

# MONITORAMENTO DE NAVIOS POR IMAGENS DIGITAIS USANDO FORMATO BSB (MAPTECH)

**Kátia Alves Arraes**

CASOP - Centro de Apoio a Sistemas Operativos

<http://www.casop.mar.mil.br>

UFF - Universidade Federal Fluminense

Pós-Graduação Ciências da Computação

<http://www.ic.uff.br>

[karraes@ic.uff.br](mailto:karraes@ic.uff.br)

**Aura Conci, D.Sc**

Universidade Federal Fluminense

Instituto de Computação

Centro Tecnológico - UFF

Rua Passo da Pátria, 156 - Bloco D - 4º andar – Sala 452

São Domingos, Niterói - RJ, CEP 24.210-240

[aconci@ic.uff.br](mailto:aconci@ic.uff.br)

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo mostrar o estudo realizado sobre o processo de evolução na navegação marítima do passado até a atualidade. São consideradas as novas tecnologias no mundo atual como, por exemplo, a navegação com utilização de cartas eletrônicas, GPS e outras propiciando ao navegador um acompanhamento gráfico detalhado e seguro de sua navegação.

Os cenários marítimos reais são principalmente descritos em arquivos de imagens do formato BSB (Maptech). Por isso, será descrito também neste trabalho um estudo detalhado desse tipo de formato principalmente se concentrando em aspectos como: compressão de dados, formas de armazenamento, descrição das cores usadas pelo formato e utilização das coordenadas geográficas.

**Palavras-Chaves:** Simulação; Cartas eletrônicas; Formato de Arquivos BSB (Maptech); Cartas Raster; GPS.

## Abstract

This work has as objective to show the study of the evolution process of the marine navigation from the past to the present time. The new current technologies are considered, for instance, the navigation with use of electronic chart, raster chart, GPS, datum and other to improve safe navigation.

The real marine sceneries are described mainly image files of the format BSB (Maptech). For that, a detailed study of this format type will also be described in this work. This study is concentrated on the aspects of data compression, storage forms, forms of description of the colors and utilization of the geographical coordinates.

**Keywords:** Simulation; Electronic Chart; File Format BSB (Maptech); Raster Chart; GPS.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo [Miguens, 1996] "Navegação é a ciência e a arte de conduzir, com segurança, um navio (ou embarcação) de um ponto a outro da superfície da Terra". A história das viagens marítimas é realmente muito antiga. Durante milênios, a aquisição de

conhecimentos sobre técnicas de navegação foi um processo penoso, fruto de uma lenta acumulação de experiências em viagens e de muito sofrimento, até o desenvolvimento dos avanços tecnológicos utilizados na navegação no mundo atual.

Há evidências de que no passado os marinheiros só navegavam mantendo terra firme à vista. Eles temiam cair da borda da Terra se rumassem para mar aberto, pois acreditavam que a terra era uma superfície plana. À medida que novas explorações e conhecimentos surgiam esses temores foram deixados para trás e os marinheiros partiram para o mar aberto. Diversas formas de navegação foram surgindo como a: por estima, astronômica e por ventos.

### **1.1. NAVEGAÇÃO POR ESTIMA**

Os navegadores antigos se orientavam no mar utilizando a chamada "navegação por estima". O que exigia que o navegador estivesse a par de três informações: o ponto de partida do navio, a sua velocidade e o seu rumo (direção do movimento).

As bússolas só se tornaram disponíveis na Europa no século 12 DC. Antes da existência da bússola, os navegadores consultavam o Sol e as estrelas. Quando nuvens ocultavam a visão, os marinheiros orientavam-se pelas correntes oceânicas longas e regulares produzidas por ventos constantes. Eles prestavam atenção à posição do nascente e do poente do Sol e das estrelas em relação a essas vagas – intervalo entre duas ondas. Cristóvão Colombo (em 1492) usou uma bússola para verificar seu rumo, segundo historiadores.

A velocidade era estimada a partir de um pedaço de madeira amarrado a uma corda graduada por nós, feitos a intervalos regulares, solta no mar. Sabendo a velocidade, o navegador poderia calcular a distância percorrida pelo navio em um dia. Em uma carta náutica - um mapa do mar, era traçado uma linha para indicar os avanços ao longo do rumo escolhido. As correntes marinhas e os ventos laterais podiam desviar o navio do curso. Por isso, o navegador calculava e anotava periodicamente as correções de rumo necessárias para manter o navio na direção certa. Foi navegando por estima que Colombo fez o trajeto de ida e volta entre a Espanha e a América do Norte há mais de 500 anos. Suas cartas, cuidadosamente traçadas, tornam possível que navegantes atuais refaçam sua viagem memorável.

### **1.2. NAVEGAÇÃO ASTRONÔMICA**

Os antigos navegadores também usavam os corpos celestes para guiar suas embarcações. À direção do Sol nascente e o poente indicavam o leste e o oeste. Ao amanhecer, os marinheiros podiam perceber o aparente desvio do Sol em relação ao dia anterior, comparando a localização do nascente com as estrelas que se desvaneciam. À noite, podiam determinar sua posição observando a Estrela Polar, que parece ficar quase que diretamente acima do Pólo Norte após o anoitecer. No Hemisfério Sul, uma constelação brilhante conhecida como Cruzeiro do Sul ajudava-os a localizar o Pólo Sul. De modo que, numa noite de céu limpo, navegante de todos os mares podia verificar seu rumo usando pelo menos um ponto de referência no céu.

### **1.3. NAVEGAÇÃO POR VENTOS**

Os navios à vela ficavam à mercê dos ventos. Uma brisa vinda de trás movia o barco muito bem, mas um vento desfavorável atrasava consideravelmente a viagem. Quando não havia vento, como nas freqüentes calmarias equatoriais, o navio não avançava. Com o tempo, os marinheiros descobriram ventos oceânicos predominantes que os ajudaram a estabelecer vias expressas para navios à vela em alto-mar. Os navegadores aproveitavam bem esses ventos.

## **2. O PROCESSO EVOLUTIVO NA NAVEGAÇÃO**

Com o passar do tempo, a arte de navegar tomou novos rumos. Instrumentos mecânicos começaram a tornar os navegadores menos dependentes das observações a olho nu e conjecturas. O astrolábio - instrumento muito antigo para medir ângulos e que serve,

nomeadamente, para medir a altura dos astros acima do horizonte, e depois o sextante mais preciso mediam a elevação do Sol ou de uma estrela acima do horizonte e permitiam que os marinheiros achassem sua latitude ao norte ou ao sul do Equador.

O cronômetro marítimo — um relógio confiável, próprio para a navegação — deu-lhes condições de determinar a longitude, sua posição ao leste ou ao oeste de Greenwich. Tais instrumentos possibilitavam uma orientação muito mais exata do que a navegação por estima.

Hoje em dia, bússolas giroscópicas indicam o norte sem uma agulha magnética. O Sistema de Posicionamento Global (GPS) fornece a localização desejada através de coordenadas geográficas (latitude e longitude). Mostradores eletrônicos muitas vezes substituem cartas náuticas de papel. Como se pode ver, a navegação tornou-se uma ciência.

## 2.1. CARTOGRAFIA NÁUTICA

A carta é hoje um dos documentos náuticos de maior divulgação e cuja produção cabe aos Institutos Hidrográficos oficiais de cada país, no Brasil, a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha. O processo de produção de uma carta náutica é bastante rigoroso e tem como objetivo evitar situações de risco próprio dos ambientes marítimos. Contrariamente ao que se passa em terra, o fundo do mar não pode ser observado a olho nu pelo navegante e a este não resta outra opção senão confiar na informação constante nestes documentos de forma a escolher a rota mais segura entre dois pontos. A carta náutica fornece ao navegante uma síntese gráfica das informações necessárias para efetuar operações como: posicionar o navio, delimitar zonas a evitar e determinar a rota a seguir, propiciando ao navegante um acompanhamento geral de sua navegação de forma detalhada e precisa.

### 2.1.1. Projeção Cartográfica

A figura geométrica da Terra é chamada geóide (como ilustrado na Figura 1) – é quase uma esfera com extremidades opostas (pólos) mais achatadas.

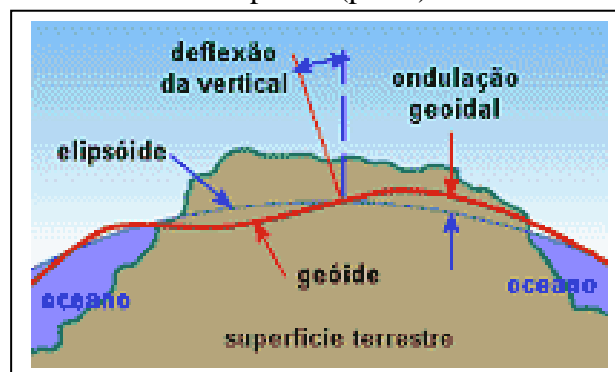


Figura 1 – Forma da Terra [<http://www.gpsglobal.com.br/artigos/cartas>]

Para representar essa superfície que é tridimensional em uma superfície plana é necessário fazer uma projeção. A necessidade de realizar tal projeção se deve ao fato de que para a navegação, a forma de representar a superfície da Terra através de globos tridimensionais se torna inviável, uma vez que as posições relativas de todos os pontos são mantidas e as dimensões são apresentadas em escala única. Essa representação exigiria um globo de proporções exageradas (em um globo de 1,28m de diâmetro, por exemplo, a escala é de aproximadamente 1/10.000.000, não sendo possível a representação de detalhes inferiores a 2Km). Também haveria dificuldades para traçar a derrota ou plotagem de pontos a bordo [Miguens,1996]. Estas dificuldades refletem a necessidade de uma representação plana denominada carta náutica, documento este com informações úteis ao navegante.

Os diferentes tipos de projeções podem ser usados em cartografia náutica como, por exemplo, Mercator (Figura 3), Gnômica, Estereográfica, Ortográfica, Azimutal equidistante e Projeção Cônica. O estudo presente enfatiza a construção de cartas náuticas usando a projeção de Mercator, que sob o ponto de vista da navegação resolve graficamente os problemas da

estima, permitindo representar a linha de rumo (ou loxodromia) – direção na qual a proa do navio intercepta todos os meridianos sob um mesmo ângulo, por uma linha reta (como mostrado na Figura 2).

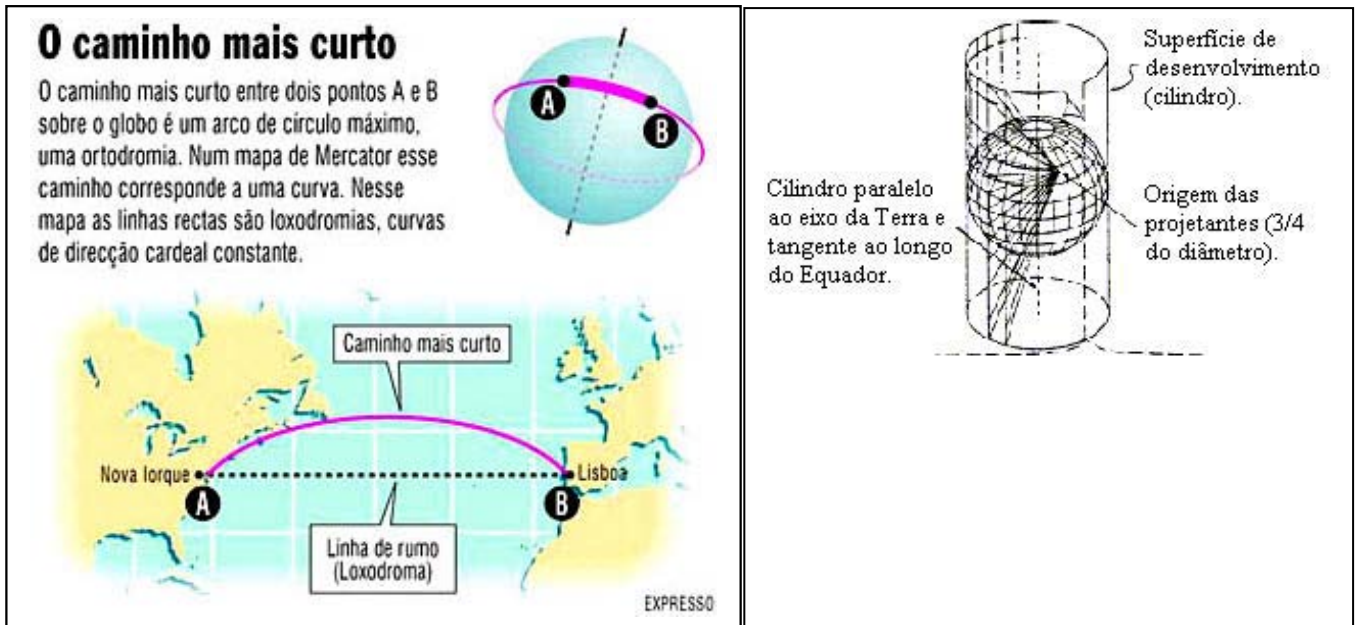


Figura 2 – "Bolspiralen"- exibe a loxodromia

Figura 3 – Projeção de Mercator

Essa projeção tem a vantagem de facilitar a identificação dos pontos cardeais na carta, assim como, determinar as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de qualquer ponto representado. Ela também mantém o paralelismo entre as linhas de latitude e longitude.

Uma limitação apresentada pela projeção de Mercator é que essa apresenta deformação excessiva nas altas latitudes, ou seja, à medida que se aproximam dos pólos da Terra, as distâncias entre pontos são expandidas. Por isso, a escala da carta varia com a latitude e, desta forma, as distâncias serão verdadeiras somente se forem lidas na escala das latitudes, em virtude das latitudes crescidas. Este é um fator extremamente importante que deve ser observado na utilização de uma carta náutica na projeção de Mercator.

#### 2.1.1.1. Utilização e Interpretação de uma Carta Náutica

A carta náutica é o mapa de estrada do marinheiro, fornecendo informações sobre profundidades, perigos à navegação (bancos de areia, pedras submersas, cascos soçobrados ou outros obstáculos à navegação), natureza do fundo, auxílios à navegação (faróis, faroletes, bóias, balizas, radiofaróis, etc.), altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa, corrente e magnetismo e outros fatores necessários à segurança da navegação e do ambiente.

A carta náutica traçada para fins de navegação, tem por objetivo além da possibilidade de consultas possibilitar também a realização de tarefas sobre a mesma, na resolução de problemas gráficos, cujos elementos principais serão ângulos e distâncias, assim como na obtenção da posição em coordenadas geográficas (latitude e longitude). Ao longo dos meridianos extremos da carta está representada a escala de latitudes (onde devem ser sempre medidas as distâncias).

Os elementos principais representados em uma carta náutica são:

- Reticulado – é denominado o conjunto dos meridianos e paralelos em uma carta de Mercator;
- Escala – é a relação entre um valor gráfico, na carta, e o valor real correspondente, na superfície da Terra;

- Título da carta;
- Notas de precaução e explanatórias;
- Informações sobre marés e correntes;
- Rosa dos ventos ou Rosa de rumos;
- Auxílios à navegação;
- Demais elementos representados na parte terrestre da carta náutica e;
- Principais elementos representados na parte marítima (aquática) de uma carta náutica.

Uma carta náutica pode representar elementos da parte terrestre e da parte marítima, cujo enfoque é o principal. Sobre a parte terrestre de uma carta são representados o contorno da linha da costa, ilhas, altitudes, acidentes naturais e artificiais, instalações portuárias e outras informações de interesse para navegação, enquanto a parte marítima, que é a mais importante pode representar as seguintes informações:

- Profundidades;
- Linhas isobatimétricas (ou isobáticas);
- Perigos à navegação (bancos, recifes, pedras submersas, cascos soçobrados, obstruções ou qualquer outro obstáculo à navegação);
- Natureza do fundo (qualidade do fundo);
- Balizamento (bóias, balizas, luzes de alinhamento, sinais de nevoeiro ou especiais, etc.);
- Fundeadouros e áreas de fundeio;
- Derrotas aconselhadas e esquemas de separação de tráfego;
- Áreas de arrebentações;
- Limites de gelo;
- Indicações de correntes e;
- Cabos, dutos e canalizações submarinas.

#### 2.1.1.2. Cartas Eletrônicas

A partir da década de 80 surgem as cartas eletrônicas, que são uma reprodução fiel de uma carta náutica tradicional (papel) obtida sob forma vetorial ou *raster* (scanner). Através do uso de equipamentos é possível visualizar simultaneamente em monitores a posição de um navio fornecida por um equipamento de radioposicionamento. Essas cartas digitais também permitem a interação de dados e a conexão com sistemas computacionais.

As técnicas de navegação tiveram necessidade de aperfeiçoamentos devido a diversos fatores, dentre eles podemos destacar os seguintes:

- Aumento considerável do tráfego marítimo;
- Generalização e aumento da precisão dos sistemas eletrônicos de posicionamento, como o GPS (Sistema de Posicionamento Global) e mais recentemente DGPS (Sistema de Posicionamento Global Diferencial);
- Crescimento exponencial do trânsito de cargas perigosas para o ambiente;
- Aumento do calado dos navios, que originou que, em certas zonas, se navegasse com um pé de piloto extremamente reduzido e;
- O aumento crescente das conseqüências humanas, ecológicas e econômicas em virtude de acidentes marítimos.

O propósito das cartas eletrônicas é apresentar funcionalidades, tais como interface com sistemas de radar e alarmes, substituir cartas em papel, facilitar o planejamento da derrota liberando o navegador de tarefas mecânicas, obtenção da posição do navio diretamente do equipamento GPS, e visualização em tempo real sobre a carta no monitor, proporcionando um planejamento da rota rápido, agregação a outros documentos (como tábuas de marés e roteiro etc), os quais dependerão do sistema que as utilizará. Há duas formas de codificação das cartas eletrônicas: a forma vetorial e a forma *raster*.

A **Carta Vetorial** (Figura 4) é composta de camadas de objetos que podem ser manipulados individualmente como uma entidade. As camadas podem ser habilitadas ou não,



o que permite controlar melhor a exibição apenas das camadas relevantes para um determinado fim e reduzir a poluição visual da carta. Nesta forma cada elemento pode ser consultado individualmente; é possível gerar alarmes automaticamente, mas sua produção é mais cara e demorada. Alguns desses formatos são: o S-57 – Padrão de Transferência para Dados Hidrográficos Digitais (OHI – Organização Hidrográfica Internacional), o TX97(Transas) e o CM93 (C-Map).

As cartas no formato oficial S57 são as mais avançadas cartas náuticas existentes. São cartas vetoriais, produzidas pelos serviços hidrográficos competentes que fornecem a mais completa informação de uma forma simples e global.

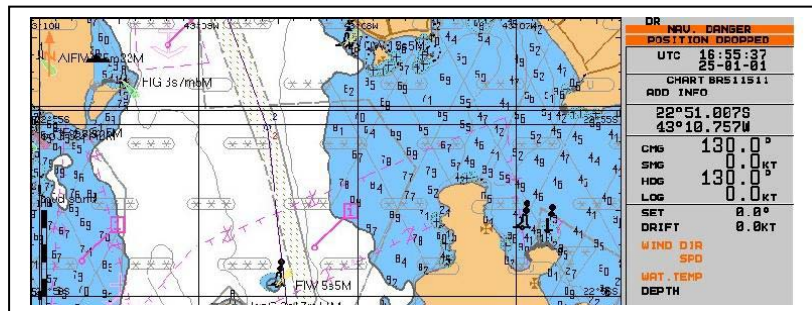


Figura 4 – Exemplo de um ECDIS (Eletronic Chart Display and Information Systems) com carta eletrônica.

A **Carta Raster** é uma imagem digitalizada (Figura 5), ou seja, é um *bitmap* de uma carta náutica em papel, armazenada em um formato padronizado. Ela apresenta as seguintes características: não é associada a um banco de dados, não permite consultas e análises, perde a definição com o uso de ZOOM, não permite associações com outras mídias (fotos, vídeo, etc); Utiliza o formato padrão NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) /BSB (Maptech), não permite a individualização e identificação automática dos objetos, porém, é uma forma de produção rápida e barata.

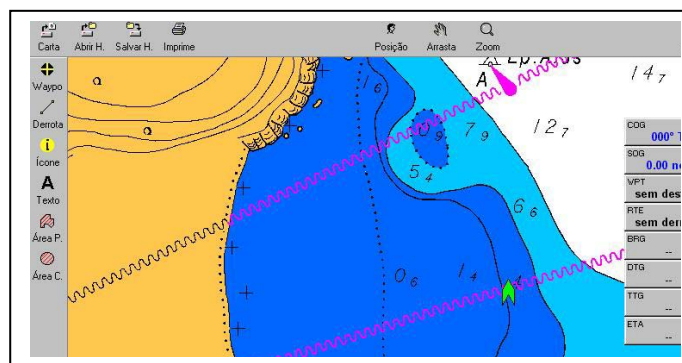


Figura 5 – Exemplo de um RCDS (Raster Chart Display System) no modo *raster* usando formato BSB.

### 3. O FORMATO PADRÃO BSB/NOAA

O formato padrão BSB/NOAA é um formato utilizado para reproduções de mapas topográficos e cartas náuticas. O formato de arquivos BSB criado pela BSB Cartas Eletrônicas – empresa que mantinha a licença exclusiva do Departamento de Comércio norte-americano, a NOAA para desenvolver e autorizar versões eletrônicas de cartas náuticas da NOAA. Atualmente a Maptech mantém esta licença e se refere às cartas BSB como um

conjunto de formatos de cartas. As cartas BSB estão em um formato proprietário.

Dentre as cartas que atualmente utilizam o formato de arquivos BSB podemos citar a NOAA, NIMA (National Imagery and Mapping Agency), CHS (Canadian Hydrographic Service) e cartas produzidas por outros Institutos Hidrográficos.

O formato de arquivos BSB consiste de três tipos primários de arquivos de cartas: Arquivo de Documentação (.BSB), Arquivo de Imagem (.KAP) e Arquivo de Correções e Atualizações (.PTC). Ele foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Ser abrangente e, contudo tão simples quanto possível;
- Ser extensível e permitir evoluir dignamente conforme novas necessidades surjam;
- Permitir uma compressão eficaz de imagens obtidas de fontes cartográficas a partir do esquema patenteado de compressão NOS (National Ocean Service);
- Suportar o armazenamento de parâmetros de georeferenciamento, permitindo uma eficaz conversão do sistema de coordenadas da imagem para coordenadas geográficas e vice-versa;
- Permitir o armazenamento de faixas de dados de identificação (*Strip Offset Tag*) que referenciam dados da imagem binária, através de navegação eficiente no arquivo de imagem binária em uma forma comprimida e;
- Facilitar a conversão para outros formatos de padrão nacional e internacional.

### 3.1. FORMATO DO ARQUIVO DE DOCUMENTAÇÃO

Um Arquivo de Documentação em código ASCII acompanha o(s) arquivo(s) de dados da imagem *raster* para cada carta. Este Arquivo de Documentação tem a extensão .BSB. Ele contém dados sobre a carta de papel, e dados que são os resultados do processo de produção de cartas.

Muitas cartas são compostas por uma ou mais cartas como mostrado na Figura 6. É denominado *base* a carta principal. É denominado *inset* a região em larga escala da área da *base*, que proporciona uma cobertura mais detalhada de um porto ou alguma área de interesse. É denominado *extension* a cobertura de características (como rios) que estende além da área coberta pelo corpo principal da carta principal. A *base*, *inset* e *extension* são todos do tipo KAPPs.

O Arquivo de Documentação tem um ou mais registros específicos KAPP, dependendo do número de *inset* e *extension* que compõem a carta. Cada registro aponta para o arquivo de imagem KAPP associado. Cada KAPP tem um número único que identifica isto. No exemplo dado abaixo, mostrado na Figura 5, a carta 12345, tem três seções de carta, logo tem três números KAPP associados a ela. O número KAPP 1234 é usado para a seção principal (*base*) da carta, e os números de KAPP 3456 e 5678 designam o *inset* e *extension*. Estas seções também podem ser referidas por seus nomes. A carta principal (*base*) é designada por “\_1”. Os *inset* e *extension* são designadas de “\_2”, “\_3”, “\_4”, etc. Na Figura 6, 12345\_1 é a *base*, 12345\_2 é um *inset*, e 12345\_3 é uma *extension*. Se não existir *inset* ou *extension*, o Arquivo de Documentação tem apenas um Arquivo de Imagem correspondente.

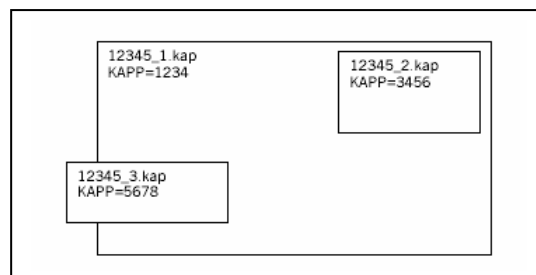


Figura 6 – Ilustração do esquema de numeração KAPP [Maptech,2000].

O formato do registro do Arquivo de Documentação, como mostrado na Figura 7, consiste de uma série de registros em código ASCII que podem ser lidos como um arquivo

texto. Cada tipo de registro é diferenciado por um trígama (três caracteres) que aparece nas três primeiras colunas, com a exceção de registros de comentários que começam com o caractere [!] (ponto de exclamação) na primeira coluna. Cada trígama é seguido por um caractere [/]. Cada tipo de registro contém campos separados por vírgulas.

Os campos do registro são identificados por dois caracteres seguidos pelo caractere [=] e o valor do campo (Figura 7). Tipos de registros que requerem só um valor de campo não requerem o identificador de campo de dois caracteres. Cada linha tem um comprimento máximo de 80 caracteres. Os registros podem ser continuados na próxima linha deixando os primeiros quatro caracteres da próxima linha em branco. As linhas são terminadas com um EOL ou um <CR><LF> se o registro continuar na próxima linha. As vírgulas podem aparecer dentro de alguns campos (por exemplo, um nome de carta).

A ordem dos registros dentro de um Arquivo de Documentação e a ordem de campos dentro de um registro pode não ser consistente de arquivo para arquivo. Do mesmo modo que nem todos os registros e nem todos os campos estão necessariamente presentes dentro do Arquivo de Documentação. Também, se um valor particular é desconhecido, então a declaração de campo do dado correspondente pode ser omitida completamente, ou pode ser incluída com um argumento vazio (por exemplo, "SP ="). Estas inconsistências surgem devido às modificações nos tipos de cartas e mapas que podem ser providos em formato de arquivos BSB. Também note que, enquanto os nomes de registros e nomes de campos estão sempre em letras maiúsculas, múltiplas opções de escolha (por exemplo, formato da carta) podem estar em minúsculas, maiúsculas, ou misturadas.

```
!Copyright 1999, Maptech, Inc. All Rights Reserved.
VER/3.00
CRR/ELECTRONIC NAVIGATION CERTIFICATE OF AUTHENTICITY
This electronic chart was produced under the authority of the
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). NOAA is
the hydrographic office for the United States of America. The
digital data provided by NOAA from which this electronic chart was
produced has been certified by NOAA for navigation. "NOAA" and the NOAA
emblem are registered trademarks of the National Oceanic and Atmospheric
Administration. "Maptech" and the Maptech emblem are registered
trademarks of Maptech, Inc. Copyright 1999 Maptech Inc. All rights
reserved.
PTC/Maptech KAPLib V1.0 02/23/1999
CHT/NA=INTRACOASTAL WATERWAY MATECUMBE TO GRASSY KEY,NU=11449
CHF/SMALL CRAFT ROUTE, IWW ROUTE CHART
CED/SE=14,RE=03,ED=01/16/1993
NTM/NE=14.06,ND=02/16/1999,BF=ON,BD=06/01/98
CHK/2,324,325
CGD/7
ORG/USA-NOAA/NOS
MFR/MAPTECH
RGN/6,7
K01/NA=INTRACOASTAL WATERWAY MATECUMBE TO GRASSY KEY,NU=324
TY=BASE,FN=11449_1.KAP
K02/NA=INTRACOASTAL WATERWAY GRASSY KEY TO BAHIA HONDA KEY,NU=325
TY=BASE,FN=11449_2.KAP
N003240001/RT=N,KN=11449_1,CA=CHART,DE=POTOMAC RV FISH COMM
P1=6141,1949,P2=5739,1949,P3=5739,2819,P4=6141,2819
N003240002/RT=N,KN=11449_1,CA=CAUTION,DE=FISH TRAP AREAS AND STRUCTURES
P1=6139,3128,P2=5560,3128,P3=5560,4379,P4=6139,4379
N003240003/RT=N,KN=11449_1,CA=GENERAL,DE=NOTICE TO MARINER DATES
P1=527,1489,P2=491,1489,P3=491,1762,P4=527,1762
N003240004/RT=N,KN=11449_1,CA=LETTER,DE=NOTE A
N003240013/
N003240014/RT=L,KN=11449_1,LK=N003240004,DE=NOTE A
P1=4020,1331
N003240015/RT=L,KN=11449_1,LK=N003240004,DE=SEE NOTE A
P1=3739,472
N003240016/RT=L,KN=11449_2,LK=N003240004,DE=SEE NOTE A
P1=2207,1107
N003240017/RT=L,KN=11449_2,LK=N003240004,DE=SEE NOTE A
P1=1984,1935
N003240018/RT=L,KN=11449_1,LK=N003240007,DE=SEE NOTE C
P1=2267,2317
```



Figura 7 – Exemplo do cabeçalho de um Arquivo de Documentação.

### 3.2. FORMATO DO ARQUIVO DE IMAGEM

Cada seção (um KAPP) dentro de uma carta é representada por um arquivo distinto de uma imagem binária tendo como extensão o arquivo .KAP. Como mostrado na Figura 6 da seção 3.1 o esquema para a carta hipotética de número 12345.

Um Arquivo de Imagem BSB consiste de três seções principais: um cabeçalho, os dados da imagem binária, e uma faixa de dados de identificação. O formato do Arquivo de Imagem BSB compreende uma imagem retangular armazenada da seguinte maneira, da esquerda para direita e de cima para baixo.

O formato do Arquivo de Imagem BSB adota um esquema de compressão patenteado pelo NOS, que descreve técnica eficiente de compressão de dados para cartas cartográficas ou imagens de mapa, onde os valores de cores da imagem apresentam comprimentos executáveis grandes.

#### 3.2.1. A Seção do Cabeçalho

Os registros do cabeçalho do Arquivo de Imagem (Figura 8) são codificados de modo semelhante aos registros do Arquivo de Documentação, apenas com a seguinte diferença. Cada registro do cabeçalho, em código ASCII é terminado com um *carriage return* <CR> e *line feed* <FL>.

A seção de cabeçalho é terminada por dois valores binários: (1A)<sub>H</sub> indicando o caractere de fim de arquivo (EOF) e o valor binário 0 para separar seções do arquivo de imagem. Conseqüentemente um valor binário 0 aparece depois do término da seção de cabeçalho.

```
! Direito autorais 1999, Maptech Inc. todos os direitos reservados.
VER/3.0
CRR/ELECTRONIC NAVEGAÇÃO CERTIFICADO DE AUTENTICIDADE
Esta carta eletrônica foi produzida abaixo da autoridade da Administração Oceânica e Atmosférica nacional (NOAA). NOAA
é o Instituto Hidrográfico dos Estados Unidos de América. O dados digitais providos pela NOAA da qual esta carta eletrônica
foi produzida foi certificada pela NOAA para navegação. "NOAA" e o NOAA emblema são marcas registradas do Nacional
Oceânico e Atmosférico Administração. "Maptech" é o emblema de Maptech é registrado marcas registradas de Maptech,
Copyright de Inc. 1999 Maptech Inc. Todos os direitos reservado.
PTC/Maptech KAPLib V1.0 02/23/1999
ECR/1287905694650978234
RPR/CD
RPR/DVD
VIA FLUVIAL DE BSB/NA=INTRACOASTAL MATECUMBE PARA CHAVE GRAMÍNEA
NU=324,RA=10096,6595,DU=254
KNP/SC=40000,GD=NAD83,PR=MERCATOR,PP=24.83,PI=2.000,SP =
SK=32.0400000,TA=122.0400000,UN=FEET
SD=MEAN LOWER BAIXO WATER,DX=4.00,DY=4.00
KNQ/EC=RF,GD=NARC,VC=MSL,SC=MLLW,PC=MC,P1=UNKNOWN,P2=24.83
P3=NOT_APPLICABLE,P4=NOT_APPLICABLE,GC=NOT_APPLICABLE
RM=POLYNOMIAL
CED/SE=14,RE=03,ED=01/16/1993
NTM/NE=14.06,ND=02/16/1999,BF=ON,BD=06/01/98
OST/1
IFM/4
RGB/1,0,0,0
RGB/2,255,255,255
NGT/1,0,0,0
NGT/2,255,255,255
REF/2,5509,6083,24.7666666667,-80.7333333333
REF/3,6882,3679,24.8666666667,-80.7333333333
PLY/1,24.6694720000,-80.9116139000
PLY/2,24.8328277778,-81.0137611111
PLY/3,25.0020833333,-80.6887083333
PLY/4,24.8389444444,-80.5864861111
DTM/0,0,0,0
CPH/0.0000000000
WPX/3,677287.0544,17694.53358,98069.97985,-48.43997274,73.97524994
-3456.084079,1.405822473,15.57432427,47.92629289,99.42749595
```

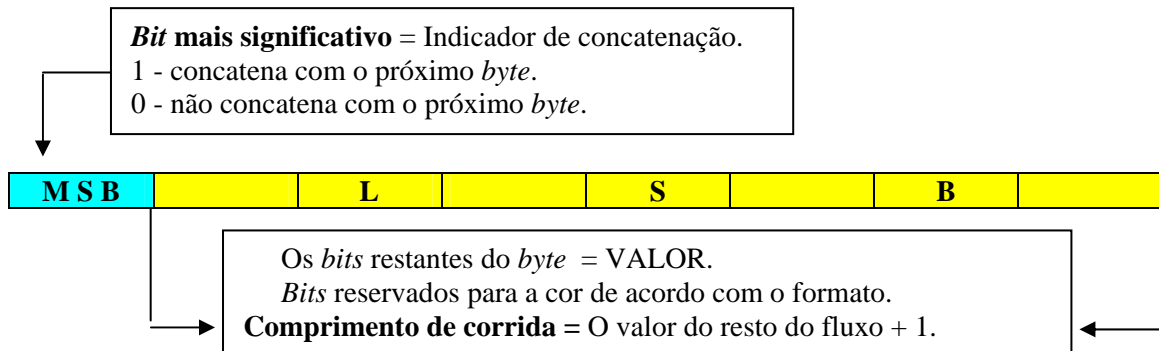
Figura 8 – Exemplo do cabeçalho do Arquivo de Imagem da carta 11449\_1.kap.

### 3.2.2. A Seção de Dados da Imagem

A seção de dados da imagem começa com um único *byte* binário que indica o tipo de compressão. O dado da imagem binária é comprimido e armazenado em uma base linha por linha dentro da seção de dados da imagem (quando OST=1). Ele, dentro de um Arquivo de Imagem BSB, é armazenado no esquema de compressão NOS. O esquema de compressão NOS é um formato do tipo RLE (*Run Length Encoded*) - forma simples de compressão de imagens sem perda dos campos do fluxo de *bits*. O par de cores repetidas tem um tamanho mínimo de um *byte* e o tamanho máximo grande o necessário para acomodar comprimentos de corridas longos ou paletas com muitas cores.

A compressão RLE representa o número de *pixels* sequenciais idênticos, por exemplo, em uma imagem onde há 20 *pixels* do tom 240, ao invés de codificar: 240 240....., isto é, 20 vezes o código da cor, é descrito de alguma forma que há 20 *pixels* da cor 240. O formato é adequado às exigências específicas de cartas cartográficas: grande número de cores repetidas, interrompidos por pequenos cruzamentos com linhas de contorno, linhas de grade e o suporte vertical de letras, ou seja, geralmente é aplicável em desenhos onde há pouca variação dos tons de grandes áreas. Cada linha começa com um número de linha e tem que terminar com a contagem correta de *pixels*. Cada linha também tem que terminar com um valor binário 0. Note que o binário 0 é usado como uma marca de fim de linha na compressão NOS de arquivos .KAP, mas ele não é usado na compressão do tipo de arquivo .PTC (em arquivos .PTC o binário 0 é reservado como um indicador de “*pixels* transparente a ser pulado”), em arquivos . KAP o índice de cor da paleta de cores é 1-127 e nunca zero.

A compressão de dados NOS é codificada como fluxo de *bits* (*bit stream*) com limites de *byte*. Uma unidade de informação usa tantos *bytes* quanto exigidos para sua magnitude. Os 7 (sete) *bits* menos significativos (LSB) do *byte* são o valor. O *bit* mais significativo (MSB) é um indicador de concatenação. Se o *bit* mais significativo é 1(um), o valor requer concatenação com o próximo *byte*, etc.



Isto é análogo à representação de dados numéricos em código ASCII, onde para cada *byte* adicional da *string* decimal aumenta a magnitude 10 vezes e para cada *byte* adicional da *string* comprimida NOS aumenta a magnitude 128 vezes.

Cada linha de dados da imagem *raster* é codificada como a seguir:

**LineNumber Color 1, Run 1 ... Color n, Run n NULL.**

**LineNumber:** corresponde a contagem da linha sequencial codificada no esquema de concatenação MSB. Top line = 1.

**Color, Run:** é codificado conforme a seleção do tipo do formato no esquema de compressão NOS. A soma das corridas em uma linha é igual à largura da linha.

**NULL:** O valor binário 0 é usado para indicar fim de linha.

As seguintes combinações de comprimento de cor ou corrida do fluxo de bits (*bit stream*) são possíveis, permitindo 7 tipos distintos de compressão NOS.

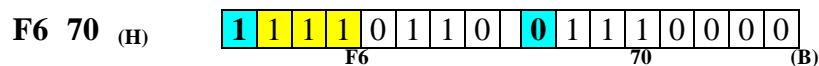
1 NOS Compression Type 1	1 bit color (1 color)
2 NOS Compression Type 2	2 bit color (2 or 3 colors)
3 NOS Compression Type 3	3 bit color (4 to 7 colors)
4 NOS Compression Type 4	4 bit color (8 to 15 colors)
5 NOS Compression Type 5	5 bit color (16 to 31 colors)
6 NOS Compression Type 6	6 bit color (32 to 63 colors)
7 NOS Compression Type 7	7 bit color (64 to 127 colors)

Tabela 1. Esquema de Compressão NOS

Lembre-se que a cor de valor 0 (zero) não se usa dentro de arquivos .KAP, mas o 0 é usado dentro de arquivos .PTC para indicar “pixels transparentes a serem pulados”.

O tipo de compressão NOS de 1 a 7 considera a definição de cor com um tamanho fixo, e a corrida com um comprimento de *bit* variável . O *bit* mais significativo é o indicador de concatenação. Os próximos N *bits* são reservados para a cor de acordo com o formato: o tipo 1 deveria usar 1 *bit* por cor, o tipo 3 deveria usar 3. O valor do resto do fluxo de *bits* + 1 é igual ao comprimento de corrida.

**Exemplo 1:** Dois *bytes* no Formato 3



**Formato 3:**

**Byte 1:** o MSB é igual a 1, logo irá concatenar com o próximo *byte*.

3 *bits* de cores 

1	1	
2	1	
3	1	

 a cor é paleta número 7

Comprimento de corrida 

1	0	
2	1	
3	1	
4	0	

 no byte 1 a parte da corrida é 6

**Byte 2:** o MSB é igual a 0, logo indica *byte* final do fluxo.

Comprimento de corrida 

5	1	
6	1	
7	1	
8	0	
9	0	
10	0	
11	0	

 no byte 2 a parte da corrida é 112

O comprimento de corrida para dois *bytes* é: ((Byte 1 Run)\* 128 + (Byte 2 Run) ) + 1.  
 ((6\*128) + (112)) + 1 = **881**

Para uma concatenação de três *bytes*, o comprimento de corrida seria:  
 (Byte 1 Run)\*128+(Byte 2 Run)\*128+(Byte 3 Run)+1.

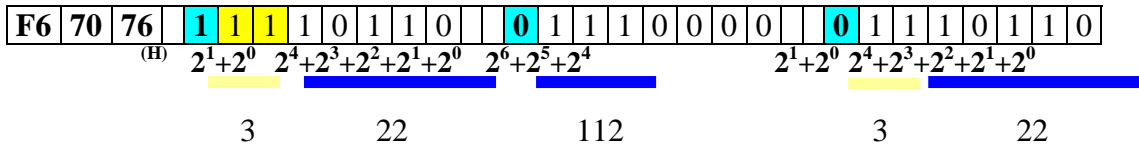
**Exemplo 2:** Assuma a linha a seguir como uma *string* de *bytes*:

01 F6 70 76 00 onde: 01(início da linha): Y = 1

**Byte 1:** MSB = 1, logo irá concatenar com o próximo *byte*.

**Byte 2:** MSB = 0, não concatena.

**Byte 3:** MSB = 0, não concatena.



O exemplo a seguir corresponde a linha 1 (tipo 2) da tabela abaixo:

- No Byte 1 temos: Cor 1 = 3; Comprimento de Corrida = 22;
- No Byte 2 temos: Comprimento de Corrida 1 = 112 e;
- No Byte 3 temos: Cor 2 = 3; Comprimento de Corrida 2 = 112;

$$\text{Comprimento de Corrida 1} = ((\text{Byte 1 Run}) * 128 + (\text{Byte 2 Run})) + 1$$

$$((22 * 128) + (112)) + 1 = \mathbf{2929}.$$

$$\text{Comprimento de Corrida 2} = (\text{Byte 3}) + 1$$

$$(22 + 1) = \mathbf{23}.$$

Tipo	Cor 1	Comprimento de Corrida 1	Cor 2	Comprimento de Corrida 2
2	3	2929	3	23
3	7	881	7	7
4	14	881	14	7
5	29	369	29	3
6	59	113	59	1
00	Fim da linha			

Tabela 2. Ilustra as cores e comprimentos de corrida em relação aos diferentes tipos de formatos.

**3.3. SEÇÃO DE VALORES DA FAIXA DE DESLOCAMENTO (STRIP OFFSET VALUES)**

A Seção de Valores da Faixa de Deslocamento de um Arquivo de Imagem BSB compreende valores da faixa de deslocamento que definem ponteiros que referenciam diretamente faixas dentro dos dados da imagem binária. Uma faixa dentro de uma imagem consiste de uma ou mais linhas da imagem. Cada valor da faixa de deslocamento aponta diretamente para o primeiro *byte* da faixa referenciada, relativo ao início do arquivo, tendo deslocamento 0. O valor da faixa de deslocamento permite uma busca eficiente dentro do Arquivo de Imagem Binária na forma comprimida.

Os desenvolvedores de *software* deveriam tirar vantagens de informações da faixa de deslocamento quanto à otimização do tempo de acesso dentro de um sistema.

Os identificadores da faixa de deslocamento são codificados como uma *string* de quatro *bytes* seqüenciais. A *string* final do Arquivo de Imagem BSB aponta para o primeiro destes identificadores. O primeiro identificador aponta para a primeira linha da matriz, ou grupo neste caso especificado no cabeçalho. Uma vez que cada identificador tem quatro *bytes*, é fácil de localizar o endereço do ponteiro para qualquer linha.

Por exemplo, assumo que o cabeçalho do Arquivo de imagem usou os *bytes* 0 - 1 (o hh hh abaixo) e os dados da imagem binária consistiu de duas linhas. O arquivo deveria ser:

```
hh hh 01 F6 70 76 00 02 F6 70 76 00 00 00 00 02 00 00 00 07 00 00 00 0C
```

O último inteiro longo, isto é com 4 *bytes* tem o valor (00 00 00 0C) ou seja, 0C<sub>(H)</sub> = 12, no exemplo. Esta é a posição no arquivo da primeira varredura do ponteiro da faixa de deslocamento. Contando a partir de 0, o 12º *byte* ter-se a novamente uma informação de uma *string* de 4 *bytes*, (00 00 00 02), ou seja, a informação estará no endereço 02<sub>(H)</sub> = 2. Contando

novamente de 0, o 2º byte é o início dos dados da primeira linha da imagem comprimida. O ponteiro para a próxima faixa de deslocamento terá um deslocamento de  $12 + 4 = 16$ . Este valor do identificador de deslocamento = 7 que aponta para o início dos dados comprimidos, descrito na seção 3.2.2 da segunda linha da imagem.

No exemplo abaixo, foi utilizado o visualizador Xtree da XTGOLD para a visualização do arquivo 1503\_1.KAP em Hexadecimal, que mostra nas Figuras 9 a 11, de modo detalhado a varredura das faixas de deslocamento.

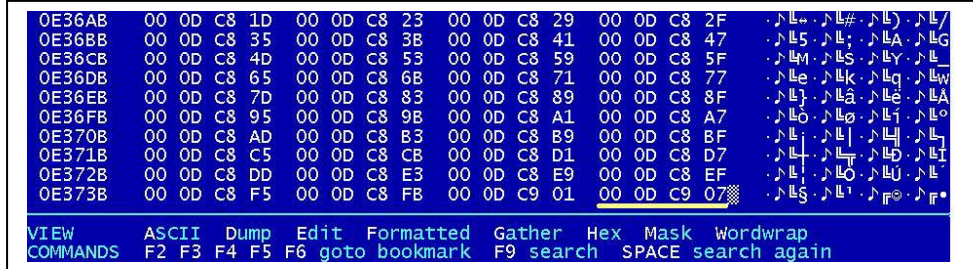


Figura 9 – Ilustra a string final do Arquivo de Imagem (00 0D C9 07) que aponta para o offset (endereço da primeira linha da imagem).

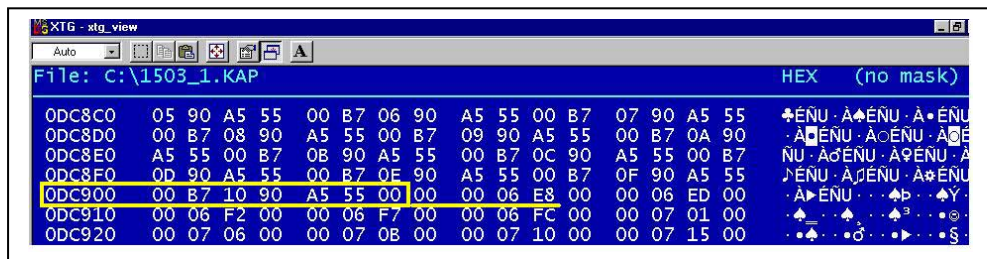


Figura 10 – Ilustra o offset 0D C9 00 que aponta para o endereço 00 06 E0 (com deslocamento de 7) que contém a primeira linha da imagem (01 90 A5 55 00).

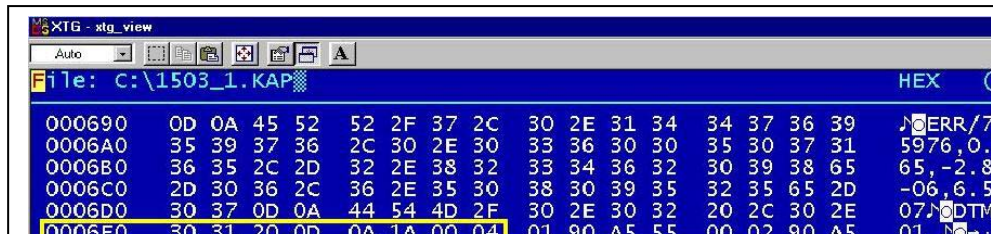


Figura 11 – Ilustra o conteúdo do endereço 00 06 E0 (com deslocamento 8) que contém os dados da primeira linha da imagem (01 90 A5 55 00).

3.4.

Os Arquivos de Correções e Atualizações (*Update Patch File*) possibilitam a atualização de informações de modo eficiente contidas em um Arquivo de Documentação ou Arquivo de Imagem. Os arquivos de correções e atualizações são otimizados por tamanho visando permitir uma comunicação eficiente pela Internet ou outros meios eletrônicos. Um arquivo de correções e atualizações é aplicável a cada Arquivo de Imagem.

4. CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi realizada uma revisão sobre a evolução desde a navegação por estima até as cartas náuticas atuais. Fizemos um estudo detalhado das cartas náuticas raster no formato BSB (Maptech) descrevendo detalhadamente a forma de armazenamento dos dados comprimidos utilizados. Esse trabalho está sendo desenvolvido como uma linha de pesquisas em mapeamento na Pós-Graduação em Ciências da Computação na Universidade Federal



Fluminense - UFF. Nas etapas seguintes desse trabalho o arquivo será aberto por algum visualizador e, detalhes de posicionamento de navios em operações navais serão introduzidos de forma a permitir um acompanhamento detalhado do cenário tático em questão, contribuindo assim para uma análise e avaliação mais eficaz dos exercícios navais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **BARROS, G. L. M.**– Navegando com a Eletrônica, Editora Catau, 1995.
- [2] **MIGUENS, A.P.** Navegação: A Ciência e a Arte, - Rio de Janeiro: DHN, Vol. 1, 1996.
- [3] **BAKKER, M. P. R.** - Cartografia Noções Básicas, Rio de Janeiro, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1965.
- [4] **PORTUGAL.** Instituto Hidrográfico. Manual de Navegação, 4<sup>a</sup> ed. - Lisboa, 2003.
- [5] **BSB File Format** Version 3.0,© Maptech, Inc BSB File Format, 31-jan-2000
- [6] **FONSECA, M. M.** – Arte Naval, 2<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro, 1960.
- [7] **MOREIRA, I.**, Geografia Nova – O Espaço do Homem, Vol. 1, Editora Ática, 1995.
- [8] **AZEVEDO, E. e CONCI, A.** - Computação Gráfica: Teoria e Prática, Editora Campus, 2003.
- [9] **GONZALEZ, R. e WOODS, R** – Processamento Digital de Imagens – Edgar Blücher Ltda, 2000.
- [10] **MIGUENS, A.P.** Navegação: A Ciência e a Arte, - Rio de Janeiro:DHN, Vol. 2 e 3. Disponível em: < [www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br)> . Acesso em:11 mar. 2005.
- [11] **PEDRO NUNES, MERCATOR E ESCHER**, artigo contém a gravura "Bolspiralen" - exibe a linha de rumo (Loxodromia). Disponível em: <<http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/e6.html>> . Acesso em: 4 abr. 2005.
- [12] **CARTOGRAFIA**, Disponível em:< <http://www.gpsglobal.com.br/artigos/cartas>>. Acesso em 4 abr. 2005.