

INVESTIGAÇÕES DE ALGUNS MÉTODOS DE POSICIONAMENTO E RECEPTORES GPS NA DETERMINAÇÃO DA LINHA DE COSTA DO BALNEÁRIO DE CAIOBÁ

CESCILA DE CÁSSIA ZEFERINO
CLAUDIA PEREIRA KRUEGER

Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Universidade Federal do Paraná
Caixa Postal 19011 - Centro Politécnico - Jardim das Américas
CEP 81531-990 - Curitiba - PR - Brasil
cescila@gmail.com; ckrueger@ufpr.br

RESUMO - Pelas várias ocorrências da ação antrópica do litoral brasileiro, tem se dado uma maior importância aos monitoramentos de áreas costeiras. Este trabalho visa investigar alguns métodos de posicionamento e receptores GPS na determinação da linha de costa do balneário de Caiobá no município de Matinhos, litoral do Paraná. Os posicionamentos na linha de costa do balneário de Caiobá foram realizados através dos métodos de posicionamento absoluto e relativo cinemático. No primeiro caso foram empregados os receptores Garmin III Plus e o Promark 2. No posicionamento relativo cinemático utilizaram-se os receptores Promark 2 e o Astech ZXII. Para o posicionamento relativo cinemático foi empregado como estação base o marco localizado em Matinhos. Os dados brutos foram processados com o programa comercial Astech Solutions. Os resultados obtidos foram analisados por parâmetros de saída do processamento, como, por exemplo, suas precisões horizontais e verticais e a determinação dos inteiros das ambigüidades. Mediante a análise dos resultados obtidos constata-se a precisão superior do receptor GPS de dupla frequência.

Palavras Chaves: Posicionamento Relativo Cinemático, Posicionamento Absoluto, Diferentes Equipamentos, Ação Antrópica.

ABSTRAT - For several instances of action anthropic the brazilian coast, has been given greater importance to the monitoring of coastal areas. This work aims to investigate some methods of positioning and GPS receivers in determining the line of the coast beach of Caiobá in the municipality of Matinhos, coast of Paraná. Positions in the coastline of the beach of Caiobá were made by the methods of absolute and relative kinematic. In the first case the recipients were employed Garmin III Plus and Promark 2. In the kinematic positioning on the receivers were used Promark 2 and Astech ZXII. For the kinematic positioning relative was employed as a base station located in the Matinhos. The raw data were processed with the program commercial Astech Solutions. The results were analyzed by the output of processing parameters, such as its horizontal and vertical precision and determination of the whole of ambiguities. Through the analysis of the results there are better accuracy of dual-frequency GPS receiver.

Keywords: Positioning Relating kinematic, Absolute Positioning, Different equipment, Anthropic Action.

1 INTRODUÇÃO

Em várias regiões litorâneas do Brasil, os acontecimentos de erosão e progradação das linhas de costa têm sido cada vez mais constantes. Isto se deve à construções inadequadas, um mal planejamento urbano, uma fiscalização deficiente de construções próximas à praia, mudanças climáticas e ambientais, etc.

Alguns projetos, como DIAMAT “Determinação do Impacto Ambiental Decorrente da Ação Antrópica na Linha de Costeira da Região de Matinhos (PR)” e o AMALC “Avaliação de

Metologias para Atualização de Linhas de Costa”, vêm atuando com o objetivo de caracterizar a tendência erosiva da linha costeira no município de Matinhos nos últimos anos e o impacto ambiental decorrente da ocupação urbana nesta região. Como toda análise deve-se basear em dados confiáveis e atuais o artigo visa também o fortalecimento dos levantamentos geodésicos e a disposição de informações atualizadas da região através de informações georeferenciadas de qualidade que sirvam de base para o gerenciamento do ecossistema costeiro. Dentre os métodos existentes para reconstrução de linha de costa o mais utilizado atualmente são os levantamentos geodésicos com o

emprego do GPS, pois se obtém um maior rendimento e boa precisão para o monitoramento de áreas sujeitas à significativas erosões e progadações.

O artigo tem como objetivos avaliar o posicionamento da linha de costa utilizando o método de posicionamento cinemático com diferentes equipamentos e o método absoluto e analisar a linha de costa obtida com os diferentes equipamentos para o trecho do balneário de Caiobá no litoral do Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O NAVSTAR - GPS (NAVigation System with Time And Ranging – Global Positioning System) é um sistema de navegação através de sinais de rádio, provendo posicionamento tridimensional, baseado numa constelação básica de 24 satélites artificiais, desenvolvido e mantido pelo Departamento de defesa dos Estados Unidos (DoD). Desde o seu surgimento, usuários de diversas áreas têm recorrido a ele, principalmente em virtude da sua disponibilidade contínua, fácil aplicação e independência em relação às condições meteorológicas (KRUEGER, 1996, p.1).

O princípio básico de navegação pelo GPS consiste na medida de distâncias entre o usuário e quatro satélites. Conhecendo as coordenadas dos satélites num sistema de referência apropriado, é possível calcular as coordenadas da antena do usuário no mesmo sistema dos satélites. Do ponto de vista geométrico, apenas três distâncias, desde que não pertencentes ao mesmo plano, seriam suficientes. Nesse caso, o problema se reduziria à solução de um sistema de três equações, a três incógnitas. A quarta medida é necessária em razão do não-sincronismo entre relógios dos satélites e o do usuário, adicionando uma incógnita ao problema. (MONICO, 2000 p.22).

2.2. Coordenadas

Para obter a posição instantânea da antena de um receptor GPS em movimento, o usuário deve ter acesso às posições e ao sistema de tempo dos satélites em tempo real. Essas informações são acessadas via sinais dos satélites GPS, contidos nas efemérides transmitidas (*Broadcast Ephemerides*). Para usuários que não necessitem de posição instantânea, mas alta acurácia, há opção de acessar, via *internet*, as efemérides pós processadas, denominadas de efemérides precisas, produzida por diversos centros de Análise que compõem o IGS. Dependendo da precisão requerida no posicionamento, podem-se utilizar as próprias efemérides transmitidas.

2.3. Observáveis GPS

As observáveis do GPS que permitem determinar posição, velocidade e tempo podem ser identificadas como (SEEBER, 1993; LANGLEY, 1996a):

- Pseudodistância a partir do código; e
- Fase da onda portadora ou diferença de fase da onda portadora. Cada satélite GPS transmite duas portadoras: L1 e L2. Elas são geradas a partir da frequência fundamental de 10,23 MHz, a qual é multiplicada por 154 e 120, respectivamente. Dessa forma, as frequências(L) e os comprimentos de onda (λ) de L1 e L2 são:
L1 = 1575,42 MHz e $\lambda \approx 19$ cm.
L2 = 1227,60 MHz e $\lambda \approx 24$ cm.

2.4. Métodos de posicionamento GPS

Posicionamento diz respeito à determinação da posição de objetos com relação a um referencial específico. Pode então ser classificado em:

- Posicionamento Absoluto: quando as coordenadas estão associadas ao geocentro;
- Posicionamento Relativo, no caso em que as coordenadas são determinadas com relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas e;
- Diferencial (DGPS): Consiste no posicionamento de uma estação móvel através das correções geradas na estação de referência. Essas correções são enviadas em tempo real por meio de um sistema de comunicação (rádio de transmissão, linha telefônica, ou satélite de comunicação) dentro de um formato apropriado, definido pela *Radio Technical Committee for Maritime Service* (RTCM).

Neste trabalho foram considerados apenas os métodos de posicionamento absoluto e relativo cinemático.

2.5. Linha de costa

A linha de costa refere-se ao limite água-terra e varia segundo uma faixa mais ou menos estreita determinada pelas baixas e altas marés que aí ocorrem e pelo relevo da costa.

3 MATÉRIAS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A escolha da região, o Balneário de Caiobá no município de Matinhos e, foi feita por já existirem levantamentos anteriores, e por haver um projeto em andamento, o AMALC, que teve os gastos financiados. A região fica localizada na região sul do litoral

brasileiro, no estado do Paraná, município de Matinhos com uma área aproximada de 215 km quadrados e 3 metros acima do nível do mar.



Figura 1 - Localização Geográfica do Município de Matinhos. Fonte: Site de Paranaguá, 2007.



Figura 2 - Localização da Pedra de Matinhos, estação base PEDR. Fonte: PROGRAD, 2007.

O caminhamento foi feito a partir de mais ou menos 2km do balneário de Caiobá sentido a Pedra de Matinhos .

Os Levantamentos foram realizados nos dias 25/06 a 27/06 de 2007, utilizando três equipamentos diferentes: Ashtech ZXII, Ashtech Promark 2 e Garmin GPS III plus.

3.1.1 Equipamentos Utilizados

Utilizou-se nos levantamentos os seguintes equipamentos:

- Dois Receptores Ashtech ZX-II que possuem como observáveis as portadoras L1 e L2 com comprimento de onda completo;
- 1 Receptor Promark que possui como observáveis a fase da portadora L1 e o código C/A;
- Um receptor GARMIN GPS III Plus que possui como observável o código C/A

3.2. METODOLOGIA

Os levantamentos realizados utilizaram-se de 2 métodos de posicionamento GPS e três equipamentos distintos conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - Métodos e seus equipamentos

EQUIPAMENTO	MÉTODO DE POSICIONAMENTO
Ashtech Z XII	Relativo Cinemático
Ashtech Promark 2	Relativo Cinemático e Absoluto
Garmin GPS III plus	Absoluto

Na estação base PEDR foi instalada a antena e o receptor Ashtech Z-XII, enquanto as estações móveis se deslocaram ao ponto onde o caminhamento começaria. Quatro pessoas fizeram parte do caminhamento, 2 carregaram verticalmente as antenas, e os outros dois os receptores. A disposição dos receptores foi em linha com distância de mais ou menos 3 metros, tentando ao máximo repetir o caminhamento do receptor à frente, respeitando a linha de costa, como na figura 3.



Figura 3 - Caminhamento
Fonte – Autora, 2007.

4 PROCESSAMENTOS E ANÁLISES

Para o processamento dos dados foram utilizados os softwares:

- Ashtech Solutions: Um software de pós-processamento que fornece simples e preciso processamento dos dados do ProMark2 e do Ashtech Z XII.
- GPS TrackMaker: Software de downloads e visualização dos dados.

Na criação de um novo projeto dentro do software Ashtech Solutions foram considerados que seriam falhos os dados que tivessem uma precisão

horizontal e vertical menor que 0,1m + 1 ppm (parte por milhão). Após o processamento cada ponto tem como variável seus deltas e desvios para X, Y e Z, número de satélites, PDOP. O critério adotado, para que um ponto fosse considerado apto a ser agregado dentro do produto final da linha de costa, foi que sua precisão, mencionada acima, fosse não falha e que todos os pontos desta linha tivessem suas soluções fixadas, ou seja, suas ambigüidades resolvidas. Para os vetores de cada levantamento foi utilizado o software Auto Cad e Microstation. Foram confeccionados alguns programas no Microstation para geração automática de distância, média das distâncias e desvio padrão, entre as linhas de costa. Na análise visual foi utilizado o software Arc View, nele pode ser agregado os vetores das linhas e uma imagem de satélite Ikonos com resolução espacial de 1m pancromática e 4m no multiespectral, do ano de 2004.

4.1 Análises

O equipamento Ashtech ZXII é o mais preciso entre os outros equipamentos, pois seu número de observáveis é maior e o máximo de observáveis que um receptor, até hoje, pode captar. Por isso ele foi usado como base para se analisar a diferença de precisão das linhas para todos os equipamentos.

Para o levantamento obtido para o Balneário de Caiobá a tabela 2 descreve os dados retirados de cada equipamento, agregada com as análises gráficas e visuais obtém-se uma análise dos resultados das linhas de costa para cada um deles.

Tabela 2 - Levantamentos realizados em Caiobá

Denominação	CM1	CM2	CM3	CM4
Ano do Levantamento	2007	2007	2007	2007
DIA GPS	145	145	145	145
Equipamento	Ashtech ZXII	Promark 2	Promark 2	Garmin
Intervalo de Gravação	3s	3s	3s	3s
Observáveis	L1/L2	L1	L1	C/A
Dados	Processados	Processados	Brutos	Brutos
Numero de pontos	1087	1448	635	4 trilhas 22 pontos
Ambigüidades resolvidas %	89,78	97,31	X	X
Ambigüidades parciais %	6,35	1,93	X	X
Ambigüidades flutuantes %	3,86	0,76	X	X
Precisões alcançadas %	95,4	94,89	X	X
Estação Base	PEDR	PEDR	X	X
Método Posicionamento	Relativo Cinemático	Relativo Cinemático	Absoluto	Absoluto

Percebe-se que foram realizados dois posicionamentos relativos cinemáticos (CM1 e CM2) e dois posicionamentos absolutos (CM3 e CM4). Também adotou-se aqui a CM1 como a “linha padrão” visando a realização das análises quanto ao equipamento e ao método empregado.

A tabela 3 apresenta para cada comparação do equipamento ZXII com os demais a média das distâncias e seus desvios-padrão.

Tabela 3- Médias e desvios-padrão dos Levantamentos em Caiobá

COMPARAÇÃO	média das distâncias (m)	desvio padrão (m)
CM1 X CM2	0,39	+ou-0,59
CM1 X CM3	1,72849	+ou-1,18
CM1 X CM4	2,8437	+ou-1,88

4.1.1 - CM1 X CM2

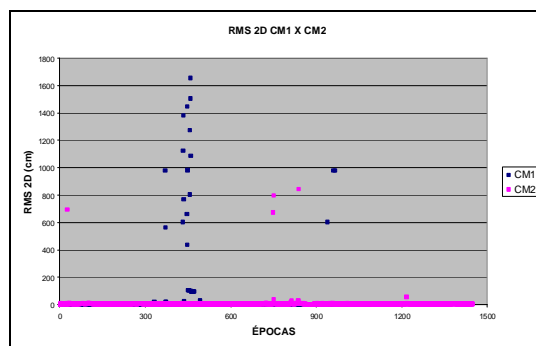


Gráfico 1- Comparação dos RMS's para CM1 e CM2.

Analisando-se os gráficos 1 e 2 verifica-se que eles estão condizentes com as porcentagens de precisões alcançadas indicadas na tabela 2. Verifica-se que para o CM1 existe alguns valores mais elevados de RMS 2D para a época de 450 onde há ambigüidades flutuantes ou parciais. O RMS 2D para CM1 é de cerca de 3cm e para CM2 é de cerca de 5cm exceto as pequenas flutuações.

Pela tabela 2 constata-se que a porcentagem de ambigüidades resolvidas para CM2 é superior ao do CM1 e que há maior porcentagem de ambigüidades flutuantes no CM1 em relação ao CM2, tais fatores não influenciaram na porcentagem de precisões alcançadas, com 1% a maior precisão alcançada, visto que CM1 é mais preciso que CM2.

Como a linha de base é aproximadamente de 5km as resoluções das ambigüidades inteiras não é um fator complicante, mesmo para um receptor de uma frequência. Neste caso um receptor de dupla frequência tem como desvantagem a presença da portadora L2 que tende a sofrer maiores perdas que L1.

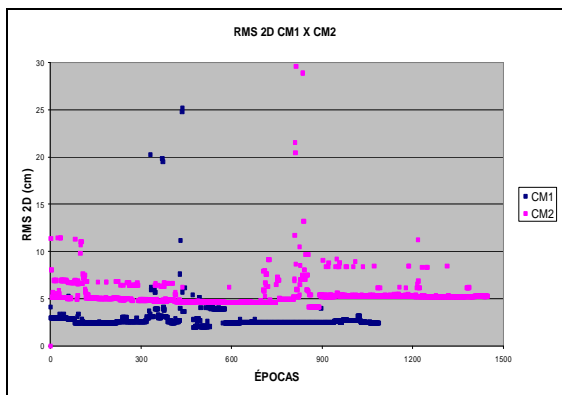


Gráfico 2 - Comparação dos RMS's para CM1 e CM2.

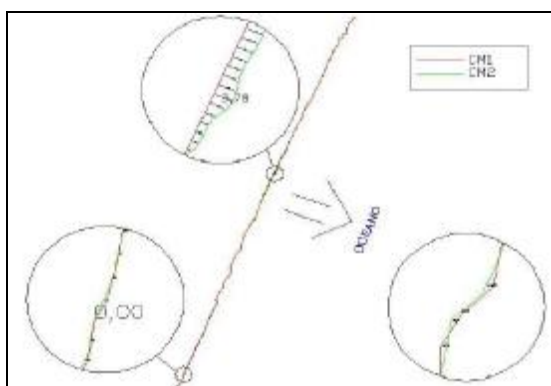


Figura 4 - Máxima e mínima distância entre Cm1 e Cm2

Na figura 4 apresenta-se as distâncias máximas e mínimas ocorridas nesta comparação (CM1 x CM2). A diferença mínima foi de 0 metros e a máxima de 3,78m. Esse valor também é destacado na figura 5 que apresenta as linhas sobrepostas a imagem de satélite.

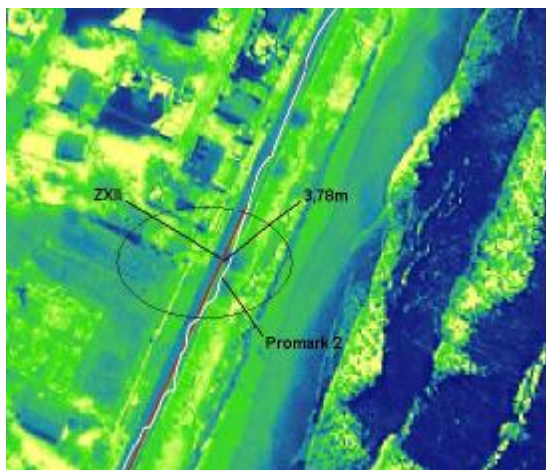


Figura 5 - Máxima distância entre Cm1 e CM2

4.1.2 - CM1 X CM3

No levantamento da linha de costa de Caiobá empregou-se o receptor Promark 2 em um posicionamento Absoluto. Na comparação destas linhas de costa com a linha de costa padrão obteve-se uma distância mínima de 3cm e uma distância máxima de 6,37m (Figura 6). Na tabela 3 a média das distâncias para esta comparação foi igual a 1,73m com desvio padrão de 1,18m.

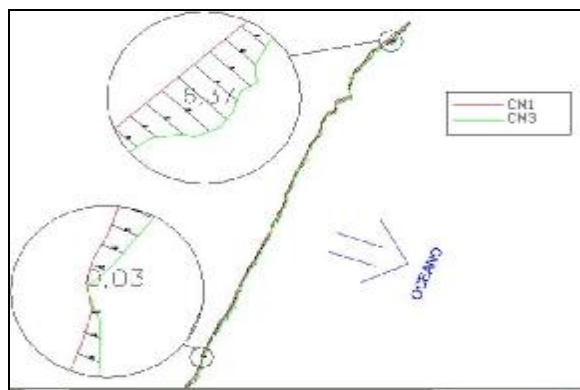


Figura 6 - Máxima e mínima distância entre Cm1 e CM3

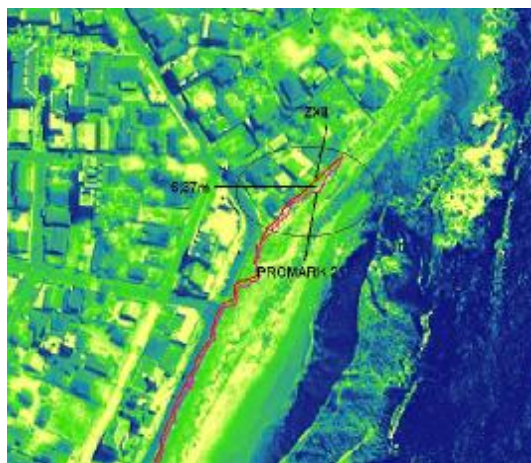


Figura 7 - Máxima distância entre Cm1 e CM3

4.1.3 - CM1 X CM4

Nesta última comparação (CM1 X CM4), analisa-se a precisão da linha de costa obtida com o receptor Garmim com o método de posicionamento Absoluto com a linha padrão (CM1).

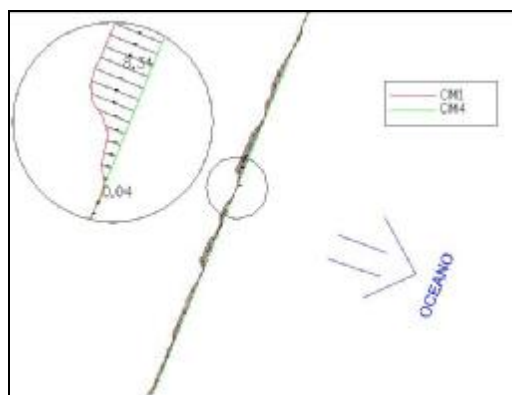


Figura 8 - Máxima e mínima distância entre Cm1 e Cm4

Na figura 8 apresenta-se um detalhe com a mínima distância entre as linhas que foi de 4cm e a distância máxima de 8,34m. A média das distâncias entre estas linhas foi de 2,84m com desvio padrão de 1,88m.

Com estas análises verifica-se que a precisão alcançada com este caminhamento está dentro da precisão indicada para um posicionamento absoluto com código C/A com a AS desligada, precisão bidimensional inferior a 15m.

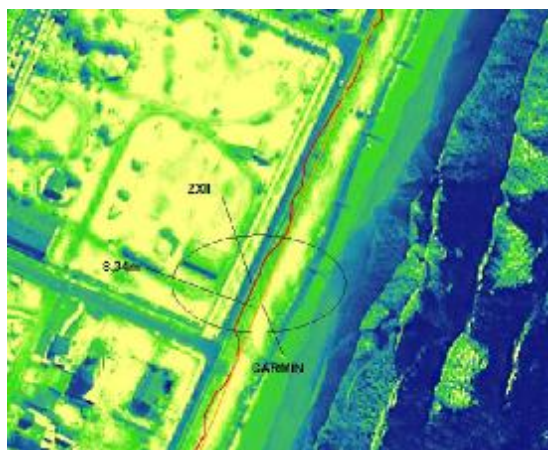


Figura 9 - Máxima distância entre Cm1 e Cm4

Analisando a Figura 21 e a figura 22 nota-se que há mais distâncias próximas das distâncias máximas que das distâncias mínimas ao longo da linha de costa determinada. Na figura 22 apresenta-se estas linhas sobre a imagem de satélite para a região que apresentou a máxima distância.

Percebe-se que há um maior detalhamento para a linha de costa padrão que para a linha de costa obtida com o receptor Garmin.

5 CONCLUSÕES

A fim de analisarem-se os diferentes equipamentos e métodos empregados neste artigo

optou-se por adotar a linha de costa determinada com o método de posicionamento relativo cinemático com o receptor Ashtech Z-XII como a “linha padrão” (CM1).

Ao se analisar os valores das médias das distâncias entre as linhas de costa obtidas com diferentes equipamentos e seus desvios padrão verificou-se que os resultados foram condizentes com os métodos e os equipamentos empregados.

A linha de costa obtida a partir dos dados brutos do Promark 2 (L1) (CM3) comparada a linha padrão (CM1) apresentou um resultado mais satisfatório do que o obtido com equipamento Garmin (código C/A) (CM4). Contudo o método posicionamento absoluto, com código C/A, não apresentou resultados satisfatórios para este tipo de análise, ou seja, quando se almeja avaliar a erosão ou a progradação de uma linha de costa. No caso em que se anseia atualizar linhas de costa em cartas náuticas com o posicionamento absoluto (a precisão deve ser inferior a 10 metros) empregando-se o receptor Garmin (código C/A) deve-se ter ressalvas.

Ao se comparar a linha de costa obtida com o método de posicionamento relativo cinemático realizada com o receptor Promark 2 (CM2) com a “linha padrão” (CM1) pode-se verificar que a qualidade do posicionamento com o receptor Promark 2 (CM2) em alguns momentos apresentou-se com a mesma qualidade da linha padrão. Tal fato ocorre em face de que para uma linha de base curta as resoluções das ambigüidades inteiras, mesmo para um receptor de uma frequência, são mais simples e rápidas. Contudo obteve-se diferenças máximas de até 6,85m para a linha de costa de Matinhos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTech ZXII Disponível em: www.nmh.gov.tw, acessado em 30/05/2007.

BABINSCK, A. P. **Determinação da Linha de Costa por meio da Monorestituição Digital de Imagens de Câmeras de Pequeno Formato e Técnicas GPS.** Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas UFPR, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestrado, Curitiba, 2006.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais.** Editora do curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR, Curitiba, 2003.

GARMIN disponível em: www.expansys.com, acessado em 30/05/2007.

GEMAEL, C. & BITTENCOURT, A. J. **Geodésia Celeste.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LINHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **Global positioning system: theory and practice**.

Springer Wien New-York, Fifth Revised Edition, 2001.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **Global positioning system: theory and practice**. Springer-Verlag Wien New-York, third revised, 1994.

Imagem de Matinhos
http://www.prograd.ufpr.br/5_fafgrad/images/mapa_matinhos_1.jpg a cessado em 30/05/2007.

KRUEGER, C. P. **Investigações sobre Aplicações de Alta Precisão do GPS no Âmbito Marinho**. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas UFPR, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutora, Curitiba, 1996.

KRUEGER, C. P. **Evento de Extensão Universitária - ERROR SOURCES IN HIGHLY PRECISE GPS POSITIONING**. Apostila do laboratório de Geodésia da UFPR, 2004.

KRUEGER, C. P. **DIAMAT “Determinação do Impacto Ambiental Decorrente da Ação Antrópica na Linha de Costeira da Região de Matinhos (PR)”**. Artigo apresentado no Simpósio Brasileiro de Geomática. Presidente Prudente, 2002.

KRUEGER, C. P. **Posicionamento por Satélites**. Apostila apresentada para o Curso de Especialização: Geoprocessamento e Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano E Rural, Curitiba, 2005.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTARGPS descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo, Editora UNESP, 2000.

Promark 2 Disponível em:
[http://www.hezolinem.com/img_material/41\(PM2ANTENA\).JPG](http://www.hezolinem.com/img_material/41(PM2ANTENA).JPG)

http://www.abandeira.com/gps/topografia/promark_tec.htm, acessado em 30/05/2007.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications**. Berlin New York, 1993.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: Foundations, Methods and Applications**. Berlin New York; New-York: Walter de Gruyter, 2ª. Edição, 2003.

SUGUIO, K. 1992. **Dicionário de geologia marinha**. São Paulo, T.ª Queiroz, 171 p.

WELLS, D. **Guide to GPS positioning**. Fredericton, Canadian GPS Associates, 1986.

WIKIPÉDIA. Disponível em
http://pt.wikipedia.org/wiki/Costa_%28geografia%29,
Acesso: 01 de novembro de 2006.