



**Ribeiro de Araújo**  
**Consultor**



Ribeiro de Araújo  
Consultor

# O Sistema de Identificação Automática (AIS)

Apresentação preparada por  
Ribeiro de Araújo

2008



# O que é o AIS ?

- Sistema de relato da posição de navios.
- Difunde dados sobre os navios respeitantes à viagem em curso
- Pode ser definido como um sistema de grande fiabilidade no evitar de colisões e na participação de forma activa na gestão de tráfego



# Para que serve ?

- Aumenta a segurança da navegação promovendo o conhecimento do domínio marítimo
- Modo eficiente e fiável de troca de informação com os Serviços de Controlo do Tráfego Costeiro (VTS)
- Reduz drasticamente as necessidades de comunicação oral em VHF, em especial nas áreas portuárias e costeiras



# Cronologia de implementação

- 2002.07.01: Todas as novas construções de navios de passageiros acima das 300 ton
- 2003.07.01: Navios de passageiros e navios-tanques em rotas internacionais

Cargueiros em rotas internacionais:

- 2004.07.01: Acima das 50000 tons
- 2005.07.01: Entre 10000 e 50000 ton
- 2006.07.01: Entre 3000 e 10000 ton
- 2007.07.01: Entre 300 e 3000 ton
- 2008.07.01: Qualquer navio acima das 300 ton

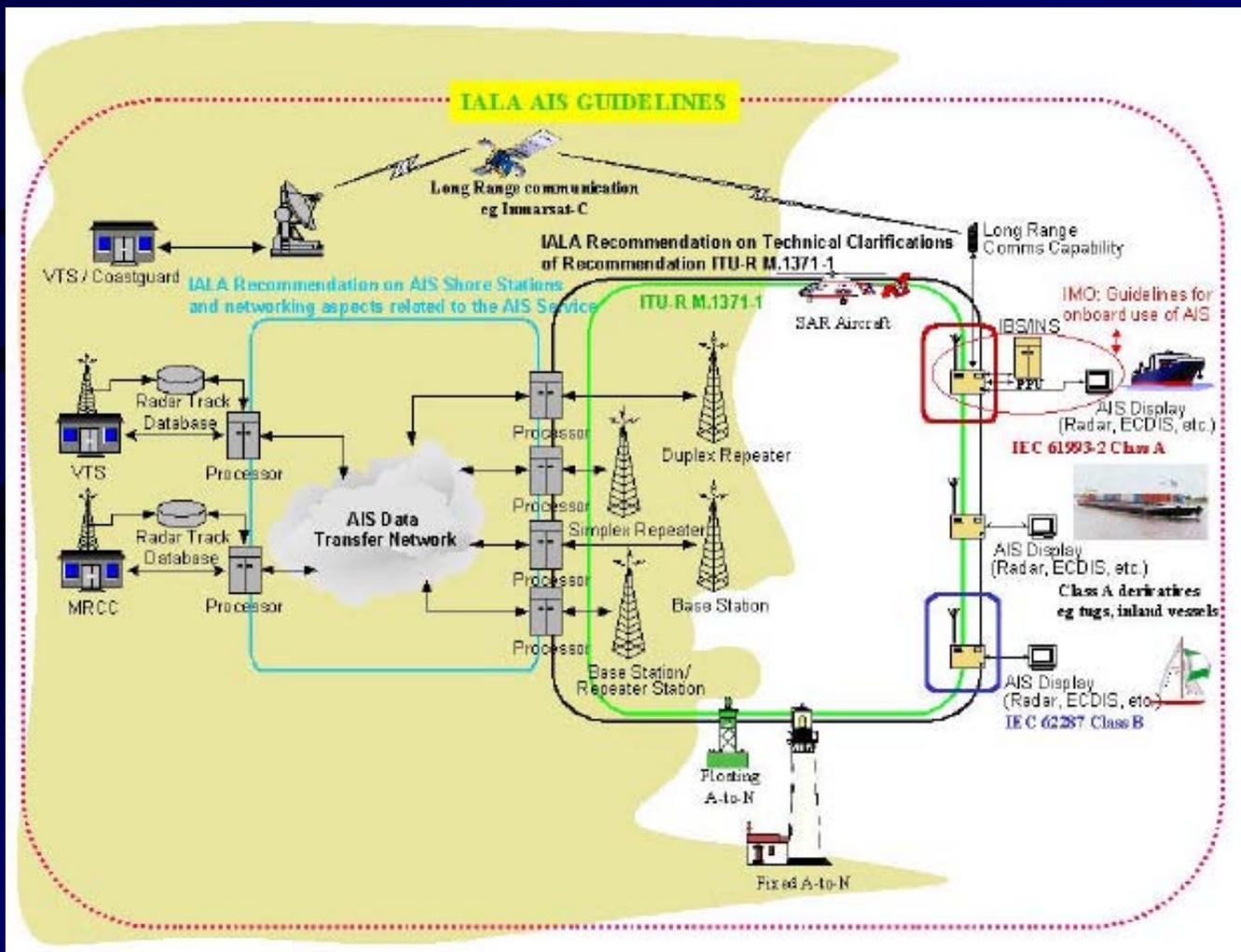


# Principais utilizadores do AIS

- Administrações Costeiras e Portuárias.
- Armadores de navios.
- Outros utilizadores com aplicações emergentes de âmbito inovativo que a janela de oportunidade da tecnologia proporciona.



# Conceito básico de uma rede AIS





# Componentes VHF de uma rede AIS

- Estações-Base AIS em terra.
- Estações móveis (transponders) instaladas a bordo de navios ou outras plataformas

**Canais utilizados: 87B e 88B  
161.975 MHz e 162.025 MHz**



# Estação-Base AIS

Cada Estação-Base AIS inclui:

- Uma unidade de comunicações com dois receptores TDMA, um para cada frequência, e um emissor
- Um processador de comunicações
- Uma antena VHF
- Outros componentes: um GPS integrado, uma fonte de sincronização TUC, um conversor de protocolos e um interface TCP/IP para a rede terrestre AIS



# Estação móvel AIS

Cada Estação móvel AIS (*transponder*) inclui:

- Uma unidade transreceptora com dois receptores TDMA, um para cada frequência, e um emissor
- Uma unidade de visualização
- Um processador de comunicações
- Uma antena VHF
- Outros componentes: um GPS integrado, uma fonte de sincronização TUC



Ribeiro de Araújo  
Consultor

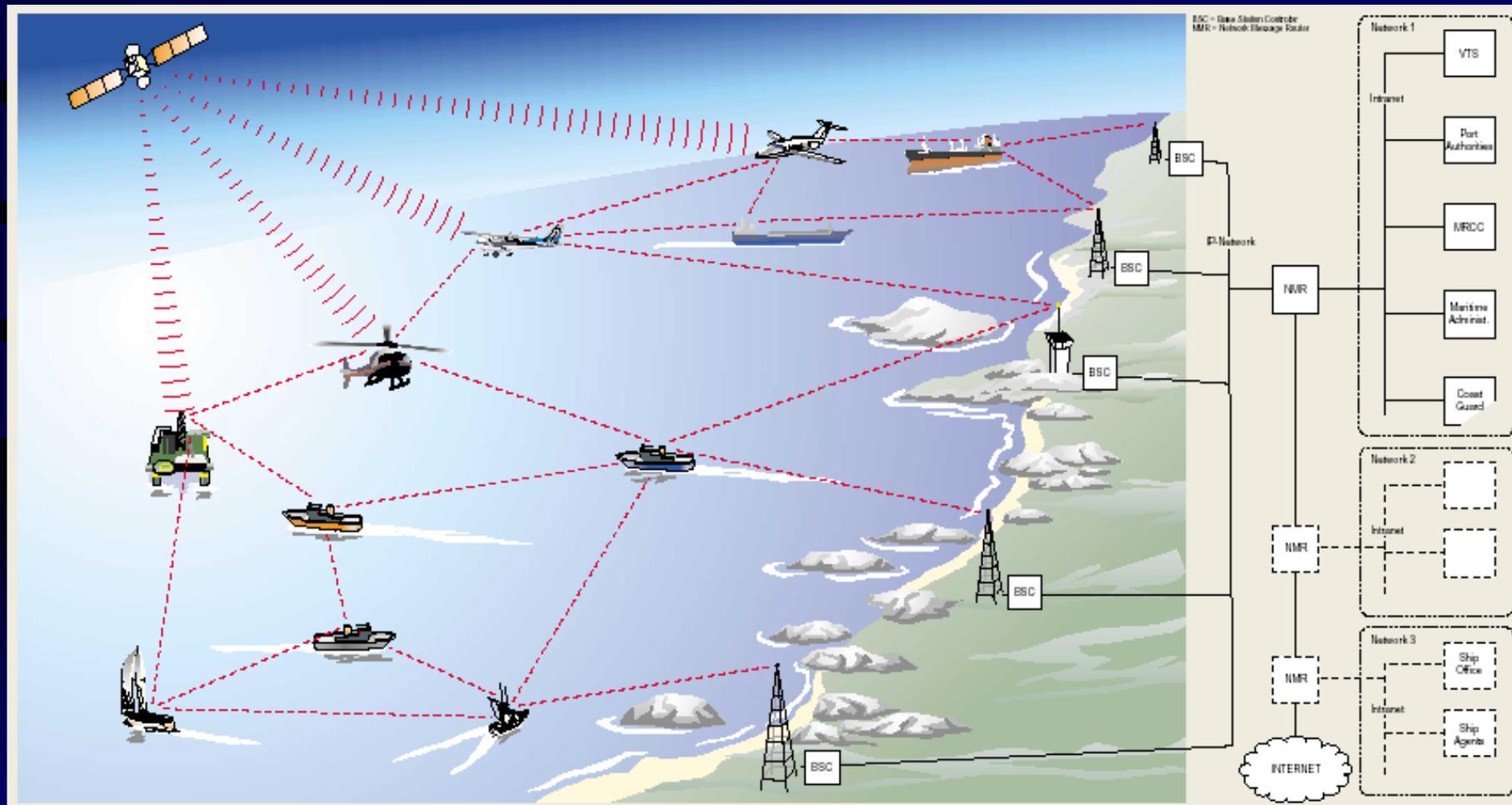
# Técnicas e protocolos

- FM
- GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
- HDLC (High-Level Data Link Control)
- Estações-Base em hot-standby



Ribeiro de Araújo  
Consultor

# Ambiente 4S





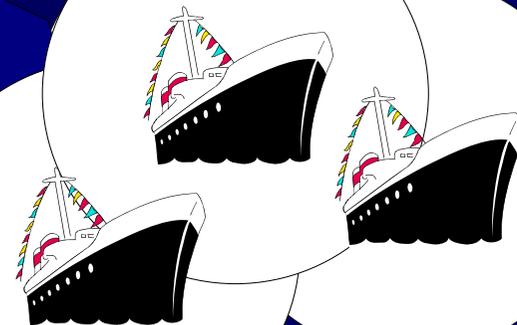
Ribeiro de Araújo  
Consultor

# Células AIS itinerantes

Autoregulam-se e agrupam-se dinamicamente



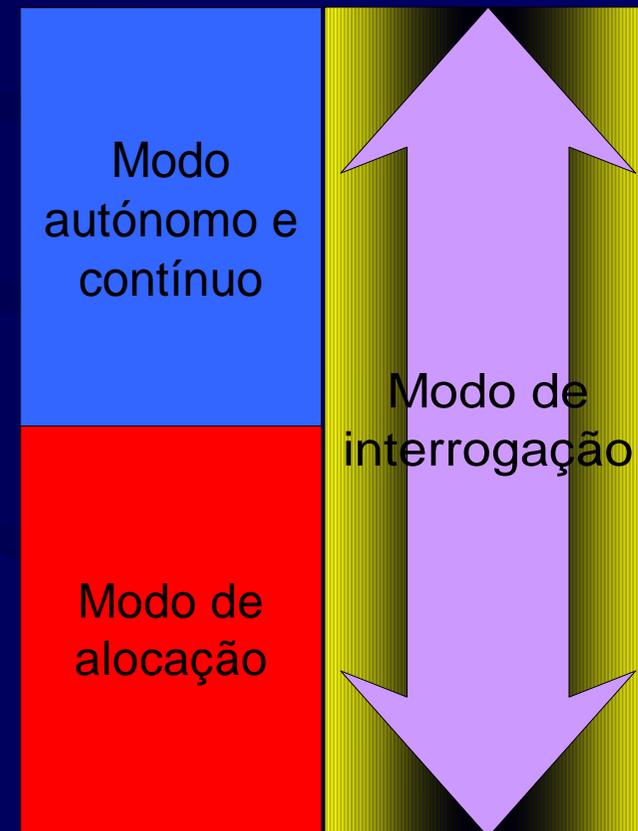
Estação Base  
AIS





# Modos de operação das estações AIS

- **Autónomo:**  
Responsável pela gestão de *slots*.
- **Alocação:**  
Sem necessidade de controlo centralizado.
- **Interrogação:**  
Qualquer estação pode interrogar outra, seguindo-se resposta.



Os três modos de operação das estações AIS  
O modo de interrogação funciona em paralelo  
com os restantes modos



# Cálculo de Cobertura AIS

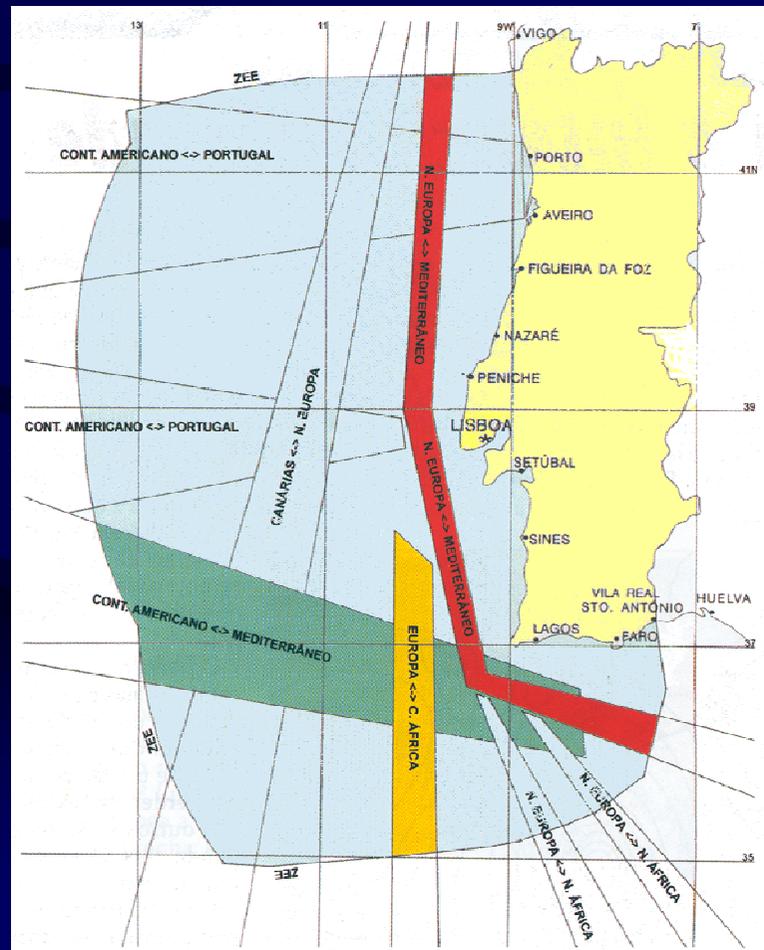
A cobertura AIS deve ter em conta a realidade em termos de corredores de tráfego utilizados pelos navios que demandam os portos portugueses ou circulam ao longo da nossa costa. Deve pois considerar:

- O alcance da propagação VHF entre estações AIS segundo métodos de cálculo que se aproximem da realidade
- A carga do link VDL e o impacto que a escolha dos locais para a implantação das estações em terra poderá ter no seu desempenho.



Ribeiro de Araújo  
Consultor

# Exemplo de corredores de tráfego





# Métodos de cálculo de propagação VHF

- Resolução IMO A.801(19)
- ITU-R P.370
- ITU-R P.526
- CRC Predict



# Avaliação da carga do VDL

- Criação de um cenário de carga de tráfego marítimo na Área de Interesse (AOI) dentro da área de cobertura da propagação VHF previamente determinada
- Avaliação dos diferentes tipos e número de mensagens que os navios circulando na AOI num determinado momento podem lançar no VDL, bem como o número de *slots* ocupado
- Avaliação da carga do VDL e saturação da célula rádio



# Tipos de alcance e dimensão das células

- Alcance nominal
- Alcance operacional
- Alcance operacional reduzido sob controlo do algoritmo SOTDMA

Uma população permanentemente em mudança  
determina dinamicamente o tamanho da célula rádio



# Mensagens AIS

## Natureza

- Estáticas

Relacionadas com informação permanente relevante, a qual uma vez criada não se espera seja modificada.

- Dinâmicas

Dados que se espera serem alterados à medida que o navio progride no seu rumo.

- Relacionadas com a viagem

Dados estáticos relacionados com a viagem actual do navio fornecidos por pessoa responsável a bordo.

- Texto (ASCII)

Texto livre em ASCII (American Standard Code for Information Interchange) relacionado com a segurança da navegação.



# Mensagens AIS

## Tipos

IDENTIFICADOR	TIPO DE MENSAGEM
1, 2, 3	Relatos de posição
4	Relatos de estações-base em terra
5	Dados estáticos e relacionados com a viagem
6, 7, 8	Mensagens binárias
9	Relatos de posição de aeronaves em missões SAR (Search and Rescue)
10, 11	Mensagens de correcção TUC e data
12, 13, 14	Mensagens relacionadas com a segurança
15	Interrogações (pedido de tipos de mensagem específicos)
16	Comando para modo de alocação (para ser utilizado por Autoridades competentes)
17	Difusão de correcções GPS diferenciais de forma a melhorar a precisão dos relatos de posição
18, 19	Relatos de posição para navios em áreas locais
20	Mensagens relacionadas com a gestão do link de dados
21	Mensagens reservadas para dispositivos de ajudas à navegação
22	Gestão do canal de comunicação



# Mensagens AIS

## Taxa de relato

A frequência de relato de dados (taxa de relato ou actualização) está dependente:

- da natureza da mensagem associada

Exemplo: a informação estática ou relacionada com a viagem é automaticamente gerada pelo navio com intervalos de 6 minutos, ou em resposta a interrogação que tenha sido dirigida ao navio.

- das condições actuais aplicáveis (no caso das mensagens dinâmicas)

Exemplo: um navio cuja velocidade seja inferior a 14 nós relata automaticamente a sua velocidade e posição todos os 10 segundos; caso a velocidade seja superior e inferior a 23 nós relata cada 6 segundos, e se a velocidade for superior a 23 nós relata cada 2 segundos. As condições de manobra podem também fazer aumentar as taxas de relato.



# Mensagens AIS

## Estrutura

A mensagem AIS encapsulada na estrutura de um pacote de dados:

Preâmbulo	Flag Início	ID da mensagem	Indicador de repetição	ID Utilizador	Situação de navegação	ROT - Taxa de giração	SOG - Velocidade verdadeira	Precisão da posição	Longitude	Latitude	COG - Rumo verdadeiro	Proa verdadeira	Hora	Reservado	Não utilizado	Flag RAIM	Estado comunicação	Sequência de verificação da frame	Flag Fim	Buffering
		6	2	30	4	8	10	1	28	27	12	9	6	4	1	1	19			
24 bits	8 bits	Mensagem de dados AIS com 168 bits																16 bits	8 bits	32 bits
<b>PACOTE DE DADOS com 256 bits</b> (ocupa 1 slot de tempo do canal AIS e é transmitido em 26.67 ms)																				



# SOTDMA

## Self-Organized Time Division Multiple Access

Principais características em operação:

- Operação autónoma
- Difusão contínua
- A intervalos regulares
- Desnecessário controlo separado



# Variantes TDMA

## Principais diferenças

	<b>FDMA</b> (Frequency Division Multiple Access)	<b>CDMA</b> (Carrier Division Multiple Access)	<b>TDMA</b> (Time Division Multiple Access)	<b>SOTDMA</b> (Self Organized Time Division Multiple Access)
<b>Acesso ao canal</b>				
<b>Utilização-alvo</b>	Transmissão contínua de dados no canal da frequência	Transmissão de dados com interrupções nos dados	Transmissão de dados por pacotes	Transmissão de dados por pacotes
<b>Capacidade</b>	Baixa	Alta	Média / Alta	Alta
<b>Taxa de dados</b>	Média	Alta	Alta	Alta
<b>Largura de banda</b>	Larga	Larga	Estreita	Estreita
<b>Eficiência na largura de banda</b>	Baixa	Alta	Média / Alta	Alta
<b>Interferência</b>	O espaço entre frequências e a taxa de dados pode causar interferência	Sujeita a interferência quando diversos utilizadores transmitem simultaneamente	As transmissões e trajectos múltiplos correm em <i>slots</i> adjacentes	As transmissões e trajectos múltiplos correm em <i>slots</i> adjacentes

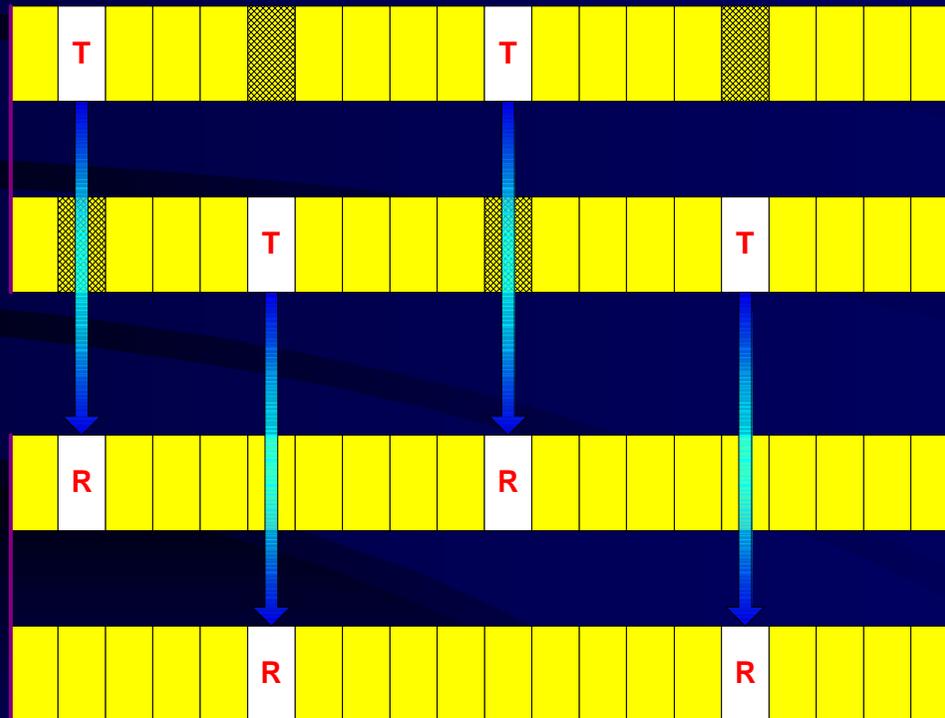


# Estrutura de um pacote (frame)





# Utilização dos canais AIS



AIS Canal 1:  
161.975 MHz

ESTAÇÃO  
EMISSORA

AIS Canal 2:  
162.025 MHz

T = Transmitindo

AIS Canal 1:  
161.975 MHz

ESTAÇÃO  
RECEPTORA

AIS Canal 2:  
162.025 MHz

R = Recebendo

Slot utilizado pela  
Estação-Base em terra

DOIS CANAIS DE OPERAÇÃO



# Sincronização de estações

Para que exista acesso TDMA ao VDL, uma estação tem de se sincronizar com as restantes. Para tal ocorrem dois tipos de sincronização:

- Sincronização de pacotes (*frames*)
- Sincronização das fases dos *slots*



# Estados de sincronização

Existe uma relação directa entre o estado de sincronização em cada estação (0 a 3) e o valor mais alto de semáforo recebido

Uma estação móvel só pode ser qualificada como semáforo nas seguintes condições:

Estação Móvel	Valor mais alto de semáforo recebido			
	0	1	2	3
Estado de sincronização				
0 (pode ser semáforo)	Não	Não	Não	Não
1	Não	Não	Não	Sim (a)
2 (pode ser semáforo)	Não	Não	Não	Não
3	Não	Não	Não	Sim (b)

Estado de sincronização	Situação
0	TUC é recebido <u>directamente</u> e é assumido ser a fonte principal de sincronização.
1	TUC é recebido <u>indirectamente</u> .
2	A estação móvel está sincronizada com uma Estação-Base em terra.
3	A estação móvel está sincronizada com outra estação móvel com base na quantidade mais elevada de estações recebidas <b>(a)</b> , ou indirectamente com uma Estação-Base em terra <b>(b)</b> .



# Estados de sincronização

Existe uma relação directa entre o estado de sincronização em cada estação (0 a 3) e o valor mais alto de semáforo recebido

Uma estação-base só pode ser qualificada como semáforo nas seguintes condições:

Estado de sincronização	Valor mais alto de semáforo recebido			
	0	1	2	3
0 (pode ser semáforo)	Não	Não	Não	Não
1	Não	Não	Sim	Sim
2	Não	Não	Sim	Sim
3	Não	Não	Sim	Sim

Estado de sincronização	Situação
0	TUC é recebido <u>directamente</u> e é assumido ser a fonte principal de sincronização.
1	TUC é recebido <u>indirectamente</u> .
2	A estação está sincronizada com uma Estação-Base em terra.
3	A estação está sincronizada com outra estação móvel com base na quantidade mais elevada de estações recebidas, ou indirectamente com uma Estação-Base em terra.



# Sincronização Prioridades

Caso não exista informação TUC directa, as fontes externas de sincronização devem ser utilizadas com a seguinte prioridade:

- Uma Estação-Base que disponha de TUC
- Uma Estação-Base que esteja qualificada como semáforo
- Outras estações que estejam sincronizadas com uma EB
- Uma estação móvel, que esteja qualificada como semáforo



# Sincronização

## Regras de desempate

- Se existir mais do que uma estação qualificada como semáforo, a estação que indique estar a receber um número mais elevado de outras estações assume-se como sendo a estação semáforo activa.
- Se mais do que uma estação indicar o mesmo número de estações recebidas, o desempate efectua-se a favor daquela que tenha o número mais baixo de MMSI atribuído.

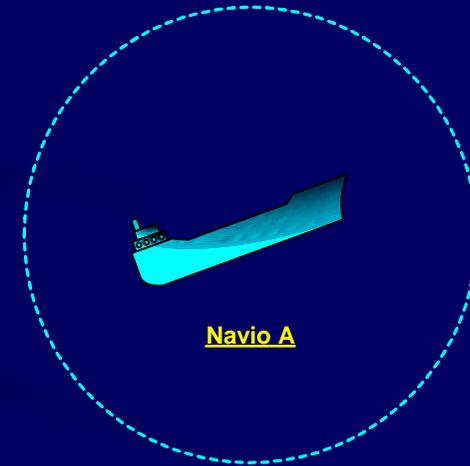


# Sincronização

## Cenário 1 – uma estação móvel

O navio A não tem outras estações móveis na proximidade dentro da sua célula rádio (representada pelo círculo)

- Se o TUC não estiver disponível, o Navio A torna-se semáforo com a sua informação de tempo gerada internamente.
- A menos que outras estações móveis se tornem parte da célula rádio tal situação irá manter-se.



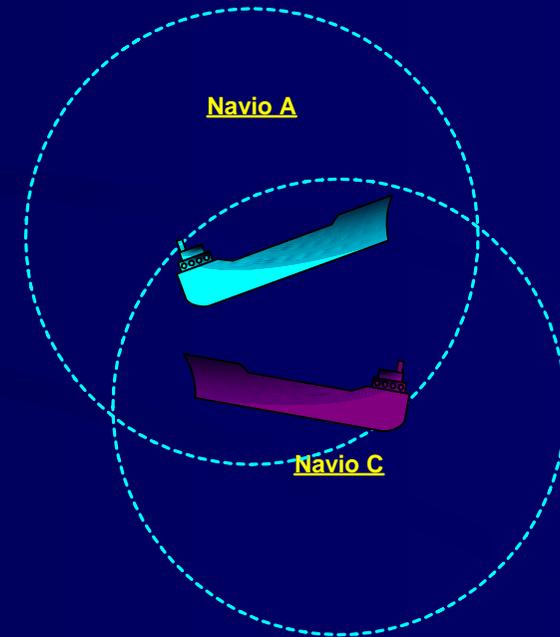


# Sincronização

## Cenário 2 – duas estações móveis

As estações móveis dos navios A e C indicam, ambas, uma estação recebida. Aplicam-se as seguintes regras para definir a estação que será semáforo:

- Se ambas as estações estiverem no Estado 0 (TUC Directo), os pacotes (*frames*) e as fases dos *slots* serão automaticamente sincronizadas.
- Se o navio A não estiver a obter TUC, a sincronização será efectuada com o navio C, mudando o seu estado para 1 (TUC Indirecto). O navio A adopta igualmente o número de *slot* a ser utilizado pelo navio C, o qual se adapta à nova situação aumentando a sua taxa de relato.
- Se nenhum dos navios possuir TUC, o navio A assume o papel de semáforo (teve o desempate a seu favor) aumentando a sua taxa de relato, sincronizando-se o navio C com ele e adoptando o seu esquema de *slots*.



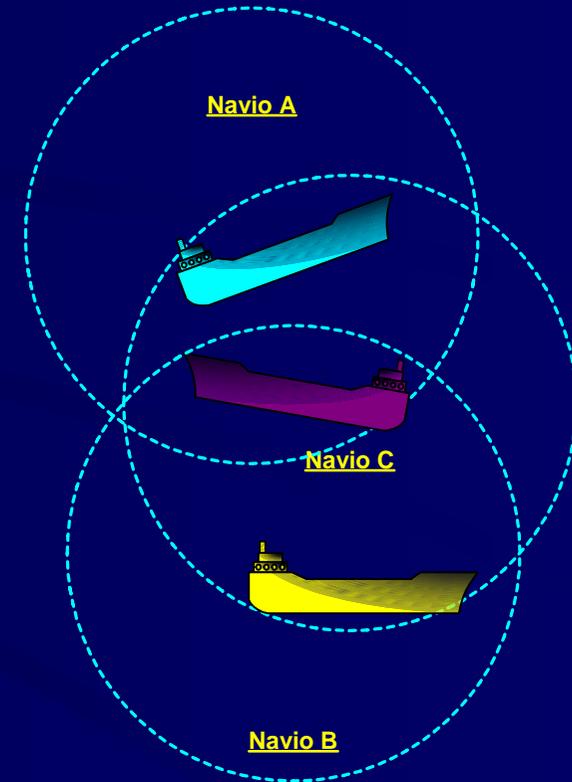


# Sincronização

## Cenário 3 – três estações móveis

Assumindo que o navio A e o navio B apenas indicam uma estação recebida, e que o navio C recebe as duas estações, o papel do semáforo é regulado do seguinte modo:

- Se o TUC não estiver disponível para qualquer das estações, o navio C torna-se semáforo (pela regra de desempate) e aumenta a sua taxa de relato. Os outros navios sincronizam-se com ele.
- Se o navio B indicar o Estado 0 (TUC directo), o navio C ficará no Estado 1 (TUC indirecto) e sincronizará com o navio B. O navio A ficará também no Estado 1 mas sincronizará no navio C. As estações móveis do navio C e do navio B serão qualificadas como semáforo e aumentarão as suas taxas de relato.
- Qualquer estação cujo Estado seja 0 (TUC directo) fará com que essa estação ignore o Estado das outras estações e utilize apenas a fonte TUC.





# Auto-organização

## Protocolos utilizados

Quatro tipos diferentes de protocolos TDMA são utilizados para aceder ao VDL:

- RATDMA (Random Access TDMA)
- SOTDMA (Self Organized TDMA)
- ITDMA (Incremental TDMA)
- FATDMA (Fixed Access TDMA)



# Auto-organização

## RATDMA

- Utilizado para entrada dinâmica na rede e também em transmissões temporárias
- Nenhum aviso prévio é dado ao VDL
- Respeita a história prévia e os *slots* já alocados no VDL
- Considera-se um plano de transmissão *ad-hoc*



# Auto-organização

## SOTDMA

- Utilizado para difusão estável (periódica) de relatos de posição.
- Acesso pré-anunciado ao VDL através da reserva de *slots* e da definição de um *timeout*.
- Respeita a história prévia e os *slots* já alocados para futuras transmissões de outras estações.
- Escolha de *slots* aleatória em intervalo definido.
- Plano de transmissão autónomo e contínuo.
- Suporta situações de sobreposição celular e de sobrecarga, em ambiente permanentemente em mudança.



# Auto-organização ITDMA

- Utilizado para transmissões temporárias pré-anunciadas, na fase de entrada na rede e no primeiro pacote (*frame*), com aumento temporário da taxa de relato devido a uma circunstância especial (p.ex:mudança de rumo)
- Não suporta o modo de interrogação. Pode ser utilizado por qualquer tipo de estação.
- Um *slot* atribuído por TDMA pode ser reservado para um ou mais pacotes (*keep flag*).
- A escolha de *slots* é aleatória de entre os *slots* candidatos.



# Auto-organização

## FATDMA

- Estático e utilizado apenas nos relatos de Estações-Base em terra.
- Tem um plano de transmissão fixo e previamente atribuído.
- Não tem em consideração o histórico anterior e as notificações sobre o VDL.



# Auto-organização

## Papel do SOTDMA

- O SOTDMA é nuclear no AIS, dado que a grande maioria das transmissões será constituída por relatos de posição de modo auto-organizado.
- Ao escolher os seus próprios *slots* de transmissão, evita e resolve potenciais conflitos com outras transmissões.



# AIS

# Normalização

REQUISITOS DE INSTALAÇÃO A BORDO - IMO

FREQUÊNCIAS - ITU WRC

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - ITU

NORMAS DE ENSAIO - IEC

INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO - IALA

NORMAS DE DESEMPENHO - IMO

AIS



# AIS

# Certificação

Entidades ou Laboratórios na União Europeia que certificam os equipamentos AIS como cumpridores das normas aplicáveis:

- BSH, Alemanha
- QinetiQ Ltd, Reino Unido
- Telefication BV, Holanda



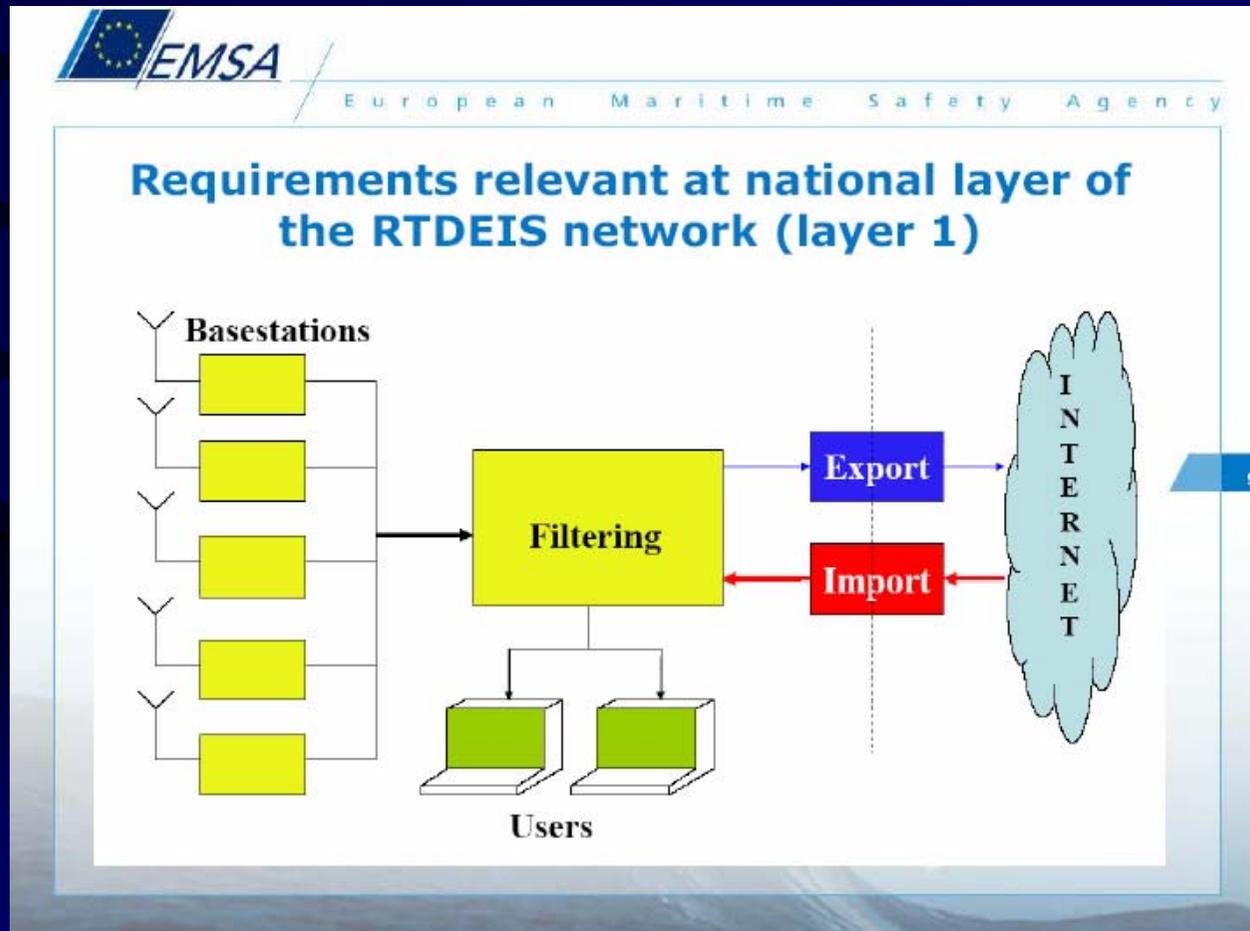
# AIS

## exemplos de oportunidades emergentes

- Monitorização e controlo remoto de ajudas à navegação.
- Monitorização e reconhecimento mútuo de aeronaves no teatro de operações (combate a incêndios, etc).
- Monitorização e link tático de aeronaves em destacamento (ex.: com uma estação-base deslocada)
- Vigilância em teatro de operações em modo seguro.
- Controlo de missões e navegação
- Monitorização de tráfego de superfície (ex.: veículos de pista em aeroportos)

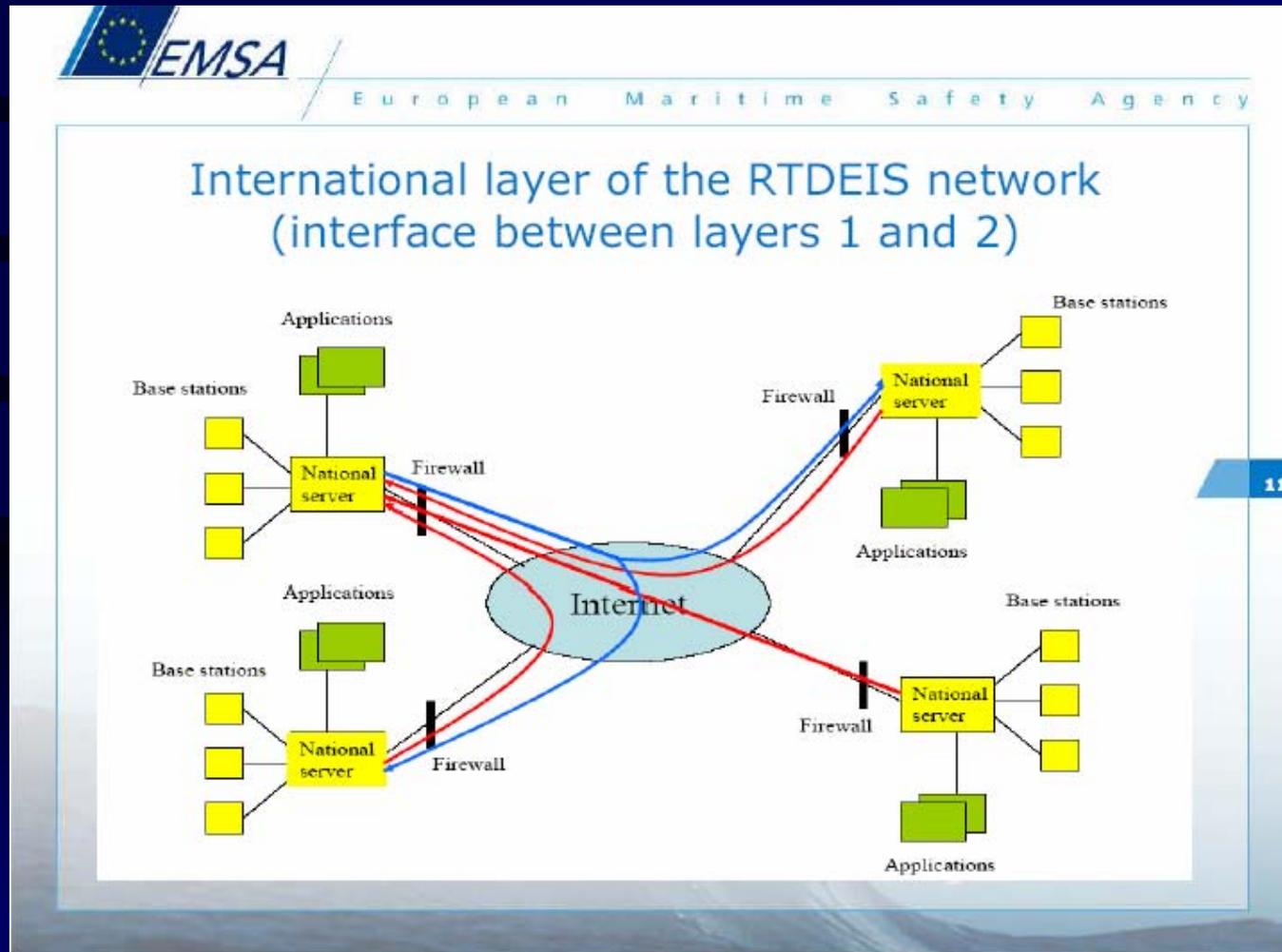


# Real Time Data Exchange Information Systems (RTDIS)





# Real Time Data Exchange Information Systems (RTDIS)





Ribeiro de Araújo  
Consultor

# Informação adicional



Ribeiro  
de Araújo  
Consultor

Avenida de S. Miguel, 249 - Esc. 35  
2775-751 Carcavelos - Portugal  
Tel. +351 919 440 207  
Fax +1 801 858 5695  
Email: ribeiro.araujo@netcabo.pt

Residência / Private address:  
Alameda Alto da Barra, 9-3 Dt.  
2780-180 Oeiras - Portugal

J. L. Ribeiro de Araújo

BSc (Hons) IT & Comp (Open) - MBCS



**Ribeiro de Araújo**  
**Consultor**

***Muito obrigado pela vossa atenção***  
***Fim da apresentação***

Click the back arrow in your browser to reach the previous site page  
Clique na seta para a esquerda do seu *browser* para voltar à página anterior do *site*