

# **NOC - Centro de Operações de Rede Redes Passivas de Cobre e Fibra Ótica**

**Felipe Pereira da Rosa**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Informática**  
(2<sup>o</sup> ciclo de estudos)

Orientador: Professor Rui João Morais de Almeida Costa Cardoso

**Covilhã, setembro de 2023**



# Declaração de Integridade

Eu, Felipe Pereira da Rosa, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M9686 do Mestrado de Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 29 de Setembro de 2023



---



## **Resumo**

Este relatório de Estágio foi elaborado para a conclusão do Mestrado em Engenharia Informática, na Universidade da Beira Interior (UBI), para tal, foi escolhido realizar um estágio na área de Redes com o intuito de aprimorar a minha capacidade de análise, detecção e correção de problemas técnicos em redes passivas de cobre e fibra ótica.

Assim, este relatório é o que servirá por base da apresentação final e será o guia de informação relevante academicamente de vários aspetos e problemas da monitorização das redes passivas.

## **Palavras-chave**

NOC, Redes, Fibra Ótica, Cobre, Monitorização



# **Abstract**

This Internship report was prepared for the conclusion of the Master in Informatics Engineering, at the University of Beira Interior (UBI), for that, it was chosen to carry out an internship in the area of Networks in order to improve my analysis, detection and correction skills technical problems in passive copper and fiber optic networks.

Thus, this report will serve as the basis for the final presentation and will be the guide of academically relevant information on various aspects and problems of monitoring passive networks.

# **Keywords**

NOC, Network, Optical Fiber, Copper, Monitoring



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Caracterização da empresa . . . . .	1
1.2	Enquadramento do Estágio . . . . .	2
1.3	Descrição do Problema . . . . .	2
1.4	Planeamento e Gestão do Projecto . . . . .	2
1.4.1	Atividades e Cronograma . . . . .	2
1.4.2	Realizado x Previsto . . . . .	4
1.4.3	Plano de Contingência . . . . .	4
1.5	Organização do Documento . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Enquadramento Histórico</b>	<b>7</b>
2.1	Introdução . . . . .	7
2.2	A história do telégrafo . . . . .	7
2.2.1	Telégrafo semafórico . . . . .	7
2.2.2	Telégrafo elétrico . . . . .	8
2.2.3	Telégrafo em Portugal . . . . .	8
2.3	Breve História da Rede de Telefonia Fixa . . . . .	9
2.3.1	Telefonia Fixa em Portugal . . . . .	9
2.4	Conclusões . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Redes Passivas</b>	<b>11</b>
3.1	Rede Passiva - Cobre . . . . .	11
3.1.1	Características . . . . .	11
3.1.2	Internet Discada - <i>Dial-Up</i> . . . . .	11
3.1.3	Definições ADSL . . . . .	11
3.1.4	<b>Medidas elétricas</b> . . . . .	13
3.2	Rede Passiva Ótica . . . . .	14
3.2.1	<b>Definições</b> . . . . .	14
3.2.2	<b>Vantagens</b> . . . . .	14
3.2.3	<b>Desvantagens</b> . . . . .	15
3.2.4	<b>Tipos de Fibra</b> . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Elementos das Redes Passivas</b>	<b>19</b>
4.1	Introdução . . . . .	19
4.2	Elementos do Cobre . . . . .	19
4.3	Elementos da Fibra Ótica . . . . .	20
4.4	Conclusões . . . . .	22

<b>5</b>	<b>Estado da Arte</b>	<b>25</b>
5.1	Introdução . . . . .	25
5.2	Tendência atual de Migrações de Cobre para Fibra . . . . .	25
5.3	Monitorização - Práticas Recomendadas . . . . .	26
5.4	Conclusão . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Atividades de Monitorização</b>	<b>29</b>
6.1	Introdução . . . . .	29
6.2	Atividades de Monitorização . . . . .	29
6.2.1	<b>Alarmística - Suspeita de Avarias Comuns</b> . . . . .	29
6.2.2	<b>Atividades - Monitorização de Elementos de Rede</b> . . . . .	30
6.2.3	<b>Atividades - Desafios encontrados</b> . . . . .	31
6.3	Conclusões . . . . .	31
<b>7</b>	<b>Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>33</b>
7.1	Conclusões Principais . . . . .	33
7.2	Paralelo Académico X Estágio . . . . .	33
7.3	Trabalho Futuro . . . . .	33

# Lista de Figuras

2.1	Sequência dos códigos do Código Morse . . . . .	8
3.1	Tipos de Fibras . . . . .	16
3.2	Reflexão da Luz . . . . .	17
3.3	Multiplexação . . . . .	18
4.1	Repartidor Principal . . . . .	19
4.2	Armário Sub Repartidor na via pública . . . . .	20
4.3	Exemplo de Topologia do cobre . . . . .	20
4.4	Exemplo de OLT . . . . .	21
4.5	JSO instalada em poste . . . . .	21
4.6	Exemplo de PDO . . . . .	22
4.7	Tipos de conectores óticos . . . . .	22
6.1	Exemplos de tipos de alarmes de PONs . . . . .	30
6.2	Exemplos de teste de PONs . . . . .	31



## Lista de Acrónimos

ACL	Área de Central
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
IoT	Internet Of Things
JSO	Junta de Splitagem Ótica
NOC	Network Operations Center
OLT	Terminal de Linha Ótica
ONT	Optical Network Terminal
PD	Ponto de Distribuição
PDO	Ponto de Distribuição Ótico
PON	Passive Optical Network
RP	Repartidor Principal
SFT	Serviço Fixo de Telefonia
SR	Sub Repartidor
SRO	Sub Repartidor Ótico
UBI	Universidade da Beira Interior



# Capítulo 1

## Introdução

Nesse capítulo será apresentada a empresa onde foi realizado o estágio, sua dimensão, história e a sua importância nas telecomunicações em Portugal. Será realizado o enquadramento do estágio com o local da realização, instalações, área de atuação. Também será descrito o problema que será abordado durante o relatório e a organização do documento.

### 1.1 Caracterização da empresa

O Estágio foi realizado na empresa Altice Portugal, anteriormente denominada Portugal Telecom, é a maior empresa de telecomunicações em Portugal. A atividade da empresa tem segmentos do setor das telecomunicações como: negócio fixo, móvel, multimédia, dados e soluções empresariais. Fundada em 1994, é desde 2 de junho de 2015 uma subsidiária integral da Altice Group, uma multinacional de fornecimento de serviços de telecomunicações com presença em França, Israel, Portugal e República Dominicana.

A Altice Portugal é uma empresa que acompanhou a história das telecomunicações em Portugal, podemos citar algumas datas importantes:

- 1877 - As primeiras experiências telefônicas em Portugal ligam Carcavelos à Central do Cabo em Lisboa.
- 1882 - Edison Gower Bell Telephone Company of Europe Ltd estabelece-se em Lisboa e Porto, para explorar as suas concessões de serviço telefónico.
- 1887 - A concessão é transferida para a APT - The Anglo Portuguese Telephone Company, que viria a deter a mesma até 1968.
- 1968 - É criada a Empresa Pública Telefones de Lisboa e Porto (TLP). Os Correios, Telégrafos e Telefones (CTT) exploravam, à data, o serviço telefónico no resto do país.
- 1994 - Constitui-se a Portugal Telecom, SA (PT), um operador único nacional de telecomunicações que junta as empresas do setor antes detidas pela Comunicações Nacionais.
- 2015 - Desde 2 de junho de 2015, a PT Portugal é uma subsidiária integral da Altice Group.
- 2018 - A PT passa a ser Altice Portugal, mantendo as suas marcas comerciais MEO, PT Empresas, SAPO, MOCHE e UZO.

## 1.2 Enquadramento do Estágio

O estágio foi realizado no NOC - *Network Operations Center*, em português Centro de Operações de Rede, da Altice Portugal localizado dentro do *Datacenter* localizado no concelho da Covilhã, distrito de Castelo Branco em Portugal. O *Datacenter* da Altice na Covilhã, é o maior centro de dados em Portugal e um dos dez maiores do mundo. Foi distinguido em 2018 a nível internacional, na categoria Excellence in Data Centres Architecture and Design Award, com isso tem reconhecimento mundial pela sua arquitectura, inovação, sustentabilidade e design, destacando-se entre os Data Centres do mundo pela excelência dos serviços que integra e a sua capacidade de inovação.

O NOC da Altice Portugal possui diversas áreas de actuação, o estágio foi realizado dentro de uma dessas áreas denominada NOC Corpnet, que tem como uma de suas actividades a monitorização das Redes Passivas de cobre e fibra óptica e foi dentro dessa área que foi realizado o estágio conforme as actividades que serão descritas nesse relatório.

## 1.3 Descrição do Problema

Como citado na secção anterior, a realização do estágio dentro de um Centro de Operações de Redes proporcionou uma visão sobre a dimensão da rede passiva em Portugal, e também de alguns problemas principalmente com relação a rede passiva de cobre, que possui uma complexidade maior de manutenção face a sua limitação de largura de banda comparada com as redes de fibra óptica.

No estágio foi possível adquirir conhecimentos com a monitorização dos elementos de rede, despiste de avarias comuns e permitir auxiliar de forma pró-ativa na solução dos problemas com o menor impacto possível aos clientes.

## 1.4 Planeamento e Gestão do Projecto

### 1.4.1 Actividades e Cronograma

**Plano de trabalhos - Semestre 1 (Tempo inteiro 40h/s, 20 semanas):** Fases do estágio, descrição, resultados, calendarização

#### **Fase 0 – Integração e Acessos**

- **Descrição:** Receção, adaptação ao ambiente da empresa e configuração dos acessos às plataformas.
- **Resultados:** Aprendizagem sobre a empresa, nomeadamente processos, produto, modelo de negócio e equipa, bem como configuração do ambiente e ferramentas de trabalho
- **Resultado:** Integração na Altice, e em particular nas equipas de NOC dos Datacenters de Covilhã e Lisboa, e liberação dos acessos e configuração das principais ferramentas de trabalho.

- Calendarização: Semana 1 a Semana 4

### **Fase 1 – Estado da Arte**

- Descrição: Elaboração do estado da arte sobre:
- Boas práticas na análise da alarmística das redes passivas de cobre e fibra ótica para aprimorar a detecção prematura de avarias comuns e consequentemente a sua resolução.
- Resultados: Conhecimento sobre o estado da arte.
- Calendarização: Semana 5 a Semana 8

### **Fase 2 – Formações Técnicas**

- Descrição: Início das formações técnicas
- Formações técnicas relativas à rede passiva, PONs, Redes Móveis, Clientes Críticos e Corporativos e Qualidade.
- Resultados: Aquisição de conhecimento técnico base para o desempenho dos serviços
- Calendarização: Semana 9 a Semana 12

### **Fase 3 – Formação On-Job**

- Descrição: Início da formação On-Job
- Atuação supervisionada nas plataformas monitorização, testes e gestão de redes para *troubleshooting* e participação de avarias às equipas de *Field Force*.
- Resultados: Aprimoramento da capacidade de análise sobre os elementos de rede
- Calendarização: Semana 13 a Semana 20

**Plano de trabalhos Semestre 2 (Tempo inteiro 40h/s, 20 semanas):** Fases do estágio, descrição, resultados, calendarização

### **Fase 4 – Hands On**

- Descrição: Início da atuação nas escalas de serviço
- Atuação nas escalas de rotatividade entre os serviços da equipa, entre CorporateNET, PassiveNET, PONs e QOS, com avaliação e *feedback* trimestral dos serviços pela supervisão.
- Resultados: Maior integração com as necessidades da empresa e clientes, absorção da dinâmica do ambiente corporativo, níveis técnico e críticos aprimorados.
- Calendarização: Semana 21 a Semana 35

### **Fase 5 – Relatório Final**

- Descrição: Elaboração do relatório final de estágio
- Resultados: Relatório final de estágio completo
- Calendarização: Semana 36 a Semana 40

#### 1.4.2 Realizado x Previsto

Dentro do plano de trabalhos apresentado, todas as fases foram concluídas com êxito. Os prazos e actividades esperados puderam ser realizados e os resultados foram satisfatórios de acordo com o objectivo inicial da realização deste estágio, que foi aprimorar os conhecimentos técnicos e capacidade de análise das redes passivas e serviços de rede à clientes corporativos e críticos.

#### 1.4.3 Plano de Contingência

O plano do estágio foi realizado com a base na participação em uma Academia com a duração de 22 meses realizada pela empresa, sendo que caso a gestão do projecto fosse comprometida pelo não atingimento de algum dos pontos planeados, a alteração dos prazos poderia ser estendida e ajustada dentro da duração da academia. Nesse contexto, poderia ser necessário adiar a entrega do relatório final, mas garantiu uma margem de manobra para o atingimento do objectivo final.

### 1.5 Organização do Documento

O presente trabalho está estruturado de forma a refletir as várias etapas do tema, as quais estão organizadas da seguinte forma:

1. O primeiro capítulo – **Introdução** – Neste capítulo será apresentada a empresa onde foi realizado o estágio, sua história e importância nas telecomunicações em Portugal, local da realização do estágio e o problema abordado durante o relatório. Também serão descritos os capítulos com a organização do documento.
2. O segundo capítulo – **Enquadramento Histórico** – descreve a história das telecomunicações, passando pelo telégrafo e as redes de telefonia fixa, que posteriormente foram utilizadas como primeiro meio de comunicação da Internet.
3. O terceiro capítulo – **Redes Passivas** – descreve o que são as Redes Passivas de Cobre as desvantagens e problemas do cobre perante as novas redes em fibra, assim como as possibilidades de migração. Também descreve o que são as Redes Passivas Óticas as suas vantagens e desvantagens e os tipos de fibras e suas características.
4. O quarto capítulo – **Elementos das Redes Passivas** – explica melhor quais são os elementos de rede que podem existir nas redes passivas de cobre e fibra, desde as centrais até os clientes.
5. O quinto capítulo – **Estado da Arte** – Boas práticas na análise da alarmística das redes passivas de cobre e fibra ótica para aprimorar a deteção prematura de avarias comuns e consequentemente a sua resolução.
6. O sexto capítulo – **Atividades de Monitorização** – esclarece o como deve ser realizada a monitorização para deteção de problemas com os elementos de rede ou da

rede de cabos, para que sejam identificadas as avarias comuns e criada a dissuasão da indisponibilidade aos clientes afetados e distribuição para a equipe de campo para solução do problema.

7. O quinto capítulo – **Conclusões e Trabalho Futuro** – Define as conclusões tiradas sobre o desenvolvimento deste projeto de estágio e quais são os objetivos futuros quanto a conclusão do estágio e apresentação do relatório final.



# Capítulo 2

## Enquadramento Histórico

### 2.1 Introdução

Iniciamos esse capítulo com a história das telecomunicações, passando pelo telégrafo e as redes de telefonia fixa, que posteriormente foram utilizadas como primeiro meio de comunicação da Internet. As definições sobre as Redes Passivas de Cobre e as Redes Passivas de Fibra Ótica. Qual é exatamente a diferença entre o cobre e a velocidade do ADSL e a Internet por fibra e, mais diretamente, o que significa essas terminologias. Após a abordagem sobre os tipos de rede, serão apresentadas as vantagens e dificuldades sobre a migração do cobre para a fibra.

### 2.2 A história do telégrafo

Foi uma invenção que revolucionou as comunicações para sempre. Se até aí a única forma de fazer chegar notícias um local distante era mandar uma carta que poderia demorar semanas a chegar, o telégrafo mudou a forma como comunicamos à distância.

#### 2.2.1 Telégrafo semafórico

Na Europa, o telégrafo semafórico, também conhecido como telégrafo de Chappe, foi bastante utilizado antes do telégrafo de Morse. Esse aparelho foi criado por Claude Chappe na França, em 1792, durante o período da Revolução Francesa, e foi muito comum na primeira metade do século XIX.

Esse aparelho consistia em grandes postes construídos no alto de torres posicionadas em locais elevados, pois deveriam ser visíveis a longas distâncias. No alto desses postes, eram colocados painéis que eram usados para posicionar códigos que passavam uma mensagem específica.

Essa mensagem era transmitida de torre para torre até chegar ao seu destino. Em cada torre dessas, um operador fazia a leitura do código da torre anterior e passava a mensagem adiante para que o operador de outra torre a avistasse. Esse sistema de comunicação tinha limitações, e as mensagens não eram transmitidas durante a noite ou em dias de nevoeiro. Os operadores que ficavam nessas torres avistavam as mensagens nos painéis, que ficavam no alto dos postes, por meio de lunetas. Esse sistema parece obsoleto, mas era bastante eficiente, e o professor Peter Schulz aponta que uma mensagem com 36 símbolos poderia ser transmitida de Paris a Lille (cerca de 230 quilômetros de distância) em 32 minutos.

### 2.2.2 Telégrafo elétrico

A invenção do telégrafo elétrico, na década de 1830, fez com que esse modelo anterior (o semafórico) entrasse em desuso. Essa invenção foi um processo que se estendeu pelas quatro primeiras décadas do século XIX. Só depois de muitos estudos e muitas tentativas fracassadas é que um modelo se mostrou viável.

Os primeiros estudos sobre a utilização da energia elétrica para o envio de mensagens se originaram no século XVIII, com um sistema que utilizava 26 fios de cobre para indicar as 26 letras do alfabeto. O fio que a corrente elétrica passava indicava a letra na mensagem, mas esse sistema não era prático e não vingou.

Outros modelos foram propostos por diferentes cientistas e inventores, mas nenhum deles se estabeleceu comercialmente, a maioria porque possuía sistemas de funcionamento muito complexos. Segundo Peter Schulz, ao todo, foram nove protótipos e modelos de telégrafos distintos antes da invenção de Samuel Morse.

A transmissão por meio do telégrafo inventado por Samuel Morse fazia com que uma mensagem codificada fosse registada em um papel. Portanto, a mensagem era registada automaticamente em um código de traços e pontos. Esse código recebeu o nome de código Morse, pois também foi inventado por Samuel Morse.

Nesse código, uma combinação de pontos e linhas representava letras, e o telégrafo registava todas as combinações, sendo função do operador descodificar a mensagem. A primeira demonstração do telégrafo inventado por Samuel Morse foi feita por ele em 1837, em New Jersey. O sucesso da demonstração fez com que Morse patenteasse sua invenção.



Fig. 2.1: Sequência dos códigos do Código Morse

### 2.2.3 Telégrafo em Portugal

Portugal foi um dos países pioneiros na instalação da telegrafia, dentro das medidas modernizadoras de Fontes Pereira de Melo, em 1855, quando foi lançado o primeiro cabo submarino entre Lisboa e os Açores. As primeiras linhas a serem inauguradas foram entre o Terreiro do Paço e as Cortes e entre o Palácio das Necessidades e Sintra (onde a Família

Real Portuguesa passava férias) já em 1856. No ano seguinte (1857), eram abertos ao público em geral os serviços telegráficos.

Na década de 1860, Lisboa já estava ligada por cabos submarinos a Londres, Gibraltar e Nova Iorque. A ligação por cabo submarino entre Lisboa e o Rio de Janeiro permitiu a Luís I de Portugal enviar uma mensagem de feliz Natal ao seu tio, o Imperador Pedro II do Brasil.

No final do século XIX já a extensão das linhas em Portugal ascendia a 8 000 km, com estações em Lisboa, Sintra, Mafra, Caldas da Rainha, Alcobaça, Coimbra, Évora, Setúbal e outras.

Em 1902 inauguravam-se, no país, as primeiras estações de telegrafia sem fios.

## **2.3 Breve História da Rede de Telefonia Fixa**

Considerando a história da criação das redes passivas, é importante também ser descrita a história das redes de telefonia fixa, que foi o canal de acesso para a implantação da Internet *dial-up* e que ainda hoje é utilizada para a Internet ADSL. Foi em 1875 que Alexander Graham Bell, junto com seu assistente Thomas Watson desenvolveram um aparelho capaz de transmitir som através das vibrações sonoras do ar usando mecanismos eletromagnéticos. Esse foi o primeiro registo do telefone, invenção patenteada por Bell no ano seguinte.

Foi só em 1876 que a primeira ligação a longa distância foi realizada entre as cidades de Boston e Cambridge, ambas no estado de Massachusetts, nos EUA. A partir da patente de Bell, foi formada a ATT, a primeira empresa de telefonia do mundo, responsável por criar grande parte dos cabamentos da época. Foi a ATT que tornou possível a primeira chamada intercontinental, realizada de um telefone em Nova York a Londres.

### **2.3.1 Telefonia Fixa em Portugal**

Em 1877, no ano seguinte ao da patente do telefone por Alexander Graham Bell, as primeiras experiências com o aparelho tinham lugar em Portugal, ligando Lisboa e Carcavelos e os observatórios da Escola Politécnica e da Tapada da Ajuda, ambos na capital. Cinco anos depois, arrancavam as primeiras redes públicas nas cidades de Lisboa e Porto, a cargo da empresa privada Edison Gower Bell (mais tarde transferida para a APT - Anglo-Portuguese Telephone).

A partir de 1904, estabeleceu-se, por todo o país, um conjunto de redes telefónicas mais modernas. A ligação oficial entre Lisboa e Porto dava-se a 11 de abril desse ano, e como havia uma só linha, existiam diferentes categorias de prioridade. O rei e os seus ministros tinham acesso imediato; as chamadas com hora previamente combinada saíam mais baratas. Por seu lado, os jornais enviavam despachos por telefone, abandonando lentamente o serviço telegráfico. Embora ainda com assistência de telefonistas, instalavam-se novos equipamentos de comutação, implantavam-se cabos subterrâneos e efetuava-se a interligação entre redes das diferentes cidades do país.

## **2.4 Conclusões**

Embora a fibra ainda não esteja prontamente disponível para os consumidores na mesma escala que o cabo e o ADSL, ela já é a infraestrutura de Internet dominante da perspectiva geral.

Ele lida com a maioria do tráfego de dados a longas distâncias, comum entre os clientes de banda larga de cidades grandes. A Internet é uma "rede de redes" e a mistura de tipos de conexões com a Internet provavelmente fará parte da nossa sociedade nos próximos anos.

Podemos esperar que a fibra continue a crescer a ponto de, um dia, estar tão disponível quanto a Internet via ADSL.

# Capítulo 3

## Redes Passivas

### 3.1 Rede Passiva - Cobre

#### 3.1.1 Características

Anteriormente a rede passiva de cobre focava-se somente em voz SFT. Hoje em dia este tipo de serviço de telefonia vem diminuindo muito, porque todos passam a utilizar cada vez mais o serviço de telefonia móvel e a rede fixa residencial acaba por entrar cada dia mais em desuso. Hoje temos a rede passiva de cobre ainda com um número grande de clientes, mas em sua maioria possui também um acesso de Internet ADSL ligado ao serviço.

#### 3.1.2 Internet Discada - *Dial-Up*

O verbo do inglês *to dial* significa discar, marcar. Foi com essa base que foi associada a forma de como a Internet foi nomeada no passado. Na informática, o *dial-up* é uma tecnologia que realiza a comunicações de computadores. Fazer uma ligação por *dial-up* significa que um computador origem "vai telefonar", recorrendo ao seu modem, ao modem do computador destino para que possam estabelecer comunicação entre eles. Essa tecnologia utilizou a já existente rede passiva de cobre para realizar as primeiras conexões na década de 80. A conexão *dial-up* foi a forma mais comum de aceder sites entre a segunda metade dos anos 1990 e o início da década de 2000. Antes da banda larga, navegar na web demandava um provedor de acesso e uma rede telefônica conectada a um modem, responsável por codificar e decodificar a informação em forma de sinais de áudio – o que deixava o telefone ocupado para receber e realizar ligações. Também era indispensável ter um provedor para autenticar o usuário na rede.

#### 3.1.3 Definições ADSL

ADSL é a sigla para Assymetrical Digital Subscriber Line (em português, "Linha Digital Assimétrica para Assinante"). Trata-se de uma tecnologia já antiga — ela surgiu no mercado em 1989, que veio para corrigir um dos principais problemas das antigas conexões via linha telefônica.

Antigamente a maneira mais comum de aceder a Internet era via ligação *dial-up*, que era realizada através de uma chamada via linha telefônica por um *modem*. A principal característica dessa conexão era a sua baixa velocidade (no máximo 56 Kbps), que ainda por cima mantinha a linha telefônica ocupada.

Com a chegada da ADSL, finalmente foi possível fazer ligações telefônicas ao mesmo tempo em que se usava a Internet. Isso porque a linha telefônica passou a ser somente o meio

de comunicação, transmitindo sinais digitais de dados em uma velocidade muito maior — a conexão em si ocorria através de um modem especial, usado tanto pelo cliente quanto pelo provedor.

Mas, como o seu próprio nome já indica, o carácter assimétrico da tecnologia faz com que a diferença de velocidade entre o recebimento e envio de dados (respetivamente, o *download* e o *upload*) seja muito grande. Assim, a taxa de *upload* acaba sendo muito limitada, o que praticamente inviabiliza atividades que necessitem do envio de grandes quantidades de dados.

## **ADSL - Vantagens e Desvantagens**

**Vantagens:** Em comparação com as tecnologias atuais, o ADSL possui mais desvantagens do que vantagens, porém podemos listar algumas vantagens face aos antigos acessos *dial up*.

- Pode ser usada simultaneamente a ligação da Internet e conversação.
- A velocidade é muito maior que a ligação por um modem normal (4 Mbps vs. 56 Kbps)
- Pode ser instalada onde ainda não há infraestrutura de fibra, normalmente em locais mais remotos onde já existe rede de cobre.

### **Desvantagens**

- **Limitações de Velocidade** - Uma importante limitação das conexões ADSL diz respeito à distância física entre o modem do utilizador e o terminal recetor da provedora de Internet: quanto mais longe um estiver do outro, menor será a velocidade e a qualidade da conexão.

Isso ocorre porque o sinal que trafega pela linha passa a perder sua potência à medida que se afasta do ponto de origem, fazendo com que a conexão não mantenha um nível intenso o bastante para suportar altas velocidades em distâncias maiores. Sendo assim, a recomendação para ter uma Internet mais rápida é que essa distância entre o modem e o terminal recetor não seja maior do que 4 quilómetros.

Também é importante frisar que, por mais que a tecnologia dessa conexão tenha evoluído, suas velocidades nem se comparam às ofertas de opções como a fibra ótica, por exemplo: a velocidade mais rápida disponível via ADSL é de 4MB de download, enquanto a fibra pode suportar facilmente velocidades como 100MB, 500MB ou até 1GB.

- **Conexão sujeita a oscilações** - É comum, nas conexões ADSL, observar uma certa perda de velocidade nos horários de maior pico de uso. E, como a linha telefónica é altamente sensível a interferências, a qualidade da sua conexão pode ficar instável em diversas ocasiões — principalmente em dias de chuva.

É por esses e outros motivos que muitas operadoras desse serviço colocam, em contrato, um valor mínimo para o desempenho da velocidade contratada.

- **Menor Segurança** - Muitos modems ADSL já tiveram problemas de vulnerabilidade a ataques de criminosos virtuais. Por isso, o uso de um bom *firewall* é algo praticamente obrigatório aos usuários desse tipo de conexão.
- **Necessidade de cabeamento telefônico** - Como citado anteriormente, a principal característica das conexões do tipo ADSL é o fato de aproveitar a infraestrutura de telefonia. Se por um lado isso representa uma vantagem, ao usar uma rede de comunicação já disponível os custos diminuem, as próprias características dessa infraestrutura podem implicar em várias limitações.

### 3.1.4 Medidas elétricas

Para a realização de testes nos serviços de SFT e ADSL são utilizados equipamentos de testes instalados nas centrais que realizam a medição elétrica de cada linha, conseguindo através dos valores padrões que são emitidos, ter o diagnóstico em caso de anomalias.

**Tensões AC:** Tipicamente aparecem em pares ou fios, medidos devido ao mau isolamento entre estes e/ou aos outros pares constituintes do cabo. As tensões DC não provocam perturbações nos serviços propriamente ditos, quer estejamos a falar de Voz, RDIS ou xDSL. O limiar de operação PTC é 10V.

**Tensões DC:** Normalmente tensões com frequências de 50Hz e devidas essencialmente a induções nos pares pelos sistemas de transporte de energia. Probabilidade de evidência numa medida muito baixa, normalmente levam à danificação de um equipamento Eletrónico na rede. Podem ser causadas por mau aterramento dos cabos. O limiar de operação PTC é 6V.

**Isolamentos:** Considera-se linha com valores bons de isolamentos, as medidas acima de 1000Kohm Isolamento AB - Situações a considerar:

- Telefone fora do descanso.
- Cruzado - significando curto circuito.
- Equipamento Terminal.

Isolamento AT e BT abaixo de 2K o diagnóstico apresenta mau de medidas com terra, deverá refletir algo nas tensões DC. O limiar de operação PTC é 250KOhm.

**Capacidades:** As capacidade não são apresentadas se algum dos isolamentos for inferior a 15K. A capacidade AT e BT são alores de elevada importância para o calculo do comprimento da linha, que tipicamente tem um valor de 60nF/Km.

**Sintomas de Maus medidas**

- ISOLADO - Geralmente informa a distância do corte. Atentar-se se é antes ou depois do SR. PS: Corte há 35 mt, é descartado. PS2: Algumas centrais podem ter até 150m de comprimento. Portanto, se houver um corte até essa distância, o problema pode estar na central.
- CRUZADO - Linha em curto.
- COM TERRA - Linha apresenta curto ou com um dos pares isolados.

## 3.2 Rede Passiva Ótica

### 3.2.1 Definições

**PON** - A Fibra Ótica é usada como meio de transmissão para redes de telecomunicações, devido à sua flexibilidade, os condutores ópticos podem ser agrupados formando cabos. As fibras usadas neste campo são feitas de plástico ou vidro e, às vezes, de ambos os tipos. Para usos interurbanos, o vidro é geralmente usado, pois possui uma atenuação mais baixa.

Uma conexão à Internet por fibra usa luz para transmitir dados através de cabos de fibra ótica, permitindo velocidades mais rápidas da Internet, maior largura de banda, transporte mais longo e menor perda de qualidade.

Com a Internet de fibra ótica, as empresas podem otimizar aplicativos baseados na nuvem, permitir que usuários remotos se comuniquem e colaborem mais facilmente e garantir que os funcionários de toda a empresa tenham as informações oportunas de que precisam.

### 3.2.2 Vantagens

A Internet por fibra oferece aumentos significativos na largura de banda em relação a outras soluções da Internet. Isso significa que a Internet fibra ótica pode dar suporte para executar diversas tarefas ao mesmo tempo, sem perder a qualidade da Internet.

À medida que as empresas incorporam soluções mais intensivas em dados para tecnologia de voz, vídeo e nuvem, a largura de banda de fibra ótica garante que essas tecnologias tenham a energia e o suporte necessários para serem eficazes.

- Ocupa pouco espaço graças ao seu pequeno tamanho
- Por serem cabos finos, possuem grande flexibilidade
- Grande leveza
- Imunidade a distúrbios eletromagnéticos
- Não produz interferências
- Alta resistência mecânica

- Resistência ao calor, frio, corrosão
- Facilidade para localizar os cortes
- Com um custo menor comparado ao cobre usado no ADSL

### 3.2.3 Desvantagens

A primeira e a desvantagem mais comum da fibra ótica é que é muito caro implantar. Com o aumento da demanda de cabos de fibra ótica, haverá uma queda no preço.

Ainda assim, não é acessível usar longamente apenas o segmento total de fibra ótica para dar algum suporte à produção. A fibra ótica em si é cara, mas o grande problema é que sua implantação também gera custos muito altos. Os conectores e outros componentes não são tão acessíveis e, portanto, impedem a instalação em larga escala.

- Alta fragilidade das fibras
- Precisa usar transmissores e recetores mais caros
- As juntas entre as fibras são difíceis de realizar
- Não é possível transmitir eletricidade para alimentar repetidores intermediários
- Não pode transmitir altas potências
- A energia deve ser fornecida por condutores separados

### 3.2.4 Tipos de Fibra

São classificadas em dois tipos; fibra monomodo e multimodo, possuem diâmetros diferentes com dimensão da ordem de micrómetro, porém, monomodo tem um diâmetro muito menor no núcleo, e uma casca mais compacta esse tipo de fibra tem menor perda. Apresentam outras diferenças em diversos aspectos desde o custo de produção até as melhores possibilidades de aplicação.

Fibra monomodo, transmite apenas um modo de luz, ou seja, uma única fonte de luz, conforme está representado na figura 2. Apresentam menos dispersão por isso tem maiores distância entre os repetidores de até 120 quilômetros.

Fibras Multimodo transmitem em vários modos, são classificadas em dois tipos: índice Degrau e o índice Gradual conforme está representado na figura 2, transmissão é de até 2 km.

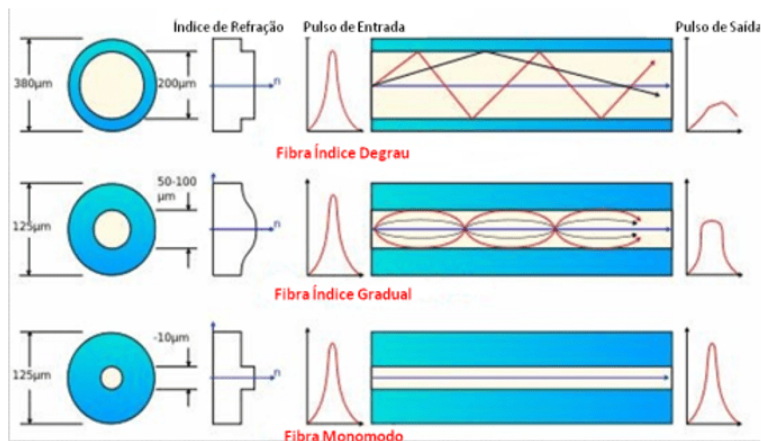


Fig. 3.1: Tipos de Fibras

### Índice degrau

O núcleo recebe essa nomeação devido à desigualdade entre os índices de refração do núcleo e da casca. Índice de refração do núcleo é uniforme e completamente diferente da casca. Mais económico e mais fácil de construir, mas apresenta desvantagens como atenuação elevada e pequena largura de banda, muito utilizada em transmissão de dados em curtas distâncias.

### Índice gradual

No índice gradual a refração do núcleo não é constante, aumenta gradativamente do eixo central para as bordas ocorrendo à refração gradual à medida que os raios se aproximam das bordas, diminuindo dessa maneira, a dispersão e aumentando a largura de banda. Esta fibra tem como principal objetivo adequar-se às aplicações em sistemas de telecomunicações.

### Fibras de vidro

Fibra de vidro construída com a união entre óxidos metálicos, mais utilizado na construção das fibras é a sílica ( $\text{SiO}_2 - \text{O}_2$ ), o mesmo material pode ser usado no núcleo e na casca para diferenciar os índices de refração são utilizados materiais próprios para dopagem, para aumentar o índice de refração, por exemplo, utiliza Germânio ou, ( $\text{GeO}_2$  ou  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e para o efeito contrário óxido de boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ). O vidro tem grande resistência à deformação quando elevado a altas temperaturas até 1.000C, e apresenta baixa expansão térmica que dificulta rutura através de choque térmico.

### Fibras de Plástico

Fibras de plástico são mais acessíveis e baratas para utilizar em transmissão de pequenas distâncias, possui maior atenuação e maior resistência mecânica em comparação com as de vidro. Estas têm núcleo composto por polimetilmetacrilato (PMMA) ou polímero perfluorado (PF).

## Refração da luz

É importante ressaltar que a transmissão da luz em um sistema de fibra óptica, o feixe luminoso passa do transmissor ao recetor, aproveitando-se das propriedades de reflexão da luz ocorre quando um feixe de luz com índice de refração maior passa para um meio com índice de refração menor e o ângulo de incidência deve ser igual ou maior do que o ângulo crítico. Por isso na reflexão total os raios passam do ar para a fibra, incidem na parede interna que separam o núcleo da casca com um ângulo de incidência  $\theta_c$  que se aproxima de  $90^\circ$ . Isso está bem acima do ângulo crítico, conseqüentemente, o laser sofre reflexão interna total e continua confinado dentro do núcleo da fibra ótica.

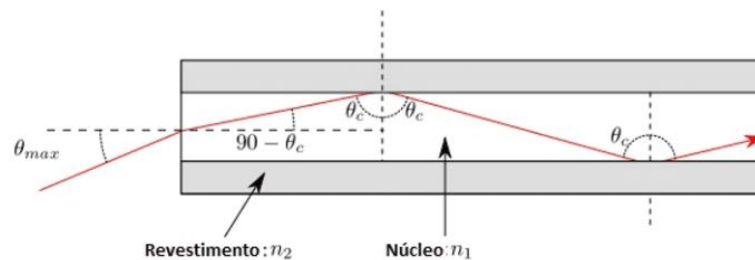


Fig. 3.2: Reflexão da Luz

- $n_1$  é o índice de refração do núcleo;
- $n_2$ , o índice refração da casca;
- $\theta_c$ , o ângulo de incidência.

## Multiplexação

Multiplexação é um processo que transmite simultaneamente dois ou mais sinais de informação utilizando mesmo meio de transmissão. A multiplexação permite que diversos sinais sejam transmitidos em um sistema de transmissão óptico. São classificados em três tipos de multiplexação, TDM (Multiplexação por divisão no tempo), FDM (Multiplexação por divisão da Frequência), WDM (multiplexação de cores comprimento de ondas de luz). Multiplexação por divisão no tempo (TDM), não há a necessidade de modular o sinal conforme representado na figura 8. Para cada canal é designado um intervalo de tempo para que ele possa transmitir no meio de transmissão; A TDM é utilizada em transmissões digitais, utilizado em backbone de rede nacional.

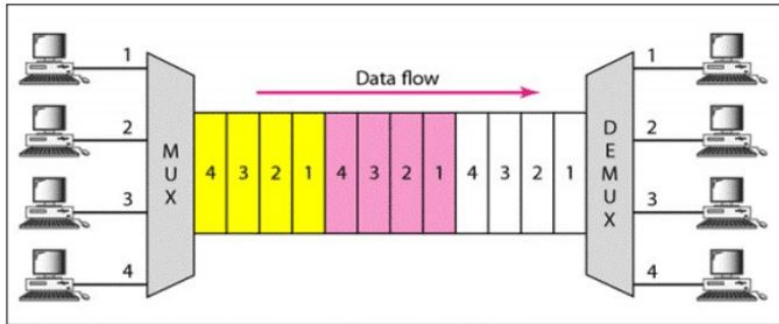


Fig. 3.3: Multiplexação

Ressalta-se que a Multiplexação por divisão da Frequência FDM, inúmeros canais de informação são multiplexados em um único canal, obtidos pela união de cada a uma portadora diferente. Isto acontece porque, cada canal modula uma portadora com frequência diferente. Multiplexação FDM tem suas vantagens por apresentar baixo custo e por multiplexar de vários canais em um único canal, com uma única largura de banda junta por esses motivos o FDM e muito utilizada na propagação de sinais de rádio e TV.

Multiplexação por divisão de comprimento de onda WDM diferente dos outros métodos de multiplexação WDM multiplexa cores (comprimento de ondas de luz) permite transmitir informações independentes, cada uma dessas informações em um comprimento de onda diferente, em um multiplexador óptico são transmitidos numa mesma fibra.

# Capítulo 4

## Elementos das Redes Passivas

### 4.1 Introdução

Neste capítulo será abordado sobre os elementos de rede que compõe as redes passivas de cobre e fibra ótica, todo encaminhamento entre as centrais e os clientes finais e as suas particularidades. O objetivo deste capítulo é conseguir deixar o leitor com uma base sólida sobre a estrutura de uma rede passiva, para que no próximo capítulo seja possível avançar com a parte de monitorização e despiste pró-ativos de problemas e gatilhos de soluções.

### 4.2 Elementos do Cobre

No capítulo anterior foram detalhados os conceitos, vantagens e desvantagens da rede Passiva de cobre e do ADSL. Nessa secção serão abordados os elementos de rede que compõe a rede de cobre em topologia de estrela, da central até o cliente.

- **ACL:** Para efeito de cadastro, os elementos de rede devem ser identificados de acordo com a **ACL**, temos diversas ACLs espalhadas por todo o país para a ramificação da rede. Dentro de cada ACL é onde vamos ter a distribuição dos elementos de rede que distribuem o sinal do SFT e do ADSL até os clientes.

Ainda dentro da central temos o comutador e o **RP**, de onde são distribuídos os cabos de cobre com até 2400 pares de calibres entre 0.4mm a 0.9mm.

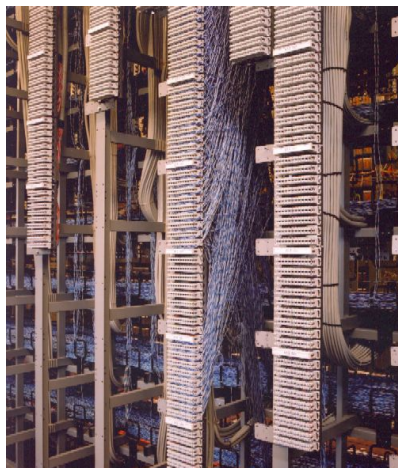


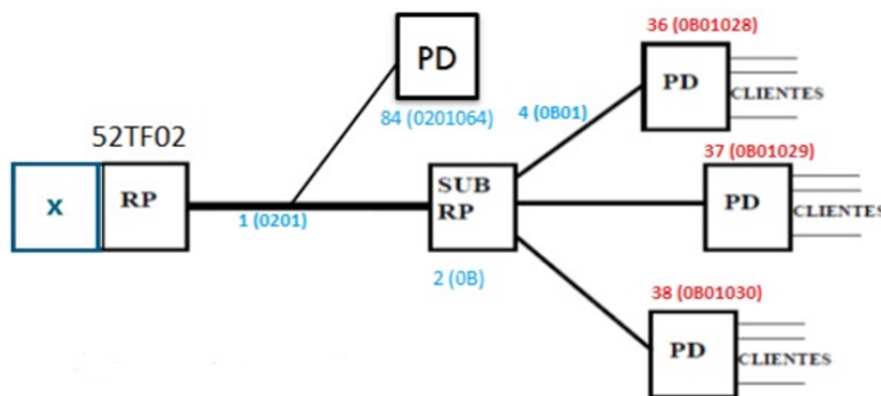
Fig. 4.1: Repartidor Principal

- **SR:** normalmente existe um SR depois do RP que distribui o sinal os próximos nós da rede passiva de cobre antes de chegar aos utilizadores finais, normalmente são utilizados os SRs devido a limitação de distância do cobre.



Fig. 4.2: Armário Sub Repartidor na via pública

Como nó final da rede passiva de cobre, existe o **PD** que pode ser ligado diretamente ao Repartidor Principal, quando está próximo a central devido a limitação de distância do cobre, mas normalmente existe um SR depois do RP que distribui o sinal para diversos PDs.



- X** - Comutador
- RP** - Repartidor Principal (na central)
- SR** - Sub-Repartidor (Armário de exterior)
- PD** - Ponto de distribuição

Fig. 4.3: Exemplo de Topologia do cobre

### 4.3 Elementos da Fibra Ótica

Para demonstrar os elementos componentes de uma rede de fibra ótica, serão descritos nessa sessão as respetivas nomenclaturas e descrição dos principais elementos que são utilizados na maioria das topologias atuais. Como é feito nas redes passivas de cobre, os elementos são cadastrados sempre de acordo com a ACL. As redes óticas passivas são compostas por fibras óticas e diversos dispositivos óticos e sistemas, como ONTs, OLTs, filtros, divisores passivos e lasers.

Temos os principais componentes que caracterizam a rede:

- **OLT:** Terminal de Linha Ótica. É o equipamento que está localizado dentro da central. A OLT controla e administra a transmissão das ONTs, é onde é realizada a transmissão do sinal ótico que é enviado e recebido de todos os ONTs, que são os terminais localizados em cada utilizador final.



Fig. 4.4: Exemplo de OLT

- **SRO e JSO:** são componentes da rede passiva que recebem o sinal da central e permitem a distribuição de acordo com subáreas. São elementos que normalmente possuem uma maior quantidade de acessos ligados antes de serem distribuídos para os armários, que são os últimos componentes antes do nó final que é localizado já na rede cliente, dos utilizadores finais.



Fig. 4.5: JSO instalada em poste

- **PDO:** são chamados também de armários pela herança dos Pontos de Distribuição da rede de cobre. Os PDOs são menores que os PDs da rede cobre e possuem entre 16 e 32 pontos disponíveis para a distribuição local de fibras. São os últimos elementos da rede passiva antes da rede cliente.
- **ONT:** é o nó final da rede passiva de fibra e onde se inicia a rede privada do utilizador. É um equipamento ativo para a receção e transmissão do sinal. Ele converte



Fig. 4.6: Exemplo de PDO

o sinal ótico da central por meio de uma rede ótica passiva (rede PON – Passive Optical Network) para um sinal elétrico.

- **Conectores:** Os conectores são utilizados para, de uma forma flexível ligar fibras óticas entre si, ao equipamento de emissão ou receção, podem apresentar um desempenho que se traduz por uma perda média inferior a 0.5 dB Extremidade,

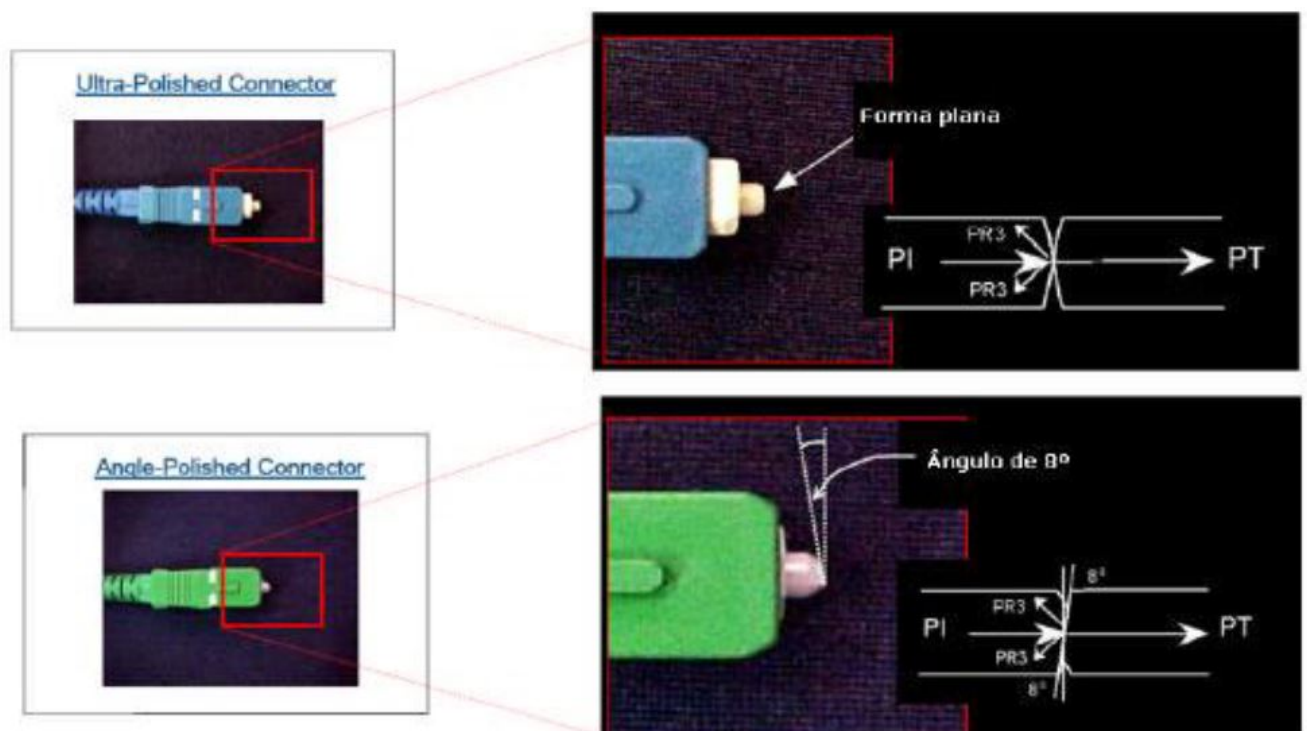


Fig. 4.7: Tipos de conectores óticos

## 4.4 Conclusões

Neste capítulo foram citados os elementos de rede aos quais serão estudados nesse projeto de estágio. O objetivo final desse estágio quanto aos elementos da rede passiva, é ter o

conhecimento necessário para a realização de análises de testes e da alarmística pró-ativa, para que em caso de problemas em elementos de rede afetados com muitos utilizadores finais, possam ser diagnosticados e resolvidos no menor tempo possível, melhorando cada vez mais a disponibilidade contratada pelos clientes.



# Capítulo 5

## Estado da Arte

### 5.1 Introdução

Neste capítulo será abordado sobre a tendência atual de migrações dos acessos de cobre para fibra ótica assim como as novas implantações de acordo com a necessidade em constante crescimento de evolução na conectividade. Também serão abordadas as boas práticas atuais na análise da alarmística das redes passivas de cobre e fibra ótica para aprimorar a detecção prematura de avarias comuns e conseqüentemente a sua resolução.

### 5.2 Tendência atual de Migrações de Cobre para Fibra

Serviços mais avançados como jogos online, serviços de streaming, tecnologias de VR e AR, necessitam que a conectividade tenha uma natural evolução. A demanda por mais velocidade e melhor estabilidade nas conexões com a Internet exigem a evolução constante das tecnologias adotadas pelos provedores do serviço de banda larga. As arquiteturas baseadas em redes de fibra ótica têm sido construídas com o objetivo de suprir as crescentes demandas por serviço de banda larga fixa.

Esse é o resultado do crescimento exponencial de jogos online, streaming de vídeo, aplicações com base em realidade virtual (VR) e aumentada (AR). A adoção mais ampla de redes 4.5G e a eventual transição para 5G deverão abrir caminho para um novo ciclo de desenvolvimento tecnológico. No momento em que as inovações das telecomunicações estão transformando o mundo em que vivemos, é quase difícil lembrar que as coisas eram muito diferentes há apenas alguns anos.

O grande desafio passou a ser como aumentar não apenas a banda, mas também garantir um alcance maior das redes, pois dentro da evolução xDSL, o que víamos era que quanto maior a capacidade do circuito DSL, menor era o alcance dessa rede. Com o passar dos anos e com a evolução das tecnologias, os provedores começaram a utilizar a fibra ótica para construção da rede de acesso, entregando serviços de vídeo, voz e dados com a fibra chegando dentro dos domicílios. Desta forma, partindo da central todo o caminho realizado pelo sinal até chegar ao assinante é feito por fibra, possibilitando a prestação do serviço de banda larga, passa por cabos e componentes passivos óticos. Essa arquitetura de rede ficou globalmente conhecida como Fiber To The Home (FTTH). No passado, era a rede metálica que desempenhava esse papel.

**FTTH em áreas rurais:** Segundo um estudo da consultora IDATE para o FTTH Council Europe em 2020, Portugal liderava o ranking Europeu com 53 por cento das casas cobertas, seguindo-se Espanha com 42 por cento e Suécia com 38 por cento. De acordo com a mesma fonte, Portugal evoluiu muito rapidamente na implantação de redes FTTH em áreas rurais, atingindo uma cobertura que triplica os valores médios na Europa.

O relatório revela ainda que, embora subsista uma forte presença de redes de cabo coaxial no território nacional, o FTTH é a principal tecnologia, o que tem permitido atingir uma largura de banda média superior a outros países.

**Visão do Futuro:** Nos próximos anos, veremos uma migração cada vez mais rápida das redes metálicas para as redes ópticas. Alguns gargalos como a questão da banda necessária para prover diversos serviços que são esperados pela era gigabit estão sendo solucionados pela evolução natural da tecnologia PON que, além do GPON (Gigabyte Passive Optical Network), está evoluindo para os chamados XG-PON com capacidades de 10G assimétrico, XGS-PON com seus 10G simétricos e NG-PON2 que permitirá a combinação de até 8 comprimentos de onda com 10G cada, totalizando até 80G de largura de banda por porta.

### 5.3 Monitorização - Práticas Recomendadas

Anomalias de performance e disponibilidade não detetadas/corrigidas podem causar problemas muito maiores. É preciso dispor de monitorização de rede para acompanhar em tempo real, 24 horas por dia, todos os recursos das redes de telecomunicações. Negligenciar isso pode comprometer não somente o caixa de uma companhia, mas também sua reputação.

**Saber o que monitorizar:** Depende do caso de uso, mas, em geral, é necessário ter certeza de que a disponibilidade e o desempenho são olhados para qualquer sistema que possa causar uma paralisação em que as pessoas não podem trabalhar.

**Melhores práticas para alertar:** Emails ou alarmes recorrentes onde não é necessária nenhuma ação imediata provavelmente podem e devem ser descartados. Garantir que os emails e alarmes somente sejam disparados quando alguém tiver realmente que realizar uma tarefa e é preferível que tenha um prazo de execução bem definido.

**Alertas devem se transformar em ação:** A melhor prática quando se trata de ações é garantir que o sistema notifique as pessoas quando elas podem realmente fazer algo. Não criar notificações de alertas que somente poderão ter alguma ação posteriormente. Isso acaba por selecionar mais e dar mais fiabilidade na alarmística.

**Segmentar as redes, reduzindo a superfície de ameaça:** Ambientes segmentados de rede são menos complexos de administrar, escaláveis e facilitam o gerenciamento

dos ativos. Um exemplo prático de ameaças nas redes de telecomunicações são os cortes de fibra em circuitos de interligação, onde sempre deve haver o máximo de redundância possível sempre com base na quantidade de clientes afetados em uma área de central. Avarias deste nível são muito comuns de acontecer, principalmente causadas por intempéries como incêndios ou trovoadas por exemplo.

## 5.4 Conclusão

Podemos entender que a crescente necessidade de evolução na conectividade devido aos serviços online cada vez mais pesados no sentido de utilização de largura de banda, está fazendo com que as operadoras invistam cada vez mais na implantação de novas redes com tecnologia de fibra ótica e também na migração dos acessos antigos em cobre. Apesar de acelerado o processo destas migrações, principalmente em Portugal que possui uma das maiores redes FTTH da Europa, sabemos que nos próximos anos a tendência é de exponencial crescimento.

Com relação à monitorização das redes de telecomunicações, é importante ter em mente o papel da rede hoje, ou seja, é a espinha da produtividade de uma companhia, se espalhando por todos os departamentos. Portanto, partindo desse ponto central de observação, é possível encontrar problemas crónicos de gestão e operação, que geralmente eram vistos como casos isolados.

A monitorização de redes é essencial para garantir um maior aproveitamento dos serviços e aplicações, apoiar o diagnóstico e a resolução de complicações no desempenho de maneira eficaz e apontar a criticidade da utilização de recursos que influenciam a performance dos serviços além de dar tempo para intervenções assertivas em resposta a algum evento.

Falar de monitorização de rede nunca se resumiu a temas como *downtime*, embora a inatividade continue sendo fonte de perdas em vários sentidos. Mas é preciso ir além, olhar em profundidade para gestão de riscos e *compliance*. O futuro da produtividade, e das próprias empresas, pede melhor aproveitamento da monitorização enquanto ferramenta estratégica.



# Capítulo 6

## Atividades de Monitorização

### 6.1 Introdução

Este capítulo abordará a parte de análise das redes através da monitorização e das ferramentas de testes. O objetivo é conseguir detalhar os passos que serão estudados durante o estágio para aperfeiçoar os conhecimentos em *troubleshooting* da rede passiva e das ferramentas disponíveis para tais análises.

### 6.2 Atividades de Monitorização

Nesta sessão será explicado como funciona a monitorização de uma rede passiva em geral, tanto de cobre quanto de fibra, e da importância em deteção prematura de avarias comuns para menor impacto aos utilizadores finais e também às equipas de campo.

#### 6.2.1 Alarmística - Suspeita de Avarias Comuns

As ferramentas de alarmística são essenciais para o trabalho de deteção de avarias comuns, visto que estão diretamente ligadas as ferramentas de Testes de Medidas elétricas (no caso do cobre) e de Estado dos terminais óticos. Elas funcionam com algoritmos que são programados para gerar alarmes em alguns casos de suspeitas de avarias, esses alarmes de suspeitas de avarias devem ser analisados por equipas técnicas para confirmar se realmente se tratam de avarias que podem afetar muitos clientes e direcionar para as equipas corretas para a resolução. Esse trabalho pode poupar tempo para reestabelecer o serviço de muitos utilizadores mais rapidamente e também de poupar despesas com o envio de diversas visitas técnicas aos clientes, sendo que poderia ser resolvido apenas com uma equipa que irá tratar da Avaria Comum.

- **Cortes parciais de elementos de rede** (Sub-repartidores, Pontos de Distribuição, Juntas de Splitagem Ótica) - Podem ocorrer devido a cortes de cabos, de avaria em armários, ou até mesmo devido a animais roedores que danificam as instalações dos elementos de rede.
- **Cortes totais de elementos ou cabos de rede** - Podem ocorrer devido aos mesmos problemas do item anterior, mas podemos adicionar os cortes na energia elétrica como causa.
- **Anomalias ou degradação em sinais nos testes automáticos** - Podem acontecer devido a interferências, ruídos nos cabos de cobre ou de atenuação nos sinais óticos.

- **Suspeita de roubo de cabos** - Os roubos de cabos de cobre são muito comuns e trazem muitos problemas e elevadas despesas com a reposição do material e do serviço prestado.

### 6.2.2 Atividades - Monitorização de Elementos de Rede

Uma das atividades realizadas na monitorização de elementos de rede é a análise e direcionamento de avarias relacionadas com as PONs. Serão abordados abaixo os possíveis tipos de alarmes que podem ocorrer e também exemplos de testes que podem ser realizados para despistar possíveis problemas na rede passiva ótica. Sempre no alarme é identificado qual é o OLT, a carta e a PON seguido do tipo de alarme no campo problema detalhado.

#### Exemplos de alarmes

entidade	probl detalhado
53VM01/52 19/7	DISSUASAO - PON com degradacao optica
92SF01/54 2/6	DISSUASAO - Possivel corte parcial de fibra optica
92SF01/54 2/15	DISSUASAO - Possivel corte parcial de fibra optica
01LX15/51 2/0	DISSUASAO - Possivel corte parcial de fibra optica
65AL01/52 5/16	DISSUASAO - Possivel corte total de fibra optica

Fig. 6.1: Exemplos de tipos de alarmes de PONs

**PON com degradação ótica:** Este alarme é despoletado quando alguns clientes da mesma PON apresentam degradação de sinal ótico. O despiste é realizado através do teste em ferramenta específica para análise das PONs. Temos sempre como resultado a indicação de quantos clientes estão em cima, quantos estão em baixo, e quais apresentam sinal ótico abaixo dos valores normais. Podemos também analisar se existe degradação em um elemento de rede específico, podendo assim ser descartada avaria na PON toda.

**Possível corte total de fibra ótica:** Este alarme indica que possivelmente todos os clientes que estão ligados a mesma PON estão em baixo. Nesse caso também é realizado o teste a PON e caso confirmada avaria o ticket deve ser encaminhado para verificação na central. Caso não seja problemas internos na central, a avaria segue posteriormente para a equipa de cabos no exterior.

**Possível corte Parcial de fibra ótica:** Nesse tipo de alarmística, o teste a PON deve identificar se algum dos elementos de rede que estão ligados a mesma PON estão isolados. Normalmente existe um PDO ou uma JSO que está afetada com todos ou com vários clientes em baixo.

Associado ao alarme, o sistema já abre automaticamente uma avaria na ferramenta de tickets, e que após o despiste poderá ser direcionada para a equipa correta, podendo ser

aos técnicos alocados nas centrais, em caso de problemas com a PON ou cartas, ou técnicos de campo em caso de problemas no terreno com PDOs, JSOs ou cabos de interligação de fibra.

Na figura 4.2, temos um exemplo ilustrativo de um resultado de um teste realizado a uma PON, onde é possível diagnosticar um corte total da PON, todos os 5 clientes da PON estão inativos. Em caso dos clientes estarem ativos, podemos verificar as potências óticas atuais e também o histórico do última medição.

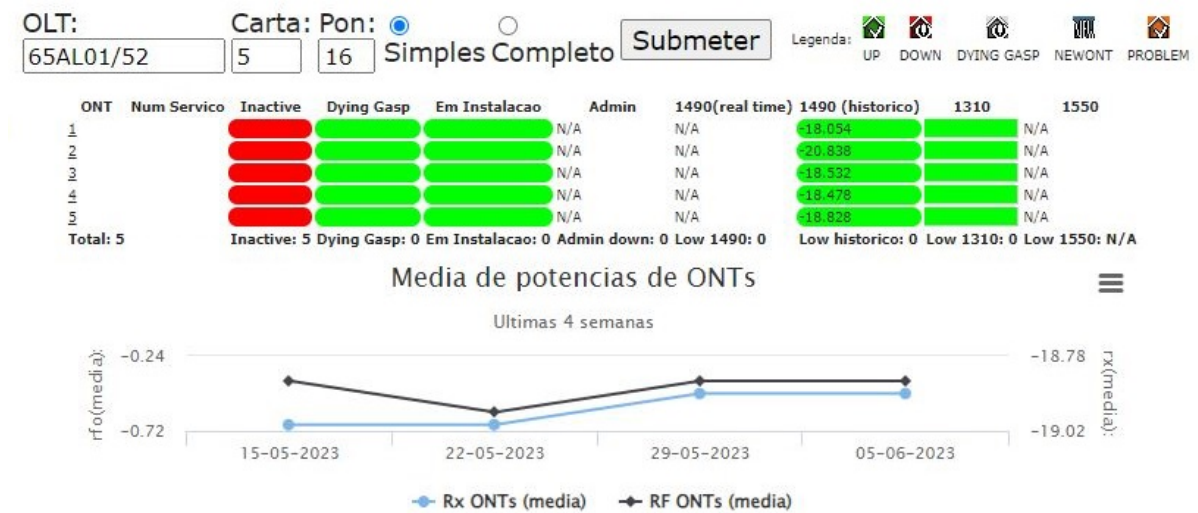


Fig. 6.2: Exemplos de teste de PONs

### 6.2.3 Atividades - Desafios encontrados

Durante a formação do estágio, foram encontrados alguns desafios na execução das atividades, mas a que provavelmente foi mais desafiante foi a **Realização da correta análise de despiste**. A importância de perceber exatamente quais as possíveis avarias podem acontecer e quais as ações de correto encaminhamento foram um desafio encontrado no início. Isso porque caso a análise seja realizada de forma errada, pode levar mais tempo para uma avaria ser resolvida, ocasionando em mais clientes finais afetados por mais tempo. Com o decorrer da formação, e principalmente após o início da formação *On Job* (onde já pude começar a analisar e tratar de facto a alarmística) isso foi se tornando cada dia mais claro com a experiência adquirida.

## 6.3 Conclusões

Ao longo deste capítulo foram descritas algumas das técnicas para a deteção de Avarias Comuns, sua importância no serviço final aos utilizadores e também aos custos de assistência técnica de campo à empresa. Quanto mais prematura for a deteção e resolução de problemas de avarias comuns, maior a probabilidade de satisfação dos utilizadores finais, atingimento dos níveis de serviço, e também de redução de custos para a empresa

sobre as despesas com equipas de campo. Foi possível também aprofundar os conhecimentos nas medidas elétricas da rede de cobre e qual o seu significado e aplicação no campo.

Também foram abordadas as atividades de monitorização de PONs e demais elementos de rede, onde foi de grande ajuda em meu aprendizado, solidificando os conhecimentos que já havia adquirido nas pesquisas académicas realizadas no Mestrado, como na prática os testes são realizados e confirmadas avarias comuns a muitos clientes, que devem ser rapidamente identificadas para que o problema seja resolvido o mais rapidamente o possível.

# Capítulo 7

## Conclusões e Trabalho Futuro

### 7.1 Conclusões Principais

Com esse relatório de estágio, foi pretendido alinhar todos os objetivos de pesquisa e aprendizagem na área de Redes de Computadores mais especificamente da rede passiva de cobre e fibra ótica. Atualmente temos uma grande expansão, um crescimento acelerado de dispositivos conectados a Internet, sejam eles computadores pessoais, portáteis, *smartphones*, *smartwatches*, e diversos outros dispositivos da IoT que tem um crescimento exponencial com o avanço da tecnologia nos últimos anos, porém por trás de toda essa conectividade precisa existir o essencial, a rede! São nestas primícias que o projeto foi baseado, pensando na importância cada vez maior que a conectividade tem em nossas vidas atualmente.

### 7.2 Paralelo Académico X Estágio

No início e durante a realização do estágio realizado, os conhecimentos académicos adquiridos no Mestrado de Engenharia informática, principalmente nas cadeiras que são mais relacionadas com a área de redes como Administração de Sistemas em Rede e Protocolos de Comunicação foram de grande valia no entendimento dos aspetos técnicos e procedimentos realizados no estágio. Em contra partida o estágio trouxe maior detalhamento nos conhecimentos adquiridos principalmente com relação as Redes Passivas, onde consegui me aprofundar muito nos aspetos técnicos. Como exemplo posso citar as técnicas de medidas elétricas nas conexões ADSL e despiste de avarias nesse tipo de conexão, que nas cadeiras citadas anteriormente não tivemos tal nível de detalhe. Outro exemplo foi com relação aos elementos de rede passiva ótica e análise a testes de PONs. Posso concluir que o estágio me ajudou muito no amadurecimento dos conhecimentos adquiridos, e hoje permaneço a aprender com as funções realizadas em minha carreira profissional pós estágio.

### 7.3 Trabalho Futuro

Com o desenvolvimento deste projeto de pesquisa para a realização deste relatório de estágio, que foi realizado na Altice Portugal, foi uma forte base para a aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o Mestrado em Engenharia Informática e que ajudou a assimilação e aproveitamento, principalmente voltados para área de Redes de Computadores. Após a conclusão do período da academia, devido aos bons resultados nos indicadores, foi celebrado contrato de trabalho entre as duas partes para continuidade das atividades

dentro da equipa e que proporcionou a oportunidade de continuar o aprendizado e desenvolvimento profissional e pessoal dentro da empresa.

# Bibliografia

- [1] FOCC Fiber Optic CO. - Fundamentos de rede passivos e ativos,  
<http://pt.opticalpatchcable.com/news/passive-and-active-network-fundamentals-24290>
- [2] Mondal Sourav. *Long Reach RSOA based Passive Optical Networks*. [Redes óticas passivas baseadas em RSOA de longo alcance]. Unbranded.
- [3] FERNANDO MORELLATO - Interferências – Cabos Metálicos x Fibras Ópticas, 2018.  
<https://www.blog.ipv7.com.br/tecnica/interferencias-cabos-fibras-opticas-2/>
- [4] TECMUNDO - Amarílis Virgínia Ferreira - Do cobre à fibra óptica: a evolução da conectividade, 2019.  
<https://www.tecmundo.com.br/internet/143915-cobra-fibra-optica-evolucao-conectividade>
- [5] Rogério Santos. *História das Telecomunicações em Portugal*. [1998].
- [6] Dial-up in Infopédia - Porto: Porto Editora, 2003-2021.  
<https://www.infopedia.pt/dial-up>
- [7] CARVALHO, Priscila. *Aplicação Da Fibra Óptica Em Sistemas Fttx*. 2015.  
TCC (Graduação) – Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015
- [8] PEREIRA, Rafael José Gonçalves. *Fibras ópticas e WDM*.  
<https://www.gta.ufrj.br/grad/081/wdm1/index.html>
- [9] BARBOSA, Vinicius de Araujo. *REDES ÓPTICAS PASSIVAS (PON) O FUTURO DAS REDES: E SUAS TENDÊNCIAS MERCADOLÓGICAS*  
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/futuro-das-redes>
- [10] BARNEY, Doug. *Network Monitoring Best Practices*  
<https://www.whatsupgold.com/blog/eight-network-monitoring-best-practices-to-master>