



num submarino mar de  
cabo submarino num  
de conectividade  
cable in a sea of connectivity  
The submarine



International Cable Map; autor: Schreiner, 1924

Capa: Bóias e navio na operação de amarração do sistema submarino SAT-3 em Sesimbra; FPC, 2001

## O CABO SUBMARINO NUM MAR DE CONETIVIDADES

O passado e o futuro das comunicações, e o seu desenvolvimento ao longo dos anos, continuarão seguramente a passar pelo fundo do mar onde, de forma discreta e insuspeita para a maior parte das populações, os cabos submarinos têm desempenhado um papel fundamental.

Numa fascinante viagem no tempo, esta exposição revela-nos um passado rico de significado e um presente feito de desenvolvimentos tecnológicos e inovação. Convida-nos também a espreitar o futuro deste importante sistema de transmissão, destacando as seguintes facetas:

- A comunicação nos Impérios, do século XIX a meados do século XX – os cabos telegráficos e a alternativa via rádio.
- A comunicação entre as Nações, na 2.<sup>a</sup> metade do século XX – os cabos telefónicos e a alternativa via satélite.
- A comunicação entre as pessoas e o desenvolvimento da Internet, desde os finais do século XX – os cabos de fibra ótica com capacidade para suportar toda a comunicação multimédia.
- O estado atual da investigação na indústria das comunicações óticas, em particular dos cabos submarinos.

A exposição foca os impactos tecnológicos, económicos e sociais das comunicações globais na área das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e a importância geoestratégica de Portugal e da comunidade em que se insere, ao longo do tempo.

Esta exposição é promovida pela Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) por ocasião da celebração dos 150 anos da União Internacional das Telecomunicações (UIT)<sup>1</sup>, considerando a importância dos cabos submarinos na globalização das comunicações.

<sup>(1)</sup> Em 17 de maio de 1865 foi assinada em Paris por 20 países, entre os quais Portugal, a primeira Convenção Telegráfica Internacional, que deu origem à União Internacional das Telecomunicações, agência especializada das Nações Unidas para as telecomunicações, sendo a mais antiga organização intergovernamental.

## O FUNDO MARINHO, A PLATAFORMA NATURAL DOS CABOS SUBMARINOS

Traçado para proporcionar a descoberta do secreto mundo dos cabos submarinos através de uma contextualização histórica, o percurso expositivo tem início com as comunicações telegráficas e termina no mundo das comunicações multimédia dos dias de hoje.

Pelo caminho temos ainda oportunidade de conhecer o conjunto de técnicas e tecnologias de medição de profundidade dos oceanos (batimetria), que habilitam o conhecimento da morfologia dos fundos marinhos, fundamental para o sucesso da instalação, conservação e reparação das redes de cabos submarinos.

Da utilização de linhas com pesos de chumbo para a determinação das profundidades e recolha de sedimentos do tempo dos primeiros cabos telegráficos, aos sonares multifeixe, satélites ou veículos robotizados operados remotamente (ROV), com câmaras de vídeo de alta definição usados pela atual batimetria para garantir uma cartografia rigorosa e um conhecimento profundo da morfologia marinha. Esta exposição permite-nos aceder a um mundo que, parecendo sair de um filme futurista, retrata uma realidade fundamental para as comunicações de hoje.

Na exposição podemos ver um mapa do fundo submarino do canal Faial – Pico, um equipamento de sonar e um ROV, cedidos pelo Instituto Hidrográfico, e ainda equipamento de mergulho, cedido pela Escola de Mergulhadores da Armada.





## O CABO SUBMARINO NA COMUNICAÇÃO TELEGRÁFICA

A epopeia do lançamento e operação de cabos submarinos iniciou-se em meados do século XIX, mais precisamente em 1850, com a primeira ligação internacional entre a França e Inglaterra, e em 1858, a primeira ligação transatlântica. A partir daí foram lançados novos projetos, cada vez mais ambiciosos.

Os tempos eram de um crescente desenvolvimento do comércio internacional, em particular para os impérios coloniais. No enorme império britânico, a espera de seis semanas para receber, na Índia, uma mensagem enviada de Inglaterra tornava-se insustentável.

Não é, por isso, de estranhar que, uma vez lançada a comunicação por cabo marítimo, esta tenha merecido o título de 8.<sup>a</sup> maravilha.

Em 8 de junho de 1870, entrou ao serviço o primeiro cabo telegráfico submarino, que ligava Portugal (Carcavelos) a Inglaterra. Na inauguração foram trocadas as primeiras mensagens entre o Rei D. Luís I e a Rainha Vitória.

Ao longo das décadas seguintes, Portugal, através dos seus então territórios, em particular os insulares da Madeira, Açores e Cabo Verde, pôde atrair várias companhias inglesas, norte-americanas, alemãs e italianas de cabos submarinos, resultado das necessidades de comunicações dentro dos seus impérios coloniais, em particular o enorme império inglês. As limitações da tecnologia daquele tempo exigiam pontos de retransmissão e a posição geográfica dos territórios portugueses impunha-se pela sua

relevância como ponto de trânsito e de interligação nas comunicações atlânticas (norte/sul e este/oeste).

Tirando partido desta situação, Portugal integrou-se numa rede mundial que evoluía todos os dias e foi criando soluções para dar resposta às necessidades de desenvolvimento do tráfego com os territórios que administrava e do tráfego terminal internacional.

As principais estações portuguesas de cabos submarinos internacionais eram Carcavelos, Horta, Funchal e São Vicente. Pela sua situação geográfica – em pleno Atlântico, a meio caminho entre a América do Norte e a Europa - a Horta destacou-se na rede telegráfica submarina internacional, tendo chegado a ter 15 cabos internacionais amarrados.

Nas comunicações internacionais telegráficas, os cabos submarinos tiveram, a partir do início do século XX, um concorrente de peso: a telegrafia sem fios e as primeiras comunicações telefónicas via rádio.

Os cabos telegráficos submarinos foram perdendo importância ao longo deste século e foram substituídos pelos cabos submarinos coaxiais com amplificação de sinal por meio de repetidores submarinos. Estes cabos, com maior capacidade de comunicações, permitiam não só as transmissões de mensagens telegráficas, mas essencialmente a transmissão das comunicações telefónicas em crescimento. A utilização dos cabos telegráficos foi abandonada no início dos anos 70 do século XX.

No percurso expositivo desta área encontram-se alguns equipamentos da época e documentos, com ênfase no património dos Açores, na ilha do Faial, que ilustram o período dos cabos submarinos telegráficos internacionais, nas suas componentes tecnológicas, mas também os impactos político-sociais e estratégicos para Portugal.







Amarração do cabo telegráfico no Faial, 1904



Gravador de sifão e chave de cabo, Museu da Horta

## O CABO SUBMARINO COAXIAL NA COMUNICAÇÃO TELEFÓNICA

Embora a utilização dos cabos submarinos para comunicações telefónicas se tenha iniciado em 1891, só em meados do século XX se pôde fazer o transporte da voz sob os oceanos. Até essa altura as comunicações de voz intercontinental eram efetuadas via rádio.

Ao contrário das linhas terrestres, o nível do sinal transmitido nos cabos submarinos então existentes caía rapidamente, como resultado essencialmente da sua elevada capacidade,\* ou seja, o cabo e o mar funcionavam como elétrodos dum condensador. Portanto, sem haver qualquer forma de amplificação dos sinais para compensar a atenuação dos sinais em cabos mais longos, nada era recebido na outra extremidade.

Assim, na primeira metade do século XX os cabos submarinos só eram viáveis para transmissão de comunicações de voz em distâncias curtas, não muito além de algumas dezenas de quilómetros, e em águas não muito profundas. Estes cabos eram, na sua maioria, de pares de fios, com um par por circuito de voz, do tipo de cabos terrestres. Só em 1921 se conseguiu transmitir voz em distância média, perto dos 200 km, e em profundidades médias, em cabos com uma morfologia muito próxima da dos coaxiais.

O desenvolvimento das redes telefónicas terrestres, com crescente número de utilizadores, e de necessidade de comunicações intercontinentais de qualidade, menos dependente das condições atmosféricas, levaram, no final da primeira metade do século, a desenvolvimentos importantes. Destes, destacam-se a introdução do cabo coaxial, aliada à utilização do polietileno com um polímero termoplástico artificial isolante, em detrimento da guta-percha e, ainda, a amplificação dos sinais em repetidores submarinos inseridos no próprio cabo, com cerca de 50 km de distância entre si.

Foi, assim, inaugurado o primeiro cabo transatlântico, TAT-1, em 1956, um grande investimento efetuado por uma *joint-venture* constituída para o efeito entre a americana American Telephone and Telegraph (AT&T), a inglesa General Post Office e a canadiana Canadian Overseas Telecommunications Corporation. Este cabo ligava a Escócia à Terra Nova no Canadá, com repetidores que utilizavam válvulas (pêntodos). Ao serviço até 1978, permitia transmitir 34 comunicações vocais simultâneas, um canal para 24 comunicações telegráficas e um canal para comunicações de serviço.

\* grandeza física em Farad



Portugal, através da Companhia Portuguesa Rádio Marconi (CPRM), concessionária do Estado, iniciou a utilização de cabos telefónicos internacionais, com a amarração simultânea de dois cabos em Sesimbra: um com a África do Sul designado SAT-1 e outro com a Inglaterra, designado Portugal – Reino Unido 1.

Nas duas décadas seguintes, a CPRM, investiu em mais 5 sistemas coaxiais terminados nas estações em Portugal, quatro dos quais internacionais e um doméstico, entre o continente e a Madeira, e investiu, como sócio, em onze outros sistemas submarinos internacionais.

Embora até ao final da década de 80 a atividade de instalação de cabos submarinos fosse intensa, não foram os cabos submarinos que dominaram o panorama das comunicações intercontinentais. De facto, os satélites é que escoaram a maioria do tráfego telefónico intercontinental, dada a sua ubiquidade em termos de acesso geográfico, maior largura de banda de transmissão disponível e menor custo de operação.

No percurso expositivo relativo a este período, é possível ver equipamentos dos primeiros cabos submarinos coaxiais amarrados em Portugal, desde um repetidor, passando por alguns bastidores de equipamentos terminais de estação, equipamento de monitorização, ponte de Wheatstone e um sistema de alimentação do cabo submarino. Para além dos equipamentos, vários documentos, fotos e filmes procuram retratar, tão fielmente quanto possível, a atividade e o ambiente tecnológico deste período.



Equipamento terminal na estação de Sesimbra, FPC, anos 70



Navio John Mackay amarrando o cabo submarino SAT-1 no Sal, Cabo Verde, FPC, 1968



Medalha comemorativa da inauguração do cabo do sistema submarino TAT5/MAT-1, FPC, 1970

## O CABO SUBMARINO ÓTICO NA COMUNICAÇÃO MULTIMÉDIA

Na primeira metade do século XX surgiram, em variados campos, algumas aplicações de transmissão de luz guiada em tubos de vidro e, posteriormente, em fibras de vidro.

Na transmissão da luz pela fibra, independentemente do material usado ou da aplicação, o feixe de luz, pelas características óticas do meio (fibra), propaga-se por meio de reflexões internas sucessivas. A fibra funciona como guia de onda, transmitindo luz entre as duas extremidades.

Charles Kao e George Hockham, da Standard Telephones and Cables (STC) Laboratories no Reino Unido, publicaram em 1964 um artigo que demonstra, em tese, que a perda de luz em fibras de vidro existentes poderia ser diminuída drasticamente através da remoção de impurezas. Nos anos subsequentes seguem-se pesquisas e testes de laboratório e, em 1973, a Bell Laboratories desenvolve um processo de injeção de vapores químicos e de oxigénio que, ao serem aquecidos, tornam o vidro ultra transparente e permitem a produção em massa de fibra ótica com baixas perdas. Este processo continua a ser o padrão para o fabrico de cabos de fibra ótica.

Já em 1958 tinha sido introduzido o laser (que significa amplificação de luz por emissão estimulada de radiação) como uma fonte eficiente de luz e no princípio da década de 60 é inventado e iniciada a produção do LED (díodo emissor de luz).

Estavam assim desenvolvidos os dois principais elementos necessários para se obter uma comunicação ótica: uma fonte de luz, foto emissor potente como o laser ou o LED, convertendo impulsos elétricos (bits), representando os valores digitais binários (0 e 1), em impulsos de luz, e um meio guiado de luz na janela de radiação infravermelha, vidro (sílica) ou plástico.

Em meados dos anos 70 inicia-se a utilização da fibra ótica para comunicações telefónicas terrestres entre as principais cidades e no início dos anos 80 muitos operadores já tinham na sua infraestrutura muitos quilómetros de rede de fibra ótica.

Num período em que as comunicações eram ainda essencialmente do tipo telefónico, com as comunicações de dados limitadas essencialmente às empresas de maior dimensão e com a Internet confinada à comunidade científica, entra em serviço, em 1988, o primeiro cabo

submarino ótico transatlântico. Este cabo, para além de multiplicar por dez a capacidade dos cabos coaxiais permitindo 40 000 comunicações simultâneas, tinha também a particularidade de ser do tipo multiponto, o que possibilitava a interligação entre várias estações terminais com a utilização de unidades de derivação, situação esta que só era possível pela pequeníssima espessura das fibras, para além de que permitia maior rentabilização do investimento e da sua utilização. Ao permitir a partilha do investimento por mais países e uma maior ubiquidade e flexibilidade nos acessos, esta solução trouxe um valor económico acrescido.

Em 1992 é amarrado em Portugal o primeiro cabo submarino ótico. Designado Euráfrica, é um sistema multiponto terminado em Portugal Continental, Madeira, Marrocos e França.

Seguem-se, em rápido ritmo, novos desenvolvimentos, com cada vez melhor desempenho e mais capacidade de transmissão das fibras, em seis gerações de etapas tecnológicas até à data.

Um atual sistema submarino ótico, com uma capacidade de transmissão de 40 Terabit/s, permite estabelecer 10 mil milhões de conversações telefónicas simultâneas ou transmitir o conteúdo de 5 milhões de livros por segundo.



Amostra dum cabo submarino ótico



Lançamento de uma unidade de derivação do sistema ACE, 2011

Hoje, há mais de meio milhão de quilómetros de cabos submarinos óticos nos cinco oceanos e Portugal conta com 12 amarrações de sistemas submarinos óticos internacionais. Um dos principais pontos de amarração de cabos, Portugal é ainda o único país no mundo com ligações estabelecidas em cabo submarino direto com todos os continentes, à exceção da Antártida.

Todo este enorme crescimento da instalação de cabos submarinos e das suas capacidades tem uma explicação: Internet. Nas suas várias aplicações, a Internet é hoje a "cola" tecnológica que liga as pessoas, empresas e organismos públicos entre si e ao mundo dos serviços e aplicações, através de computadores, telemóveis avançados ou outros aparelhos, no trabalho, no lazer, no comércio, nas responsabilidades de cidadania e, de uma forma geral, tornando próximas todas as sociedades e nações.

A Internet, como a conhecemos nos dias de hoje, requer velocidades e capacidades elevadas só possíveis com a transmissão ótica, sendo o cabo submarino a grande autoestrada das comunicações. É por aí que passa 99% do tráfego Internet entre os vários continentes – voz, dados, imagens, vídeos, mensagens, jogos, informação e aplicações informáticas. Tudo isto,

convertido digitalmente, é transportado nos cabos submarinos óticos atuais.

Como a velocidade de um sinal ótico através de fibra ótica é de cerca de 200 000 km por segundo, o sinal demora 5 milissegundos por cada 1000 quilómetros percorridos. Assim, a transmissão de um *email* ou a execução de uma complexa operação financeira entre Lisboa e Nova Iorque, com 6000 quilómetros pelo meio, demora 30 milissegundos.

Um breve momento é quanto basta para fazer tudo, ou quase tudo. E assim se marca a velocidade do mundo dos dias de hoje. Um mundo onde "tempo é dinheiro" e a informação se quer imediata, aqui ou em qualquer parte do mundo.

No percurso expositivo sobre esta era da comunicação global multimédia, baseada nos sistemas submarinos óticos, podem observar-se, em vários suportes, algumas das suas principais referências, bem como um repetidor do primeiro cabo submarino ótico terminado em Portugal.

## **PRINCÍPIOS TECNOLÓGICOS E INFORMAÇÕES TÉCNICAS**

Num espaço dedicado a vários temas relativos aos cabos submarinos e às respetivas técnicas de instalação, exploração e manutenção, estão disponíveis para consulta dos visitantes diversos filmes e informações em suporte eletrónico.

É possível selecionar, entre outros, vídeos sobre: os princípios da comunicação ótica, o fabrico de fibra ótica e de um cabo submarino, o carregamento do cabo no navio, o lançamento e sua deposição no fundo do mar, a amarração e a reparação de um cabo submarino, bem como a partilha de utilização do fundo do mar e perigos para o cabo submarino e ainda atividades num navio de lançamento de cabos.

Repetidor ótico, NEC



#### Ficha técnica

Promotor: Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM)

Direção do projeto e comunicação: Fundação Portuguesa das Comunicações (FPC)

Apoios institucionais: Governo Regional dos Açores, Marinha Portuguesa, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, PT Portugal, CTT - Correios de Portugal.

Comissário: José Morais de Oliveira

Coordenação científico-técnica, produção e seleção de conteúdos:

Henrique Melo Barreiros, John Ross, José Almeida Mota, Vasco de Sá

Conceção multimédia e realização audiovisual: Joel de Almeida

Investigação histórica, seleção documental e património museológico: FPC

Sistemas e aplicações multimédia: Subvertice

Arquitetura: Rui Órfão

Design gráfico: Arne Kaiser

Contributos e agradecimentos: Alcatel-Lucent, Associação dos Antigos Alunos do Liceu da Horta, Carlos Moreira, Corning, Escola de Mergulhadores da Armada, Geodienst - University of Groningen, Huawei, Instituto Hidrográfico, International Cable Protection Committee – ICPC, Museu da Horta, NEC, Science Museum of London, University Oxford - Professor Mark Graham and Dr. Stefano de Sabbata of Oxford Internet Institute, TE Subcom, Telegraph Museum Porthcurno, Xtera.



O Museu das Comunicações – parte integrante da Fundação Portuguesa das Comunicações, que tem a Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), os Correios de Portugal (CTT) e a PT Portugal como instituidores – é um espaço cultural ativo, profundamente empenhado na partilha dos saberes das comunicações e das tecnologias de ponta.

**Fundação Portuguesa das Comunicações**  
**Museu das Comunicações**  
**Rua do Instituto Industrial, 16**  
**1200-225 Lisboa**

Tel: 21 393 51 77

Fax: 21 393 50 06

Email: [museu@fpc.pt](mailto:museu@fpc.pt)

Website: [www.fpc.pt](http://www.fpc.pt)

Redes sociais:



### Horário

2.ª a 6.ª - 10h às 18h

Sábado - 14h às 18h

Última quinta-feira do mês até às 22h

(entrada gratuita entre as 18h e 22h)

### Acessos

Metro: Estação do Cais do Sodré

Comboio: Estações do Cais do Sodré e Santos

Autocarros: 706, 714, 727, 728, 732, 760

Elétricos: 15, 18, 25



 **FUNDAÇÃO  
PORTUGUESA DAS  
COMUNICAÇÕES**

**ANACOM**

 **AUTORIDADE  
NACIONAL  
DE COMUNICAÇÕES**

COM O ALTO PATROCÍNIO  
DE SUA EXCELÊNCIA



*O Presidente da República*