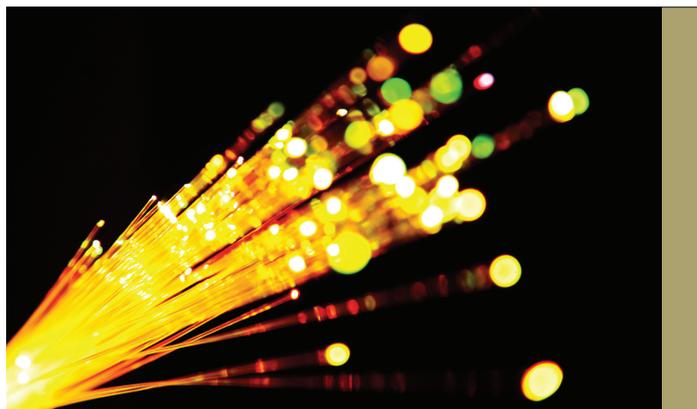


cabos de fibra óptica

{O FUTURO DAS TELECOMUNICAÇÕES}



1. INTRODUÇÃO

Ao longo da última década o sector das telecomunicações em Portugal tem sofrido uma verdadeira revolução e evolução tecnológica, verificada pela promoção da abertura de um mercado concorrencial, pela cada vez maior qualidade dos serviços oferecidos pelos diversos operadores, pela utilização de equipamentos e tecnologias de última geração e, ainda, por uma legislação dinâmica, actual e vanguardista. Assistimos a um verdadeiro choque tecnológico neste sector. Com efeito, a vulgarização do uso de telemóveis, a recepção e transmissão de dados a velocidades cada vez maiores, o surgimento de televisão de alta definição (TVAD), em substituição do actual formato PAL, as ofertas de novos serviços como o "Video on Demand" a par da emergente Televisão Digital Terrestre (TDT) constituem, seguramente, uma nova revolução nas infra-estruturas de telecomunicações domésticas e profissionais.

Regozijamo-nos por verificar que o sector das telecomunicações tem sido aquele que se encontra em pleno crescimento, com os fabricantes e operadores a lançarem novos produtos e soluções de forma continuada, bem como uma atenta e perspicaz reacção por parte dos legisladores. Assiste-se na indústria das telecomunicações a um movimento relacionado com a convergência para

as redes IP (*Internet Protocol*, ou Protocolo de Internet).

A edição do novo Manual ITED, prevista para o início de 2010, não sendo um Manual de ruptura relativamente à 1.ª edição, é ainda assim, extremamente inovador tanto em conceitos de infra-estrutura como de equipamentos e respectivas especificações. A defesa dos interesses dos consumidores de comunicações electrónicas passa por infra-estruturas de telecomunicações modernas, fiáveis e adaptadas aos serviços dos operadores públicos.

Há neste novo Manual uma clara preocupação em adaptar os edifícios às Redes de Nova Geração de encontro com as Novas Normas Europeias.

Uma das novidades de novo Manual ITED será a da obrigação de instalação de fibra óptica (FO) nos edifícios, proporcionando num futuro próximo a oferta de serviços de nova geração a velocidades cada vez maiores. A fibra óptica constituirá, pois, um pilar basilar na revolução das tecnologias de telecomunicações que entrarão em nossas casas.

O presente artigo visa expor a tecnologia de fibra óptica e potenciar a sua mais que provada utilização nas instalações de tele-

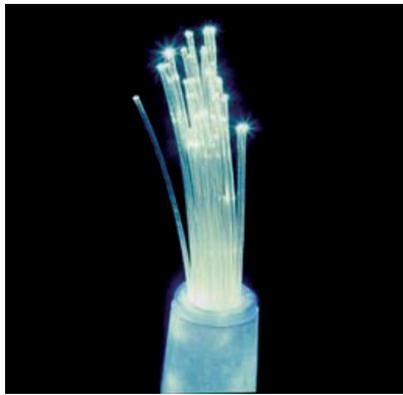
comunicações.

2. NOVOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES

A oferta de novos serviços de telecomunicações, decorrentes da procura por cada vez maiores larguras de banda, apenas tem sido possível pelos grandes investimentos realizados pelos operadores, de forma a dar uma resposta satisfatória às necessidades de operabilidade e de inovação de serviços aos consumidores domésticos e empresariais.

Tem-se assistido a uma estratégia comum por parte dos diversos operadores em fornecer aos seus clientes "pacotes" de serviços de telecomunicações. A oferta desses serviços, denominados por "Triple Play", disponibiliza numa única plataforma: telefone, internet de banda larga, "video on demand" e televisão. Do ponto de vista económico estes serviços disponibilizados pelos operadores poderá ser vantajoso na medida em que os clientes, tendencialmente, pagarão menos pelo conjunto de todos os serviços do que pagariam por eles em separado.

Assim, e para que estes serviços possam chegar ao consumidor final, no seu potencial máximo de exploração, é necessário criar e dotar as infra-estruturas de telecomunicações que suportem tais serviços.



A crescente inovação tecnológica no sector das telecomunicações origina, forçosamente, mudanças sucessivas ao nível das redes e dos serviços dos operadores, e ainda nas infra-estruturas individuais (no interior das fracções autónomas). A par da utilização de cabos em par de cobre de classes cada vez maiores, e da utilização de cabos coaxiais de maiores frequências, a utilização de fibra óptica constituirá uma nova realidade para dotar as infra-estruturas de telecomunicações interiores.

Dada a crescente tendência dos operadores chegarem a casa dos clientes em fibra óptica para disponibilização de serviços "Triple Play", a extensão desta tecnologia entrará pelas nossas casas de forma a dinamizar e proporcionar cada vez mais melhores serviços de telecomunicações.

A partir da sua descoberta e desenvolvimento, as fibras ópticas representaram uma revolução na forma de transmitir informação. A fibra óptica tem sido utilizada, principalmente para a transmissão de voz, televisão e sinais de dados por ondas de luz.

3º NOVO PARADIGMA NA CABLAGEM DE TELECOMUNICAÇÕES

A publicação do Decreto-Lei N.º 123 de 21 de Maio de 2009 torna obrigatório a utilização do uso da fibra óptica nos edifícios, uma vez que até aqui a utilização desta tecnologia era de carácter opcional, ficando ao critério do projectista/dono de obra a execução dessa mesma tecnologia. Actualmen-

te, a obrigatoriedade da colocação de fibra óptica mudará, dramaticamente, o mundo das telecomunicações. Ao longo de todo o planeta, a fibra óptica vem substituindo os cabos convencionais de cobre, como os cabos "pares trançados" e os cabos coaxiais, pese embora, e por razões de segurança serão mantidas estas duas últimas tecnologias ao nível dos projectos de telecomunicações.

Actualmente, as fibras ópticas para telecomunicações podem ser encontradas em quase todo o lado. Muitos operadores de telefonia de longa distância, bem como operadores locais e empresas de TV por Cabo, possuem sistemas instalados com base em fibras ópticas. A título de curiosidade, a maior quantidade de fibra instalada para a comunicação global encontra-se em sistemas submarinos e cabos submersos no oceano, conectando os cinco continentes. As fibras ópticas também podem ser encontradas em redes internas de computadores de alta velocidade (LANs).

As fibras ópticas também são muito utilizadas por empresas que pretendem agilizar a comunicação no seu "campus" corporativo. Actualmente, as redes corporativas de alta velocidade ligam com segurança e robustez os sistemas corporativos, reduzindo o tempo de comunicação entre departamentos e aumentando o fluxo de informação/comunicação entre a mesa do funcionário e a central de armazenamento de dados.

4º FIBRAS ÓPTICAS – NOÇÕES GERAIS

Uma fibra óptica não é mais do que um fio fino de material transparente, normalmente de vidro ou, por vezes, de material plástico que transmite luz a longa distância. A fibra tem um núcleo central, onde a luz é "guiada", revestido de uma, ou mais, bainhas transparentes. A bainha tem um índice de refração superior ao do núcleo, impedindo desta forma a fuga da luz para o exterior por um mecanismo que pode ser descrito, em primeira aproximação, como a reflexão total na superfície de separação. A bainha é revestida com um polímero para proteger a fibra de eventuais danos.

Dependo da sua aplicação, a FO pode apresentar diâmetros variáveis, desde diâmetros ínfimos, da ordem de micrómetros (mais finos do que um fio de cabelo) até vários milímetros. A FO foi inventada pelo físico indiano Narinder Singh Kapany, em 1927.

A utilização da FO apresenta claramente várias vantagens em comparação com a utilização dos cabos metálicos, designadamente:

- › **Grande Capacidade de Transmissão:** um sistema de transmissão por FO pode apresentar uma largura de banda na ordem das centenas de GHz, o que é equivalente a mais de 6.000.000 canais telefónicos convencionais;
- › **Longas Distâncias de Transmissão:** permite enviar sinais (luminosos) a algumas dezenas de quilómetros sem necessidade de regeneração de sinal. Apresentam, pois, níveis de atenuação muito baixos, normalmente 10.000 vezes inferior aos cabos de par de cobre;
- › **Imunidade:** apresentam imunidade total às interferências electromagnéticas, o que significa que os dados não serão corrompidos durante a transmissão;
- › **Segurança:** as FO não irradiam qualquer sinal para o ambiente exterior (no seu modo de funcionamento normal). Apresentam, assim, imunidade a qualquer tentativa de intrusão. Do ponto de vista da Compatibilidade Electromagnética (CEM) não causam perturbação nos equipamentos electrónicos circundantes.
- › **Leves e Compactos:** os cabos de FO apresentam um volume e peso mais baixo do que os cabos de comunicações em cobre. A título ilustrativo, um cabo composto por 864 fibras apresenta um diâmetro aproximado de um cabo de 100 pares de cobre.

Não obstante todas estas valências a FO apresenta, ainda assim, algumas desvantagens, nomeadamente:

- › **Necessidade de Pessoal Especializado:** ao nível da instalação, operação e manutenção de cablagens de FO são necessários técnicos especializados, designadamente no que se refere aos aspectos relacionados com a junção, terminação e ensaio;

- › **Custo do Equipamento de Transmissão:** o custo associado à conversão do sinal óptico em eléctrico, e vice-versa, apresenta ainda um custo relativamente elevado quando comparado com a transmissão do mesmo sinal num par de cobre. No entanto, e dada a vulgarização da utilização desta tecnologia, os custos poderão baixar consideravelmente;
- › **Vulnerabilidade:** devido à grande capacidade de transmissão que as FO apresentam, existe a tendência para incluir muita informação numa única fibra. Deste modo, o risco de ocorrer uma catástrofe e a consequente perda de grandes quantidades de informação é bastante elevado.

› Sistema de Comunicação por Fibra Óptica

Num sistema de comunicação com recurso à utilização de FO a origem poderá localizar-se, por exemplo, num computador que envia a informação electricamente ao **transmissor**. Este transmissor é constituído por um LASER ou LED, que converte o sinal eléctrico num sinal óptico na forma de impulsos de luz. Estes impulsos de luz são guiados e transmitidos pela fibra óptica, constituindo este o **meio de comunicação**, até ao receptor localizado na outra extremidade da fibra. O **receptor** é constituído por um fotodetector que converte o sinal óptico em eléctrico, para o devido processamento.

A distância sobre a qual um sistema pode funcionar é limitada, fundamentalmente, pela perda do meio de comunicação. Tipicamente, a atenuação nas FO é muito baixa (aproximadamente 0,25 dB/km), pelo que o sinal poderá "viajar" algumas dezenas de quilómetros sem necessidade de recurso a qualquer amplificação ou regeneração de sinal.

Num sistema de comunicação por FO, normalmente, as limitações da largura de banda são o emissor e o receptor, respectivamente por ordem de importância.

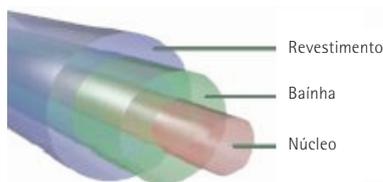
Nas fibras ópticas propriamente ditas, as limitações de largura de banda relacionam-se, basicamente, com o número de modos –

fibras Multimodo; com a dispersão cromática e dispersão de modal polarização – fibras monomodo; assim como com a distância que o sinal tem de percorrer.

› Tipos de Fibra Óptica

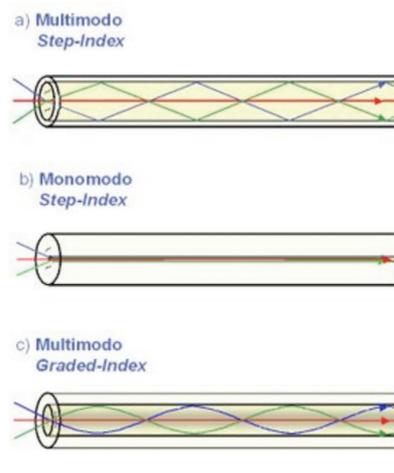
As fibras são constituídas essencialmente por três estruturas:

- › **Núcleo** – A zona central das fibras ópticas, denominada núcleo, apresenta um índice de refração mais elevado do que a zona circundante, pelo que será no núcleo onde se dará a transmissão e guiamento do feixe de luz.
- › **Bainha** – É o material que envolve a camada do núcleo e que apresenta um índice de refração inferior ao primeiro.
- › **Revestimento** – Material plástico, normalmente acrílico, que envolve e confere protecção mecânica à fibra.



As fibras ópticas dividem-se em dois grandes grupos:

- › **Multimodo (OS1)*;**
- › **Monomodo (OM1, OM2 e OM3)*.**



* Designações contempladas na norma EN 50173. Os diferentes tipos de fibras ópticas Multimodo (MM) e Monomodo (SM), são classificadas usando as designações O (*Optical*), M (*Multimode*), S (*Singlemode*). E os números 1, 2 e 3 para classificar os três tipos de fibra MM, respectivamente, 62,5/125 mm; 50/125 mm e 50/125 mm estas últimas para operar com *lasers* VCSEL (*Vertical Cavity Surface Emitting Laser*).

As FO podem ser utilizadas para diversos fins, desde sistemas de iluminação, sensores e comunicações. No que diz respeito às comunicações, as fibras que apresentam um melhor desempenho, quer em atenuação ou em largura de banda, são as fibras Monomodo. Com efeito, estas fibras ópticas têm sido as mais utilizadas nos sistemas de comunicações para grandes distâncias (dezenas de quilómetros).

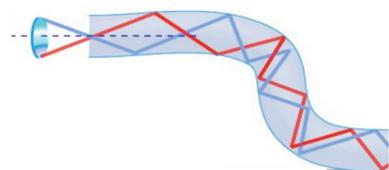
Ao invés, as fibras Multimodo apresentam um desempenho inferior, quando comparadas com as fibras ópticas Monomodo. Estas fibras (Multimodo) são normalmente utilizadas para os sistemas de comunicações de dados de distâncias não superiores a 500 metros.

Paulatinamente, as fibras OM1, com núcleo de 62,5 μm , utilizadas em rede de dados, foram substituídas pelas fibras OM2 e OM3 com núcleo de 50 μm .

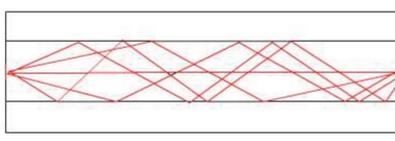
A família de fibras do tipo OS1 caracteriza-se por possuírem um núcleo mais reduzido, de cerca de 8 a 10 μm . Assim, as redes de comunicações destinadas a médio e longo alcance utilizam fibras ópticas Monomodo, pelo que são estas as fibras que suportam a tecnologia PON, redes "Fiber to the Home".

› Princípio de Funcionamento da Fibra Óptica

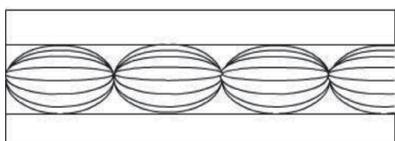
O sinal luminoso é transmitido pela fibra óptica usando o princípio da reflexão total. Dado que o núcleo da fibra apresenta um índice de refração superior à bainha, existe um ângulo a partir do qual os feixes de luz se reflectem totalmente no seu interior, é como se existisse um espelho que reflecte a luz incidente na totalidade.



A figura seguinte mostra o efeito de dispersão modal ou intermodal, e limita determinadamente a largura de banda da FO. Cada um dos "n" modos (ou raios) têm diferentes ângulos de reflexão na zona fronteira núcleo/bainha da fibra, o que corresponderá a diferentes caminhos, com diferentes comprimentos que o feixe de luz terá de percorrer. Deste modo, cada um dos modos ou raios chegam à outra extremidade da fibra com um determinado tempo de atraso entre eles. Consequentemente, um sinal muito estreito, injectado na extremidade de emissão ficará mais largo quando chega à extremidade de recepção da fibra.



As fibras Multimodo apresentam dispersão intermodal, dado que os raios com percursos mais longos, que correspondem aqueles com ângulos de reflexão mais agudos, levam mais tempo a percorrer a fibra. Este efeito poderá ser minimizado, ou seja, os raios que têm percursos poderão percorrer o caminho ao longo da fibra óptica de forma mais célere. Isso é conseguido quando o índice de refração diminui a partir do centro do núcleo em direcção à bainha. As fibras do tipo Multimodo utilizam-se sempre que um sistema de comunicação de dados apresente débitos binários não superiores a, sensivelmente, um milhar de Mbit/s.



No caso das fibras Monomodo, em que o diâmetro do núcleo é diminuído cerca de 5 vezes, comparadas com as fibras Multimodo, o número de modos que poderão ser guiados e conduzidos pela fibra será de um, daí a sua denominação de Monomodo. A largura de banda nesta fibra é fortemente dominada pela dispersão cromática da mesma. As fibras do tipo Monomodo estão especialmente vocacionadas para operarem com débitos binários da ordem das dezenas a centenas de Gbit/s, com atenuações que permitem o envio de sinais a largas dezenas de quilómetros, prescindindo da regeneração de um sinal intermédio.

A tabela seguinte representa a velocidade de transmissão verificada em cada um dos diversos tipos de fibras ópticas, bem como o tipo de fibra mais indicado em conformidade com a distância verificada.

Velocidade de Transmissão	Distância		
	300 m	500 m	2.000 m
100 Mb/s	OM1	OM1	OM1
1.000 Mb/s	OM1	OM2	OS1
10.000 Mb/s	OM3	OS1	OS1

› Escolha de uma Fibra Óptica

A escolha de um determinado cabo de FO deverá levar em linha de conta alguns requisitos relevantes (excepto nos casos em que haja imposição legislativa de utilização de um determinado tipo de fibra). Esses requisitos relacionam-se, essencialmente, da distância verificada entre os nós de utilização, a solicitação requerida de largura de banda, o número de conectores, exigência do espaço de acomodação dos cabos, fundamentalmente no que diz respeito ao raio de curvatura, custo de investimento terminais activos e passivos, entre outros.

Os conectores ópticos constituem um equipamento importante no sistema de comunicação por fibra óptica. São acessórios compostos de um ferrolho, onde se encontra a terminação óptica, e de uma parte responsável pela fixação dessas fibras na extremidade do ferrolho. É realizado um polimento para atenuar os problemas de reflexão da luz. Pode-se detectar com o aumento da atenuação, basicamente, dois tipos de perdas:

- › Perda de inserção;
- › Perda de retorno.

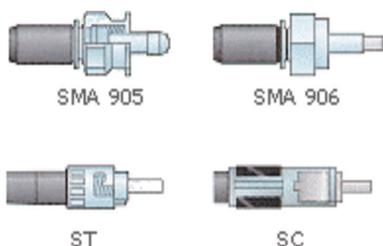
A perda de inserção, ou **atenuação**, é a perda de potência luminosa, que ocorre na passagem da luz nas conexões, geralmente causada por irregularidades no alinhamento dos conectores e irregularidades intrínsecas às fibras ópticas.

A perda de retorno, ou **reflectância**, é a quantidade de potência óptica refletida na conexão, e a luz refletida retorna até a fonte luminosa, cuja causa principal está na face dos ferrolhos dos conectores, que reflectem parte da luz que não entra no interior da FO do conector do lado oposto. Esta perda não influi directamente na atenuação total. No entanto, pode degradar o funcionamento da fonte luminosa e, desta forma, afecta a comunicação.

São utilizados na conexão das fibras ópticas as seguintes formas:

- › Extensões ópticas ou "pig-tail";
- › Cordão óptico;
- › Cabo multicordão.

Existem no mercado vários tipos de conectores, cada um voltado para uma determinada aplicação. São constituídos de um ferrolho com uma face polida, onde é feito o alinhamento da fibra, e de uma carcaça provida de uma capa plástica. São todos "machos", ou seja, os ferrolhos são estruturas cilíndricas ou cônicas, dependendo do tipo de conector.



5. FIBRA ÓPTICA – MANUAL ITED – NOVO PARADIGMA

A 2.ª edição das Prescrições e Especificações Técnicas de Infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios obriga a que cada fracção seja servida por duas fibras. Não serão autorizadas categorias Multimodo nas ITED. Assim, as fibras ópticas que serão permitidas serão do tipo Monomodo – OS1 e OS2 em que cada fibra deverá cumprir o emanado na norma EN 60793-2-50:2004. Todos os cabos de fibra óptica deverão cumprir os requisitos da norma EN 60794-1-1.

A introdução obrigatória de cabos de fibra óptica, quer na rede colectiva quer na individual, motivará a que ao nível do Armário de Telecomunicações de Edifícios (ATE) e Armário de Telecomunicações Individual (ATI) existam repartidores gerais de fibra óptica (RG-FO) ou repartidores de cliente de fibra óptica (RC-FO).

O RG-FO do ATE deverá estar preparado para uma estrutura de acopladores de FO para ligar cada fracção autónoma, no mínimo com duas fibras. A figura seguinte ilustra uma possível solução de RG-FO a instalar no ATE inferior dos edifícios colectivos.



(Fotos cortesia da Siemon)

A rede colectiva de FO poderá ser efectuada em topologia em estrela com cabo individual de cliente "drop" desde o secundário do RG-FO ao ATI. Em alguns casos, conforme a solução apresentada pelo projectista, poderá ser equacionada a colocação de cabo "riser", designadamente se o número existente de fracções for elevado.

No que respeita ao ATI, este deverá albergar um repartidor de cliente de fibra óptica (RC-FO), eventualmente constituído por mais do que um adaptador nos quais terminarão as duas fibras, provenientes do RG-FO ou do exterior. O secundário do RC-FO possuirá adaptadores que, em pelo menos dois deles, terminarão os cabos que ligam às tomadas ópticas da zona de acesso privilegiado (ZAP).

A figura seguinte ilustra possíveis exemplos de um organizador de fibra óptica, que deverá estar instalado no ATI.



A instalação de tecnologia em FO, além de pessoal técnico altamente especializado requer, igualmente, a realização de ensaios de carácter obrigatório, designadamente:

- › Atenuação (Perdas de Inserção);
- › Comprimento.

Para a medida destes parâmetros deverão ser efectuados os ensaios seguintes:

- › Ensaio de perdas totais;
- › Ensaio de reflectometria, quando considerado adequado.

Os ensaios deverão ser efectuados na rede colectiva, desde o RG-FO do ATE inferior até ao ATI de cada fracção autónoma, e na rede individual, desde o ATI até às tomadas de FO. Os valores dos parâmetros medidos deverão estar dentro dos limites definidos na EN 50173:2007.



6. CONCLUSÕES

Com a migração de tecnologias de rede para protocolos de maior velocidade (Gigabit e 10 Gigabit Ethernet), assistiu-se à difusão generalizada do uso de fibras ópticas para aplicações de rede local. Ao dotar-se os edifícios com tecnologia de fibra óptica abrem-se as portas a uma oferta de futuros serviços de comunicações electrónicas que, para muitos de nós, ainda nem sequer imaginamos. Com a entrada do novo Decreto-Lei 123/2009, tendo em conta as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 258/2009, Portugal entrou, irreversivelmente, na vanguarda da excelência das comunicações electrónicas. Cabe a todos os actores do sector das telecomunicações, projectistas, instaladores, dono de obra, ANACOM e fabricantes, contribuir para o êxito efectivo da implementação dos serviços de telecomunicações e potenciar o aumento da qualidade de vida de todos os cidadãos, neste início da segunda década do século XXI.