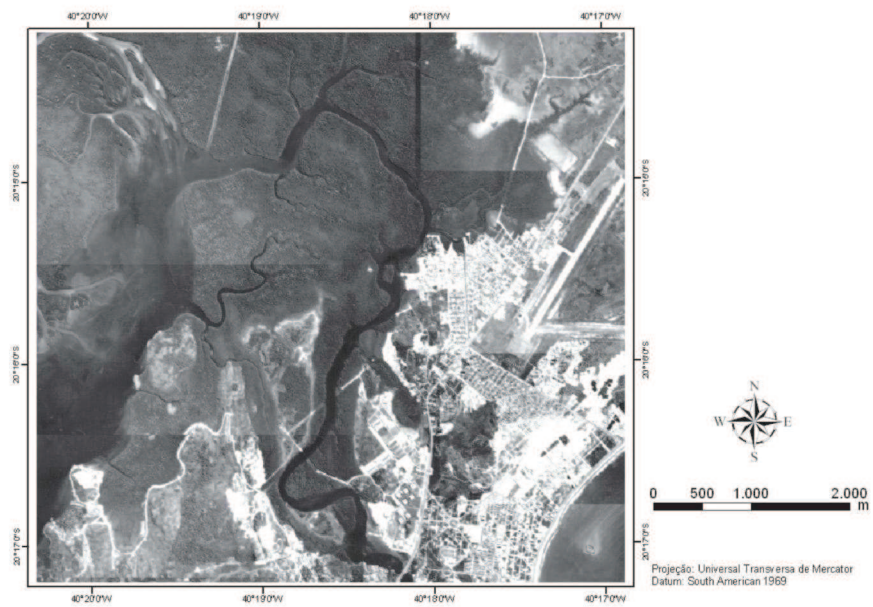


Figura 3.9. Área do estudo no ano de 1978.

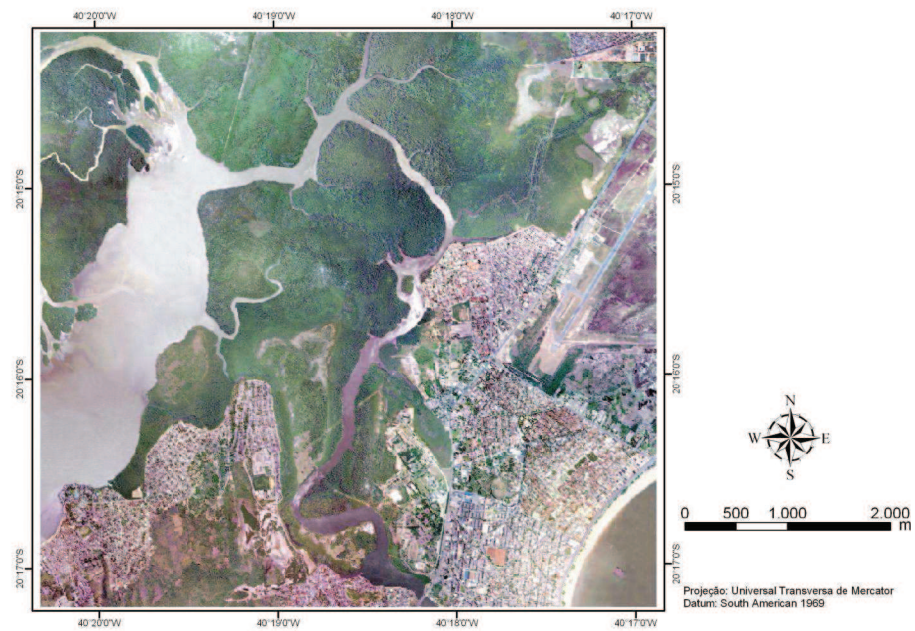


Figura 3.10. Área do estudo no ano de 2003.

3.3.2 Etapa 02: evolução temporal das mudanças ocorridas na área de estudo

Após o desenvolvimento dos mapas de uso e ocupação do solo, os dados de área de cada classe foram calculados e formatados em tabelas e gráficos. Os resultados serão expostos a seguir:

Uso do solo do ano de 1978

No ano de 1978 o manguezal era a classe de uso do solo que detinha a maior área. A classe área urbana não alcançava ainda nem 10% da área de estudo. Porém, observamos que a cidade de Vitória estava em processo de expansão, apresentando várias construções principalmente nas regiões correspondentes aos bairros Mata da Praia, Goiabeiras, Maria Ortiz, Resistência, Joana D'Arc e região da Grande São Pedro. Nestas áreas foi observada uma presença importante da classe solo exposto, que apresentou 8,35% do total da área. Cabe ressaltar que nestas regiões algumas áreas classificadas como solo exposto, próximas às áreas de manguezal, apresentavam a textura de manguezal degradado, com a presença de várias árvores cortadas, evidenciando o desmatamento visando áreas para construção de moradias.

A região próxima ao aeroporto de Vitória também apresentou áreas com textura referente a desmatamento, próximo à área classificada como restinga e esta área degradada foi classificada como solo exposto.

Observamos, também, de maneira bastante clara, a presença de palafitas nas regiões referentes aos bairros São Pedro, Maria Ortiz e Joana D'Arc.

Os resultados da digitalização via tela para o ano de 1978 podem ser observados no mapa de uso e ocupação do solo apresentado na Figura 3.11, e, também, na Tabela 3.7.

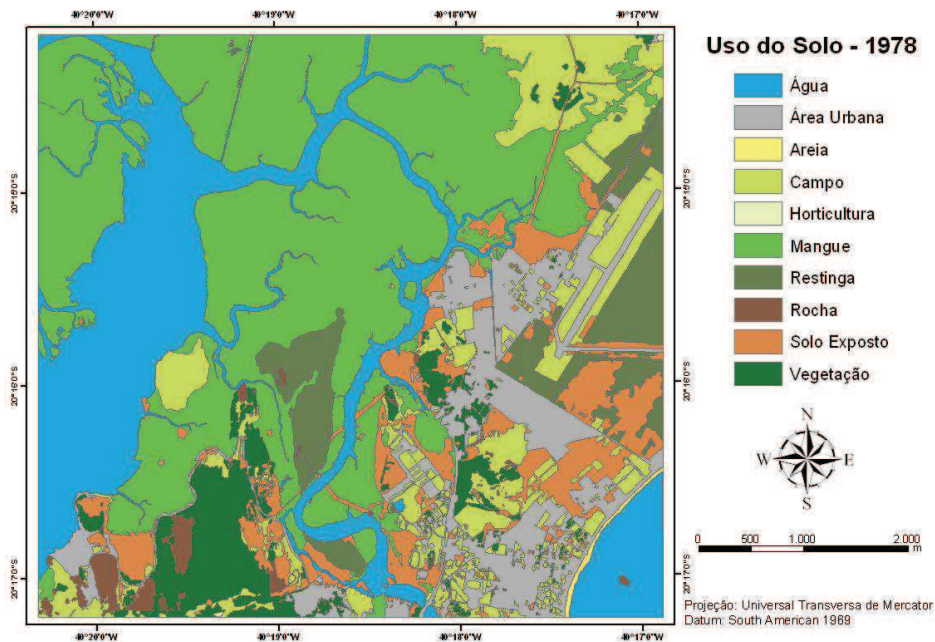


Figura 3.11. Uso do solo no ano de 1978.

Tabela 3.7. Dados da área de estudo no ano de 1978.

CLASSES	Área (Km ²)	Área (%)
Água	6,422	19,24
Área Urbana	3,266	9,79
Areia	0,081	0,24
Campo	3,978	1,92
Horticultura	0,006	0,02
Mangue	12,458	37,33
Restinga	2,054	6,15
Rocha	0,404	1,21
Solo Exposto	2,787	8,35
Vegetação	1,919	5,75

Uso do solo do ano de 2003

No ano de 2003 observamos o aumento da classe área urbana, que agora representa 20,51% da área total estudada. Verificamos a diminuição da área das classes água, solo exposto, rocha, campo e vegetação em relação ao ano de 1978.

Foi possível distinguir claramente as áreas que anteriormente, no ano de 1978, foram classificadas como solo exposto e agora deram lugar a área urbana, também observamos que áreas que se apresentavam degradadas se recuperaram, havendo um aumento da classe restinga e manguezal apresentando no ano de 2003, respectivamente, 6,84% e 38,81% da área de estudo.

Essas alterações podem ser observadas na Figura 3.12 e na Tabela 3.8.

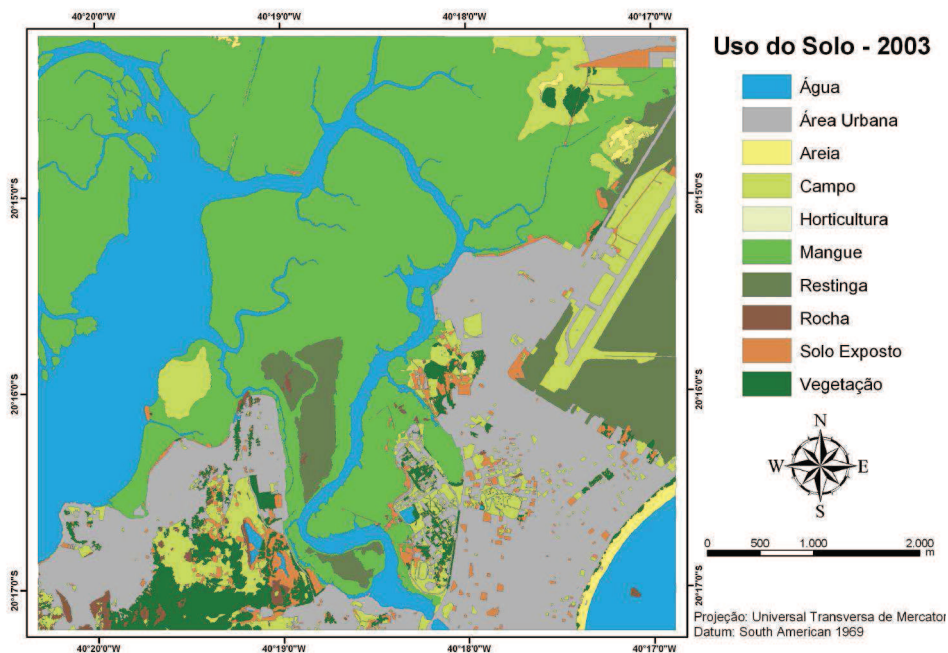


Figura 3.12. Uso do solo no ano de 2003.

Tabela 3.8. Dados da área de estudo no ano de 2003.

CLASSES	Área (Km ²)	Área (%)
Água	6,003	17,95
Área Urbana	6,861	20,51
Areia	0,231	0,69
Campo	2,857	8,54
Horticultura	0,006	0,02
Mangue	12,980	38,81
Restinga	2,288	6,84
Rocha	0,206	0,61
Solo Exposto	0,774	2,51
Vegetação	1,240	3,71

Uso do solo no ano de 2005

Verificou-se nesse ano um pequeno aumento da área de manguezal em relação ao uso do solo no ano de 2003, representando no ano de 2005, 39,22% da área estudada. As demais classes sofreram alterações de pequeno porte, quando comparadas ao mapa de uso de solo do ano anterior, conforme pode ser visto na Figura 3.13 e na Tabela 3.9.

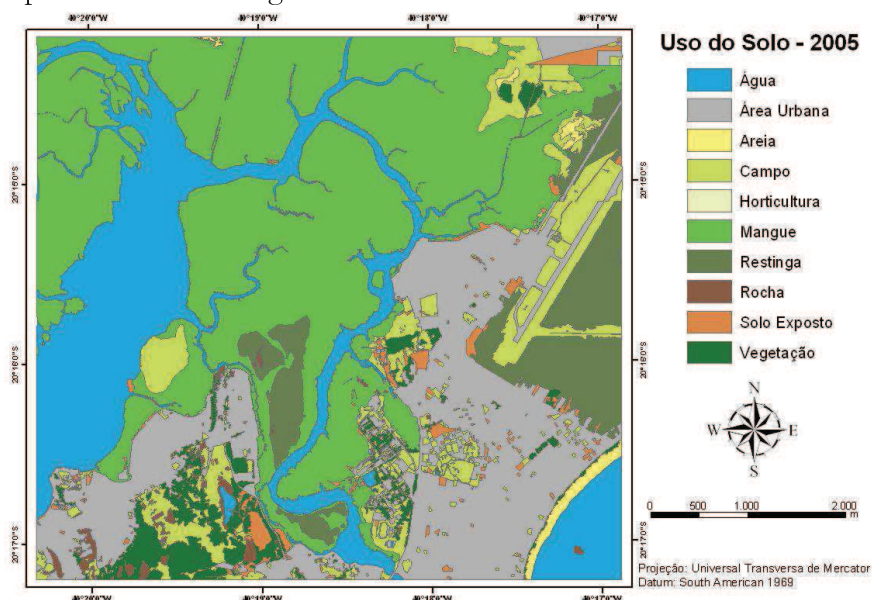


Figura 3.13. Uso do solo no ano de 2005.

Tabela 3.9. Dados da área de estudo no ano de 2005.

CLASSES	Área (Km ²)	Área (%)
Água	5,933	17,79
Área Urbana	6,632	19,88
Areia	0,245	0,74
Campo	2,971	8,91
Horticultura	0,004	0,01
Mangue	13,082	39,22
Restinga	2,396	7,18
Rocha	0,243	0,73
Solo Exposto	0,568	1,70
Vegetação	1,282	3,84

Comparação das porcentagens de uso do solo para os anos 1978 e 2003.

A Figura 3.14 apresenta a comparação de porcentagem do uso de solo obtido para os anos de 1978 e 2003. As colunas hachuradas representam as modificações de cada classe em relação a este período.

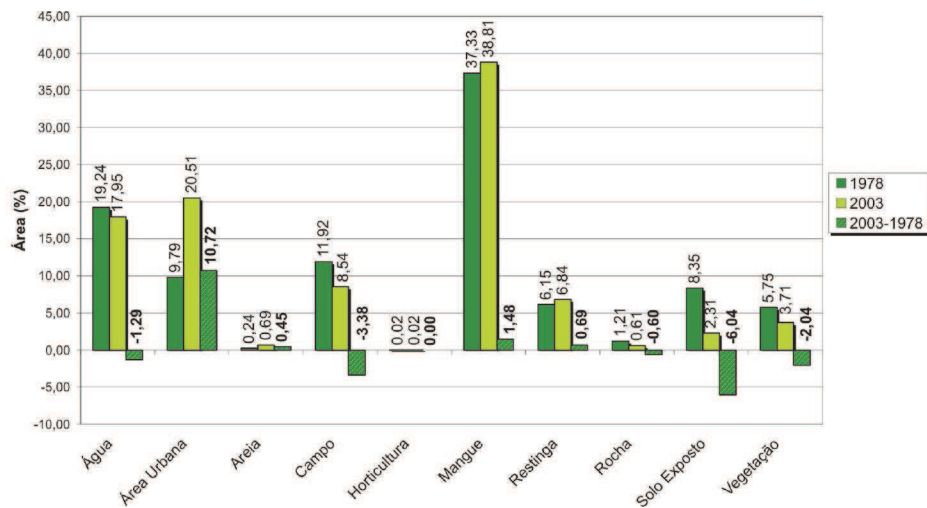


Figura 3.14. Comparação das porcentagens de uso do solo para os anos 1978 e 2003.

A classe água apresentou uma queda de 1,29% em relação à área total estudada quando comparados os anos de 1978 e 2003. Atribuímos esta queda aos aterros construídos entre esses anos nas regiões compreendidas pelos bairros São Pedro, Santo André, Ilha das Caieiras, Nova Palestina e Maria Ortiz (FERREIRA, 1989) (ALVES, 2004).

A classe área urbana apresentou um considerável aumento, representando 9,79% da área no ano de 1978, aumentando 10,72% até o ano de 2003.

A classe mangue que em 1978 representava 37,33% da área, aumentou 1,48% em relação ao ano de 2003.

A classe solo exposto, que apresentou 2,31% no ano de 2003, em 1978 apresentou 8,35% da área. Esta diminuição de 6,04% área de solo exposto está relacionada ao aumento populacional e à recuperação da área de manguezal.

A classe vegetação que em 1978 representava 5,75% da área de estudo, em 2003 passou a possuir 3,71%, o que representa uma queda de 2,04%.

Os resultados apresentados pelas classes área urbana, mangue, solo exposto e vegetação concordam com o resultado da pesquisa de Vieira (2004), que estudou a evolução temporal para todo o município de Vitória-ES entre os anos de 1994 e 2002 e concluiu, comparando mapas de uso do solo dos dois anos estudados e utilizando o método de classificação supervisionada de distância mínima normalizada, que: a classe vegetação diminuiu em 8,76%, a área urbana aumentou em 9,12%, o mangue teve sua vegetação aumentada em 1,80% e o solo exposto diminuiu em 3,26%, atribuindo o aumento da classe área urbana e a diminuição das classes vegetação e solo exposto ao crescimento populacional e à necessidade de ocupação de todos os locais disponíveis para abrigar este crescimento.

A classe campo, que no ano de 1978 detinha 11,92% da área

apresentou queda de 3,38% para o ano de 2003, representando 8,54% da área de estudo. A classe campo não foi estudada por Vieira (2004), foi classificada juntamente com a classe vegetação, pois a autora define a classe vegetação da seguinte forma: “Caracteriza-se como todas as regiões verdes visíveis, excetuando o mangue”. Uma das razões para esta definição de Vieira (2004) seria a utilização de imagens do satélite Landsat TM de 30 metros de resolução espacial em sua pesquisa, o que poderia gerar confusão entre as classes campo e vegetação se fossem mapeadas separadamente.

Uma constatação visual que fizemos quando observamos os mapas de uso do solo dos anos de 1978 (Figura 3.11) e 2003 (Figura 3.12) foi a substituição de áreas que anteriormente foram classificadas como vegetação, em 1978, por campo, em 2003. Associamos este fato à degradação gerada pelo aumento da área urbana, que necessitou de áreas para a sua expansão.

A restinga que representava 6,15% da área em 1978 apresentou 6,84% da área em 2003, representando um aumento de 0,69%. Ferreira (1989) afirma que as áreas que na ilha do Lameirão representavam a transição de vegetação de mangue para vegetação de restinga, apresentavam salinidade mais elevada e altos percentuais de areia, o que permitia que a vegetação de mangue se tornasse mais pobre e estressada. Observamos, também, nos mapas de uso e ocupação do solo que áreas classificadas no ano de 1978, como solo exposto, que se localizavam próximas ao aeroporto, nos anos seguintes foram classificadas como Restinga. Tais fatos podem justificar este aumento da classe restinga.

A classe areia, que apresentava em 1978 0,24% da área, em 2003 apresentou 0,69%. Podemos atribuir este aumento de 0,45% às duas engordas realizadas na praia de Camburi, sendo a primeira realizada no final da década de 70, início da década de 80, e a segunda em 1999. (SOARES, apud MELO; GONZALEZ, 2005).

A classe horticultura não apresentou alterações quando comparamos os anos de 1978 e 2003.

A classe rocha apresentou uma queda de 0,60% em relação à área estudada. Atribuímos esta queda ao aumento populacional e ao crescimento de gramíneas sobre as rochas, que foram classificadas como campo.

Comparação das porcentagens de uso do solo para os anos 2003 e 2005.

A Figura 3.15 apresenta a comparação de porcentagem do uso de solo obtido para os anos de 2003 e 2005. As colunas hachuradas representam as modificações de cada classe em relação a este período.

Devido ao intervalo de tempo entre as imagens, apenas dois anos, já esperávamos que pequenas alterações acontecessem. Porém, as classes área urbana, campo, rocha e solo exposto não seguiram a tendência esperada, o que atribuímos à natureza das imagens utilizadas. Para o ano de 2003 foi utilizada uma aerofoto colorida de 0,25m de resolução espacial e para o ano de 2005 foi utilizada uma imagem *quickbird* de 0,61m de resolução espacial.

A tendência esperada, quanto à comparação dos mapas de uso e ocupação do solo dos anos de 2003 e 2005, seria um aumento da área urbana, o que não ocorreu, havendo uma diminuição de 0,63%, que representou uma área de 0,229 km².

Outras classes em que percebemos que houve confusão foram: solo exposto, rocha e campo. Estas apresentam, em relação ao ano de 2003, respectivamente, uma diminuição de 0,61%, um aumento de 0,12% e um aumento de 0,37%. Estas se devem à aproximação entre os tons de cinza da imagem *quickbird* (ano de 2005).

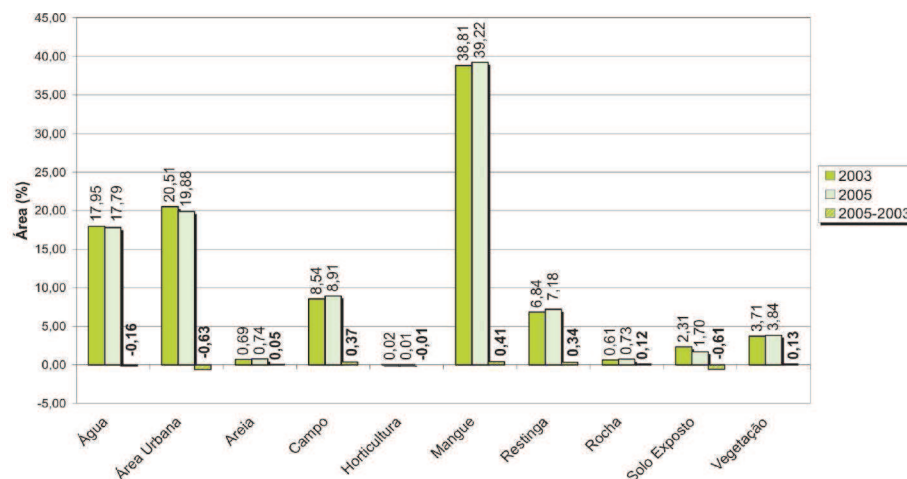


Figura 3.15. Comparação das porcentagens de uso do solo para os anos 2003 e 2005.

Assim, discutiremos os possíveis fatores que, de acordo com alguns autores, podem interferir na interpretação de imagens.

Segundo Holland et. al. (2006), os vetores advindos de aerofotos de escalas maiores que 1:25000 são mais complexos do que os capturados pelo *Quickbird* nos termos de exatidão posicional, e integridade e fidelidade geométrica. No caso deste trabalho, as aerofotos utilizadas para o mapeamento do ano de 2003 possuíam escala de 1:8000.

Além disso, na imagem *Quickbird* a inclinação do satélite e sombras aplicadas ao solo, devido a construções e árvores, pode cobrir o terreno e obstruir a interpretação visual (RATCLIFF & HENEYRY, 2005).

Outra questão importante a ser evidenciada é a diferença da resolução espacial das imagens utilizadas: a aerofoto de 2003 possui 0,25m de resolução espacial, enquanto que a imagem de 2005 possui 0,61m. A resolução espacial, ou seja, o tamanho estabelecido a um pixel, como elemento finito, é a característica

mais importante da imagem no sensoriamento remoto. Assim, quanto mais alta a resolução espacial, e, portanto quanto menor o valor atribuído a um pixel em relação ao terreno, melhor será a interpretação da imagem por um observador humano (MOLLER, 2005).

Outra associação de importância, mencionada por Moreira (2003), se refere às aerofotos obtidas por filmes coloridos. Este tipo de filme produz fotografias muito semelhantes às imagens observadas pelo sistema visual humano, permitindo associar a cor da fotografia às cores dos objetos fotografados, facilitando a interpretação visual. Já nas aerofotos advindas de filme preto e branco e na imagem pancromática do *quickbird*, os objetos são apresentados em diferentes tons de cinza.

Nestas imagens, em que os objetos apresentam-se em tons de cinza, a diferença da cobertura urbana deve ser levada em consideração. O ambiente intra-urbano constitui-se em uma miscelânea de materiais e superfícies, como: concreto, asfalto, tipos de telhados (argila, madeira, metal), solos expostos e tipos de vegetação (MOLLER, 2005).

Além disso, o tipo de padrão de ocupação urbana influi também na análise visual. Pinho et al. (2007) afirmaram que quanto mais completo o padrão de ocupação pior será a exatidão temática dos resultados. A área de estudo possui regiões com arranjo espacial bem definido, como, por exemplo, os bairros Mata da Praia e Jardim da Penha. Por outro lado existem bairros como, por exemplo, Redenção, Nova Palestina e São Pedro, que possuem arranjo espacial mal definido, advindo, nestes casos, de invasões e de uma ocupação não planejada.

Assim, os resultados apresentados com relação à comparação dos anos de 2003 e 2005 se devem a limitações das imagens. Contudo, não acreditamos que estes resultados devam ser descartados, mas, que devam ser comparados a outros mapeamentos futuros, principalmente a mapeamentos que tenham como base aerofotos atuais.

A área mapeada por esta pesquisa possui poucos vãos aerofotogramétricos que a englobem, principalmente que abranjam a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão como um todo.

O uso de imagens de alta resolução, como a *quickbird*, pode suprir esta deficiência em mapeamentos feitos no futuro, apesar das limitações que existem em seu uso.

3.3.3 Etapa 03: mapa de vulnerabilidade à ação antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão

Quanto à ação antrópica exercida pelos fatores mapeados sobre a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, ou seja, sobre o ecossistema manguezal, percebemos que a maior vulnerabilidade encontra-se próxima à área urbana. O que é justificável já que há uma relação próxima entre os fatores e a urbanização (Figura 3.16).

Ferreira (1989) concluiu e advertiu, em sua pesquisa, sobre a necessidade de manejo e monitoramento da área que corresponde à Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, evitando o acúmulo de atividades que causem impactos e que possam por em perigo o equilíbrio ambiental desta área.

No entanto, nossas observações, referentes à Estação Ecológica, não discordam das observações desta pesquisadora. Verificamos que esta unidade de conservação vem sofrendo uma série de impactos antrópicos em seu entorno. Apresentando uma vulnerabilidade antrópica classificada, em quase o total de sua área, como média a alta.

Coutinho (2004), quando pesquisou a vulnerabilidade antrópica atuante no manguezal da área denominada de “mangue seco”, uma localidade existente entre alguns bairros de Vitória - ES (Joana D’Arc, Santa Martha e Andorinhas), propôs a necessidade da utilização desta metodologia para o mapeamento que abrangesse uma maior área de manguezal da

baía de Vitória, e concluindo que a área em que sua pesquisa se desenvolveu representava uma porção de um conjunto que apresentava em seu entorno uma situação de “desordem urbana”. As expectativas deste autor quanto à extensão e à intensidade da vulnerabilidade atuante confirmaram-se com a realização desta pesquisa.

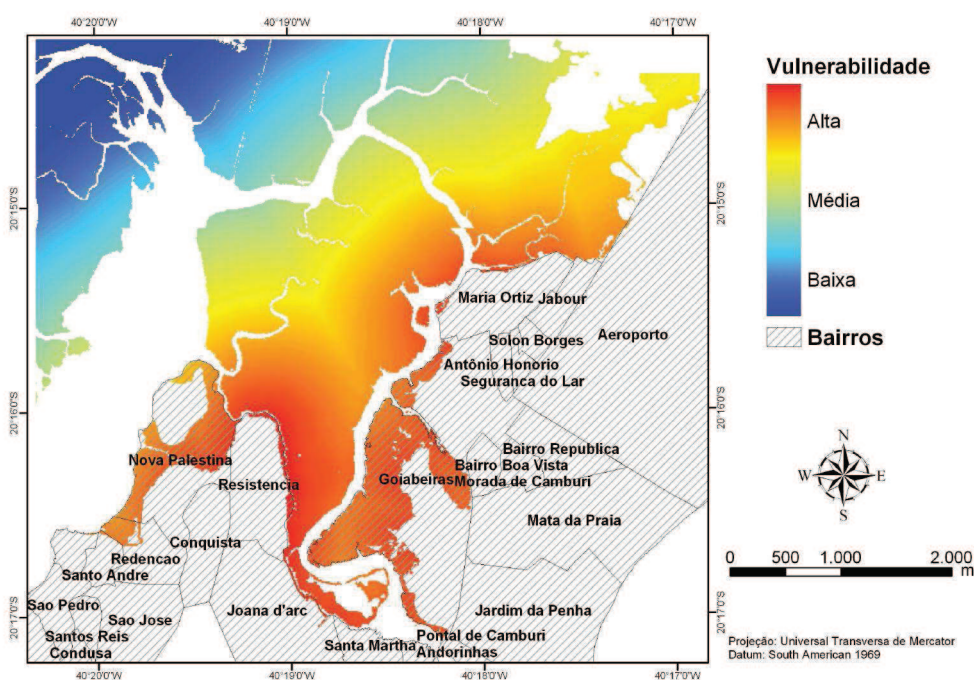


Figura 3.16. Mapa de vulnerabilidade a ação antrópica para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão.

3.4 Conclusões

Apesar da invasão ocorrida aos manguezais da área de estudo, o que observamos foi um pequeno aumento de 3.37% da área de manguezal entre os anos de 1978 a 2005. Ao nosso entender, parte da área dos manguezais que havia sido degradada nos anos que antecederam o período englobado

por esta pesquisa conseguiu se recuperar. Tal fato pode ser justificado pela diminuição da área classificada como solo exposto, o que pode ser observado facilmente nas tabelas de dados e nos mapas de uso e ocupação do solo.

Essa recuperação, contudo vem acompanhada de uma vulnerabilidade antrópica que na maior parte da área da Estação Ecológica foi classificada de média a alta. Ou seja, apesar das invasões ocorridas no passado terem sido contidas, ainda existem fatores que colaboram para a degradação deste ecossistema como, por exemplo, os esgotos lançados diretamente nas áreas de manguezal.

Acreditamos que o resultado desta pesquisa possa se tornar uma ferramenta útil no apoio à decisão, pois através da mesma foi possível analisar temporalmente as mudanças ocorridas na área de estudo, reconhecer os seus fatores de vulnerabilidade antrópica e desenvolver um mapa de vulnerabilidade à ação antrópica que esses fatores proporcionam, tornando possível reconhecer as áreas passíveis de maior impacto ambiental e desenvolver um plano de manejo focado para as necessidades de preservação da Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão.

3.5 Referências

ALONGI, D. M. **Coastal ecosystem processes**. Boca Raton: CRC Press, 1998.

ALVES, A. **Os argonautas do mangue**. Campinas: Unicamp, 2004.

BRITO, F.S.R. **Projeto de um Novo Arrabalde**. v. 2. Rio de Janeiro: Xerox de Brasil, 1996. Disponível em: < <http://www.ape.es.gov.br> > Acesso em: 01 set. 2005.

CITRÓN, G., NOVALLI Y. **Ecology and management of new world mangroves**. In: SEELIGER, U. (Org.). Coastal

plant communities of Latin America. San Diego: Academic, 1992. p. 233-258.

COUTINHO, L. A. **Mapa de vulnerabilidade à ação antrópica em Mangue Seco e proximidades, Vitória, ES.** 2004. Monografia (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2004.

DERENZI, L. S. **Biografia de uma ilha.** Rio de Janeiro: Pongetti, 1965.

EYSINK, G. G. J. et al. **Replântio de plântulas de LAGUNCULARIA RACEMOSA visando o seu uso em programas de recuperação de manguezais degradados.** In: IV SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS. 1998, Águas de Lindóia. **Anais do iv simpósio de ecossistemas brasileiros.** Águas de Lindóia: ACIESP, 1998. v. 1, p. 48-52.

FERNANDES, C. **Esgotos sanitários.** João Pessoa: UFPB, 1997.

FERREIRA, R. D. **Os manguezais da baía de Vitória (ES): Um estudo de geografia física integrada.** 1989. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de pós-graduação em geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (USP), São Paulo, 1989.

GOMES, L. F. A.M. et al. **Tomada de decisões em cenários complexos.** São Paulo: Pioneira, 2004.

HASENACK, H. et al. 1998. **Análise de vulnerabilidade de um parque urbano através de um módulo de apoio à decisão em um sistema de informação geográfica.** Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento da América Latina, 4. Anais do Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento da América Latina. Curitiba/ PR.

HOLLAND, D. A.; BOYD, D. S.; MARSHALL, P. **Updating**

topographic mapping in Great Britain using imagery from high-resolution satellite sensors. Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 60, p. 212-223, 2006.

JESUS, H. C.; COSTA, E. A.; MENDONÇA, A. S. F.; ZANDONADE, E. **Distribution and abundance of heavy metals in sediments from Vitória Island estuarine system.** Química Nova., v.27, n.3, p.378-386, 2004.

MOELLER, M. S. **Remote sensing for the monitoring of urban growth patterns.** URBAN-URS 2005, ISPRS. Tempe (AZ). 3rd International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas (URBAN) and 5th International Symposium Remote Sensing of Urban Areas (URS). 14 a 16 de março de 2005. Disponível em: <http://www.isprs.org/commission8/workshop_urban>

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2º ed. Viçosa: UFV, 2003.

PAIVA, D. S. **Estudo sedimentológico do material de fundo do canal da passagem e trecho da baía de Vitória-ES.** 1999. Monografia (Especialização em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 1999.

PINHO, C. M. D.; KUX, H.; ALMEIDA, C. M. **Influência de diferentes padrões de ocupação do solo urbano na qualidade de mapeamentos de cobertura do solo em imagens de alta resolução espacial: estudo de caso de São José dos Campos (SP).** In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Org). Sensoriamento Remoto e SIG Avançados. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

RATCLIFF, I. C.; HENEGBRY, G. M. Urban land cover change analysis: the value of comparing historical spy photos with contemporary digital imagery. URBAN-URS 2005, ISPRS.

Tempe (AZ). 3rd International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas (URBAN) and 5th International Symposium Remote Sensing of Urban Areas (URS). 14 a 16 de março de 2005. Disponível em: <http://www.isprs.org/commission8/workshop_urban>

ROSOT, A. et al. **Análise da vulnerabilidade do manguezal do Itacobi a ações antrópicas utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento.** COBRAC 2000, UFSC. Florianópolis. Congresso brasileiro e cadastro técnico multifinalitário. 15 a 19 de outubro de 2000. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cob2000.htm>>

SAATY, T. H. **A scaling method for priorities in hierarchical structures.** Journal of Mathematical Psychology, v. 15, n 3, p. 234-281, 1977.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

SOARES, S. B. **Avaliação experimental da taxa longitudinal de transporte de sedimentos e sua previsão usando formulações globais na zona de surfe da praia de Camburi, Vitória – ES.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de pós-graduação em engenharia ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2005. 113 p.

SUGUIO, K. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas.** Geologia USP: Série Didática, v. 2, n. 1, p. 1-40, 2003. Disponível em: <<http://www.igc.usp.br/geologiausp/sd1/art.php?artigo=598>> Acesso em: 6 abr. 2005.

WANG, M.; CHIEN, H. Environmental behaviour analysis of high-rise building areas in Taiwan. **Building and environment.** n. 34, p 85-93. 1999.