

ESTUDO DAS ÁREAS DE RESTINGA UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO E TOPOGRAFIA NA REGIÃO LITORÂNEA DE MATINHOS-PR

Luisnei Martini ¹
Nelson Ubiratan Baptista Júnior ¹
Luís Augusto Koenig Veiga ²
Jorge Antonio Silva Centeno ²

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curso de Engenharia Cartográfica – l_martini@terra.com.br; nubjr@terra.com.br

² Universidade Federal do Paraná – UFPR – Departamento de Geomática – DGEOM – kngveiga@ufpr.br; centeno@ufpr.br

RESUMO

O litoral do Paraná está passando por um processo de modificação acelerado e, se não forem tomadas medidas preventivas de planejamento, todo um ecossistema pode estar comprometido. A ocupação que ocorre na Faixa Litorânea do Município de Matinhos, estado do Paraná, ao longo da Avenida Beira-Mar exerce uma contribuição substancial para a degradação da vegetação nativa da região (chamada de Restinga). O trabalho realizado teve como proposta um estudo de áreas específicas no que se refere a degradação da restinga bem como a ocupação por edificações e bem feitorias existentes ao longo desta Avenida. O mapeamento realizado de algumas áreas mostrou a real situação da Faixa Litorânea, tendo como base a Legislação existente para a região. Os recursos utilizados foram a topografia, onde foram levantados diferentes perfis de praia, e o sensoriamento remoto, em que utilizou-se imagens de satélite de alta resolução para realizar o mapeamento mais amplo da região. Com as técnicas aplicadas, foi possível realizar um estudo comparativo na determinação das áreas de restinga e da aplicação da legislação.

Palavras-chave: Legislação Ambiental, Monitoramento da Restinga, Gerenciamento Costeiro.

STUDY OF NATIVE VEGETATION'S USING REMOTE SENSING AND TERRESTRIAL SURVEYING IN A COASTAL ZONE OF BRAZIL

ABSTRACT

The coastal zone of Paraná, in Brazil, is going through a process of accelerated changes, especially caused by erosion, and if some preventive actions are not taken the whole ecosystem could undergo strong degradation. Human occupation that occurred at the Matinho's seacoast (Paraná state, Brazil) is the one of the most important factor the affects the native vegetation along the coast, called Restinga. This paper presents a study that compares two methodologies to map existing native vegetation at the Matinho's beach in Brazil and also to survey the degradation along the coast. The methods include topography, surveying different profiles along the beach, and remote sensing, where high resolution satellite images were used for a global analysis of the region. With the results, it was possible to face the current situation with the ideal situation, as especificied by the ground use law.

Keywords: Environmental Laws, Coast Management, Monitoring of Restinga

1. INTRODUÇÃO

O litoral do Paraná está passando por um processo de modificação acelerado e, se não forem tomadas medidas preventivas de planejamento, todo um ecossistema pode estar comprometido. O turismo desordenado, a especulação imobiliária, exploração ilegal de recursos naturais representam uma ameaça constante à integridade deste patrimônio natural e cultural.

A ocupação que ocorre na Faixa Litorânea no município de Matinhos, estado do Paraná, ao longo da Avenida Beira-Mar exerce uma contribuição substancial para a degradação da vegetação nativa da região (chamada de Restinga). O surgimento de várias edificações na região costeira, as quais, nem sempre estão de acordo com as Leis de ocupação do solo para a faixa litorânea, começa a ser tratada

com maior importância pelas autoridades competentes, devido a necessidade de preservação da cobertura vegetal restante nestas áreas.

Tendo em vista a necessidade da preservação da Restinga na região litorânea, propõem-se com este trabalho, um estudo de áreas específicas nesta faixa no que se refere à degradação da restinga bem como a ocupação por edificações e benfeitorias existentes ao longo da avenida Beira-Mar, em um trecho compreendido entre os balneários Costa Azul e Flamingo. Utilizando o mapeamento de algumas áreas, demonstra-se qual é a real situação da faixa litorânea no município para as áreas em estudo, tendo como base à legislação existente para esta região. Os recursos utilizados são a topografia e o sensoriamento remoto. Na topografia serão levantados diferentes perfis de praia nas determinadas áreas de estudo e no sensoriamento remoto será utilizada uma imagem de satélite de alta resolução, a IKONOS II, que servirá de auxílio para uma visualização mais ampla dos problemas encontrados na região de estudo. Ainda é efetuado um estudo comparativo na determinação das áreas de restinga, utilizando o levantamento topográfico e o uso de imagem de satélite.

1.1 – O QUE É RESTINGA?

O termo "restinga" é usado vulgarmente para designar um conjunto de dunas e areais costeiros, revestidos de baixa vegetação.

Ecologicamente, as restingas são ecossistemas costeiros, fisicamente determinados pelas condições edáficas (solo arenoso) e pela influência marinha, possuindo origem sedimentar recente (início no período Quaternário), sendo que as espécies que aí vivem (flora e fauna) possuem mecanismos para suportar os fatores físicos dominantes como: a salinidade, extremos de temperatura, forte presença de ventos, escassez de água, solo instável, insolação forte e direta, etc (ANDRADE, 2000).

As restingas começaram a surgir há milhares de anos, com o recuo do mar, e ainda hoje estão sob um dinâmico processo de montagem desmontagem.

2. ÁREA DE ESTUDO:



Figura 01 – Localização da área de estudo no litoral do Paraná

A área onde foram realizados os estudos localizam-se na faixa litorânea do Município de Matinhos, compreendidas entre as coordenadas de Latitude 25°48'23"S e Longitude 48°31'46"WGr e Latitude 25°44'36"S e Longitude 48°29'44"WGr (figura 01), a extensão da área é de aproximadamente 7 quilômetros. Dentro dessa área foram selecionadas diferentes situações no que se refere ao estudo da praia quanto ao relevo.

Constatou-se que seguindo da Praia de Leste, localizada no município de Pontal do Paraná, em direção a praia central de Matinhos, o nível de degradação da praia e da restinga aumenta consideravelmente. Entre os fatores que contribuem para tal degradação está a construção da Avenida Beira Mar, que como consequência direta gerou a construção de inúmeras edificações ao longo da mesma.

Outro fator que tem grande influência na destruição da faixa litorânea é a ocorrência de várias ressacas que tem atingido o litoral constantemente, como as que aconteceram nos anos de 1994, 1996 e 2000. Ressaca é uma agitação das águas do mar junto à costa, com ondas violentas, resultantes de uma tempestade ou de ventos fortes (LAROUSSE, 1987). Devido às características físicas do meio, como marés, vento, estas ressacas têm um impacto maior justamente na região onde a ocupação na orla da praia é mais densa, contribuindo para o aumento da destruição da praia e das construções que ali se encontram.

Para avaliar o nível de degradação da restinga, foram selecionadas seis diferentes áreas para o estudo da região, para as quais foram realizados os levantamentos topográficos, desde uma área com ocupação imobiliária pequena, e conseqüentemente uma maior preservação da restinga, até uma área onde esta ocupação é grande e não existe mais a presença de vegetação. A figura 02 mostra a localização das áreas escolhidas em relação ao mapa do município de Matinhos.

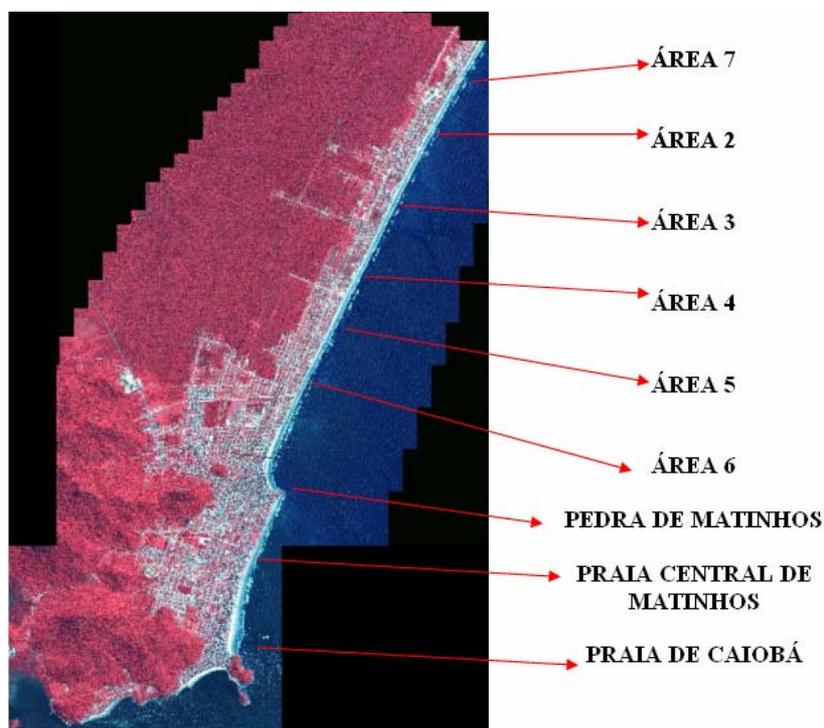


Figura 02 – Localização das Áreas de Estudo

Abaixo estão caracterizadas todas as áreas escolhidas para a realização dos estudos. A seqüência das áreas vai da Praia de Leste para a Praia Central de Matinhos.

A primeira área (área 07) localiza-se próximo ao Residencial *Cambuy Resort*. Esta área possui apenas uma construção que se encontra distante da praia e a vegetação ocupa boa parte da região (figura 03-A). Esta área possui uma elevação que separa a restinga da areia da praia.

A próxima área escolhida (área 02) localiza-se na esquina entre a Avenida Beira Mar e a Avenida Guarapuava, distante 1800 m da área anterior. Esta região possui uma quadra de futebol construída sobre a restinga, além de possuir uma vala de emissão de esgoto diretamente na praia, portanto já existe uma degradação da vegetação. A figura 03-B mostra a área em relação a região.

A área seguinte (área 03) localiza-se em frente ao residencial Ilhas do Caribe, que é um conjunto de seis prédios, esta área esta a 900 m da anterior. A área de restinga nesta região foi degradada com a plantação de grama em alguns locais, e ainda foram construídos alguns quiosques. A quantidade de

restinga é reduzida em relação ao total da área escolhida, existe também uma depressão no meio da área de restinga. A figura 3-C mostra a área em relação a região.

A próxima área (área 04) localiza-se na esquina entre a Avenida Beira Mar e a Rua Jaguapitã, distante 1900 m da área anterior. Nesta região pode-se observar alguma destruição pelas ressacas, conseqüentemente existem algumas pequenas porções de restinga e também pode-se observar a destruição de algumas partes do calçadão além de uma saída de esgoto para a praia. A figura 3-D mostra a área em relação à região.

A área seguinte (área 05) localiza-se entre as ruas Londrina e Xambre, distante 1200 m da área anterior. Esta região apresenta boa parte da área destruída do calçadão, restando apenas a ciclovia e uma pequena porção de vegetação. Nesta área existe uma grande quantidade de pedras colocadas entre a praia e a ciclovia para conter o impacto das ondas além de possuir uma escada construída para acesso a praia. A figura 3-E mostra a área em relação a região.

E finalmente a última área escolhida (área 06) para o estudo localiza-se entre a Avenida Centenário e a Rua Paranavaí, distante 1000 m da área anterior. Esta região é a mais destruída entre todas as áreas de estudo, possuindo apenas uma pequena faixa de calçadão, além de não ter parte da Avenida que também foi destruída, nesta área não existe mais a presença de restinga e a quantidade de pedras que foram colocadas é grande. A figura 3-F mostra a área em relação a região.



Figura 03-A – Área 07; Figura 03-B – Área 02; Figura 03-C – Área 03; Figura 03-D – Área 04; Figura 03-E – Área 05; Figura 03-F – Área 06.

2.1 – SOBRE O MEIO AMBIENTE DA REGIÃO:

Para que seja feita uma análise do meio ambiente da região de estudo, é necessário observar a ocupação imobiliária da região. Matinhos apresenta em seu centro e nos balneários mais próximos, uma boa infra-estrutura e uma eficiente rede de atendimentos, atraindo e incentivando a ocupação ao seu redor. A medida que se afasta do centro de Matinhos, a estrutura urbana torna-se deficiente, motivo pelo qual encontram-se poucos moradores e veranistas, formando uma área de pequenos balneários com freqüentadores sazonais. A ocupação ao longo da Avenida Beira-Mar é caracterizada por residências intercaladas à terrenos baldios e edifícios residenciais.

As áreas de maior degradação ambiental, principalmente em relação a vegetação nativa à beira mar (restinga) são as áreas de maior densidade demográfica. Esta degradação tornou-se um dos principais fatores que contribuem para o aumento da erosão na Avenida Beira-Mar. Outro problema acarretado pela destruição da restinga foi o desaparecimento da fauna nativa, alterando todo o ecossistema e desencadeando um desequilíbrio ambiental. A extensa área impermeabilizada junto ao mar, somada ao cenário descrito acima, alterou a topografia local, fazendo com que a maré avance sobre os balneários. Isso é perceptível nas ressacas que ocorrem no local, trazendo erosões em partes da Avenida Beira-Mar.

Outro tipo de degradação observada é de construções de áreas de lazer, como canchas de esporte, parquinhos e quiosques, que atendem às necessidades da população, mas ajudam a destruir a restinga local.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARA O LITORAL DO PARANÁ:

A Região do Litoral Paranaense abriga atualmente os últimos remanescentes da cobertura vegetal original do Estado: a floresta pluvial atlântica, mata de restinga e mangues. Para que estes recursos naturais não sejam destruídos por uma ocupação desordenada, uma pressão econômica ou uma exploração turística incorreta, o Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense, criado em 1984, criou mecanismos para o disciplinamento do uso e ocupação do solo nesta região, garantindo

a preservação dos bens públicos de interesse comum, especialmente dos recursos naturais (CONSELHO DO LITORAL, 1999). A lista de leis referentes a ocupação do solo no litoral paranaense apresentada no anexo deste trabalho é transcrita a seguir:

- Lei Estadual 7389 de 12/11/80:

Consideram áreas e locais de interesse turístico, para fins do disposto na Lei Federal 6513/77, as áreas e localidades situadas nos Municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes e Paranaguá, as quais especifica - Lei de Uso do Solo (CONSELHO DO LITORAL, 1999).

- Decreto Estadual 2722 de 14/03/84:

Aprova o Regulamento que especifica e define o aproveitamento de áreas e locais consideradas de interesse turístico de que trata a Lei 7389/80 (CONSELHO DO LITORAL, 1999).

- Instrução normativa nº 2, de 12 de março de 2001:

Refere-se à demarcação de terrenos de marinha, marginais e interiores (SPU, 2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS:

4.1 - MATERIAIS:

Neste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Para o levantamento topográfico foi utilizada uma Estação Total Leica TC-403 L, cuja precisão angular é de $\pm 10''$ e a linear $3\text{mm} \pm \text{ppm}$.

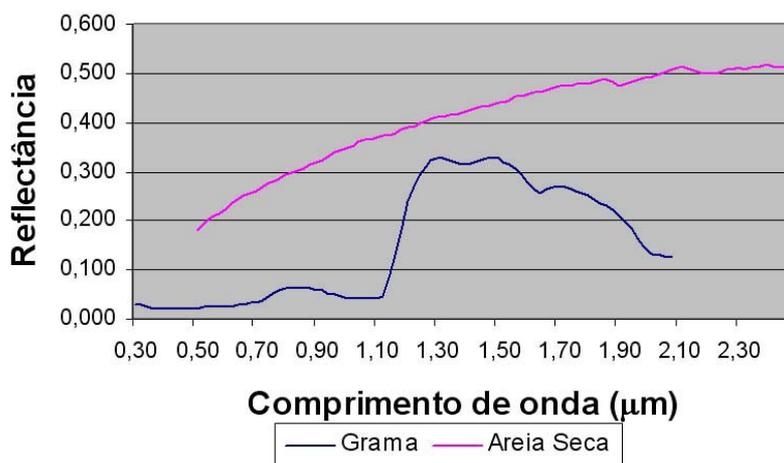
O objetivo do levantamento topográfico das áreas em estudo foi a representação planialtimétrica da mesma para a determinação do perfil atual e das áreas de restinga, as quais posteriormente serão comparadas com as determinadas pela imagem de satélite (Sensoriamento Remoto), que foi a seguinte:

- Imagem híbrida IKONOS II da região de Matinhos, de 05/10/2001, já registrada. Esta possui uma resolução espacial é de 1 metro.

A justificativa para a utilização desta imagem de satélite deve-se a melhor separabilidade entre a restinga das demais feições existentes na imagem, pois as bandas utilizadas são o verde o infravermelho e o infravermelho próximo. Este último a resposta espectral da vegetação é alta em relação a areia da praia.

A resposta espectral de um objeto varia para cada uma das bandas de um sensor, de acordo com a faixa do espectro eletromagnético em que cada um deles trabalha. As bandas mais comuns nos satélites são as da região do visível (azul, verde e vermelho) e do infravermelho (próximo, médio e distante). O gráfico 01 mostra uma comparação entre a resposta espectral de "areia seca" e "grama", obtida de (BOWKER, 1985).

Gráfico 01 – Comparação entre as curvas de reflectância da vegetação e da areia



Estas relações foram obtidas em laboratório e representam a reflectância. Na área de estudo ocorre principalmente “areia” e “vegetação de restinga”. Infelizmente não se dispõe de uma curva para a “restinga”, motivo pelo qual, para fins de ilustração, foi usada a curva de “grama”. No entanto, a comparação é válida, pois mostra, de uma maneira geral, a diferença espectral entre vegetação e areia.

4.2 – MÉTODOS:

A metodologia aplicada na parte de levantamentos topográficos foi dividida em três partes distintas, conforme a figura 04.

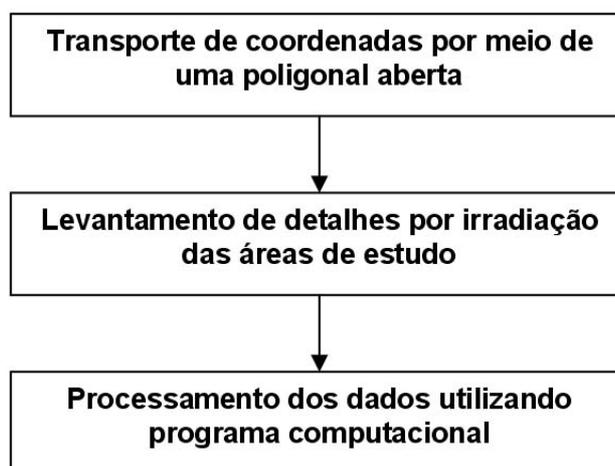


Figura 04 – Etapas do levantamento topográfico

4.2.1 - Transporte de coordenadas por meio de uma poligonal aberta:

Esta etapa foi realizada com o objetivo de transportar as coordenadas planimétricas de pontos conhecidos (pontos de apoio) para os pontos a serem ocupados nas áreas de estudo para o levantamento dos detalhes para que todas as áreas ocupadas estejam representadas no mesmo sistema de coordenadas. Na faixa litorânea do município de Matinhos existem alguns pontos levantados por GPS, dentre estes pontos, foram escolhidos 2 pontos em função da localização em que se encontram, facilitando o transporte de suas coordenadas para os demais pontos.

A princípio esta poligonal seria formada pelos pontos utilizados como partida no levantamento das 6 áreas em estudo, porém em função das longas distâncias entre os pontos e do horário do levantamento (realizado durante o meio-dia, a reverberação era acentuada) foi necessário a instalação de pontos auxiliares no decorrer do levantamento da poligonal.

4.2.2 - Levantamento planialtimétrico das áreas de estudo por irradiação

O levantamento de detalhes consiste em levantar as feições existentes nas áreas de estudo, tanto as feições planimétricas, como também as altimétricas, para a determinação das áreas de vegetação (restinga), representação e realizar um estudo comparativo entre cada um dos modelos gerados da atual situação da praia.

Com relação as dimensões das áreas levantadas, estas possuíam um comprimento que agrupasse determinadas características, como por exemplo: erosão, construções na área de restinga, pedras, entre outras feições específicas. Já com relação a largura destas regiões, todas compreendem desde o alinhamento frontal dos lotes da Avenida Beira Mar até o “interior” da água do mar, possibilitando gerar uma planta destas áreas com uma boa densificação dos pontos de altimetria, para a geração do MDT.

Depois de realizado o processamento dos dados com o programa Posição e o desenho com o programa *Autocad*, tem-se uma amostra na figura 05 da forma em que ficaram as áreas de estudo levantadas por topografia, nesta figura está representada a área de estudo número 02.

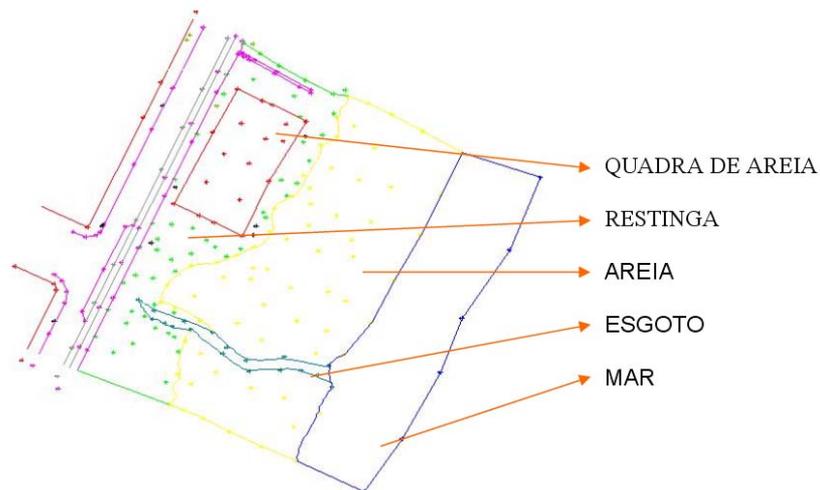


Figura 05 – Planta da área de estudo 02

Outros produtos que foram gerados do processamento dos dados de campo é a representação das curvas de nível e de um modelo tridimensional das áreas que foram levantadas, a figura 06-A e a figura 06-B mostram estas representações referentes a área de estudo 02.

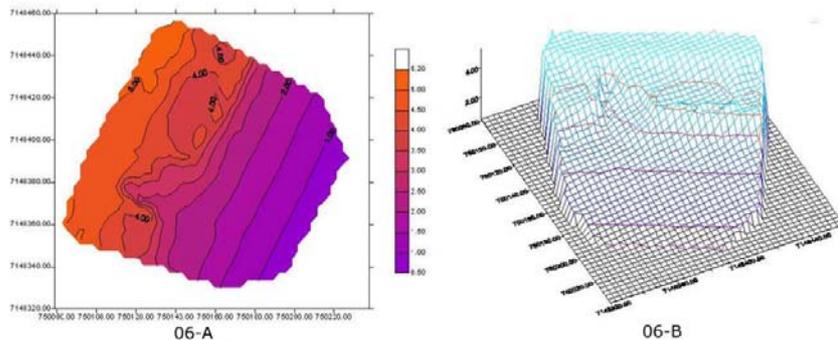


Figura 06-A – Mapa de contorno da área de estudo 02; Figura 06-B – Mapa de superfície da área de estudo 02.

4.2.3 - Digitalização das faixas de restinga sobre a imagem de satélite

Esta fase do trabalho consistiu em se realizar a digitalização da faixa de restinga sobre a imagem de satélite (figura 07) nas mesmas áreas onde a restinga foi levantada por topografia, para a realização de um estudo comparativo dos dois diferentes métodos para o mapeamento da vegetação. Ainda nesta fase, será executada a aplicação da legislação vigente quanto a ocupação da região litorânea no município, com a finalidade da verificação do cumprimento ou não da referida legislação.

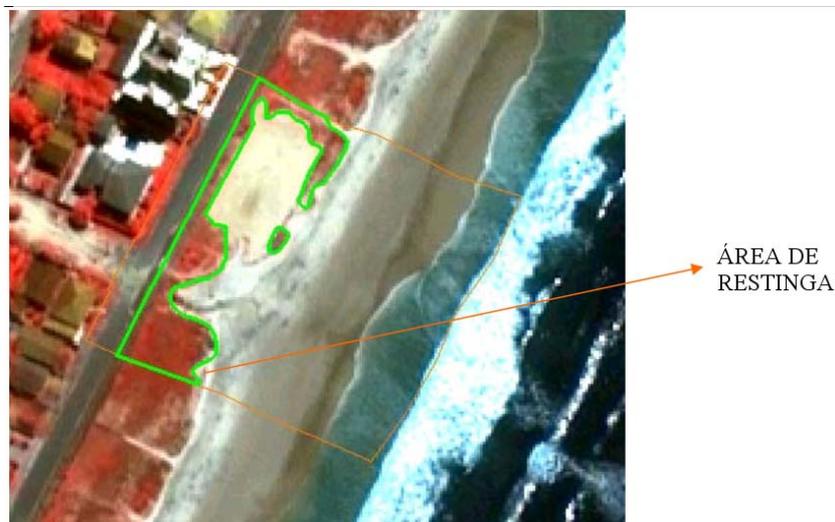


Figura 07 – Digitalização da restinga sobre a imagem de satélite da área 02

4.2.4 - Cálculo da linha de altitude zero

O parâmetro que serve como referência para toda a legislação sobre ocupação do solo vigente no litoral do Estado do Paraná, é a Linha do Preamar Médio do Ano de 1831. Esta linha de preamar é a linha que contém um valor médio da variação do nível do mar em uma determinada região do litoral ao longo de um ano. Ela leva em consideração os valores das marés máximas de cada mês do ano, sendo então a partir destas, calculada a média anual da maré máxima.

A linha é definida pela Secretaria do Patrimônio da União, através da Instrução Normativa nº 2 de 12 de março de 2001, da seguinte forma:

↓ 1º A Linha de Preamar Média de 1831 – LPM será determinada pela SPU a partir de plantas e documentos de autenticidade irrecusável, relativos ao ano de 1831, ou, quando não obtidos, à época que do mesmo mais se aproxime, e de observações de marés.

↓ 2º Na determinação da cota básica relativa à preamar média de 1831, deverão ser consideradas a média aritmética das máximas marés mensais (marés de sizígia) daquele ano, ou do que mais dele se aproximar, utilizando-se os dados da estação maregráfica mais próxima constante das tábuas de marés, publicadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação do Comando da Marinha (DHN).

Como pode-se observar nesta definição, existe uma grande dificuldade em se determinar esta linha do preamar médio de 1831, devido a falta de material cartográfico referente a esta data, bem como informações referente às mares de tal ano para o litoral do Paraná. Tendo em vista este problema, adotou-se para este trabalho como parâmetro para a determinação das linhas de ocupação do solo previstas na legislação para o litoral do Paraná, a linha de altitude zero, que pode ser facilmente obtida para as áreas de estudo levantadas, pelo fato de se possuir as informações altimétricas destas áreas.

A linha de altitude zero corresponde ao Nível Médio do Mar para o Porto de Imbituba, localizado no estado de Santa Catarina, onde se encontra o *Datum* Altimétrico do Sistema Geodésico Brasileiro. A partir deste *datum*, foi criada uma rede altimétrica de alta precisão que abrange todo o território nacional, que é materializada por milhares de Referências de Nível (RRNN). Para este trabalho, em função da dificuldade em se encontrar RRNN próximas às áreas de estudo, as altitudes foram obtidas a partir da altitude de alguns postes ao longo da Avenida Beira-mar, que foram determinadas durante a implantação do sistema de captação de esgoto na região de Matinhos pela Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (SANEPAR)

Esta linha de altitude zero foi obtida a partir do modelo digital do terreno de cada uma das áreas de estudo levantadas, levando em conta os pontos altimétricos coletados dentro da água e na areia da praia durante o levantamento realizado. Após estes cálculos para a sua determinação, a linha de altitude zero foi materializada no desenho planimétrico das áreas, por meio da função *offset* do *Microstation*, que consiste em efetuar cópias de feições com uma determinada distância da entidade original, esta função foi aplicada a partir da linha existente da água do mar em cada um dos desenhos.

Após a materialização desta linha, que servirá como referência para o estudo da legislação, foram realizadas medições da distância entre a testada dos terrenos da Avenida Beira-mar até a linha de altitude zero, para efeito de comparação dos resultados obtidos.

4.2.5 - Aplicação da legislação sobre a imagem de satélite

Nesta etapa, realizou-se a sobreposição das plantas planimétricas sobre as imagens de satélite, com o objetivo de se verificar o cumprimento da legislação vigente. Dentre a coletânea da Legislação, a Lei que vai gerar as linhas desejadas da ocupação do solo é a Lei Estadual 7389/80, nesta Lei em seu artigo 2º, letra e, fica especificado que:

Art. 2º - O Poder Executivo baixará decreto especificando as condições para o aproveitamento das áreas e locais de que trata o Artigo 1º desta Lei, bem como para parcelamento das áreas declaradas como de interesse especial para os fins do disposto na Lei Federal nº 6766, de 19 de dezembro de 1979, observados os seguintes aspectos e princípios:

e) Proibição de edificar qualquer tipo de construção antes de 80m (oitenta metros), contados perpendicularmente a partir da linha do preamar médio de 1831;

E de acordo com o Decreto Estadual 2722/84 que regulamenta a Lei 7389/80, são exceções para a construção de edificações dentro desta área de maior restrição:

Art. 6 - ...

IV – As instalações e os equipamentos urbanos, mormente os equipamentos públicos de abastecimento de água, de esgotos, de energia elétrica, da coleta de águas pluviais, da rede telefônica e de gás canalizado;

Como se pode verificar acima, não é permitida a construção de nenhuma edificação dentro desta faixa, exceto a construção de equipamentos públicos, como as ruas, por exemplo.

5. RESULTADOS E ANÁLISES:

Este capítulo trata de todos os resultados obtidos durante a realização dos trabalhos, por meio de tabelas e gráficos, bem como a sua análise de acordo com a interpretação fornecida pelos dados referidos.

5.1 - ESTIMATIVA DA ÁREA DE RESTINGA: (%) EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL DE CADA REGIÃO DE ESTUDO:

Estes resultados levam em consideração os dois métodos utilizados para a determinação da área existente de restinga: o método utilizando topografia e o método utilizando imagem de satélite. Os resultados obtidos estão expostos no quadro 01.

Quadro 01 – Resultados obtidos sobre as seis áreas de estudo

Número da área	7	2	3	4	5	6
Área total (m ²)	6092	12508	4427	4804	7115	10357
Dimensão da área (m)	67 x 86	108 x 115	45 x 100	50 x 95	74 x 98	153 x 70
Área de restinga medida por Topografia (m ²)	2393	2204	498	139	44	0
Área de restinga medida por análise de imagem de satélite (m ²)	2250	1538	36	93	0	0
% de cobertura vegetal por topografia	39,3%	17,6%	11,3%	2,9%	0,6%	0%
% de cobertura vegetal por análise de imagem de satélite	36,9%	12,3%	0,8%	1,9%	0%	0%

Conforme pode ser visto no quadro, a porcentagem das áreas de restinga medida por topografia e por análise de imagem de satélite se equivalem, apresentando em alguns casos, uma pequena variação percentual. A única discrepância entre estes valores é na área de estudo número 3. Como pode ser observado no quadro 01, a área medida por topografia é de 498 m² e a medida sobre a área de satélite é de 36 m². A justificativa deve-se ao fato de que por topografia é mais fácil identificar pequenas áreas de restinga no terreno; já por análise sobre imagem de satélite esta possibilidade fica restrita a identificação de grandes áreas. Isto deve-se a dois fatores constatados: o primeiro é a digitalização que restringe-se a resolução espacial da imagem que é de 1 metro. O outro fator que realmente exerce uma maior influência deve-se ao fato de que na área de estudo 3 e nas áreas de transição entre a restinga e a areia, a análise da imagem de satélite sofre a influência da pouca densidade da restinga nestas regiões, principalmente na área 03, onde a restinga é espalhada pela areia, como pode ser visto na figura 08.

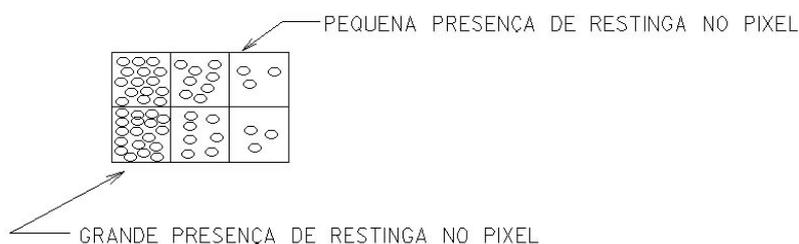


Figura 08 – Disposição da restinga na área 03 e nas regiões de transição

A menor proporção no *pixel* (contendo a predominância da areia) e a refletância da areia dão ao *pixel* uma aparência clara, mascarando a presença da como se vê no gráfico 01 que mostra as curvas de reflectância da restinga e da areia seca. A figura 09-A e a figura 09-B mostram parte da área de estudo 03, onde ocorreu este caso da reflectância da restinga.



ÁREA ONDA A REFLECTÂNCIA DA RESTINGA É MASCARADA

Figura 09-A e 09-B – EXEMPLIFICAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA REFLECTÂNCIA DA RESTINGA NA ÁREA DE ESTUDO 3

A área de restinga existente diminui sensivelmente à medida de que se aproxima da pedra de Matinhos, existindo locais onde não ocorre mais a presença da restinga, devido, entre outras causas, a destruição da região por constantes ressacas que afetam esta região litorânea, e também a ocupação de maneira desordenada por edificações nas proximidades da pedra de Matinhos, gerando um maior número de pessoas trafegando na área e ainda a existência de construções de calçadas de acesso à praia e de jardins, como constatou-se na área de estudo 03.

A figura 10, mostra a sobreposição das áreas de restinga nos dois diferentes métodos para área de estudo 02, verifica-se que a pequena diferença que ocorre nos dois métodos esta em volta do campo de futebol.

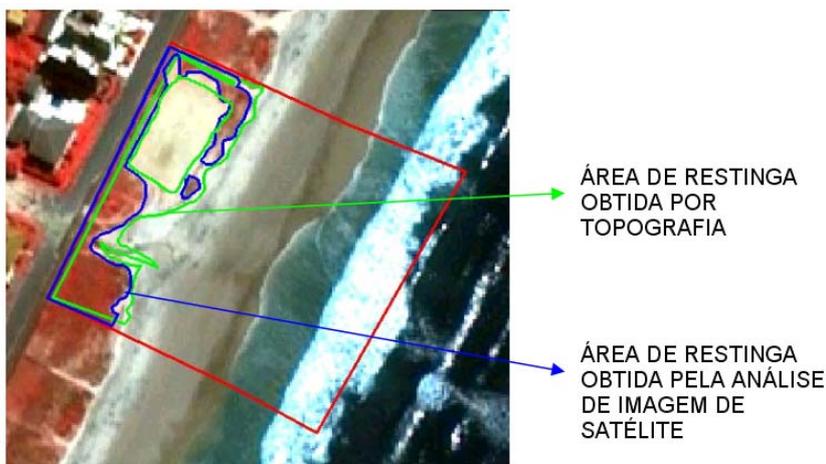


Figura 10 – Comparação da identificação das áreas de restinga na área 02

Observou-se nas seis áreas de estudo levantadas, que a preservação da restinga é maior nas áreas mais ao norte do município de Matinhos, coincidentemente a ocupação do solo nestas áreas é menor do que nas regiões próximas à pedra de Matinhos.

5.2 - RESULTADOS OBTIDOS DA MEDIÇÃO DA DISTÂNCIA MÉDIA DAS EDIFICAÇÕES ATÉ A LINHA DE COTA ZERO NAS ÁREAS DE ESTUDO:

Os resultados obtidos deste estudo levam em consideração a distância média da testada dos imóveis na Avenida Beira-mar até a linha de altitude zero. O fato destes valores serem um média da distância do imóvel até a linha de altitude zero é em virtude de que esta linha nem sempre é uma reta e perpendicular à linha das edificações. Estes resultados estão dispostos no quadro 02.

Quadro 02 – Distância média da edificação até a linha de cota zero

	Distância aproximada da pedra de Matinhos até a área de estudo (em km)	Distância média da linha de cota zero até as edificações de cada área (em m)
área 6	1,7 km	48 m
área 5	2,7 km	85 m
área 4	3,9 km	96 m
área 3	5,8 km	105 m
área 2	6,7 km	137 m
área 7	8,5 km	107 m

Como observou-se no quadro 02 quanto maior é a proximidade da área até a pedra de Matinhos, a distância entre os imóveis e a linha de altitude zero diminui, chegando ao limite de 48 metros apenas. Estes resultados podem ser atribuídos aos seguintes fatores:

A crescente ocupação imobiliária no sentido Praia de Leste – Matinhos, que em alguns casos as edificações foram construídas muito próximas da praia.

A ocorrência de ressacas que invadem as áreas construídas nas proximidades da pedra de Matinhos.

5.3 - RESULTADOS OBTIDOS NA APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO SOBRE AS ÁREAS DE ESTUDO

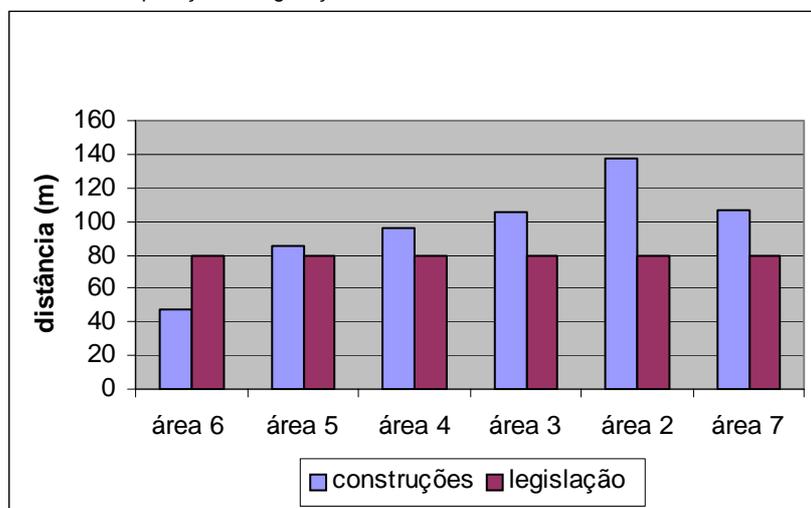
Estes resultados mostram a atual situação das edificações na Avenida Beira-mar para as áreas testes até a linha de altitude zero, delimitando uma área de maior restrição para construções. Vale ressaltar novamente que a aplicação da legislação serve apenas como metodologia para a sua realização, já que para efeitos legais, a linha de referência é a Linha do Preamar Médio de 1831. Os resultados estão demonstrados quadro 03.

Quadro 03 – Distâncias médias das edificações até a linha de 80 metros, referente a legislação

Área de estudo	Legislação (m)	Construções(m)	Diferença (m)
Área 6	80	48	- 32
Área 5	80	85	+ 05
Área 4	80	96	+ 16
Área 3	80	105	+ 25
Área 2	80	137	+ 57
Área 7	80	107	+ 27

O gráfico 02 demonstra a situação das edificações em relação a linha de altitude zero.

Gráfico 02 – Aplicação da legislação utilizando como referência a linha de altitude zero



De acordo com os resultados obtidos, existe apenas uma área (área 6) com irregularidades no que se refere a aplicação da linha de 80 metros a partir da linha de altitude zero, esta linha ultrapassa 32

metros além da testada dos imóveis localizados na Avenida Beira-mar. Em uma outra área (área 5) a linha de 80 metros ficou a apenas 5 metros da testada dos imóveis, contendo construções classificadas como equipamentos públicos, como por exemplo, a Avenida Beira-mar e postes de iluminação pública. As demais áreas estão de acordo com a legislação de construções além da linha de maior restrição.

A figura 11, mostra o resultado da aproximação da aplicação da legislação sobre a área de estudo 07, ressaltando novamente que a linha de referência utilizada foi a linha de altitude zero e não a Linha do Preamar Médio de 1831. Pode-se observar que a área de maior restrição está longe da Avenida Beira-mar, demonstrando que não existem irregularidades para esta área de estudo.

A região com hachuras azuis corresponde a faixa de 80 metros com maior restrição para construções na faixa do litoral.



Figura 11 - Aproximação da aplicação da legislação sobre a área de estudo 07

A figura 12 mostra a aplicação da legislação para a área de estudo 06, esta área segundo a aproximação feita para a aplicação das leis, esta com várias construções dentro da faixa de maior restrição (80 metros), resultando na ocupação indevida do solo.

A região com hachuras azul corresponde a faixa de 80 metros com maior restrição para construções na faixa do litoral.



Figura 12 – Aproximação da aplicação da legislação sobre a área de estudo 06

Como foi possível observar na aplicação da legislação a partir da linha de altitude zero, a única área “irregular” dentre todas as áreas de estudo é a área 06, que possui várias construções dentro da faixa de

80 metros, que corresponde a região de maior restrição. Como também foi possível salientar, da mesma maneira que a preservação da restinga vai diminuindo conforme se aproxima da pedra de Matinhos, as construções também ficam mais próximas do mar no mesmo sentido. Comprovando os maiores estragos que são registrados quando ocorrem as ressacas no litoral.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação às técnicas empregadas neste projeto, elas forneceram os resultados esperados no trabalho, dentro das suas especificidades e limitações, seja pelos resultados ou pelos seus custos.

A topografia comprovou ser a melhor alternativa para o levantamento de feições e principalmente das porções de restinga existentes na praia, tanto no que tange a precisão dos resultados como principalmente nos custos que são exigidos para a realização do projeto.

Sugere-se que em trabalhos futuros, utilize-se a tecnologia do GPS para o levantamento das áreas de restinga, para que seja possível comparar os resultados e os custos com mais uma técnica para a determinação destas áreas.

O sensoriamento remoto tem os resultados semelhantes aos fornecidos pelo método topográfico, tendo pequenas variações nos valores das áreas de restinga. Este método é o mais indicado para quando existirem áreas maiores para a aplicação realizada neste trabalho, abrangendo inúmeras características sobre a região. Mas o que acaba depreciando substancialmente o método são, os valores dos custos que envolvem a produção dos resultados para este tipo de trabalho, pois o valor da imagem de satélite de alta resolução é bastante alto. Para que se diminuíssem estes custos, o interessante é que houvesse uma área extensa para a determinação da restinga e também houvesse a associação com outros projetos que envolvam a aplicação de imagens de satélite, como o desenvolvimento de um cadastro imobiliário por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de levantamento topográfico**, NBR 13133. Rio de Janeiro, 1994.
- ANDRADE, Leonor Ribas de. **Restinga Net**. Disponível em <<http://www.restinga.net>>. Acesso em 23/02/2003.
- ANGULO, Rodolfo José.. **A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha de costa**. Boletim Paranaense de Geociencias. Curitiba, 1993.
- ANGULO, Rodolfo José; ARAÚJO, Alfredo Duarte. **Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica**. Boletim Paranaense de Geociencias. Curitiba, 1996.
- BENEVIDES, Salvador. **Restinga**. Disponível em <<http://intermega.com.br/restinga/index.html>> Acesso em 23/02/2003.
- BOWKER, D.; DAVIS, R.; MYRICK, D.; STACY, K. & JONES, W. **Spectral reflectances of natural targets for use in remote sensing studies**. NASA, Hampton, VA. 1985.
- CIGOLINI, Adilar; MELLO, Laércio de; LOPES, Nelci. **Paraná, Quadro Natural, transformações territoriais e economia**. Curitiba. Ed. Renascer. 1998.
- COLIT. **Conselho de Desenvolvimento do Litoral do Paranaense**. Disponível em <<http://www.pr.gov.br/colit>>. Acesso em 25/10/2002.
- CHUVIECO, Emilio. **Fundamentos de teledetección espacial**. Ediciones Rialp S.A, Madrid, 1990.
- DA SILVA, Alessandro A.; DA SILVA, Maria Madalena S.. **Determinação da linha de costa utilizando técnicas topográficas, geodésicas e sensoriamento remoto, estudo de um caso**. Curitiba. 2002.
- ENGESAT. **Engesat Imagens de Satélite**. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br>>. Acesso em 15/02/2003.
- JUNIOR. Pedro Pereira. **Restinga Viva**. Disponível em <<http://www.restingaviva.hpg.com.br>> Acesso em 04/11/2002.
- MARTINI, Luisnei; JÚNIOR, Nelson U. B. **Estudo das áreas de restinga utilizando diferentes métodos para a sua determinação e aplicação da legislação sobre a região litorânea do município de Matinhos-PR**. Curitiba. 2003.
- NOVO, Evelyn. **Sensoriamento Remoto. Princípios e Aplicações**. São Paulo. Ed. Bluchner, 1995.
- SPU. **Secretaria do Patrimônio da União, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Disponível em: < <http://www.spu.planejamento.gov.br> >. Acesso em 14/12/2002.
- WILD, **Manual de Operação da Estação Total TC-403L**. Heerbrunn, Suíça, 1994.