



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA E DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS DO MUNICÍPIO DE ILHABELA – SP

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/CNPq/INPE)

Thiago Lobão Cordeiro (INPE, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: cordeiro@dsr.inpe.br

Dr. Cláudio Solano Pereira (CPTEC/INPE, Orientador)
E-mail: claudio.solano@cptec.inpe.br

COLABORADORES
Ms. René Novaes (DSR/INPE)

Julho de 2009

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	4
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1 – O contexto das cidades costeiras.....	5
2.2 – Sensoriamento Remoto.....	6
2.2.1 – Landsat	
2.2.2 – CBERS	
2.3 – Comportamento Espectral de Áreas Urbanas.....	10
2.4 – Comportamento Espectral de outros alvos.....	11
2.4.1 – Água	
2.4.2 – Solo	
2.4.3 – Vegetação	
3.1 – Precipitação.....	12
CAPÍTULO 3 – ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.1 – Localização.....	15
3.2 – Caracterização do município	
CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 – Metodologia.....	17
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

RESUMO

O processo de urbanização no Brasil vem trazendo efeitos distintos nas diferentes regiões brasileiras. Uma das conseqüências do inchaço populacional das grandes cidades industrializadas é a migração de parte desta população para as áreas litorâneas, caracterizadas pelas diversificadas belezas naturais, e pela tranqüilidade de vida cotidiana. Diante deste processo, a zona litorânea vem aumentando suas áreas de expansão para ocupação, o que acaba por gerar problemas sociais e aumentar os impactos em relação ao meio ambiente, o que torna o acompanhamento deste crescimento necessário para realizar um melhor gerenciamento e planejamento das zonas costeiras. O objetivo deste trabalho é monitorar este crescimento urbano que vêm ocorrendo no Litoral Norte Paulista, mais especificamente no município insular de Ilhabela, e verificar a tendência das variações climáticas em meio ao crescimento urbano do município. Para tanto, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto na análise de fotos aéreas e imagens de satélites, que inseridas em um Sistema de Informação Geográfica permitiram a identificação das manchas urbanas, onde posteriormente foram quantificadas. Utilizou-se também de dados meteorológicos disponibilizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), processados no Office Excel para geração dos gráficos do índice de precipitação da região. Desta forma, é possível utilizar destas informações como subsídios ao planejamento adequado às peculiaridades costeiras, o que se faz necessário diante das mudanças que transformam estes espaços. Nestes termos, a utilização das técnicas de sensoriamento remoto se mostrou eficaz na identificação das manchas urbanas possibilitando observar sua tendência de aumento, e avaliar como as variações da quantidade de precipitação estão associadas a áreas de ocupação urbana.

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

O Litoral Norte Paulista, constituído pelos municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, ocupa uma área de 1.983 km. Nos últimos anos há um intenso processo de urbanização, sendo que este crescimento está diretamente relacionado ao turismo o que gera necessidades específicas na criação de espaços tipicamente urbanos (GUIMARÃES, 2006). O processo de ocupação da região litorânea, como portal de acesso ao continente e, atualmente, pela crescente demanda da população por áreas turísticas, faz com que se mantenham constantes modificações ambientais (solo, recursos hídricos, atmosfera, vegetação). Estas mudanças na paisagem, que traduz a identidade histórica de uma região, mostram como o espaço geográfico acrescenta novos contornos, novas características, novas definições, por tratar a questão do território como objeto de capital, fragmentando o espaço segundo sua localização (Santos, 2000). O turismo como atividade de significativo crescimento econômico nestas áreas da região costeira traz conseqüências tanto no habitat natural quanto nas relações sociais ali exercidas. Como afirma LUCHIARI (1998), esta urbanização turística que ocorre no Litoral Norte Paulista necessita de um monitoramento para que se possa realizar um gerenciamento adequado e que atenda suas necessidades e determine seus limites, a fim de garantir um processo de ocupação que garanta a qualidade de vida da população e a preservação do Meio Ambiente.

O aumento das áreas ocupadas dos municípios é marcado por novas formas de planejar o espaço urbano, pois grandes áreas de todo o litoral se encontram dentro de Parques e Unidades de Conservação, criando modelos de desenvolvimento turísticos que envolvam as questões ambientais pertinentes. Neste sentido optou-se por utilizar dados ambientais e realizar uma abordagem sobre os aspectos climáticos a fim de constatar como esta tendência acompanha o crescimento urbano da região.

O objetivo do presente trabalho é analisar o crescimento das manchas urbanas no município insular de Ilhabela, localizado no Litoral Norte Paulista, visando um acompanhamento das mudanças ocorridas em um ambiente litorâneo, tendo como parâmetro de correlação os dados meteorológicos, a fim de identificar a tendência deste crescimento em meio as realidades climáticas da região. Adicionalmente, é objetivo também identificar os vetores de crescimento do município com o intuito de proporcionar subsídios ao planejamento urbano, visto que áreas em constante crescimento se encontram próximas a áreas de parque. As técnicas utilizadas neste trabalho são as de Sensoriamento Remoto, e os Sistemas de Informações Geográficas, pois a utilização de sensores orbitais proporciona uma visão integrada que permite avaliar as condições ambientais urbanas. Já a análise multitemporal favorece o estudo de acompanhamento e alteração da expansão das manchas urbanas associados com os dados de precipitação da plataforma de coleta de dados (PCD) do CPTEC em Caraguatatuba.

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – O contexto das cidades costeiras

A ocupação do território brasileiro em geral foi realizada através das áreas litorâneas existentes, sendo acessadas por via marítima e, posteriormente, servindo de local para escoamento da produção exercida no período colonial.

No Brasil, a dinâmica da expansão da ocupação territorial, típica do padrão colonial, se deu ao longo de três séculos (Moraes, 1999). O modo de construção dos pilares econômicos para a formação da sociedade contribuiu, de certa maneira, para a exclusão social, visto que as relações na época eram determinadas por escravocratas que influíam diretamente nas relações exportadoras do país. Com isto o processo de formação costeiro foi se desenvolvendo devido à forte presença de europeus que sempre se utilizavam da população nativa destas regiões.

Descoberta por Américo Vespúcio em 1502, a Ilha de São Sebastião demarcava a costa brasileira a serviço da Coroa Portuguesa, que introduziu povoados na região, formando desta maneira o primeiro povoado denominado “Villa Bella”, em 1532.

Durante três séculos o Litoral Norte Paulista não passou por grandes transformações, tanto em contexto nacional como mundial (Luchiari, 1999), o que se teve até o século XIX foi a predominância da lógica mercantil, com uma estrutura de troca entre inserção e marginalização da região. Um dos fatores que acelerou o processo de ocupação foi à construção de ferrovias que acabou acarretando maiores chances de locomoção nas áreas litorâneas. Villa Bella, dentro deste contexto, vai se sustentar através das relações comerciais existentes, passando por fracassos devido aos agravos ocorridos nos ciclos econômicos, em 1842, agravando-se o fato por conta de se fechar o acesso a São Sebastião devido a políticas, tendo como consequência uma diminuição na dinâmica de suas relações comerciais, influenciando no processo de ocupação.

No litoral norte, esta nova situação significou uma reorganização das atividades realizadas, limitando-se então ao modo de vida tradicional do caiçara. Esta nova configuração irá formar as características da população local, atribuindo costumes, técnicas e simbolismos (Luchiari, 1999) que irão transformar o modo de vida da população local. Ilhabela no período sofre um grande êxodo (em 1940 chega a possuir somente 6.000 habitantes), que por se tratar de um município insular também conta com as dificuldades de acesso. Em virtude de aspectos políticos Villa Bella passa a ser denominada Ilhabela, em 30 de dezembro de 1944 (Seade, 2004). O fluxo turístico em direção à região teve início na década de 50, com a abertura da Rodovia dos Tamoios (SP-99) ligando o Vale do Paraíba e a capital paulista ao litoral. Na década de 70, a abertura da Rodovia Rio-Santos (BR-101) foi fundamental para o estabelecimento da região como pólo turístico, alterando substancialmente a paisagem regional, com a construção de residências de veraneio e equipamentos destinados à atividade turística e atraindo migrantes para o trabalho na construção civil, estes fatores irão modificar mais uma vez as relações então estabelecidas na ilha, visto que tomará um caráter turístico muito grande e passará por consequências de um aumento da população flutuante e mudanças nas condições sociais da população caiçara.

2.2 – Sensoriamento Remoto

Como uma moderna tecnologia de utilização para variados fins ambiental, o sensoriamento remoto pode ser definido de diferentes formas. No presente trabalho será utilizado o conceito mencionado por Moreira (2001), que define sensoriamento remoto por “um conjunto de atividades utilizadas para obter informações a respeito dos recursos naturais, renováveis e não renováveis do planeta Terra, através da utilização de dispositivos sensores colocados em aviões, satélites ou, até mesmo, na superfície”.

Sistema Sensor

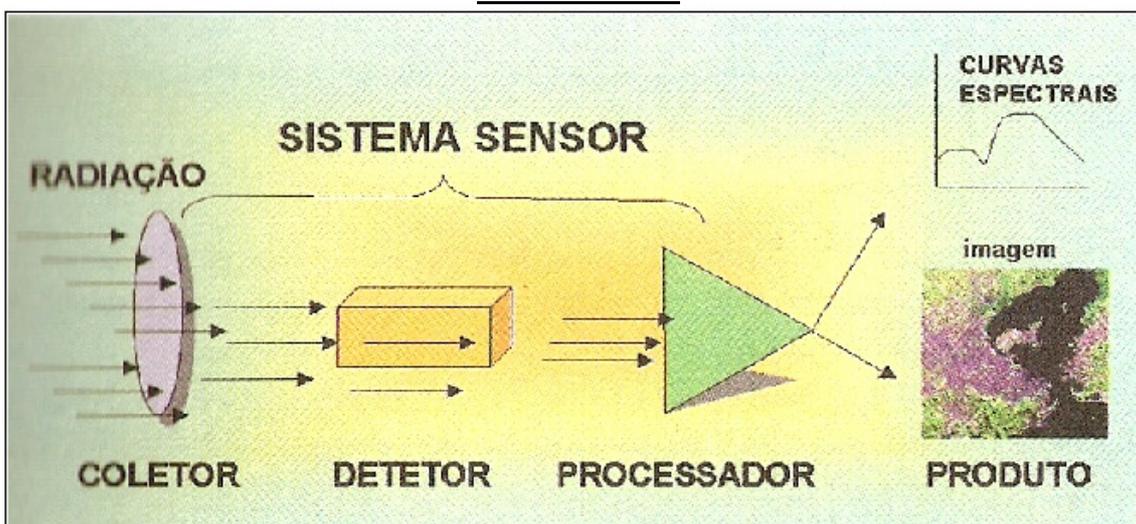


Fig. 1. – Fonte: MOREIRA (2001).

A radiação refletida pela superfície é captada através do coletor (conjunto de espelhos, lentes ou antenas), sendo registrada pelo detetor e por um processador, que irá apresentar os resultados obtidos pelo sistema sensor.

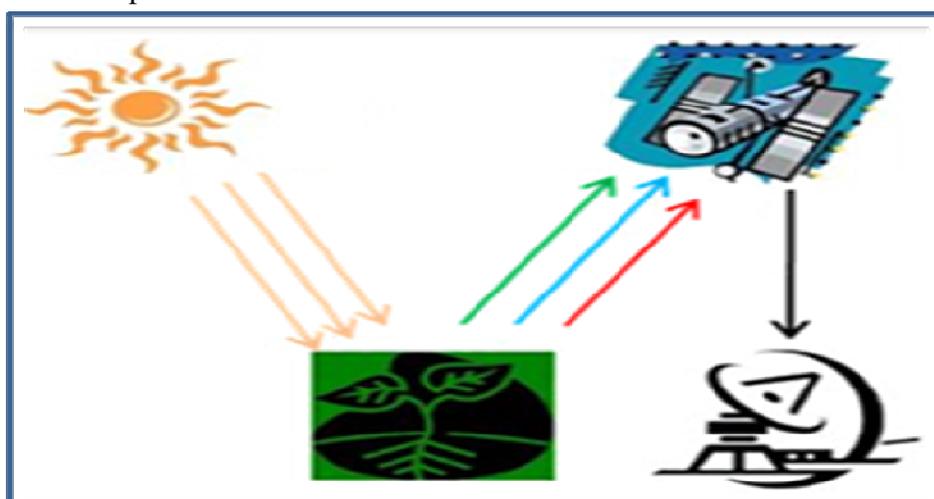


Fig. 2. – Esquema de captura de energia pelo sensor e emissão ao receptor

A utilização destes sensores permite registrar a radiação eletromagnética emitida por diferentes alvos, portanto, recebe diferentes respostas espectrais, que podem ser interpretadas na forma de gráficos, tabelas e imagens. A energia captada pela superfície é refletida e captada pelo satélite/sensor, que irá receber respostas através do espectro eletromagnético em proporções que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características bio-físico-químicas (Florenzano, 2002). Por conta disto é possível distinguir, através de sensores remotos, os diferentes tipos de objetos que existem na superfície.

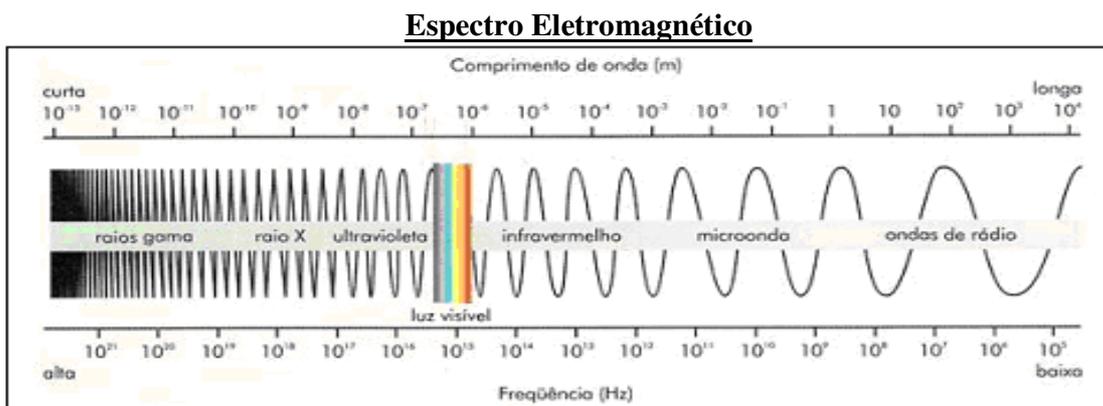


Fig. 3. – Fonte: FLORENZANO (2002).

Segundo Florenzano (2002), o espectro eletromagnético representa a distribuição da radiação eletromagnética, por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência.

Espectro Visível	É onde o olho humano enxerga a energia (luz) eletromagnética, sendo capaz de distinguir as cores do violeta e do vermelho.
Infravermelho	Infravermelho próximo
	Infravermelho médio
	Infravermelho distante ou termal

Tab. 1. – Fonte (adaptada): FLORENZANO (2002).

2.2.1 Landsat

A série Landsat (Land Remote Sensing Satellite) foi iniciada em 1972, pelo projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana Land Remote Sensing Satellite (Landsat), e têm como finalidade a observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro lançamento foi o satélite Landsat 1, com seqüência dos Landsat 2 e 3, todos com o sensor MSS (Multispectral Scanner Subsystem) que registra a radiação eletromagnética refletida pelos alvos da superfície terrestre em quatro faixas espectrais.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
	4	0,5 - 0,6 μm	80 metros		
	5	0,6 - 0,7 μm			

MSS	6	0,7 - 0,8 μm		18 dias	185 Km
	7	0,8 - 1,1 μm			
	8 (somente para o Landsat 3)	10,4 - 12,6 μm	120 metros		

Tab. 2. Fonte: (adaptada) <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/landsat.html>

Os satélites Landsat 4,5 e 7 possuem o sensor TM (Thematic Mapper) com as mesmas características do MSS, mas com resoluções espaciais, espectrais e radiométricas muito melhores. Possui 7 bandas, sendo que cada uma representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
TM	1	0,45 - 0,52 μm	30 m	16 dias	185 km
	2	0,50 - 0,60 μm			
	3	0,63 - 0,69 μm			
	4	0,76 - 0,90 μm			
	5	1,55 - 1,75 μm			
	6	10,4 - 12,5 μm	120 m		
	7	2,08 - 2,35 μm	30 m		

Tab. 3. Fonte:(adaptada)<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/landsat.html>

O Landsat 7 possui uma característica peculiar, o sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), que por possuir alta resolução espectral e ampliação da resolução espacial da banda 6 (Infravermelho Termal) para 60 metros possibilitou ampliar o uso dos produtos Landsat, além de inserir a banda pancromática e gerar composições coloridas com 15 metros de resolução.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
ETM+	1	0,45 - 0,52 μm	30 m	16 dias	185 km
	2	0,50 - 0,60 μm			
	3	0,63 - 0,69 μm			
	4	0,76 - 0,90 μm			
	5	1,55 - 1,75 μm			

	6	10,4 - 12,5 μm	60 m		
	7	2,08 - 2,35 μm	30 m		
	8	0,50 - 0,90 μm	15 m		

Tab. 4. Fonte: (adaptada) <http://www.sat.cnpem.embrapa.br/satelite/landsat.html>

O sistema sensor utilizado no presente trabalho foi o sensor TM do Landsat 5, visto que o sistema Landsat 6 não chegou a operar, por motivo de destruição do satélite durante o lançamento. As características e aplicação das bandas do TM serão apresentadas na tabela a seguir:

		<h2>O Satélite Landsat 5</h2>
Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas <i>TM</i> do satélite LANDSAT-5
1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Tab. 5. Fonte: (adaptada) <http://www.dgi.inpe.br/html/landsat.htm>

2.3 – Comportamento Espectral de Áreas urbanas

A aceleração do crescimento das cidades faz com que se busquem meios de se monitorar, ou gerenciar melhor sua evolução a fim de se obter um melhor planejamento, pois os processos envolvidos são diversificados e dinâmicos. A utilização do sensoriamento remoto neste setor vem obtendo avanços significativos, pois permite observar a evolução das manchas urbanas e, quando inseridos em um SIG- Sistema de Informações Geográficas, podem nos dar resultados numéricos destas evoluções. Segundo Foresti (1990), a utilização de sensores remotos orbitais proporciona uma visão integrada das condições ambientais urbanas, que através de uma análise multitemporal dos parâmetros ambientais permite o estudo de acompanhamento da expansão urbana.

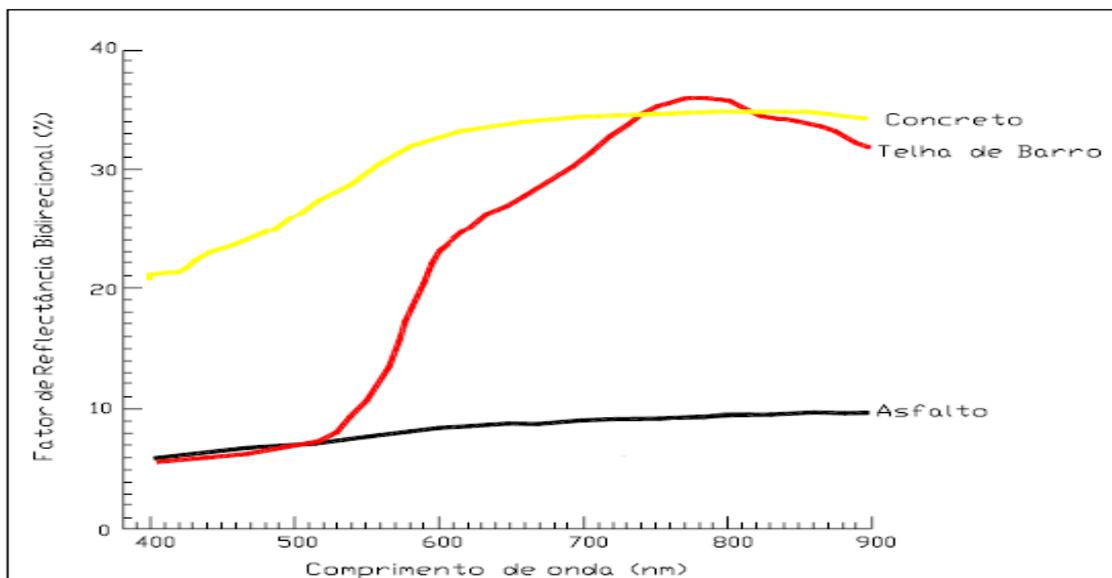


Fig. 4. – Comportamento Espectral de alguns alvos encontrados em ambientes urbanos.
 Fonte: (adaptada): http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers_XIISBSR/351_comp_esp_urbano.pdf

2.4 – Comportamento Espectral de outros alvos

2.4.1 – Água

Para compreender melhor o comportamento espectral da água é preciso conhecer suas propriedades físicas. A água é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, através da ligação química denominada covalente, caracterizada pela atração existente entre os elétrons de um átomo e o núcleo do outro. Em virtude desta característica de ligação, a interação eletromagnética ocorre de acordo com as mudanças de estado físico da água (Moreira, 2001).

Interação entre a água e os comprimentos de onda		
Profundidade da água	Visível (Infravermelho próximo)	Quanto mais profunda menos a reflexão
Materiais suspensos (argila, húmus)	Visível (Infravermelho próximo)	Reflectância e cor da água
A maior parte do fluxo radiante incidente sobre a água, não é refletido, mas sim absorvido ou transmitido.		

Tab. 8. Fonte: http://www.poli.usp.br/d/ptr2355/Aula03SR_CompEspAlvos.pdf

Deste modo, à medida que aumenta a matéria orgânica da água, diminui a capacidade de reflexão, proporcionando um aumento da absorção da radiação.

2.4.2 – Solo

Segundo Moreira (2001), “o solo pode ser definido como um corpo natural da superfície terrestre que tem propriedades devido aos efeitos integrados do clima, dos organismos vivos (plantas e animais) sobre o material de origem, condicionado pelo relevo durante um período de tempo”. Com isto, existe variação dos materiais contidos no solo em meio a sua

reflectância de acordo com suas características físico/químicas, que têm de ser levadas em conta para estudos de sensoriamento remoto.

Interação entre o solo e o comprimento de onda		
Teor de umidade, textura e estrutura	Visível (Infravermelho próximo e Infravermelho médio)	Ex: solo arenoso, estrutura fraca, superfície lisa, alto teor de umidade, baixa reflectância
Matéria orgânica	Visível (Infravermelho próximo)	Teores altos provocam redução da reflectância do solo
Óxido de Ferro	Visível (0,5 - 0,7 μm)	Reflete luz vermelha Absorve luz verde (localização de jazidas)
A maior parte da energia incidente sobre o solo é refletida ou absorvida e uma pequena parte é transmitida.		

Tab. 9. Fonte: http://www.poli.usp.br/d/ptr2355/Aula03SR_CompEspAlvos.pdf

Esta quantidade de energia refletida, então é determinada pelo tipo de solo aonde acontece à absorção da energia eletromagnética, que, desta forma, pode variar de acordo com os componentes e tipos de solo.

2.4.3 – Vegetação

Na interação da radiação solar com a vegetação é preciso em primeira análise levar em conta a planta (menor unidade da vegetação), uma vez que é nela que se processam todas as atividades físico/químicas e biológicas da vegetação (Moreira, 2001).

A quantidade de energia refletida, absorvida ou transmitida pode variar de acordo com a planta, apresentando respostas diferentes no espectro eletromagnético, podendo-se assim identificar diferenciações entre elas.

Interação entre a vegetação e os comprimentos de onda		
Pigmentação (alta absorção)	Visível (0,4 - 0,6 μm)	Clorofila (fotossíntese)
Estrutura fisiológica (alta reflectância)	Infravermelho próximo (0,6 - 1,3 μm)	Descontinuidades estruturais
Teor de água (alta absorção)	Infravermelho próximo a médio (0,6 - 2,5 μm)	Absorção maior que reflectância
Envelhecimento	Azul e Vermelho	Aumento da reflectância
Solo subjacente, elevação do sol e do sensor, ângulo azimutal do sol e do sensor, geometria da cobertura vegetal, etc.		

Tab. 10. Fonte: http://www.poli.usp.br/d/ptr2355/Aula03SR_CompEspAlvos.pdf

Com isto, pode-se verificar que um dos fatores que mais influem na reflectância dos alvos é a água, pois é a que vai determinar na maior parte das vezes o quanto vai ser absorvido ou refletido de acordo com os alvos.

3.1 – Precipitação

È o processo pelo qual passa a condensação da água na atmosfera se transformando em chuva, neve ou granito, sendo o principal mecanismo natural de restabelecimento dos recursos hídricos da superfície terrestre. As precipitações se originam de nuvens formadas

pelo resfriamento por expansões adiabáticas de massas de ar que se elevam na atmosfera (Tubelis; Nascimento, 1984).

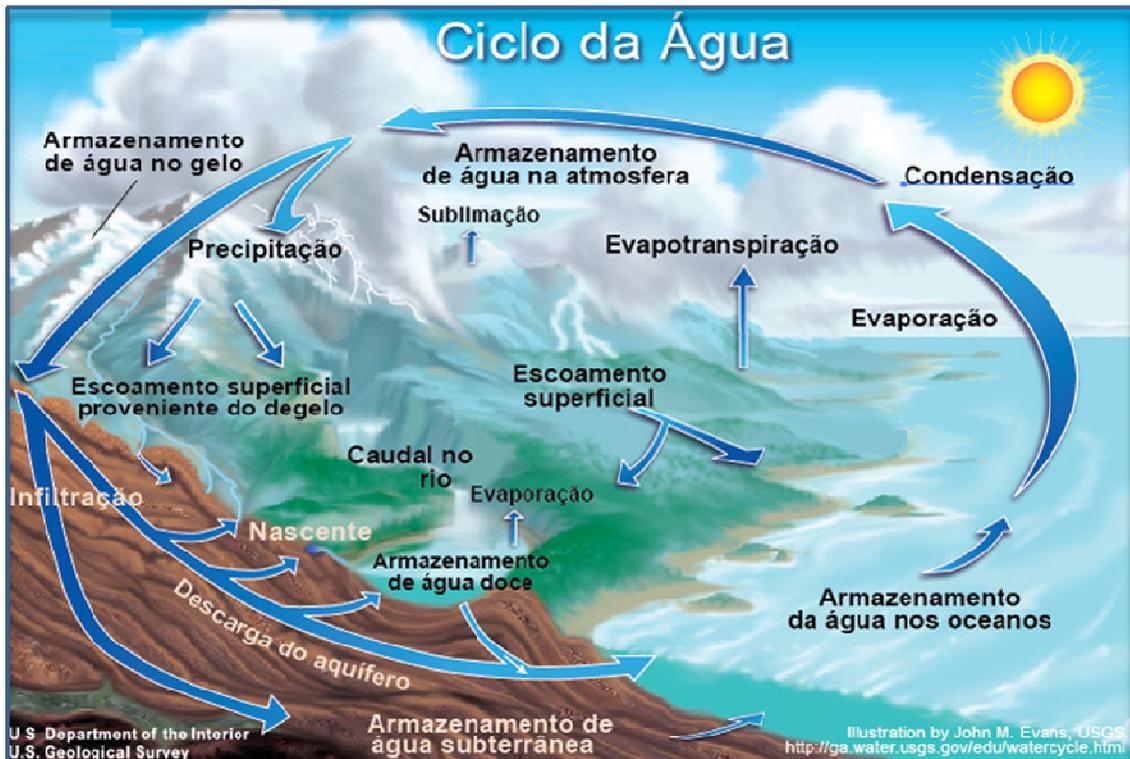


Fig. 5. – Ciclo da água

Fonte : <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Image35.gif>

Segundo Vianello e Alves (1991), a nuvem, que é a forma concreta de minúsculas partículas de água ou gelo, ou de ambos ao mesmo tempo em suspensão na atmosfera, pois atingiram o nível de condensação, fica sujeita a força gravitacional. Enquanto as correntes ascendentes predominam, não há ocorrência de chuva, porém quando a força da gravidade predomina as gotículas caem para a superfície da Terra, caracterizando a precipitação. As precipitações podem ser caracterizadas por três tipos: orográfica, convectiva ou frontal, como mostra a Figura (6):

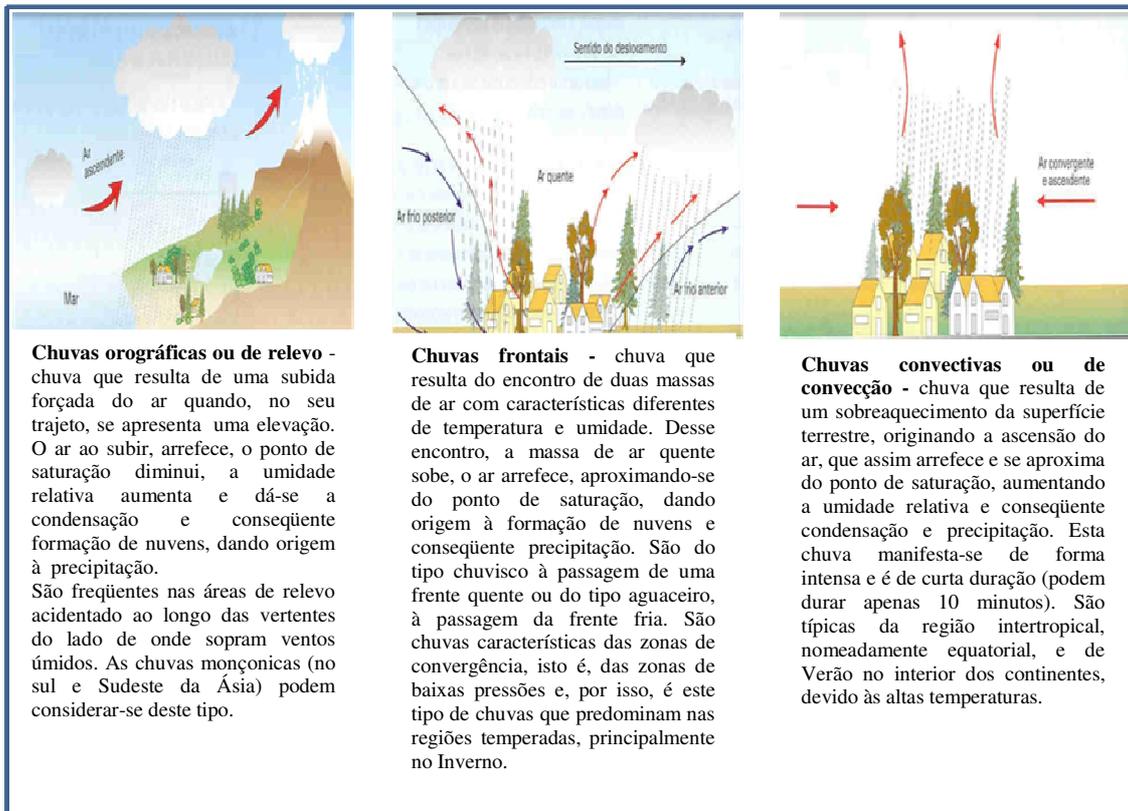


Fig. 6 – Representações das chuvas orográficas, frontais e convectivas
 Fonte: (adaptada) <http://web.rcts.pt/~pr1085/Humidade/Precipitacao.htm#Precipitação>

A precipitação é medida através da captação feita por instrumentos chamados de pluviômetro ou pluviógrafo, que quantificam a quantidade de precipitação por unidade de tempo, geralmente expressa em mm/h ou mm/dia. É comum o uso da fórmula:

$$H = \frac{10 \cdot V}{A}$$

Onde:

V= volume de água captada (ml);

A= área da superfície coletora (cm²);

H= altura da precipitação (mm).

A Figura 7 ilustra os medidores de precipitação:

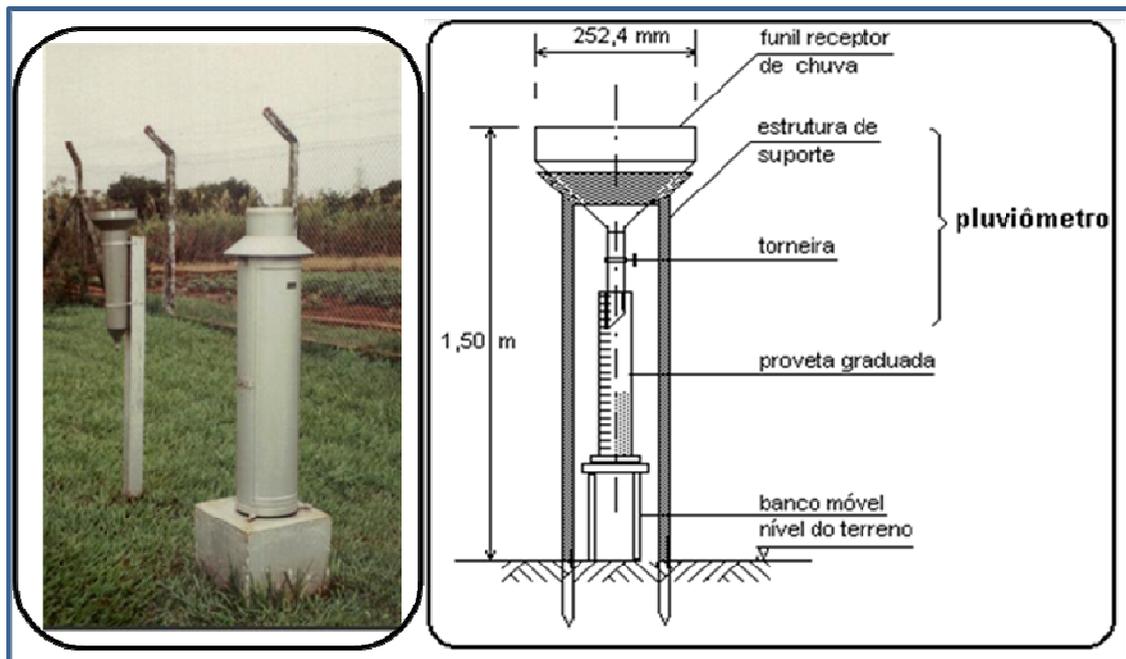


Fig. 7 – Pluviógrafo e pluviômetro e demonstração de como funciona o pluviômetro.
 Fonte: (adaptada) www.geocities.com/mpcarvalho_2000/pluviome.htm

A análise da pluviometria é um dos elementos primordiais para estudos ambientais, neste caso foi utilizado para observar das tendências climáticas da região, e se o comportamento pluviométrico se relaciona com a dinâmica de ocupação. Sob a análise climática, a região de estudo – situ no Litoral Norte Paulista – caracteriza-se como a mais chuvosa do país, decorrente da complexa circulação atmosférica, fruto da atuação desigual de sistemas tropicais e polares. A freqüência diferenciada de incursões destes sistemas extratropicais pode ocasionar resultados pluviais bastante distintos (SMA, 1996). Os agentes fisiográficos também determinam este processo de complexidade na dinâmica atmosférica, e se correlacionam com outras variáveis bióticas e atmosféricas. De um modo geral, a região apresenta grande índice pluviométrico nos meses de verão, formando o semestre mais chuvoso do ano, já no inverno este índice diminui, sendo agosto, em geral, o mês menos chuvoso (SMA, 1996).

CAPÍTULO 3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 – Localização

O município de Ilhabela localiza-se na latitude s 23° 46' 28" e longitude w 45° 21' 20", no litoral norte do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil.

Por se tratar de um arquipélago, não faz fronteira terrestre com nenhum outro município, possuindo acesso rodoviário a São Sebastião através da balsa operada pelo DERSA. Considerando-se a principal via de acesso litorâneo, entre os principais pólos emissores e receptores de turismo, também considerados os principais conglomerados urbanos do país, os municípios de São Paulo e Rio de Janeiro. Encontra-se mais próximo da capital paulista

e dos municípios litorâneos do estado de São Paulo, especialmente em relação àqueles localizados em sua porção norte.

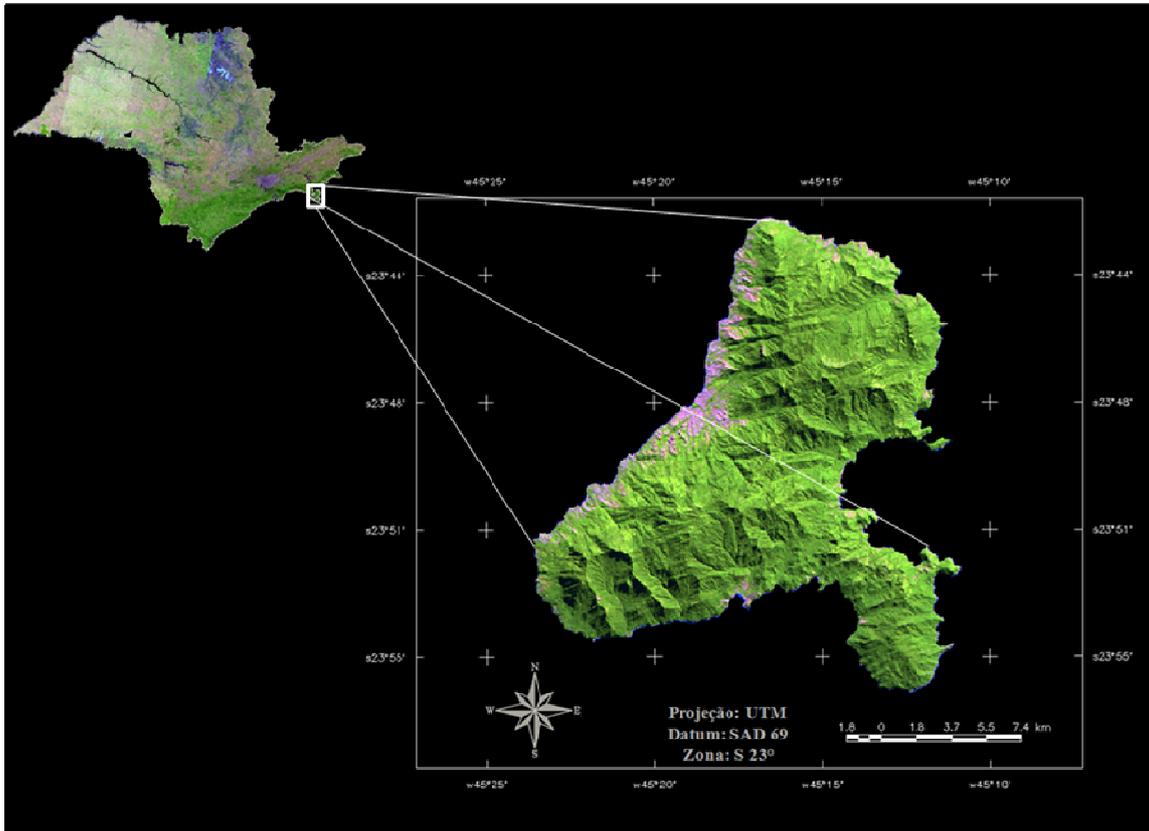


Fig. 5. – Localização da área de estudo.

3.2 – Caracterização do município

O município de Ilhabela possui extensão territorial de 347 Km², sendo que 134 km² fazem a extensão de toda a costa. Sua densidade demográfica conta com 68.63 hab/km² incluindo a área do Parque Estadual de Ilhabela.

O clima do município é bastante úmido, típico das regiões tropicais, tendo alto índice pluviométrico, especialmente nos meses de verão, em torno de 2000 milímetros anuais, e suas temperaturas podem ser consideradas elevadas, com médias anuais acima dos 20°C. Grande parte de sua superfície é coberta pela Mata Atlântica tendo aproximadamente 85% de sua área protegida pelo Parque Estadual de Ilhabela, o qual foi criado em 1977, através do Decreto Estadual (SP) n.º 9.414. Possui vegetação bastante diversificada, com formações que vão desde a floresta tropical até manguezais.

Apresenta uma população residente de aproximadamente 23.886 (IBGE, 2007), com maior concentração na faixa entre o Canal de São Sebastião e o Parque Estadual de Ilhabela, e que, nos meses de verão, recebe uma população flutuante em torno de 12.830 pessoas (SABESP, 2008). A economia do município está relacionada fortemente ao turismo que gera grandes atividades no setor de prestação de serviços e construção civil, e na pesca artesanal que se estende por toda a Ilha. A infra-estrutura do município conta com apenas

516 ligações de esgoto (SABESP, 2008), que a coloca com a menor infra-estrutura de saneamento básico do litoral norte paulista.

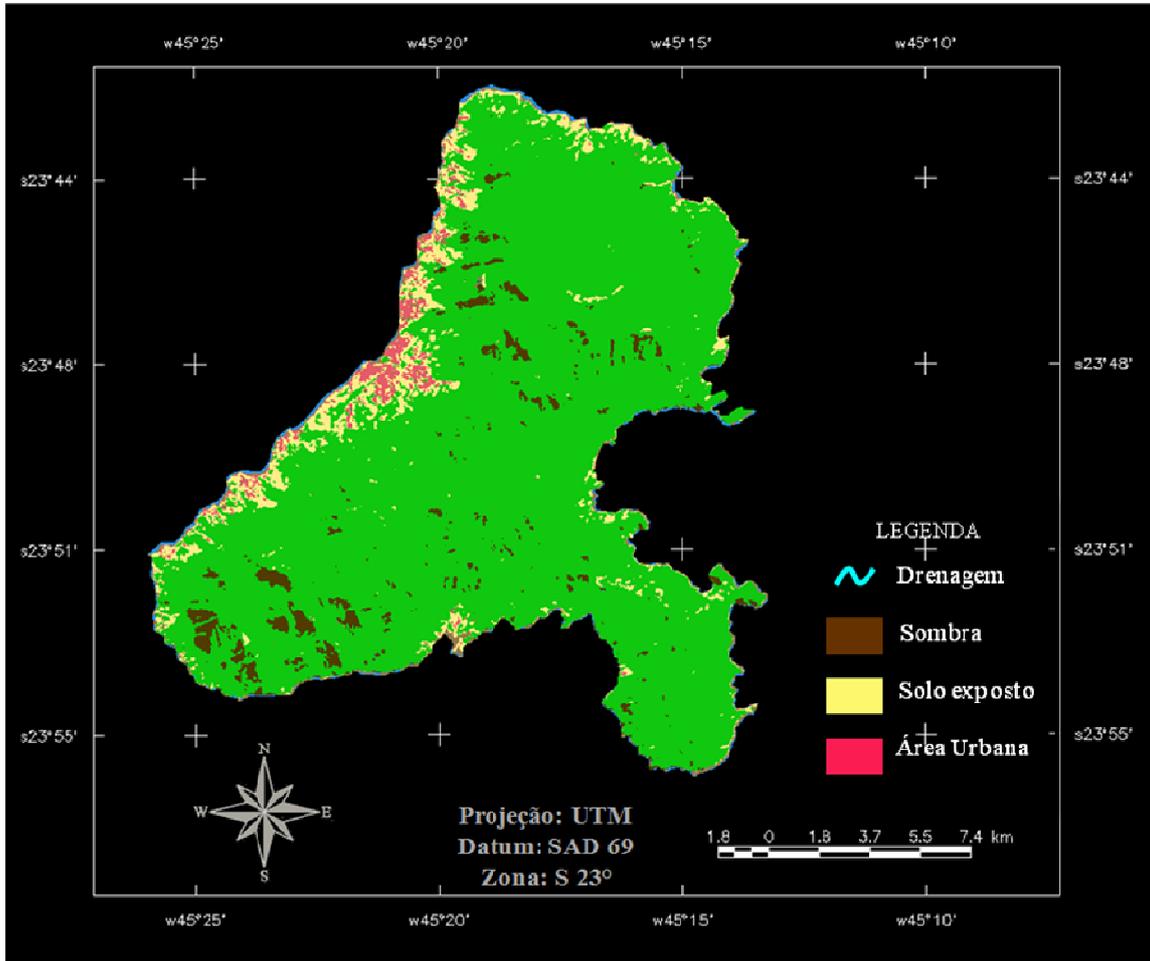


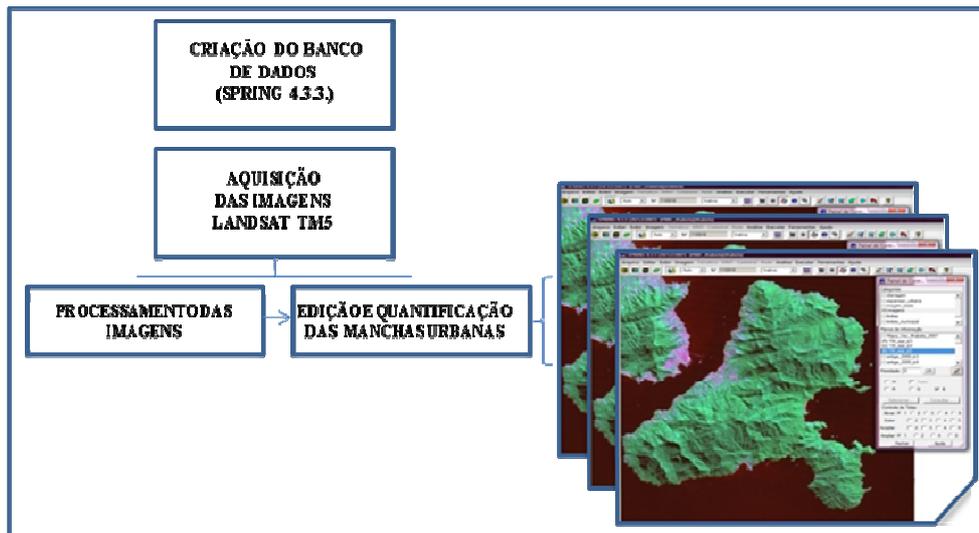
Fig. 6. – Mapa de uso e ocupação do solo do município de Ilhabela – SP.

Pode-se constatar através do mapa de uso do solo que grande parte do município se encontra em área com cobertura vegetal, o que se explica pelo fato de 85% do município estar em área de parque. As elevadas áreas de sombra se dão devido ao relevo acidentado do município, pode-se verificar também que a área urbana se encontra mais concentrada na orla, e que as áreas de solo exposto estão bem próximas às áreas urbanas, o que nos leva a perceber possíveis áreas de expansão.

CAPÍTULO 4 MATERIAIS E MÉTODOS

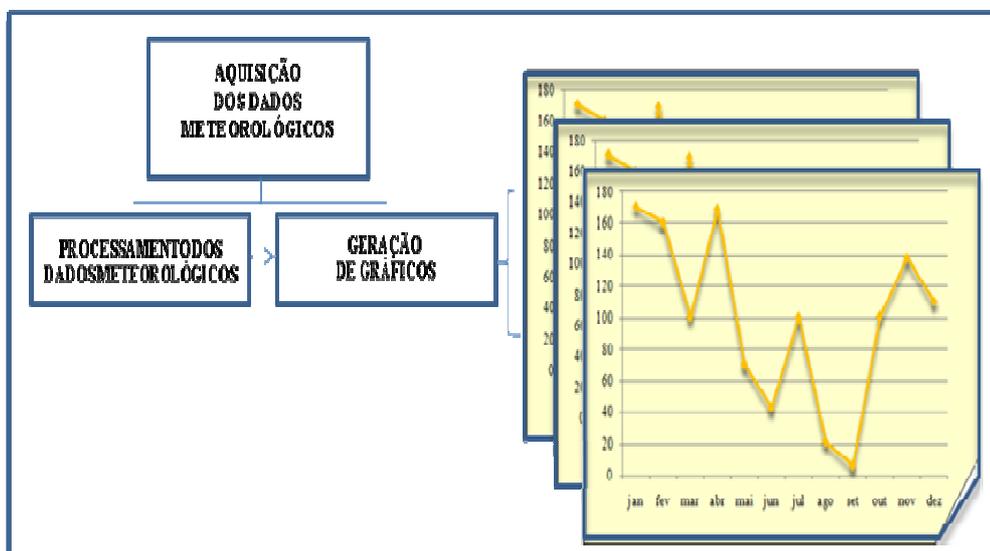
4.1 – Metodologia

A metodologia utilizada no presente trabalho se constituiu das 3 seguintes etapas:



Fluxograma 1. – Primeira etapa realizada no trabalho.

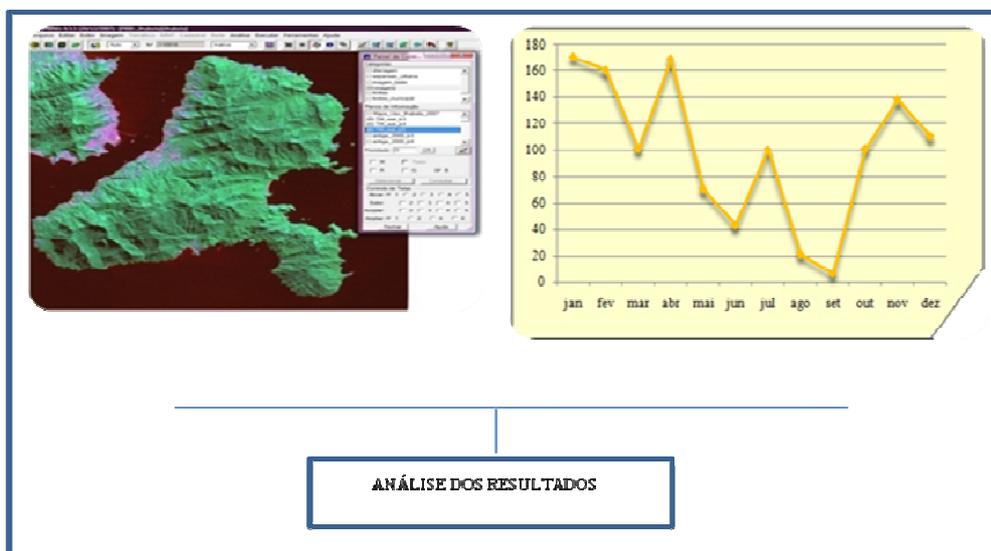
Primeiramente foi realizada a criação de um banco de dados utilizando o Sistema de Informações Geográficas SPRING 4.3.3., desenvolvido pelo INPE (2004), e realizada a inserção das imagens Landsat TM – 5 para a data de 08/07/2007 (orb. pto. - 218/77) para uma atualização das informações disponibilizadas pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e pelo INPE, as quais permitiram analisar as manchas urbanas de 1960 até 2000. Com isto foi aplicado um processamento nas imagens que permitiu a edição e quantificação das manchas urbanas.



Fluxograma 2. – Terceira etapa realizada no trabalho, onde foi realizado o processamento dos dados meteorológicos coletados.

Posteriormente, tentou-se a utilização dos dados de precipitação disponibilizados pela estação do CEBIMAR, mas descartados devido a discrepâncias com os dados históricos de precipitação do município. Em substituição, foram utilizados os dados de precipitação no

período de 2004 a 2007, da Plataforma de Coleta de Dados (PCD) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC <http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/>), para o município de Caraguatatuba, pois é o que se mostrou mais próximo ao município em estudo. Todo o processamento dos dados foi feito no Office Excel, o qual permitiu a geração de gráficos para análise.



Fluxograma 3. – Quarta etapa realizada no trabalho, que consistiu na análise dos dados trabalhados anteriormente.

A última etapa foi realizada a análise dos dados do aumento das manchas urbanas em km², e os dados meteorológicos da região, o que permitiu verificar qual a tendência destes agentes no município.

CAPÍTULO 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A atual aceleração do processo de ocupação de áreas no município de Ilhabela é motivo de preocupação dos órgãos gestores, visto que 85% de Ilhabela se encontram em área de parque, o que limita e bastante que estas áreas se estendam para além dos limites estabelecidos. As imagens Landsat TM5 permitiram a identificação das manchas urbanas, como mostra a Figura 7:

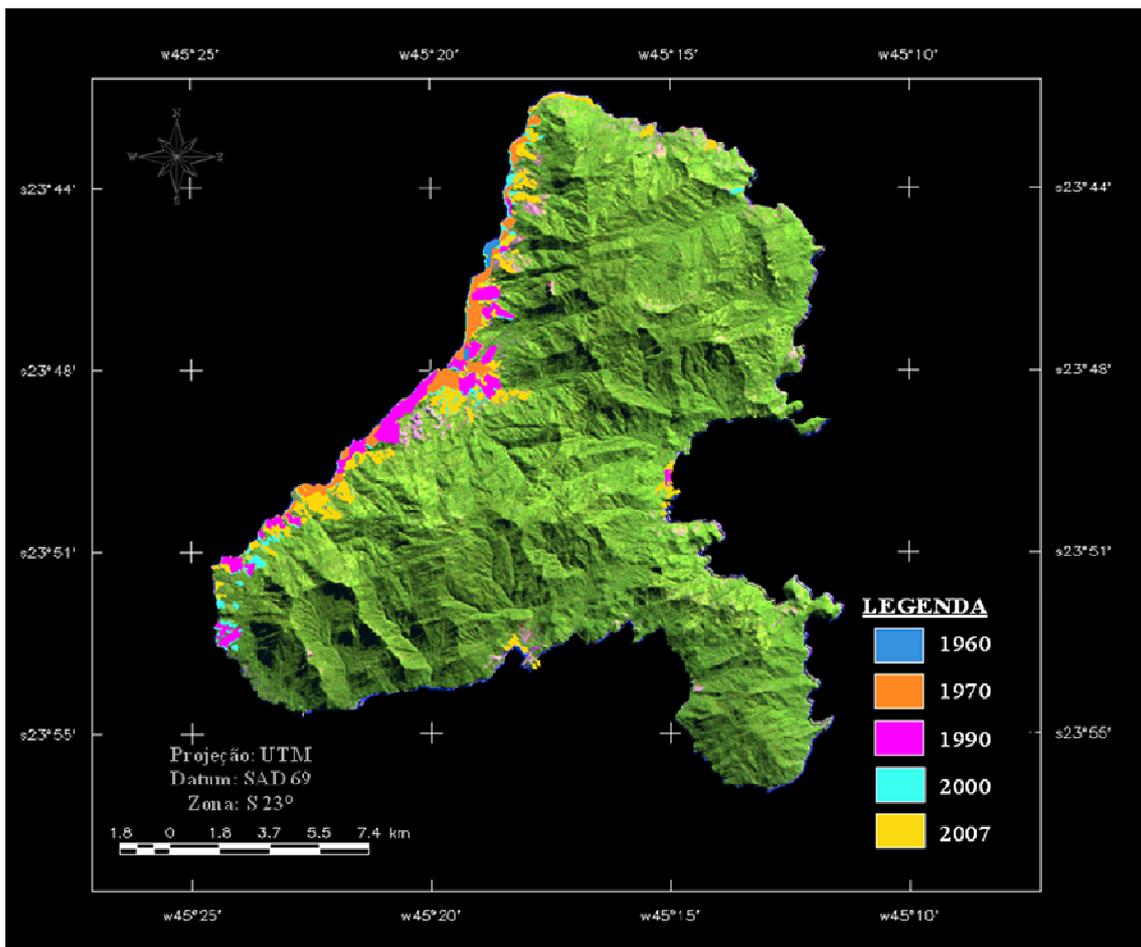


Fig. 7 – Carta imagem das manchas urbanas no período de 1960 a 2007 no município de Ilhabela – SP.

Pode-se verificar que o adensamento de ocupação se estende por toda orla marítima de Ilhabela, concentradas principalmente na região de operação da balsa. Percebe-se também a evolução do crescimento das manchas urbanas cada vez mais ao interior da Ilha, principalmente de 90 até 2007. Há também manchas identificadas em áreas mais remotas, como as encontradas na parte leste e sudeste da Ilha, nas praias de Castelhanos e Bonete, identificadas no período de 90 a 2007. Isto nos mostra que a procura por áreas a serem ocupadas vêm aumentando nos últimos períodos considerados, e que precisa de uma maior orientação, visto que em algumas áreas o limite do Parque Estadual de Ilhabela chega a cota zero, não permitindo ocupações em seu interior.

Posteriormente foi identificado, a partir destes dados, os vetores de crescimento para todo o período considerado (1960 – 2007), apresentado na Figura 8:

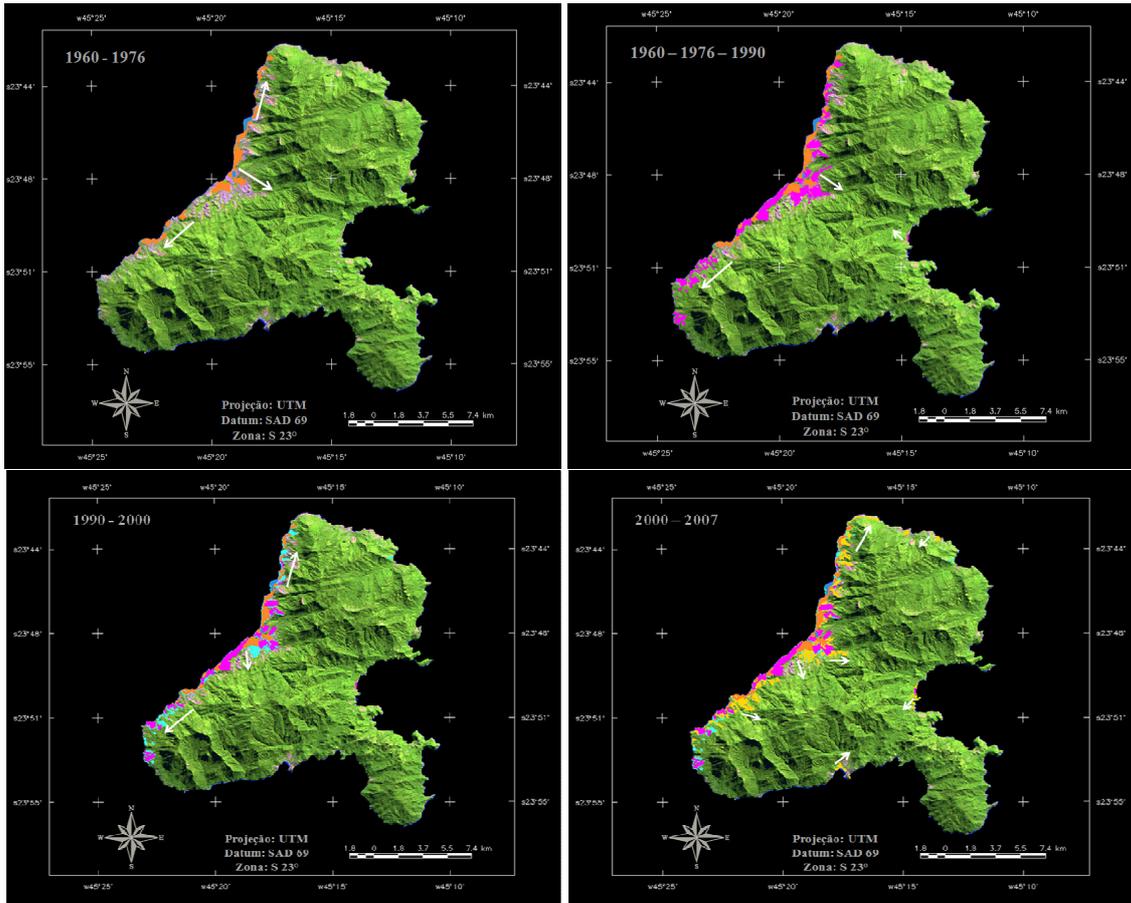
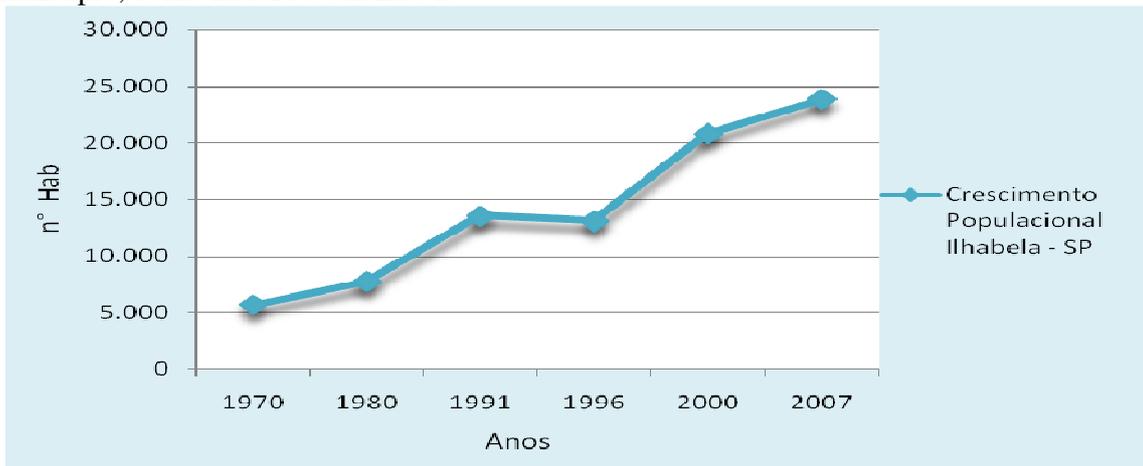


Fig. 8 – Direção dos vetores de crescimento no município de Ilhabela – SP.

Para parâmetro de comparação também foi utilizado o crescimento populacional do município, como mostra o Gráfico 1:



Graf. 1. – Evolução da população para o município de Ilhabela – SP
 Fonte: 1970 a 1996: Secretaria de Estado do Meio Ambiente; 2000 a 2007: IBGE.

Pode-se verificar que nos últimos anos Ilhabela vem obtendo um crescimento para a parte interna da borda da Ilha, podendo-se observar que as áreas ocupadas estão se aproximando

e até mesmo invadindo partes das encostas. Na década de 60 há uma pequena mancha, em algumas áreas próximas à orla marítima, demonstrando ainda vazios urbanos no município. Este fato se deve a falta de infra-estrutura, caracterizado por atividades de comunidades concentrada no centro, esta falta de infra-estrutura vigente na época dificultava o acesso e condicionava o município fazendo com que as ocupações se concentrassem em áreas bem próximas a rodovia. No período de 60 a 76 com uma pequena melhoria nas vias de acesso, há um maior adensamento latitudinal, ou seja, se afastando um pouco mais da faixa litorânea. Este período irá se caracterizar por um amplo crescimento na parte sul da Ilha, que com melhores condições de acesso permite um desenvolvimento do setor turístico no município. No entanto, este avanço de áreas não acompanha um aumento da população, podendo-se inferir que neste período a concentração de casas de veraneio aumentou, explicando o porquê da população não ter acompanhado o crescimento das áreas identificadas como manchas urbanas. De 90 a 2000 este crescimento se intensifica nestas mesmas direções, com uma característica distinta, pois é neste período que se apresenta a primeira mancha urbana na borda da praia de Castelhanos, no sentido leste da Ilha, antes sem nenhuma identificação de ocupação. Neste período é onde identificamos também o maior crescimento populacional do município, demonstrando que as atividades econômicas voltadas a este setor aqueceram a economia do município, aumentando a demanda por pessoas para trabalhar nesta atividade. Já no período de 2000 a 2007, verifica-se que áreas antes não identificadas como ocupadas começam a aparecer, tanto a intensificar na praia de Castelhanos, como também na do Bonete. Um parâmetro a se atentar é que neste período pode-se se identificar mais claramente o quanto este aumento está próximo as encostas, e em alguns casos até invadindo áreas do Parque Estadual de Ilhabela. Apesar de medidas estarem sendo tomadas pela Prefeitura do Município, como a taxa de Preservação Ambiental, que tem como objetivo arrecadar dinheiro para investimentos voltados à questão ambiental se vê ainda que as proporções ocupacionais do município estejam aumentando a cada ano pela grande demanda da especulação imobiliária. A Figura 9 apresenta o limite do Parque Estadual de Ilhabela, no qual se verifica áreas na parte norte e sul da Ilha que já ultrapassaram este limite.

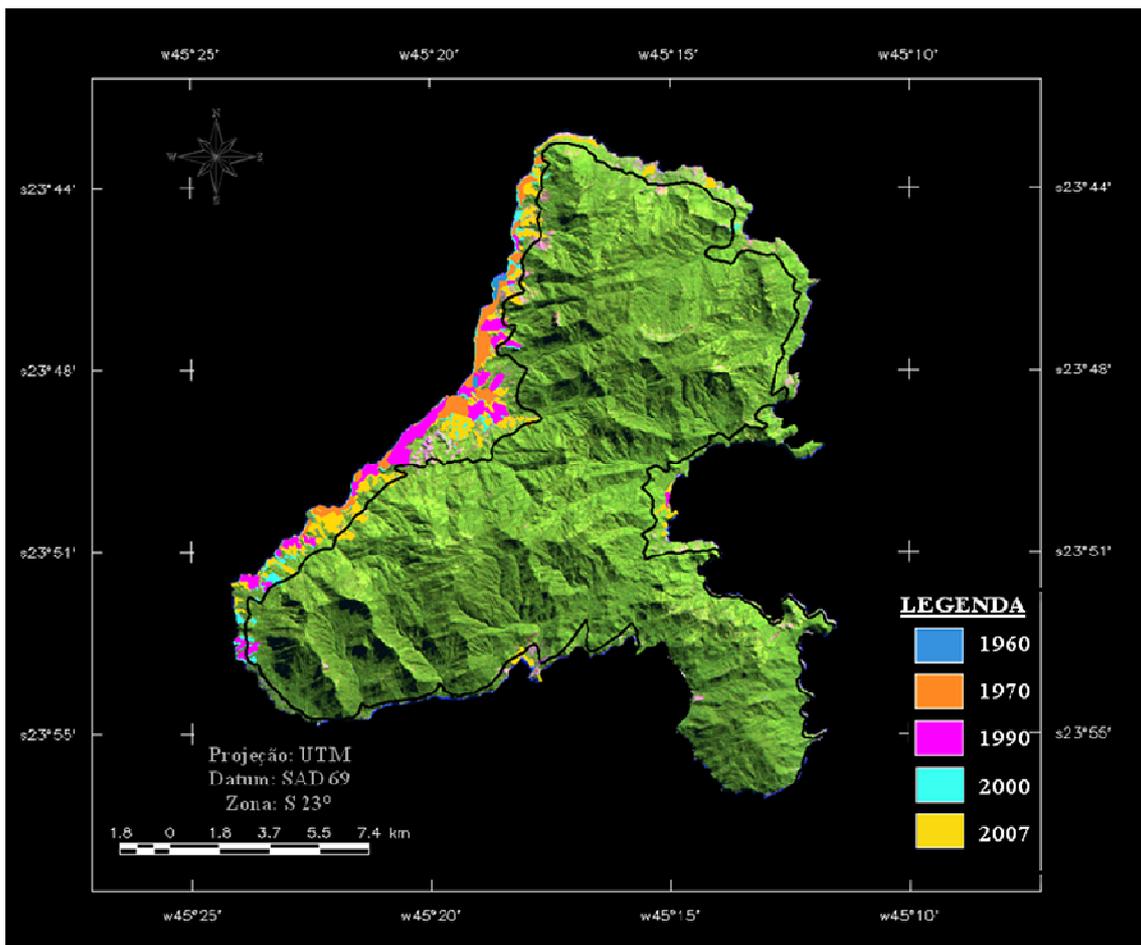


Fig. 9 – Carta imagem da evolução das manchas urbanas juntamente com o limite do Parque Estadual de Ilhabela – SP.

Os Gráficos 2 e 3 apresentam este crescimento em números reais de quantos Km², o primeiro se refere a área total para cada período, e o segundo ao crescimento obtido no período analisado – 1960 a 2007.

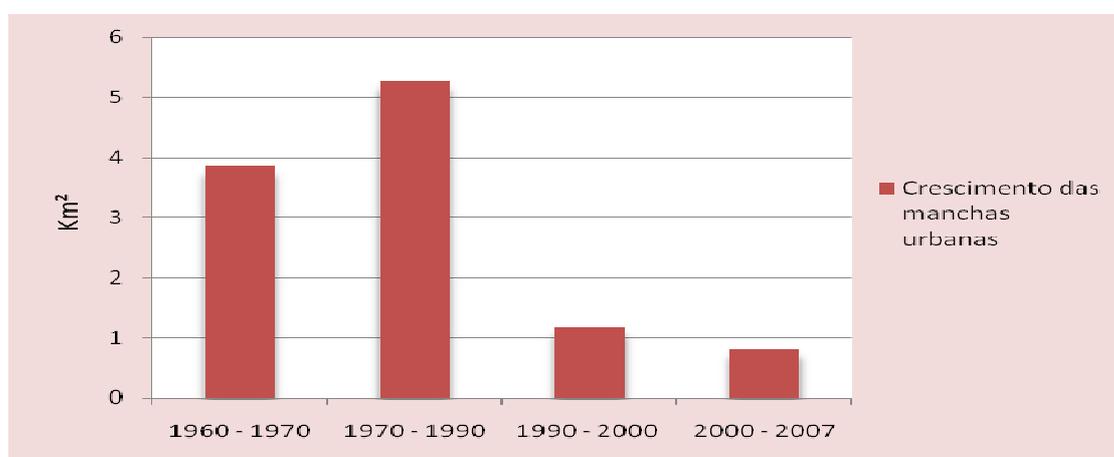


Gráfico 2. – Aumento das manchas urbanas em km² no período de 1960 a 2007.

Crescimento das manchas urbanas (em km²) do município de Ilhabela - SP no período de 1960 a 2007				
ILHABELA - SP	1960-1970	1970-1990	1990-2000	2000-2007
KM²	3,838	5,263	1,176	0,804

Tab. 11. – Crescimento das manchas urbanas em km² para o município de Ilhabela - SP.

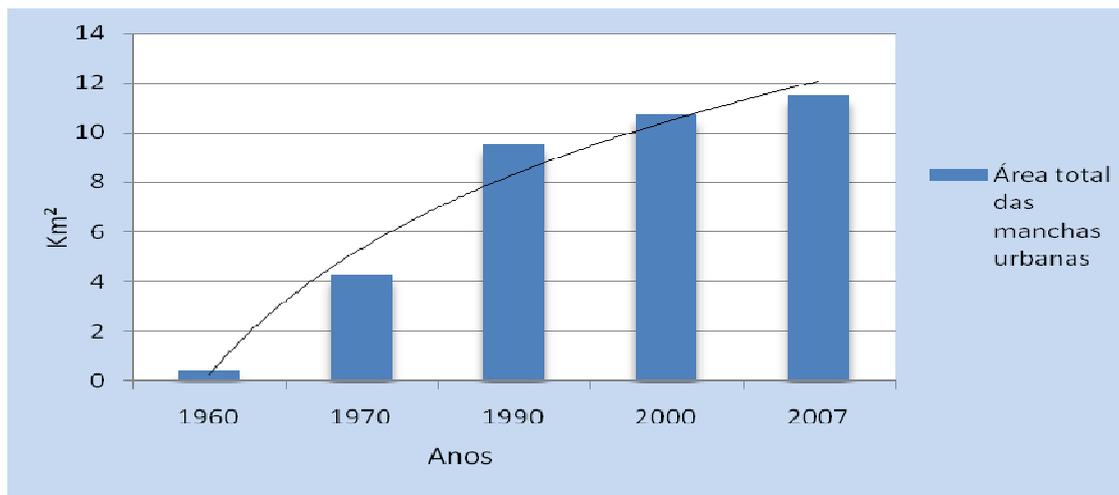


Gráfico 3. – Área total das manchas urbanas em km² no período de 1960 a 2007.

Área total manchas urbanas do município de Ilhabela - SP (km²)					
ILHABELA - SP	1960	1970	1990	2000	2007
KM²	0,421	4,259	9,522	10,698	11,502

Tab. 12. – Área total das manchas urbanas em km² para o município de Ilhabela - SP.

Verifica-se em um primeiro momento um crescimento de apenas 8% das manchas urbanas no período de 1960 a 1970, o que afirma as relações ainda bem rudimentares no município, que possuía apenas algumas vilas de pescadores e se utilizava de atividades primárias. Já num segundo período analisado o município passa de 3.838 km² para 5.263 km² de área identificada como mancha urbana, um crescimento de 34%. O grande “boom” de crescimento ocorre na década de 90, onde o município tem uma evolução das manchas urbanas de 103%, fato que causa preocupação na repercussão deste elevado aumento para o município. A partir de 2000 até 2007 este crescimento não alcança grandes proporções se estabelecendo na base dos 5% durante este período.

Os dados coletados no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foram processados e analisados em gráficos de precipitação mensais e anuais no período de 2004 a 2007.

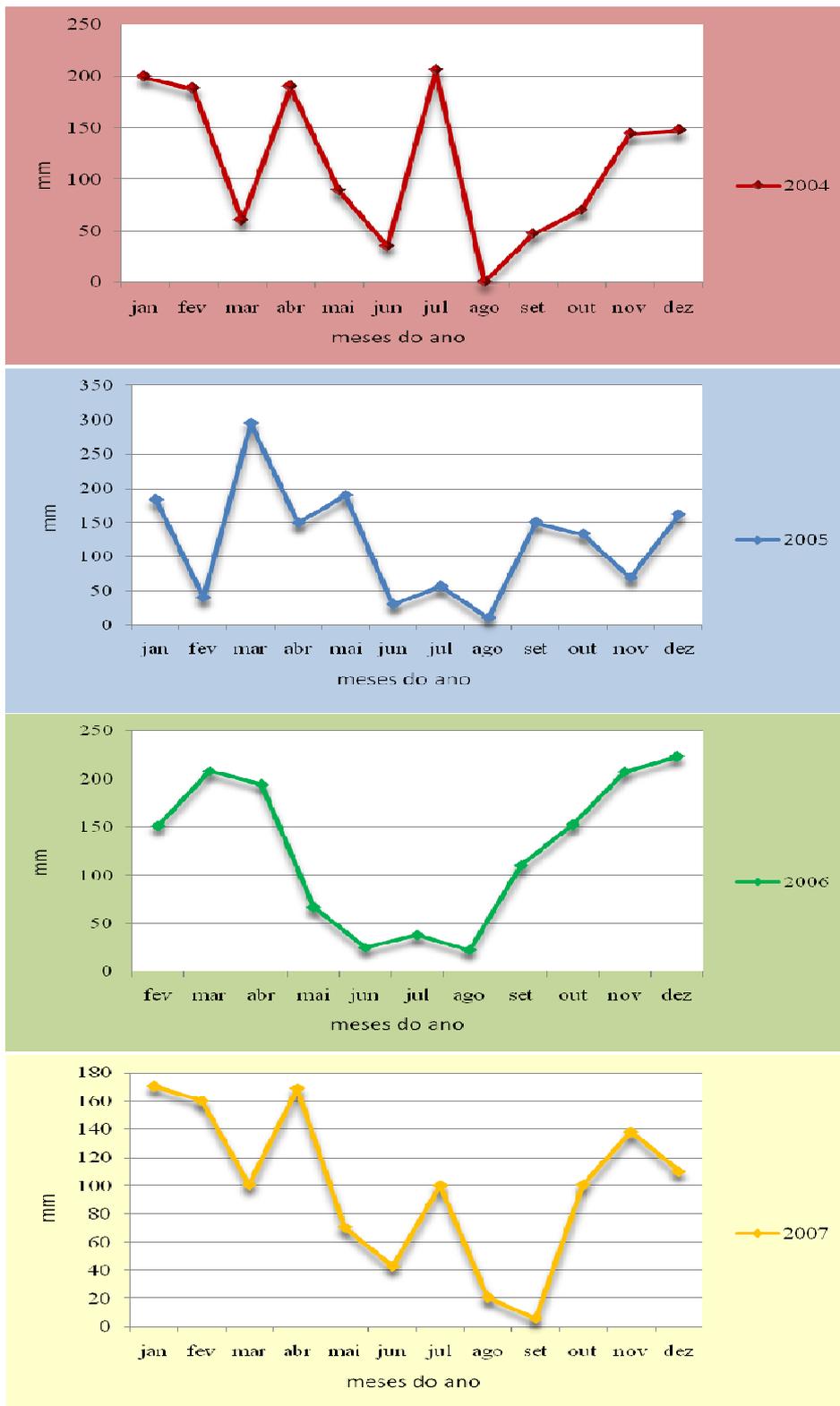


Gráfico 3. – Média mensal de precipitação no período de 2004 a 2007 para o município de Ilhabela – SP.

De um modo geral a precipitação segue a tendência da sazonalidade da região apresentando maiores índices no trimestre dezembro, janeiro e fevereiro e diminuindo nos meses junho, julho e agosto. No entanto algumas variações, como por exemplo, o alto índice de precipitação no mês de Julho para o ano de 2004 e 2007 e também índices pluviométricos abaixo do normal nos meses de março de 2004 e depois fevereiro de 2005, foram verificadas e identificadas como condições anômalas, ou seja, desvios da chuva superiores ou inferiores ao comportamento normal da área, no período analisado. O ano que apresentou maiores resultados nos índices de precipitação foi o de 2005, com um valor total de 1472mm, e o que apresentou o menor índice foi o de 2007 com um total de 1193mm. Somente estes dados não apresentaram resultados consistentes na relação com o aumento das manchas urbanas no município, no entanto, o este aumento principalmente detectado nos últimos anos que acaba por invadir cada vez mais áreas de encosta poder sofrer influência direta do elevado índice de precipitação identificado no ano de 2005, já que são em períodos mais chuvosos que ocorrem elevados índices de deslizamentos em áreas de ocupação desordenada.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O aumento desordenado da ocupação urbana no município de Ilhabela está cada vez mais se acentuando em áreas de encosta, este fato leva em questão diversos outros fatores que influem o meio físico, social e até mesmo econômico. O planejamento de áreas com grande potencial turístico deve ser trabalhado de forma a permitir um desenvolvimento sustentável, e criar mecanismos de controle de ocupação das encostas, visto que estas, devido à instabilidade natural provocada pelas chuvas intensas, geram graves problemas sociais necessitando de um ordenamento de uso e ocupação do solo propício a estas áreas.

Conclui-se que o panorama do município insular de Ilhabela é uma questão complexa necessitando de uma maior atenção diante das autoridades responsáveis, a fim de regulamentar e prevenir as áreas em constante crescimento do município, para que não acabem por sofrer conseqüências mais sérias.

Recomenda-se também utilizar esta metodologia para análise dos outros municípios do Litoral Norte Paulista (Caraguatatuba, São Sebastião e Ubatuba), atribuindo outros fatores ambientais (temperatura, índice de doenças endêmicas da região, etc...), e sociais (atividades desenvolvidas pela população local, análise econômica, etc...), no intuito de se conseguir uma visão integrada destes diferentes agentes para a região, e também para servir de subsídio aos estudos voltados a área do planejamento, no desenvolvimento do setor turístico das áreas litorâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dados referentes as figuras do pluviômetro. Disponível em:
br.geocities.com/.../iaparpluviometro.JPG.

Dados referentes à territorialidade e população do Litoral Norte Paulista. Disponível em: **www.ibge.gov.br**.

Dados referentes ao perfil econômico e de população no Litoral Norte Paulista. Disponível em:
<http://www.seade.gov.br/producao/perfil/perfil.php>.

Dados referentes às condições de saneamento básico no Litoral Norte Paulista. Disponível em:
<http://www.sabesp.com.br>.

Dados referentes à tabela de Comportamento Espectral de Alvos. Disponível em:
Disponível em: **http://www.poli.usp.br/d/ptr2355/Aula03SR_CompEspAlvos.pdf**

FLORENZANO, T. G. **IMAGENS DE SATÉLITE PARA ESTUDOS AMBIENTAIS**. – São Paulo :
Oficina de textos, 2002.

FORESTI, C. Avaliação e monitoramento ambiental da expansão urbana do setor oeste da área metropolitana de São Paulo através de dados e técnicas de sensoriamento remoto. Tese de doutorado em Geografia Física, USP, Dept. de Geografia FFLCH, 1986.

FORESTI, C. AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL DA EXPANSÃO URBANA DO SETOR OESTE DA ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO: ATRAVÉS DE DADOS E TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO. Tese de doutorado em Geografia Física, USP, Dept. de Geografia FFLCH, 1986.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>

Imagem referente ao ciclo da água. Disponível em: **www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Image35.gif**

INPE (2004). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais . **Manuais do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. Disponível em:
<**<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>**>

INPE (2004). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **MANUAIS DO SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SPRING)**. Disponível em:
<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>

LUCHIARI, M. T. D. P. - II Encontro Nacional de Turismo com Base Local. Fortaleza/CE, 1998.

LUCHIARI, M. T. D. P. – O lugar do mundo contemporâneo: Turismo e Urbanização em Ubatuba – SP. (tese de doutorado). Campinas: Unicamp, 1999.

MORAES, A. C. R., CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO COSTEIRA DO BRASIL. São Paulo: EDUSP, 1999.

MOREIRA, M. A. FUNDAMENTOS DO SENSORIAMENTO REMOTO E METODOLOGIAS DE APLICAÇÃO. SAO JOSE DOS CAMPOS, SP: INPE, 2001.

Prefeitura Municipal de Ilhabela. Disponível em: **<http://www.ilhabela.sp.gov.br/portugues/home.php>**

Referente aos tipos de chuvas. Disponível em:
[http://web.rcts.pt/~pr1085/Humidade/Precipitacao.htm#Precipitação](http://web.rcts.pt/~pr1085/Humidade/Precipitacao.htm#Precipitaçã)

SANTOS, M. - Por uma outra globalização - do pensamento único à consciência universal. São Paulo: Record. 2000.

VIEIRA, I. M. **TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS AO ESTUDO E ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA EM AMBIENTES LITORÂNEOS.** – São José dos Campos: INPE, 1993.