

## Cabos Submarinos no Brasil

Este tutorial apresenta a estrutura básica de sistemas de comunicação de longa distância utilizando cabos submarinos e os cabos submarinos em operação no Brasil.

Autores

Mario Sergio Palacios  
Emergia Brasil Ltda.

Engenheiro eletrônico (FESP 79), atuou nas áreas de Sistemas Transmissão e Acesso, Sistemas Celulares e Sistemas de Supervisão e Controle. Ocupou diversas posições de liderança em empresas de Teleco sendo as mais recentes as de Superintendente de Desenvolvimento de Negócios da Telefonica International Wholesale Services, Gerente de Desenvolvimento de Negócios da Vésper e Gerente de Implantação de Redes da Pegasus Telecom. Trabalhou na Odebrecht onde foi o responsável pela proposta do consórcio concorrente da Banda B da telefonia celular, formado também pela Airtouch (hoje Vodafone), Camargo Corrêa e Unibanco.

Sergio Eduardo Espírito Santo  
Emergia Brasil Ltda.

Graduado em Administração (PUC), MBA - FVG, PÓS-GRAD. ESPM e extensão na Univ. IRVINE -USA. Experiência de 20 anos nas áreas de produtos/marketing/comercial, desenvolvida no segmento de Telecomunicações / Informática - produtos e serviços de hardware / software, envolvendo redes de servidores, PC's, periféricos, infra estrutura de dados e voz, call center, contratos de manutenção e desenvolvimento de parcerias com fornecedores - produtos e serviços de TI, envolvendo e-bussiness, e-commerce CRM, B2B, B2C, BI, Outsourcing – produtos e serviços de Telecomunicações, envolvendo comunicação por fibra óptica e wireless (Sistemas celulares e transmissão ), frame-relay, VPN, acesso IP para mercado de operadoras fixa e móvel, carrier, data center's e de Internet ISP / ASP / ASSP. Atualmente desenvolve atividades comerciais em banda larga na Telefonica International Wholesale Services(Emergia).

Duração: 15 minutos

Publicado em: 22/09/2003

### O Que é

Cabo submarino é um cabo telefônico especial, que recebe uma proteção mecânica adicional, própria para instalação sob a água, por exemplo, em rios, baías e oceanos. Normalmente dispõe de alma de aço e de um isolamento e proteção mecânica especiais. Este tipo de cabo telefônico é utilizado principalmente em redes internacionais de telecomunicações, que interligam países e continentes. No Brasil, pelo seu tamanho continental, o cabo submarino é utilizado para interconectar toda a sua costa. Seu tipo pode ser metálico, coaxial ou óptico, sendo este último o mais utilizado atualmente.

### História do Cabo Submarino

Muito embora existam divergências quanto às datas, o primeiro cabo submarino de que se tem notícia foi um cabo telegráfico lançado em 1851 no Canal Inglês de Dover. Em 1858 foi lançado o primeiro cabo submarino metálico transatlântico interligando a América do Norte e a Inglaterra. O sistema era lento com uma largura de banda capaz de transportar apenas duas palavras por minuto. Seu funcionamento, no entanto, foi efêmero. O primeiro cabo submarino transatlântico lançado com sucesso só correu em 1866. O número de cabos submarinos metálicos continuou crescendo, mas ainda se limitavam à transmissão de mensagens telegráficas.

**O cabo submarino coaxial** surgiu em 1956 e permitiu a comunicação de várias pessoas ao mesmo tempo. No início dos anos 70, com o desenvolvimento do cabo óptico e a sua aplicação na comunicação submarina, este meio de transmissão tornou-se a melhor opção. O primeiro sistema óptico, precursor dos sistemas de cabos submarinos atuais, foi implantado nas Ilhas Canárias em 1982. A era do cabo óptico submarino de longa distância teve início efetivamente em 1988 com o lançamento de um cabo óptico submarino transatlântico entre os oceanos Pacífico e Atlântico (interligando USA, França e Inglaterra) com capacidade de transmissão em massa.

**A primeira rede de fibra ótica** projetada para utilização da técnica DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexer) foi implementada em 1988 e interligou os Estados Unidos com a Grã Bretanha, a Alemanha e a Holanda. Este cabo era associado ao sistema TAT-8 e elevou a capacidade de tráfego entre os EUA e a Europa para 20.000 circuitos de voz.

No final do século XX e início do século XXI o mundo viu um aumento efetivo de oferta de banda através dos novos sistemas de cabos submarinos que foram lançados neste período no Oceano Pacífico, Oceano Atlântico, Sudeste da Ásia, e América do Sul. Neste período as Américas vivenciaram o lançamento de três novas redes ópticas submarinas de grande capacidade e alta tecnologia que interligam as três Américas circundando-as pelo Atlântico e o Pacífico: SAM1 da Emergia, o South American Crossing da Global Crossing e o 360 Network (Globenet).

Uma combinação de fatores foi responsável por este aumento de banda, como a demanda reprimida, o aumento de tráfego telefônico e de TV internacional, a Internet, a desregulamentação do setor de telecomunicações em vários países, a competição e o avanço tecnológico como o DWDM, técnicas de amplificação óptica (amplificador óptico em linha, pós-amplificador, pré-amplificador, amplificação remota, etc.). Tais fatores permitiram ampliar as bandas e reduzir os custos de equipamentos, cabos e os serviços de instalação e lançamento, tendo sido determinantes para que os preços de banda passassem a um novo patamar.

Em paralelo implementaram-se mecanismos de proteção mecânica (dos cabos submarinos) e de sistema (por exemplo, estrutura em anel de autocorreção), conferindo aos sistemas ópticos submarinos novos paradigmas de confiabilidade e disponibilidade. Hoje se tem vários sistemas com capacidade de terabits e técnica de DWDM com 60 – 90 lambdas (comprimentos de onda). O tempo de transmissão de um sinal, que nos primórdios da telegrafia ainda era medido em minutos, caiu para milissegundos com o emprego da fibra ótica. Atualmente o maior cabo óptico submarino do mundo em extensão é o SEA-ME-WE 3, que mede 38 mil quilômetros e interliga 32 países do Sudeste Asiático, do Oriente Médio e da Europa.

## Cabos Submarinos no Brasil

No Brasil, o primeiro cabo submarino fez parte da primeira linha telegráfica brasileira. Foi inaugurado em 1857 e interligava a Praia da Saúde no Rio de Janeiro com a cidade de Petrópolis. A linha tinha extensão total de 50km, sendo 15km em cabo submarino.

Os primeiros cabos totalmente submarinos foram inaugurados por D. Pedro II em 1874, interligando o Rio de Janeiro, Salvador, Recife e Belém. A linha Recife, João Pessoa, Natal foi estabelecida em 1875. A primeira ligação internacional por cabo foi feita no mesmo ano, com Portugal, tendo sido concluída por meio de contrato com a empresa British Eastern Telegraph Company. A ligação com a Europa foi resultado do espírito empreendedor de Irineu Evangelista de Souza, Barão e depois Visconde de Mauá, que participou da organização e financiamento da instalação do cabo submarino.

Em 1893 a companhia inglesa South American Cables Ltd instalou um cabo submarino em Fernando de Noronha. Posteriormente, em 1914, a concessão deste cabo foi transferida para a França. Um segundo cabo submarino em Fernando de Noronha foi lançado pelos italianos da Italcable em 1925.

### Principais Cabos Submarinos com presença no Brasil





## AMERICAS II

O cabo submarino Américas II entrou em operação em setembro de 2000, interligando o Brasil (Fortaleza) aos Estados Unidos. Resultado de um consórcio formado por diversas operadoras internacionais (Embratel, WorldCom, Sprint, CANTV, entre outras), opera com a tecnologia SDH (hierarquia digital síncrona), que permite que o sinal seja transmitido e recebido com sincronização.

Com 9.000km de extensão, quatro pares de fibras óticas e capacidade de transmissão de 80 Gbps, o Américas II interliga o Brasil, a Guiana Francesa, Trinidad e Tobago, Venezuela, Curaçao, Martinica, Porto Rico e Estados Unidos. O Américas II tem a capacidade de transmitir 151.200 ligações simultâneas e possui 8 lambdas em cada par de fibra, com uma velocidade de 2,5 Gbps por lambda.

O Americas I segue o mesmo caminho do Americas II (Brasil, Trinidad & Tobago, Porto Rico e Estados Unidos). Foi inaugurado em setembro de 1994 e sai de Fortaleza rumo à Flórida.

## ATLANTIS-2

Este cabo submarino pertence a um consórcio internacional formado por 25 grandes empresas de telecomunicações e que representam as maiores operadoras de telecomunicações do mundo. Exigiu recursos da ordem de US\$ 370 milhões. Setenta por cento do empreendimento foi feito pelas operadoras Embratel, Deutsche Telecom, Telecom Itália, STET-France Telecom, e Telefonica de Espanha.

Com cerca de 12 mil quilômetros de extensão e em operação desde o início de 2000, liga o Brasil (de Natal até o Rio de Janeiro) à Europa, África e América do Sul. O cabo possui dois pares de fibras óticas sendo um utilizado para serviço e o outro para restauração. É o único cabo submarino transatlântico que interliga diretamente a América do Sul à Europa. A capacidade atual deste cabo é de 20 Gbps, sendo a sua capacidade final prevista de 40 Gbps. Possui 8 lambdas no par de serviço, com uma velocidade de 2,5 Gbps por lambda.

Utilizando a infra-estrutura do Atlantis 2, a Embratel implantou ainda, para seu uso exclusivo, dois pares adicionais de fibras óticas com capacidade de 40 Gbps, entre Fortaleza e Rio de Janeiro.

Através do cabo submarino Atlantis 2, o Brasil participa da rede digital que conecta os cinco continentes e que será composta pela interligação de 73 sistemas de cabos de fibras óticas, totalizando uma extensão de 385 mil quilômetros. Esta rede irá formar a infra-estrutura global da sociedade da informação.



## **EMERGIA – SAM 1**

O cabo submarino SAM 1 da Emergia é um sistema construído pela Telefónica S.A., que investiu US\$ 1,6 bilhão na sua realização. Ele interliga as três Américas por meio de cabos que somam 25 mil quilômetros de extensão. Possui quatro pares de fibras óticas, 48 lambdas em cada par de fibras, com uma velocidade de 10 Gbps por lambda o que lhe garante uma capacidade de transmissão final igual a 1,92 Tbps.

Diferente dos outros cabos submarinos que tocam o Brasil, o SAM 1 é um anel óptico que circunda as Américas através dos oceanos Atlântico e Pacífico. Ele é auto-restaurável o que permite garantir maior qualidade, velocidade e segurança ao tráfego de voz e dados entre as principais cidades do continente. Devido ao emprego da tecnologia DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexer), o circuito pode ser restabelecido caso haja interrupção em algum trecho do cabo submarino. Assim, a informação percorre o caminho inverso, já que o anel possui capacidade de auto-restauração para reagir a possíveis falhas em menos de 300 milissegundos, sem queda de transmissão.

A capacidade inicial do cabo da Emergia que entrou em operação em fevereiro de 2001 é de 40 Gbps, expansível até 1.92 Tbps. Os serviços de comunicações de banda larga permitem a conexão porta a porta, na América Latina, América Central e os Estados Unidos, atendendo ao Brasil, Argentina, Chile, Peru, Guatemala, Porto Rico e Estados Unidos.

No Brasil, o cabo interliga as cidades de Santos, Rio de Janeiro, Fortaleza e Salvador. Além disso, um dos centros de operação em rede mundial da Emergia (eNOC) localiza-se na cidade de Santos, Brasil.

## **GLOBAL CROSSING - SAC**

Em operação comercial desde o início de 2001 o SAC da Global Crossing teve um custo estimado da ordem de US\$ 2 bilhões. O cabo submarino tem 15 mil quilômetros e interliga os principais países da América do Sul, Central e Norte (Brasil, Argentina, Chile, Peru, Panamá e USA).

O SAC é um anel óptico auto-restaurável que circunda as Américas através dos oceanos Atlântico e Pacífico. Esta configuração garante ao sistema uma qualidade que permite o fornecimento de um serviço em alta velocidade com qualidade e segurança entre as principais cidades do continente.

Em sua configuração final, o SAC terá quatro pares de fibras óticas, 32 lâmbdas em cada par de fibras, com uma velocidade de 10 Gbps por lambda o que lhe garantirá uma capacidade de transmissão final igual a 1,28 Tbps. A capacidade inicial do cabo SAC é de 40 Gbps.



## **GLOBENET/360 NETWORK**

Recentemente adquirida pela Brasil Telecom, o cabo da Globenet entrou em operação comercial no início de 2001. Diferente dos cabos da Emergia e da Global Crossing o da Globenet não circunda as Américas. Seu anel se fecha pelo próprio Atlântico interligando os Estados Unidos, as Ilhas Bermudas, a Venezuela e o Brasil. No Brasil os pontos de entrada são as cidades do Rio de Janeiro e de Fortaleza.

Com 22,5 km e 303 repetidores, o cabo da Globenet terá em sua configuração final 4 pares de fibras ópticas, 34 lâmbdas em cada par de fibras, com uma velocidade de 10 Gbps por lambda o que lhe garantirá uma capacidade de transmissão final igual a 1,36 Tbps. A capacidade inicial do cabo SAC é de 40 Gbps.

## **UNISUR**

Inaugurado oficialmente em 1 de novembro de 1994, o sistema de telecomunicações UNISUR interconecta os países do Mercosul, Argentina (La Plata), Brasil (Florianópolis) e Uruguai (Maldonado).

Resultado de um consórcio formado pelas operadoras internacionais Embratel, Antel (Uruguai) e Telintar (Argentina), compõe-se de um cabo submarino de fibra ótica com 1.741 quilômetros de extensão, 10 repetidores e 15.120 canais. Permite o tráfego de todos os tipos de meios de comunicação, como televisão, telex, telefonia, dados, etc.

## Cabo Submarino: Estrutura Básica do Sistema

A principal característica dos sistemas de comunicações de cabos ópticos submarinos, além da sua alta capacidade de transmissão é a distância que se pode atingir, chegando a até 9.000 km sem necessidade de regeneração do sinal.

Nos sistemas que utilizam fibras ópticas de terceira geração (1300nm) consegue-se atingir espaçamentos de até 60km entre repetidores. Já nos sistemas que utilizam cabos com fibras óticas de quarta geração (1550nm), estes espaçamentos podem atingir até 100 Km.

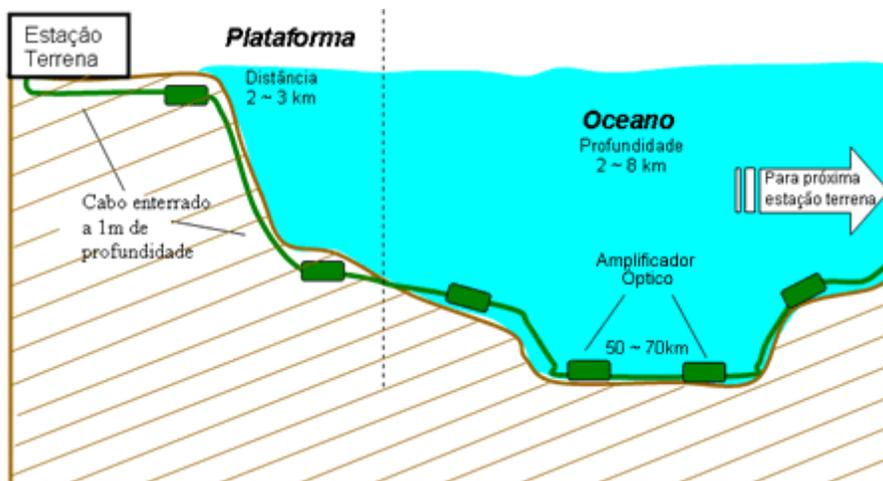
Além disso, o cabo óptico, amplificadores e regeneradores utilizados em sistemas submarinos são projetados para resistirem a pressão de água de até 8.000m de profundidade (pressão igual a 800 atmosferas). A estrutura dos componentes, incluindo os componentes ópticos, é de altíssima confiabilidade, normalmente assegurando 25 anos de vida útil.

### Estrutura em anel

As redes que utilizam cabos submarinos são normalmente construídas em anel o que permite que a mesma circunde um continente, um país, uma ilha, oferecendo conectividade em toda a sua extensão e garantindo redundância, através do uso de sistemas SDH padrão para proteção e auto-restauração de tráfego da rede em caso de falha. Através da característica de auto-fechamento e da bidirecionalidade do anel pode-se partir de qualquer ponto do anel e chegar-se a qualquer outro ponto, trafegando-se com os dados em qualquer direção.

A detecção de falhas é realizada através do equipamento de roteamento de tráfego. Ao detectar uma falha ele redireciona o tráfego automaticamente possibilitando uma reparação instantânea. O padrão ITU tem sido utilizado com sucesso nos principais sistemas submarinos do mundo inteiro, conferindo aos sistemas ópticos submarinos novos paradigmas de confiabilidade e disponibilidade.

Apresenta-se a seguir os principais componentes de um sistema de comunicação de longa distância utilizando cabos submarinos.





## **Estação Terrena**

Na Estação Terrena estão os equipamentos responsáveis pela regeneração do sinal óptico e pela demultiplexação dos sinais separando-os em canais e posteriormente disponibilizado-os para a distribuição aos usuários finais. É na Estação Terrena que o cabo submarino chega quando entra no continente.

Além da Estação Terrena, os sistemas submarinos completam-se com os Pontos de Presença (POP). Normalmente as Estações Terrenas situam-se em pontos distantes dos centros consumidores dos serviços. Assim, para permitir que se tenha uma distribuição eficiente dos serviços, criam-se os POPs para onde são levados os sinais da Estação Terrena.

Tanto a Estação Terrena como os POPs são dotados de sistemas de energia e segurança com redundância de 100% incluindo a entrada de energia da concessionária, geradores, sistema ininterrupto de energia (no-break) e ar condicionado. Os sistemas de prevenção, proteção e combate a incêndio também são itens cuidadosamente estudados e implementados.

O centro de gerência do sistema (NOC – Network Operation Center) geralmente é construído em uma Estação Terrena ou POP. Através de alarmes e sistemas de monitoração, o NOC permite o controle de tráfego, a vigilância dos sinais, identificação de problemas e a manutenção do sistema, 24 horas por dia, 7 dias na semana.

## **Multiplexação por Divisão de Onda Densa (DWDM)**

Os sistemas submarinos atuais têm capacidade de transmitir vários sinais ópticos independentes, cada um com um comprimento de onda característico ( $\lambda$ ). O método pelo qual vários sinais em diferentes comprimentos de onda são combinados numa única fibra é conhecido pelo nome de multiplexação por divisão de onda densa (DWDM). Os DWDM atualmente em funcionamento nos cabos submarinos trabalham com comprimentos de onda com velocidade de transmissão de 2,5Gbps e 10Gbps.

Os equipamentos de DWDM ficam nas Estações Terrenas. Seu projeto, normalmente, permite um crescimento gradual, desde um único comprimento de onda até múltiplos comprimentos, a medida que aumentem as necessidades de capacidade.

## **Equipamento SDH**

O equipamento SDH oferece às redes ópticas funções de multiplexação e proteção. Todas as interfaces são de padronizadas de acordo com normas internacionais, permitindo a sua interligação com outras redes submarinas, terrestres e de satélite. Podem estar instalados tanto na Estação Terrena como no POP.



## **Amplificadores Ópticos**

Os amplificadores ópticos compensam as perdas no cabo submarino devidas à atenuação do sinal. Eles são conectados ao cabo a intervalos de distância apropriados e devolvem aos pulsos ópticos a sua amplitude original, sem necessidade de ter que convertê-los à sua forma eletrônica nos repetidores submarinos. Eles não realizam a regeneração do sinal, que é feita na Estação Terrena.

Os amplificadores ópticos são projetados de modo a poder transportar a capacidade da fibra através dos vários milhares de quilômetros entre as Estações Terrenas.

A alimentação dos amplificadores ópticos de um sistema óptico submarino é feita remotamente a partir das Estações Terrenas. A voltagem necessária para a alimentação dos amplificadores gira em torno de 4.000V.

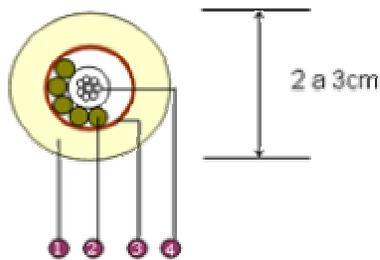
## Estrutura de um Cabo Submarino

### Cabo Submarino Típico 1 – Uso no oceano

O cabo submarino acompanha a topografia do fundo do oceano e fica praticamente “estacionado” no leito submarino. Isto se deve ao próprio peso do cabo e ao peso dos amplificadores (em torno de 500 kg cada um). Assim, na parte oceânica o cabo submarino não necessita de uma maior proteção além da utilizada para resistir à pressão de água em grandes profundidades.

Pode-se utilizar vários tipos de cabo de acordo com as condições do leito oceânico e as funções da rede. O cabo tronco normalmente possui quatro pares de fibras e os ramais dois. Em águas profundas o tronco e ramais são leves, não havendo a necessidade de uma blindagem mais pesada. Perto da costa utilizam-se cabos blindados de vários tipos para minimizar as ameaças externas das âncoras das embarcações e barcos pesqueiros.

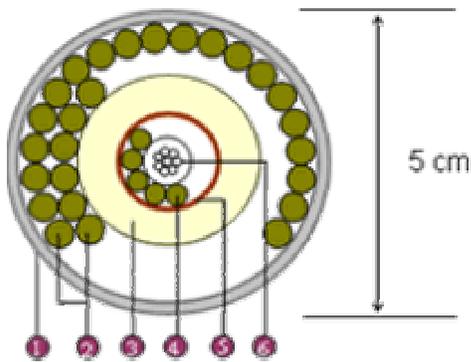
A fibra é desenvolvida especificamente para aplicações submarinas e produzida especialmente para transportar a capacidade da fibra através dos vários milhares de quilômetros entre as Estações Terrenas.



- 1 Proteção externa
- 2 Cabos de aço galvanizado responsáveis pela resistência do cabo
- 3 Camada de cobre (condutor da energia da alimentação remota dos amplificadores)
- 4 Fibras óticas

## Cabo Submarino Típico 2 – Uso já na plataforma

Por estar mais exposto e sujeito a danos, ao chegar à plataforma continental o cabo submarino passa a ser enterrado a uma profundidade média de 1m. Para lhe conferir mais confiabilidade no sentido da proteção mecânica, o cabo submarino instalado na plataforma possui uma proteção extra



- 1 Proteção externa.
- 2 Cabos de aço galvanizado responsáveis pela a resistência do cabo.
- 3 Proteção interna.
- 4 Segunda camada de aço galvanizado para a resistência do cabo.
- 5 Camada de cobre (condutor da energia da alimentação remota dos amplificadores).
- 6 Fibras ópticas

As fibras ópticas podem ser do tipo: monomodo (single mode), dispersion shifted (dispersão alternada), non-zero dispersion shifted ou outra, dependendo do tipo de aplicação, distância entre os amplificadores e da eletrônica utilizada no sistema.

Por questões técnicas, num mesmo cabo óptico submarino pode-se ter diferentes tipos de fibras, ou seja, a dispersão das fibras pode variar em cada trecho do trajeto, dependendo da distância entre as estações terrenas e dos amplificadores.

## Cabos Submarinos: Considerações Finais

Este tutorial apresentou a estrutura básica de sistemas de comunicação de longa distância utilizando cabos submarinos.

Nos últimos anos foram construídos vários cabos submarinos que interligam o Brasil às várias partes do mundo. A implantação de um cabo submarino é um projeto complexo. A estrutura para o lançamento de um sistema óptico submarino baseia-se em três pontos:

- fabricante/fornecedor do cabo óptico submarino/equipamentos;
- companhia especializada no lançamento do cabo;
- operadora de telecomunicações.

A operadora de telecomunicações (consoviada a outras empresas ou não) geralmente é a responsável pela encomenda de um sistema de rede óptica submarina.

O fornecedor do cabo é o principal contratado, que recebe a incumbência de fabricar os cabos ópticos e os equipamentos de transmissão.

A terceira empresa envolvida nesta estrutura é a especializada no lançamento do cabo. Através de um navio especialmente desenvolvido e equipado para esta operação, realiza um minucioso estudo das características do leito oceânico como as suas zonas de profundidade, perfil topográfico e geológico, bem como as suas características físicas e químicas. A partir destes dados traça a rota mais segura para o lançamento e a instalação do cabo óptico submarino. Posteriormente, esta empresa também pode ser a responsável pela manutenção da rede.

**Material disponibilizado em:**

**[www.ProjetodeRedes.com.br](http://www.ProjetodeRedes.com.br)**