

## A FIBRA ÓTICA

## NAS COMUNICAÇÕES ELETRÓNICAS

**1 Introdução**

A satisfação das necessidades e a defesa dos interesses dos consumidores de comunicações eletrónicas passa por infraestruturas de telecomunicações modernas, fiáveis e adaptadas aos serviços disponibilizados pelos operadores de telecomunicações.

O Decreto-Lei n.º 123/2009 de 21 de Maio, com a redação conferida pelo posterior Decreto-Lei n.º 258/2009 de 25 de Setembro de 2009, veio dar um novo enquadramento ao setor das comunicações eletrónicas e potenciar o desenvolvimento e investimento por parte de fabricantes e operadores de telecomunicações em redes de nova geração. Foram, assim, relançadas as bases para o funcionamento de um mercado que se quer concorrencial.

A nova edição do Manual de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), veio dar suporte técnico legal aos cumprimentos dos objetivos supra citados, sendo claramente inovador tanto em conceitos de infraestrutura como de materiais, equipamentos e respetivas especificações técnicas.

Há uma clara preocupação em dotar os edifícios de infraestruturas de telecomunicações capazes de suportar os novos serviços disponibilizados pelos operadores de telecomunicações, não se alheando do cumprimento das Novas Normas Europeias.

Assim, e relembrando, as soluções técnicas que vigoram para cada uma das tecnologias obrigatórias a adotar nas instalações são:

- 1. Par de Cobre** – Cabos de Par de Cobre de categoria 6 ou superior;
- 2. Cabo Coaxial** – Cabos coaxiais da categoria TCD-C-H, frequência máxima de trabalho de 3GHz;

**3. Fibra Ótica** – Cabos de fibra ótica do tipo monomodo.

Pelo facto da instalação de fibra ótica (FO) ser obrigatória nos edifícios novos ou alvo de remodelação, têm proporcionado a oferta de serviços de nova geração com larguras de banda cada vez maiores. A fibra ótica constitui, pois, um pilar basilar na revolução das tecnologias de telecomunicações que entram pelas nossas casas e empresas. O presente artigo aborda em particular o uso da fibra ótica nas instalações ITED e evidenciar as suas potencialidades e soluções técnicas a adotar nos projetos e instalações ITED.

**2 Novos serviços de comunicações eletrónicas**

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.

Assistimos a um verdadeiro choque tecnológico no sector das comunicações eletrónicas. De facto, a generalização do uso de aparelhos móveis (*iphones, ipads, consolas, etc.*) com receção e transmissão de dados a velocidades cada vez maiores, o surgimento de televisão de alta definição (TVAD), o surgimento de ofertas de novos serviços como o “*Video on Demand*” a par da emergente televisão digital terrestre (TDT) constituem, seguramente, uma nova revolução nas infraestruturas de telecomunicações domésticas e profissionais. Assiste-se na indústria das telecomunicações a um movimento relacionado com a convergência para as redes IP (“*Internet Protocol*”, ou Protocolo de Internet).

Praticamente todos os operadores de comunicações eletrónicas fornecem aos seus clientes “pacotes” de serviços de telecomunicações.

A oferta desses serviços, denominados por “Triple Play”, disponibiliza numa única plataforma: voz, dados (Internet de banda larga) 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 infraestruturas de telecomunicações que suportem tais serviços.

Dada a crescente tendência dos operadores chegarem a casa dos clientes em fibra ótica para disponibilização de serviços “Triple Play”, esta tecnologia entra já pelo edificado dinamizando e proporcionando cada vez mais e melhores serviços de comunicações eletrónicas.

### 3 FIBRAS ÓPTICAS – Noções gerais

Uma fibra ótica não é mais que um fio extremamente fino de material transparente (vidro ou plástico), que transmite um feixe de luz no seu interior a longas distâncias.

A fibra ótica possui um núcleo central, onde o feixe luminoso é “guiado”, 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 que um fio de cabelo) até vários milímetros tendo sido inventada pelo físico indiano Narinder Singh Kapany em 1927.

Quando comparado com condutores metálicos, a FO apresenta claramente várias vantagens, nomeadamente:

- **Elevada 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;

- **Imunidade**: apresentam imunidade total às interferências eletromagnéticas, o que significa que os dados não serão corrompidos durante a transmissão;

- **Segurança**: no seu modo normal de funcionamento, as fibras óticas não irradiam qualquer sinal para o ambiente exterior apresentando, assim, imunidade a qualquer tentativa de intrusão. Do ponto de vista da Compatibilidade Eletromagnética (CEM) não causam perturbação nos equipamentos eletrónicos circundantes.

- **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;

- **Leves e Compactos**: apresentam um volume e peso mais baixo que os cabos de comunicações em cobre. Por exemplo, um cabo composto por 864 fibras apresenta um diâmetro aproximado de um cabo de 100 pares de cobre.

Porém, e não obstante todas estas vantagens a FO apresenta, ainda assim, algumas desvantagens, designadamente:

- **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 aspetos relacionados com a junção, terminação e ensaio;

- **Custo Equipamento de Transmissão**: o custo associado à conversão do sinal ótico em elétrico, 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 acontecer uma catástrofe e a consequente perda de grandes quantidades de informação é bastante elevado.

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 recetor, respetivamente por ordem de importância.

Nas fibras óticas 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.

#### 4 Tipos de fibra óptica

Basicamente, as fibras são constituídas essencialmente por três estruturas:

**Núcleo** – A zona central das fibras óticas, denominada de 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 proteção mecânica à fibra.

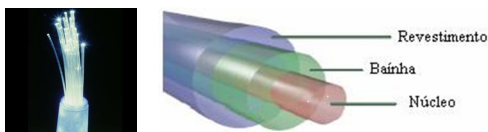


Figura 1 – Constituição típica de uma fibra óptica

As fibras óticas dividem-se em dois grandes grupos:

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

\* Designações contempladas na norma EN 50173. Os diferentes tipos de fibras óticas 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, respetivamente, 62,5/125mm; 50/125mm e 50/125mm estas últimas para operar com lasers VCSEL (*Vertical Cavity Surface Emitting Laser*).

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 recetor, respetivamente por ordem de importância. Nas fibras óticas 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.

No que respeita às comunicações as fibras que apresentam melhor desempenho, quer em atenuação que em largura de banda, são as fibras Monomodo. De facto, estas fibras têm sido as mais utilizadas nos sistemas de comunicações para grandes distâncias (dezenas de quilómetros).

As fibras Multimodo apresentam um desempenho inferior, quando comparadas com as fibras óticas Monomodo. Tipicamente, as 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, cerca de 8 a 10  $\mu\text{m}$ . Assim, as redes de comunicações destinadas a médio e longo alcance utilizam fibras óticas Monomodo pelo que são estas as fibras que suportam a tecnologia PON, redes “*Fiber to the Home*” e, claro, ITED e ITUR.

## 5 Princípio de funcionamento da fibra ótica

O sinal luminoso é transmitido pela fibra ótica 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 refletem totalmente no seu interior, é como se existisse um espelho que reflete a luz incidente na totalidade.

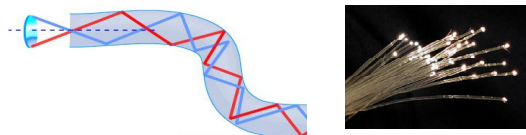


Figura 2 – Transmissão do feixe luminoso ao longo de uma fibra ótica

A figura 3 ilustra o efeito de dispersão modal ou intermodal, e limita determinantemente a largura de banda da FO. Cada um dos “ $n$ ” modos (feixes ou raios) apresenta 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. Assim, 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, injetado na extremidade de emissão ficará mais largo quando chega à extremidade de receção da fibra.

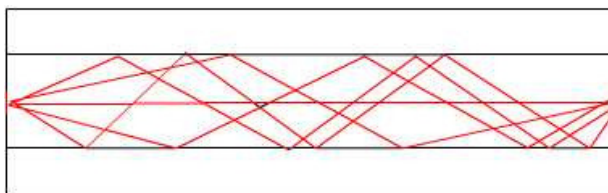


Figura 3 – Efeito de dispersão modal em fibras multimodo

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 ótica de forma mais célere. Isso é conseguido quando o índice de refração diminui a partir do centro do núcleo em direção 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.

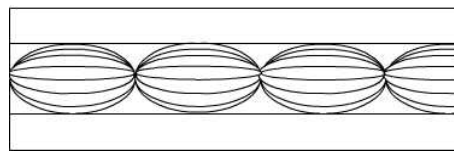


Figura 4 – Compensação do efeito de dispersão modal em fibras multimodo

No caso das fibras monomodo, em que o diâmetro do núcleo é diminuído cerca de 5 vezes menos, se 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 regeneração de sinal intermédio.

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

Tabela 1 – Velocidade de transmissão vs distância dos diversos tipos de fibras

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

## 6 Requisitos de escolha de uma fibra ótica

A escolha de um determinado cabos de FO deverá levar em linha de conta alguns requisitos relevantes (exceto 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 respeita ao raio de curvatura, custo de investimento terminais ativos e passivos, etc.

Os conectores óticos constituem um equipamento importante no sistema de comunicação por fibra ótica. São acessórios compostos de um ferrolho, onde se encontra a terminação ótica, 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 detetar 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 óticas.

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

São utilizados na conexão das fibras óticas as seguintes formas:

- Extensões óticas ou “pig-tail”;
- Cordão ótico;
- Cabo multicordão.

Existem no mercado vários tipos de conectores, cada um voltado para uma 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.



Figura 5 – Conectores para fibra ótica

## 7 ITED/ITUR – Utilização obrigatória de fibra ótica

A 2ª Edição das Prescrições e Especificações Técnicas de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), e a 1ª Edição das Prescrições e Especificações Técnicas de Infraestruturas de Telecomunicações em Urbanizações (ITUR), obriga a que cada fogo (de habitação) seja servido por duas fibras. Nas ITED e ITUR apenas são permitidas a utilização de fibras óticas do tipo monomodo – OS1 e OS2 em que cada fibra deverá cumprir os requisitos constantes na norma EN60793-2-50:2004. Todos os cabos de fibra óptica deverão cumprir os requisitos da norma EN 60794-1-1.

A introdução obrigatória de cabos de fibra ótica, quer na rede coletiva quer na individual, motiva a que ao nível dos Armários de Telecomunicações de Edifícios (ATE) e Armário de Telecomunicações Individual (ATI) existam repartidores gerais de fibra ótica (RG-FO) e repartidores de cliente de fibra ótica (RC-FO), respetivamente.

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



**Figura 6 – Exemplo de um RG-FO (Cortesia Siemon)**

No que respeita ao ATI, este deverá albergar um repartidor de cliente de fibra ótica (RC-FO) eventualmente constituído por mais 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 óticas da zona de acesso privilegiado (ZAP).

A figura 7 ilustra possíveis exemplos de um organizador de fibra ótica que deverá estar instalado no ATI.



**Figura 7 – Exemplo de um RC-FO**

A instalação de tecnologia em FO, além de requer 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 efetuados os ensaios seguintes:

- Ensaio de perdas totais;
- Ensaio de refletometria, quando considerado adequado.

Os ensaios deverão ser efetuados na rede coletiva, desde o RG-FO do ATE inferior até ao ATI de cada fração 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 EN50173:2007

## **8 Considerações finais**

A introdução obrigatória de cabos de telecomunicações com velocidade de transmissão de dados cada vez maiores permite a existência de protocolos de maiores larguras de banda (Gigabit e 10 Gigabit Ethernet). Com efeito, ao dotar-se os edifícios com tecnologia de fibra ótica abrem-se as portas a uma oferta de futuros serviços de comunicações eletrónicas que, para muitos de nós, ainda nem sequer imaginamos. A entrada em vigor do Decreto-Lei 123/2009, tendo em conta as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 258/2009, potenciou Portugal na vanguarda da excelência das comunicações eletrónicas. Cabe a todos os atores do sector das telecomunicações, projetistas, instaladores, dono de obra, ANACOM e fabricantes contribuir para o êxito efetivo 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.