

POLI TÉCNICO GUARDA

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

**PROJETO EM CONTEXTO DE ESTÁGIO
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO(A) EM
ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**André Madeira
Julho / 2023**

POLI TÉCNICO GUARDA

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

**PROJETO EM CONTEXTO DE ESTÁGIO
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO(A) EM
ENGENHARIA INFORMÁTICA**

Professor(a) Orientador(a): Celestino Pereira Gonçalves

André Madeira

Julho / 2023

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao professor José Fonseca pelo seu papel como diretor de curso e professor da unidade curricular de projeto de engenharia informática, o suporte dado ao longo desta jornada académica que foi inestimável.

Expresso a minha sincera gratidão ao Professor Celestino pela sua orientação e supervisão durante o projeto, os seus conselhos e conhecimentos especializados foram essenciais para o sucesso desta pesquisa e o desenvolvimento deste projeto, estou extremamente grato pela sua disponibilidade e dedicação.

Agradeço ao diretor da Viatel, Eng. José Perpétua, a sua colaboração e apoio no projeto foram de extrema importância, tal como a sua visão e perspetiva da indústria que contribuíram significativamente para a aplicação prática dos resultados obtidos.

Para finalizar agradeço ao meu Supervisor Eng. Artur Resende pela sua orientação e assistência técnica ao longo deste projeto, a sua experiência e apoio foram inestimáveis na resolução de desafios e no desenvolvimento de soluções eficazes.

Ficha de identificação | Elementos Identificativos

Aluno

Nome: André Daniel Pacheco Madeira

Número: 1010066

Licenciatura: Engenharia Informática

Contacto Telefónico: +351 966302489

Correio Eletrónico: andredpmadeira@gmail.com

Estabelecimento de Ensino

Instituto Politécnico da Guarda (IPG)

Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG)

Empresa acolhedora do estágio

Nome: Viatel

Morada: Rua do Palácio do Gelo, N°1, Palácio do Gelo Shopping, Piso 3 3500-606 Viseu

Duração do estágio: 280h

Início: 05/04/2021

Fim: 05/06/2021

Supervisor de estágio

Nome: Sr. Eng. Artur Resende

Orientador de estágio

Nome do Orientador: Prof. Celestino Pereira Gonçalves

Resumo

Este documento refere-se ao trabalho desenvolvido no âmbito da unidade curricular Projeto de Informática, na Licenciatura de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda. O projeto em contexto de estágio foi realizado na empresa Viatel com sede em Viseu, que é uma empresa do grupo Visabeira dedicada ao ramo das telecomunicações que presta serviços para a Altice e Vodafone.

Neste trabalho foi desenvolvido um projeto para construir uma rede com a tecnologia *Gpon/FTTH* para a operadora de telecomunicações Altice, o qual atende a necessidade de uma aldeia de ter uma rede ótica passiva com 1Gbps de capacidade. Para combater essa necessidade a antiga rede de cobre existente foi substituída por uma de fibra ótica para todos os clientes da Altice, que moram em Vale de Amoreira, uma aldeia pertencente ao concelho de Manteigas, terem acesso ao serviço de fibra ótica na sua zona residencial.

Para o desenvolvimento deste projeto foram necessárias equipas de construção de redes de telecomunicações para passarem os cabos pelos postes e construírem todos os equipamentos passivos necessários na rede para fazerem a distribuição até às imediações dos clientes finais.

Palavras-chave: *GPON, FTTH, rede de fibra ótica, rede passiva, projeto de redes.*

Abstract

This document refers to the work carried out within the scope of the Informatics Project curricular unit, in the Degree in Informatics Engineering at the Escola Superior de Tecnologia e Gestão of the Instituto Politécnico da Guarda. The project in the context of an internship was carried out at the company Viatel based in Viseu, which is a Visabeira group company dedicated to the telecommunications sector that provides services to Altice and Vodafone.

In this work, a project was developed to build a network with Gpon/FTTH technology for the telecommunications operator Altice, which meets the need of a village to have a passive optical network with 1Gbps capacity. To combat this need, the old existing copper network was replaced by a fiber optic network so that all Altice customers who live in Vale de Amoreira, a village belonging to the municipality of Manteigas, have access to the fiber optic service in their residential area. .

For the development of this project, telecommunication network construction teams were needed to run the cables through the poles and build all the passive equipment needed in the network to make the distribution to the immediate vicinity of the end customers

.Keywords: GPON, FTTH, optical fiber network, passive network, network project.

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	IV
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTOS IDENTIFICATIVOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA DA INSTITUIÇÃO DE ACOLHIMENTO	1
1.2 ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO	2
1.3 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.5 ESTRUTURA DO RELATÓRIO	3
2 ESTADO DA ARTE	5
2.1 REDES ATIVAS E PASSIVAS.....	5
2.2 LARGURA DE BANDA	6
2.3 REDE GPON/FTTH	6
2.3.1 <i>Rede Primária ou de Backbone</i>	7
2.3.2 <i>Rede Secundária ou Distribuição</i>	8
2.3.3 <i>Ramificações de uma rede de fibra ótica e os seus cabos:</i>	8
2.4 CENTRAL DE TELECOMUNICAÇÕES	9
2.4.1 <i>Ligação geral dentro da Central de Telecomunicações</i>	10
2.4.2 <i>Armários e bastidores na central de telecomunicações</i>	10
2.5 EQUIPAMENTOS PASSIVOS	11
2.5.1 <i>Caixas de junção (Juntas)</i>	11
2.5.2 <i>ODF - Distribuidores óticos</i>	12
2.5.3 <i>ODF de bastidor</i>	12
2.5.4 <i>Patch cords</i>	13
2.5.5 <i>Pigtails</i>	13
2.5.6 <i>Repartidor ótico</i>	14
2.5.7 <i>PDO</i>	14

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

2.5.8	Sub-Repartidor Ótico (SRO)	15
2.5.9	Splitters	15
2.6	CABOS DE FIBRA ÓTICA	17
2.6.1	Tipos de cabos de fibra ótica	17
2.7	IDENTIFICAÇÃO DA FIBRA DE UM CABO	18
2.8	SINÓTICO E MAPA DE REDE	19
2.8.1	Sinótico	19
2.8.2	Mapa de rede:	19
3	FERRAMENTAS	21
3.1	SOFTWARE.....	21
3.1.1	Plataforma de gestão de Projetos Némesis	21
3.1.2	Plataforma de gestão de cadastros Signet	23
3.1.3	Plataforma BeonTech	24
3.1.4	Plataforma Google Street View	24
3.2	HARDWARE.....	25
3.2.1	OTDR.....	25
3.2.2	Bobine de fibra ótica.....	26
3.2.3	Máquina de Fusão	27
3.2.4	Processo de emenda de fusão	29
4	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	31
4.1	COMPARAÇÃO ENTRE UMA REDE DE COBRE E UMA REDE DE FIBRA ÓTICA	31
5	ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REDE;	33
5.1	LEVANTAMENTO DAS UNIDADES ASSINANTES	33
5.2	LEVANTAMENTO TRAÇADO EXISTENTE	34
5.3	NOVO TRAÇADO DE FIBRA ÓTICA.....	34
5.4	BUDGET ÓTICO	35
5.5	REDE PRIMÁRIA DO PROJETO	37
5.6	REDE SECUNDÁRIA DO PROJETO	38
5.7	MAPA DO PROJETO	39
5.8	PEDIDO LICENCIAMENTO CIVIL SRO	40
6	IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO	42
6.1	ACOMPANHAMENTO DAS EQUIPAS	42
6.2	DISTRIBUIÇÃO DO TRABALHO	42
7	VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO	46
7.1	VALIDAÇÃO DA PRODUÇÃO DO PROJETO	46

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

7.2	ENSAIO DA REDE CONSTRUÍDA;	47
7.3	ENSAIOS COM O OTDR	48
7.4	ANALISE DO GRÁFICO DO OTDR	49
7.5	ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO.....	49
8	CONCLUSÃO	51
	BIBLIOGRAFIA	52
	ANEXOS	53
A 1.	REGRAS TÉCNICAS TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO DE TRAÇADOS AÉREOS	54

Índice de figuras

Figura 1 - Rede FTTH/GPON (Altice, SA, 2021).....	7
Figura 2 - Ramificações da rede (Muller, 2020)	9
Figura 3 - Esquema de encaminhamento ótico (Altice, SA, 2021)	10
Figura 4 - Bastidor de central (OGC-BSP/ODF) (Altice, SA, 2021).....	10
Figura 5 - Caixa de junção (junta).....	11
Figura 6 - JFO e JSO	12
Figura 7 - ODF DOBEX-2U	12
Figura 8 - Patch Cord SM e MM da Optroncomm (Altice, SA, 2021)	13
Figura 9 - Pigtail SC (Altice, SA, 2021)	13
Figura 10 - Repartidor ótico PLC de 1:64 (Altice, SA, 2021).....	14
Figura 11 - PDO Externo (Altice, SA, 2021)	14
Figura 12 - Sub-repartidor ótico (Altice, SA, 2021).....	15
Figura 13 - Splitter para armário HDC 3000 (Altice, SA, 2021)	16
Figura 14 - Splitter de armario OptiTect (Altice, SA, 2021).....	16
Figura 15 - Cabo auto-suportado (Altice, SA, 2021)	17
Figura 16 - Cabo armado (Altice, SA, 2021)	18
Figura 17 - Exemplo de um sinótico	19
Figura 18 – Exemplo de um mapa de rede	20
Figura 19 - Némesis.....	22
Figura 20 - Signet	23
Figura 21 - BeonTech.....	24
Figura 22 - Google street view	25
Figura 23 - OTDR (smartotdr-testador-portatil-de-fibra, 2023).....	25
Figura 24 - Bobine de fibra ótica de 1km (bobine-de-lancamento-de-fibra-otdr-1km, 2023) .	27
Figura 25 - máquina de corte de fibra (11022015, s.d.)	28
Figura 26 - Miller Stripper, No-Nik, Micro-Strip (11022015, s.d.)	28
Figura 27 - Preparação da fibra (11022015, s.d.).....	29
Figura 28 - Fibra rejeitada (11022015, s.d.).....	29
Figura 29 - Fusão Automatizada (11022015, s.d.)	30
Figura 30 - Traçado de Cobre Existente.....	34
Figura 31 - Rede GPON Construída.....	35

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Figura 32 - Rede Primária desde a central até SRO1007	38
Figura 33 - Rede Primária Desde SRO 1007 até SRO 1006	38
Figura 34 - Rede Secundária	39
Figura 35 - Mapa do Projeto Vale de Amoreira	40
Figura 36 - Dossier de licenciamento SRO	41
Figura 37 - Validação da Produção	46
Figura 38 - Ensaio OTDR.....	49
Figura 39 - Gráfico OTDR	49
Figura 40 - Anexar cadastro do Projeto.....	50

Índice de tabelas

Tabela 1 - Código de cores das fibras e tubos	18
Tabela 2 - Levantamento Ua's Vale de Amoreira	33
Tabela 3 - Atenuações máximas.....	36
Tabela 4 - Budget ótico para cada PDO	37

Lista de Siglas e Acrónimos

BPS – Bits por segundo

BSP - Bastidor de Splitters

COC (caixa ótica de conexão)

FO – Fibra ótica

FTTB – Fiber To The Building

FTTH – Fiber To The Home

FTTN – Fiber To The Node

FTTO – Fiber To the Office

GPON – Gigabit Passive Optical Network

IPTV – Internet Protocol Television

JFO – Junta de Fusão Ótica

JSO – Junta de Splittagem Ótica

ODF – Optical Distribution Frame

ODN – Optical Distribution Network

OGC - Combinador Ótico de Gbps

OLT – Optical Line Terminal

ONT – Optical Network Terminal

ONU – Optical Network Unit

ORAC – Oferta de Referência de Acesso a Conduas

ORAP – Oferta de Referência de Acesso a Postes

OTDR – Optical Time-Domain Reflectometer

PDO – Ponto de Distribuição Ótica

PON – Passive Optical Network

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

RAL - Rede de acesso local

RGE – Repartidor Geral dos Edifícios

SP – Service Provider

SRO - Sub-Repartidor ótico **TI** – Tecnologias da Informação

UA – Unidade de Assinante

VoIP – Voice over IP

1 Introdução

O presente estágio foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular projeto de informática da licenciatura de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda em contexto de trabalho na empresa Viatel na área das telecomunicações. Este projeto acompanhou o desenvolvimento de uma rede de fibra ótica passiva desde a central de telecomunicações de Manteigas até aos assinantes de uma aldeia pertencente ao concelho, denominada de Vale de Amoreira, sendo que este relatório contém informação sobre os equipamentos passivos utilizados, as equipas que trabalharam no projeto e a contribuição do autor do mesmo.

1.1 Caracterização sumária da instituição de acolhimento

A Viatel, pertencente ao grupo Visabeira, é uma empresa especializada no ramo das telecomunicações, sendo que a sua sede está localizada no Palácio do Gelo, em Viseu, Portugal. A empresa tem como foco a prestação de serviços tecnológicos nas áreas de Tecnologias da Informação (TI), redes de acesso de telecomunicações, infraestruturas de *data center*, engenharia de redes e novas tecnologias.

Como prestadora de serviços, a Viatel atua principalmente em parceria com os operadores de telecomunicações Altice Portugal e Vodafone Portugal. O seu objetivo é fornecer soluções tecnológicas avançadas e infraestruturas de rede de alta qualidade para suportar a expansão e atualização das redes de telecomunicações.

A empresa possui equipas especializadas e qualificadas, que trabalham de forma colaborativa para atender às necessidades do mercado, sendo que está empenhada em acompanhar as constantes evoluções tecnológicas no setor das telecomunicações, oferecendo serviços inovadores e adaptados às necessidades dos seus clientes.

Com uma ampla experiência e conhecimento no setor, a Viatel desempenha um papel importante no desenvolvimento e implementação de projetos de telecomunicações em Portugal. O seu compromisso com a qualidade, confiabilidade e eficiência torna-a uma parceira confiável para os operadores de telecomunicações e uma referência no mercado.

Dessa forma, a Viatel desempenha um papel fundamental na modernização das infraestruturas de telecomunicações, impulsionando o acesso a serviços de comunicação de alta velocidade e qualidade em todo o país.

1.2 Enquadramento e Motivação

As redes de telecomunicações estão em constante atualização e os operadores de telecomunicações vão atualizando as redes antigas lentas e suscetíveis a avarias por novas redes mais rápidas e, menos suscetíveis a avarias e com um menor custo de manutenção. Atualizar todas estas redes não é um processo fácil pois envolve alguma complexidade, para isso servem os projetos que são criados com o fundamento de facilitar a atualização, expansão e correção de algumas ligações na rede.

A rede de telecomunicações do operador Altice cobre a maioria da área geográfica em Portugal chegando a quase todos os pontos do país, sendo que os grandes centros urbanos já são servidos pela tecnologia de fibra ótica tendo os meios mais rurais ainda acesso por linhas de cobre que já estão completamente obsoletas. Servir os clientes com uma rede de fibra ótica mais rápida, mais segura, com um custo de manutenção mais reduzido e menos suscetível a avarias é o que motiva a operadora Altice e a Viatel, uma das suas prestadoras de serviços a continuar com esta constante mudança de modo a chegar a todo o território nacional e conseguindo assim levar um serviço com mais qualidade a todas as zonas de Portugal.

1.3 Descrição do Problema

Com a constante evolução das tecnologias, é necessário atualizar as obsoletas, pois a fibra ótica ainda não chega a todo o lado, mas com a constante evolução das redes passivas é necessário substituir as antigas redes de cobre por novas redes de fibra ótica. Vale de Amoreira que é uma aldeia pertencente ao concelho de Manteigas tinha uma rede de cobre obsoleta, com um grande custo de manutenção, mais suscetível a avarias e com uma largura de banda muito baixa.

As intempéries são um problema para as redes de cobre, sempre que chove ou há trovoadas surgem uma série de avarias nos equipamentos ou na rede de cobre pois esta é boa condutora e funciona por sinais elétricos. Nos tempos que correm é impensável vivermos com uma ligação de cobre, pois a largura de banda não permite fazer algumas tarefas que fazemos nos tempos que correm, tais como: ver filmes em *streaming*; fazer download de grandes ficheiros em minutos ou segundos, entre outras. A nível de manutenção de rede, o cobre está cada vez mais caro, logo o custo de substituir um cabo é muito elevado, para além de não haver muita mão de obra especializada na área do cobre.

1.4 Objetivos

O objetivo deste projeto é atualizar a rede de cobre de Vale de Amoreira para uma de fibra de modo a servir todos os clientes com uma rede com mais largura de banda, menos suscetível a avarias e com menos custo de manutenção.

Para que este projeto seja elaborado é necessário fazer inicialmente a caracterização do problema, onde se vai analisar o problema para depois se implementar uma solução na elaboração do projeto. Depois da elaboração do projeto é necessário implementar no terreno a solução criada no papel. Depois da solução implementada é necessário fazer um teste a rede para validar a solução.

Existem quatro pontos essenciais à elaboração deste projeto, que são eles:

- 1) Caracterização do problema;
- 2) Elaboração do projeto de rede;
- 3) Implementação da solução;
- 4) Validação da solução;

1.5 Estrutura do relatório

O presente relatório está dividido em oito capítulos. Estes capítulos relatam o estudo feito antes, durante e as observações finais do estágio. Os capítulos deste relatório estão divididos pela seguinte ordem:

O segundo capítulo retrata o estado de arte do tema do projeto. Ao longo do desenvolvimento deste projeto foi necessário fazer o estudo das tecnologias que se pretendem implementar. Neste capítulo é feita uma breve apresentação das tecnologias implementadas.

No terceiro capítulo são descritas todas as ferramentas de hardware e software utilizadas no desenvolvimento deste projeto.

No quarto capítulo é feita a caracterização do problema onde é feita a comparação entre uma rede de cobre e uma rede de fibra ótica.

O quinto capítulo, elaboração do projeto de rede, é composto por o levantamento de requisitos, pedidos de licenciamentos e todos os diagramas e mapas necessários para a construção da rede.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

O sexto capítulo representa a construção da rede e toda a logística que está por trás da distribuição de trabalho as equipas de construção.

No sétimo capítulo, está demonstrada a validação da solução apresentada, através da produção das equipas, ensaios e atualização de cadastro.

O oitavo capítulo contém uma breve conclusão sobre o projeto.

2 Estado da Arte

Este capítulo retrata o estado de arte do tema do projeto. Ao longo do desenvolvimento deste projeto foi necessário fazer o estudo das tecnologias que se pretendem implementar para além dos temas que já tinham sido abordados nas unidades curriculares de redes do curso de Engenharia Informática. Neste capítulo é feita uma apresentação das tecnologias implementadas.

2.1 Redes Ativas e Passivas

As redes ativas e passivas são termos frequentemente utilizados na área de redes de computadores.

Quando falamos de redes ativas, estas são redes que possuem dispositivos ativos, como *routers*, *switchs* e *hubs*. Esses dispositivos são capazes de amplificar, direcionar ou processar os sinais de rede e desempenham um papel ativo no encaminhamento e entrega de dados na rede, geralmente possuem recursos de processamento e inteligência para tomar decisões sobre o encaminhamento dos dados.

Por outro lado, redes passivas são aquelas que não possuem dispositivos ativos, em vez disso, dependem de componentes passivos, como cabos, conectores e divisores. Estas redes não realizam processamento ou amplificação dos sinais de rede, simplesmente permitem a transmissão de dados através dos componentes físicos sendo assim mais simples e geralmente utilizadas em ambientes de maior escala. (hdv-fiber, 2023)

Em resumo, as redes ativas envolvem dispositivos que possuem capacidade de processamento e tomada de decisões, enquanto as redes passivas dependem de componentes físicos para a transmissão dos dados.

2.2 Largura de Banda

A largura de banda refere-se à capacidade de transmissão de dados de uma rede, ou seja, a quantidade de informações que pode ser transmitida num determinado período de tempo. A largura de banda é uma medida de desempenho da rede. Conceitualmente ela é medida em Hertz. Contudo, apesar de no jargão de rede de computadores, ela pode ser entendida como sinônimo de taxa de transferência pois nesse caso ela é medida em bits por segundo, e quanto maior a largura de banda, maior a quantidade de dados que pode ser transmitida num determinado intervalo de tempo (largura-de-banda-vs-taxa-de-transmissao, 2023).

A largura de banda é um fator importante para o desempenho e a velocidade de uma rede pois quanto maior for a largura de banda disponível, mais rápida será a transferência de dados, isso é especialmente relevante em redes de alta velocidade, como conexões de internet de banda larga, onde uma largura de banda maior permite o *download* e upload mais rápidos de arquivos, *streaming* de vídeos de alta qualidade e uma melhor experiência de navegação na internet.

É importante salientar que a largura de banda é um recurso compartilhado entre os dispositivos conectados a uma rede, se houver vários dispositivos a usar simultaneamente a mesma largura de banda, a velocidade de cada dispositivo pode ser reduzida. Portanto, é essencial considerar a largura de banda disponível ao planejar e gerir redes, especialmente em ambientes com muitos dispositivos conectados.

2.3 Rede GPON/FTTH

A rede GPON (Gigabit Passive Optical Network) FTTH (Fiber-to-the-Home) é uma tecnologia utilizada para fornecer serviços de banda larga de alta velocidade para residências e empresas por meio de conexões de fibra ótica.

A GPON é um padrão de rede ótica passiva que utiliza divisores óticos para compartilhar a largura de banda de uma única fibra ótica entre múltiplos utilizadores. Isso permite que os fornecedores de serviços ofereçam altas velocidades de conexão e largura de banda simétrica (*download* e *upload* com taxas semelhantes) aos assinantes.

FTTH, por sua vez, significa *Fiber-to-the-Home*, que se refere à implantação de uma ligação de fibra ótica diretamente até a residência ou empresa do utilizador final.

Ao combinar GPON e FTTH, as operadoras podem fornecer ligações de alta velocidade e qualidade para os seus clientes, suportando uma ampla gama de serviços, como acesso à

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

internet, telefone, IPTV entre outros. A fibra ótica oferece maior capacidade de largura de banda e velocidades mais rápidas do que as tecnologias de cobre tradicionais.

Numa rede FTTH/GPON a fibra ótica vai desde a OLT que se encontra no *Central Office* (central de telecomunicações) até ao ONT que se encontra na casa/empresa do cliente, como podemos ver na Figura 1 (Altice, SA, 2021).

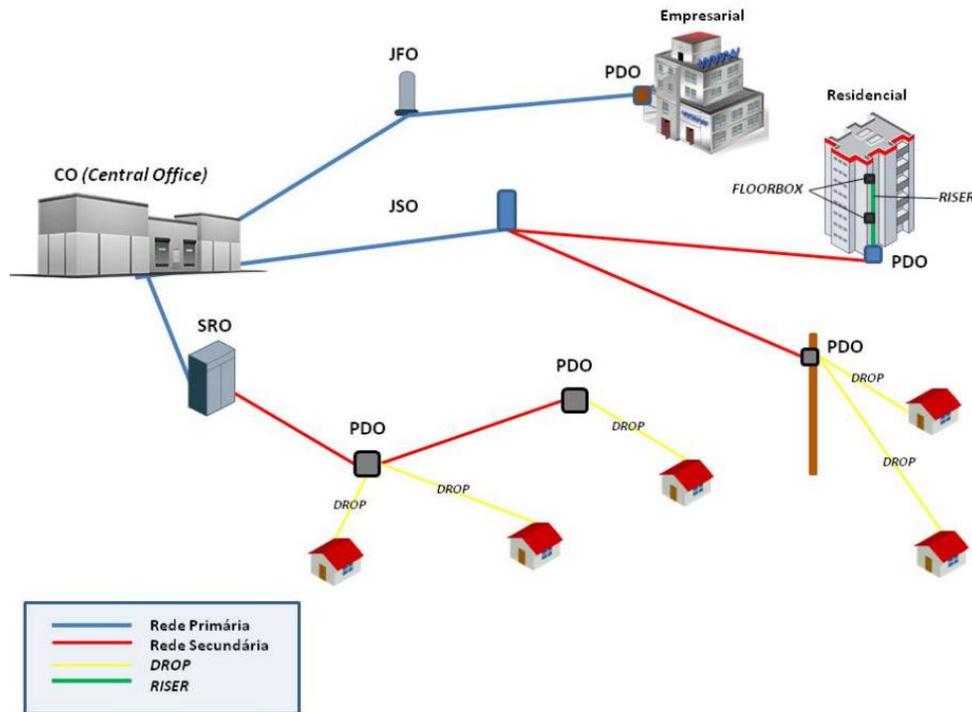


Figura 1 - Rede FTTH/GPON (Altice, SA, 2021)

2.3.1 Rede Primária ou de *Backbone*

Uma rede primária de fibra ótica, também conhecida como *backbone* de fibra ótica, é uma infraestrutura de comunicação que consiste em cabos de fibra ótica de alta capacidade e dispositivos como *routers* e *switchs* para conectar várias redes locais (LANs) ou sistemas numa grande área geográfica.

O *backbone* de fibra ótica é responsável por transportar grandes quantidades de dados em alta velocidade e alta largura de banda entre diferentes locais que abrangem uma grande área geográfica. Esta rede é considerada a "espinha dorsal" da infraestrutura de comunicação, fornecendo uma ligação confiável e rápida entre as diversas partes de uma rede.

O uso de fibra ótica no *backbone* oferece várias vantagens em relação a outras tecnologias de transmissão, como o cobre pois a fibra ótica é capaz de transmitir dados em altas velocidades,

suporta uma largura de banda maior e é imune a interferências eletromagnéticas, além disso, tem maior capacidade de transmissão a longas distâncias sem degradação do sinal.

As redes primárias de fibra ótica são geralmente encontradas em infraestruturas de telecomunicações, fornecedores de serviços de Internet (ISPs), empresas de telecomunicações e grandes empresas, estas desempenham um papel crucial na interligação de redes, possibilitando a comunicação eficiente e confiável em níveis regionais, nacionais e internacionais.

2.3.2 Rede Secundária ou Distribuição

Uma rede secundária de fibra ótica, também conhecida como rede de distribuição, é uma parte da infraestrutura de telecomunicações que se estende a partir do *backbone* de fibra ótica até aos utilizadores finais tais como: residências, escritórios ou edifícios comerciais.

A rede de distribuição é responsável por levar o sinal de fibra ótica do *backbone* até aos utilizadores finais. Geralmente utiliza cabos de fibra ótica menores denominados de *drops* e dispositivos ativos de ligação a rede.

A rede secundária de fibra ótica é projetada para oferecer alta velocidade e largura de banda suficiente para atender as necessidades de conectividade dos utilizadores finais, pode ser implementada em diferentes topologias tais como: redes ponto a ponto, redes ponto-multiponto ou redes de fibra ótica até a caixa de distribuição (FTTB - Fiber-to-the-Building).

É comum este tipo de rede ser implantada por fornecedores de serviços de Internet, operadoras de telecomunicações e empresas que procuram fornecer serviços com ligações de alta velocidade, como acesso à internet, serviço de TV e telefone, aos seus clientes.

Em resumo, a rede secundária de fibra ótica é uma extensão do *backbone* de fibra ótica que leva o sinal de fibra ótica até aos utilizadores finais, proporcionando uma ligação rápida e confiável numa área local ou regional.

2.3.3 Ramificações de uma rede de fibra ótica e os seus cabos:

Para entender as ramificações de uma rede ponto-multiponto e os cabos de fibra ótica correspondentes, uma analogia simples é enxergá-las como uma árvore. (Muller, 2020)

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Como podemos analisar na Figura 2, o tronco da árvore é o cabo de *backbone*, que é robusto e a base da rede, de onde saem todas as fibras. (Muller, 2020)

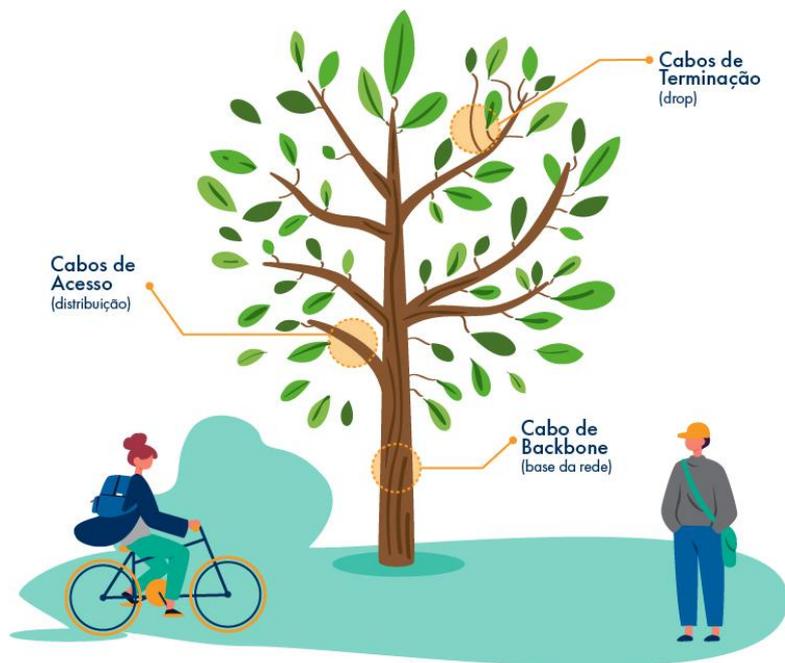


Figura 2 - Ramificações da rede (Muller, 2020)

Desse tronco saem ramificações mais finas, que são os cabos de acesso (distribuição). São menos robustos que o cabo de *backbone* e neles estão as juntas, que, por sua vez, levam a fibra ótica até aos pontos de distribuição óticos.

Dos PDO's, saem outras ramificações ainda mais finas: os cabos de terminação (drop). As folhas nas pontas dessas ramificações são as *ONT's (Optical Network Units)*, ou seja, o destino final da fibra ótica.

2.4 Central de Telecomunicações

Uma central de telecomunicações é o local onde estão todos os equipamentos necessários para o fornecimento e distribuição do sinal ótico até à casa do cliente/unidades assinantes, através da rede de cabos óticos existentes e todos os equipamentos passivos por que é composta a rede.

2.4.1 Ligação geral dentro da Central de Telecomunicações

Sempre que necessário fazem-se encaminhamentos, através de cordões óticos, na central, entre os bastidores OGC (Combinador Ótico de Gbps) e BSP (Bastidor de Splitters), bem como no SRO (Sub-Repassador Ótico), conforme ilustrado na Figura 3.

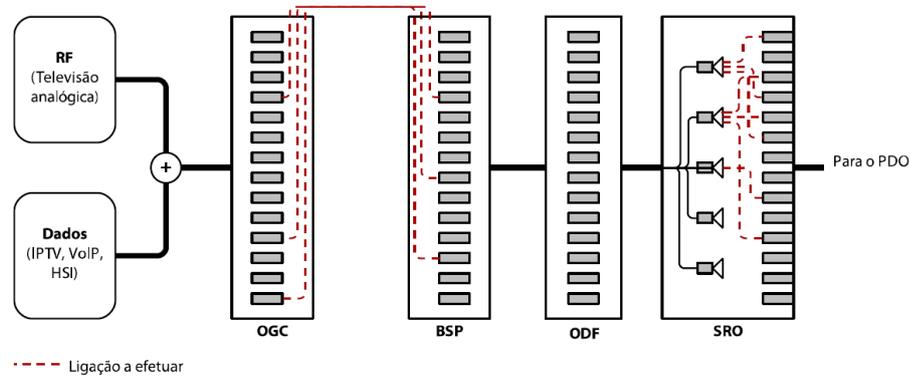


Figura 3 - Esquema de encaminhamento ótico (Altice, SA, 2021)

Assim, de acordo com a ordem de trabalho, o técnico instala e liga o cordão ótico de forma a estabelecer o circuito entre:

- BSP – bastidor de splitters e OGC – combinador ótico de Gbps;
- Entrada do splitter e o primário do SRO – sub-repartidor Ótico;
- Saída do splitter e o secundário do SRO;
- Depois destes pontos o técnico tem sinal no ponto de distribuição ótico e pode fazer a instalação (Altice, SA, 2021).

2.4.2 Armários e bastidores na central de telecomunicações

Os armários para repartição e distribuição ótica, são do tipo bastidor com uma estrutura basculante.

O bastidor (ODF/BSP) onde liga o cabo de rede exterior fará a interligação com o OGC (Optical Gigabit Combiner) Figura 4.

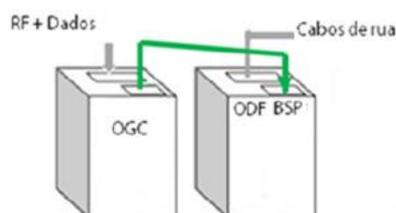


Figura 4 - Bastidor de central (OGC-BSP/ODF) (Altice, SA, 2021)

2.5 Equipamentos passivos

Na rede GPON/FTTH (Gigabit Passive Optical Network/Fiber-to-the-Home), existem alguns equipamentos passivos essenciais que desempenham um papel importante na transmissão de dados por meio de fibra ótica. Esses equipamentos são responsáveis pela divisão, distribuição e proteção do sinal ótico. Aqui estão alguns exemplos de equipamentos passivos comumente encontrados em uma rede GPON/FTTH:

2.5.1 Caixas de junção (Juntas)

A caixa de junção de cabos de fibra ótica por fusão ilustrada na Figura 5, permite proteger as interligações de cabos com os níveis máximos de qualidade e fiabilidade. Permite a entrada até 6 cabos de fibra, sendo 4 delas em 2 entradas duplas, com uma capacidade máxima padrão de 48 fusões, obtida mediante 4 cassetes de juntas de 12 fusões.



Figura 5 - Caixa de junção (junta)

Existem dois tipos de caixas de junção normalmente denominadas de juntas de fibra ótica, segue uma breve descrição de cada uma delas:

- **Junta de Splittagem Ótica:**

São juntas de ligação onde serão colocados os splitters do segundo nível de splitting. De acordo com a topologia a utilizar, será colocado o segundo andar de splitting num SRO ou num JSO, inclusivamente numa mesma área poderá dar-se a combinação de ambos. Na Figura 6 podemos ver uma JSO.



Figura 6 - JFO e JSO (Altice, SA, 2021)

- **Junta Fusão Ótica:**

Trata-se de uma junta de ligação sem splitters que é utilizada para fazer interligação e encaminhamento dos cabos de fibra ótica. Na Figura 6 podemos ver uma JFO.

2.5.2 ODF - Distribuidores óticos

Os distribuidores óticos são dos equipamentos passivos terminais mais utilizados atualmente. Têm como principal função efetuar a interligação entre cabos de fibra ótica.

2.5.3 ODF de bastidor

O distribuidor ótico para bastidor é utilizado, tal como o modelo anterior e ilustrado na Figura 7, para terminação e inter-ligação de cabos de fibra ótica mediante a ligação direta ou por fusão dos pigtails.

O equipamento permite a entrada de dois cabos de fibra ótica interior/exterior com diâmetros compreendidos entre 7 e 21 mm. O painel frontal é apto para conectores tipo ST, SC, Duplex SC, SMA, FDDI e FC. Junto com o equipamento são fornecidos todos os acessórios essenciais para a terminação dos cabos de fibra e organização dos pigtails (Gonçalves, 2009).

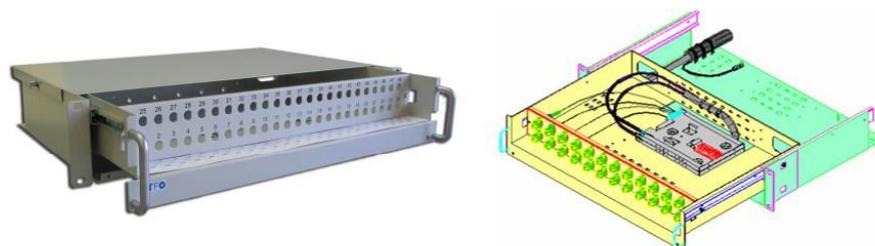


Figura 7 - ODF DOBEX-2U

2.5.4 Patch cords

Os Patch Cords ou cordões óticos são utilizados na interface entre o distribuidor ótico e os equipamentos ativos da rede, localizados nos bastidores de telecomunicações. Os vários tipos de conectores de fibra ótica dependem eventualmente da sua aplicação. É constituído por dois conectores que poderão ser dois diferentes modelos, um em cada extremidade e por um cabo de fibra ótica sendo o seu comprimento de variável (Figura 8) (Gonçalves, 2009).

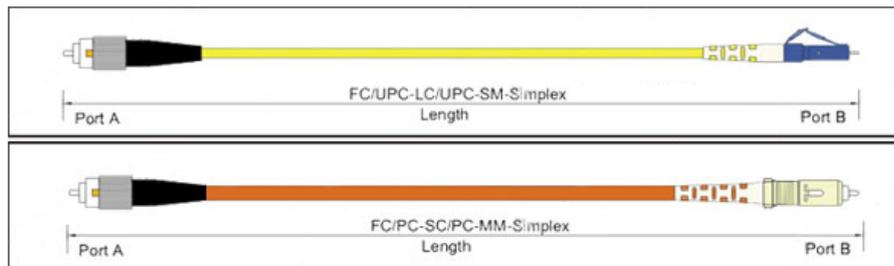


Figura 8 - Patch Cord SM e MM da Optroncomm (Altice, SA, 2021)

De maneira a distinguir o cabo monomodo do cabo multimodo, a forma do cabo monomodo é amarelo e o cabo multimodo é laranja, respetivamente (Gonçalves, 2009).

2.5.5 Pigtails

Os pigtails são cabos apenas com uma extremidade com o conector terminal que se pretende utilizar numa fusão como por exemplo SC, LC. Na outra extremidade contém apenas a terminação do cabo, sem conector, que será onde é feita a fusão. A sua utilização é feita para os distribuidores óticos, seja de bastidor ou de parede. Tal como se pôde observar anteriormente para os patch cords existem em multimodo e em monomodo. Para as aplicações do FTTH os pigtails que temos que utilizar são os monomodo. Na Figura 9 está representado um exemplo de um pigtail LC com polimento UPC/APC/SPC (Gonçalves, 2009).



Figura 9 - Pigtail SC (Altice, SA, 2021)

2.5.6 Repartidor ótico

É um elemento-chave da rede passiva que recebe um sinal ótico a partir de uma porta de uma carta de um OLT da Central, para o caso do FTTH, para 2,5 Gbps dividindo a sua potência de acordo com a taxa de divisão do repartidor ótico até um valor n de ONTs. Neste momento, no mercado, existem desde 1:2 até 1:32, 1:64. Tal como qualquer equipamento passivo, ao ser colocado na rede introduz sempre uma atenuação que se terá que ter em conta. Temos como exemplo, afigurado na Figura 10 _um repartidor ótico PLC de 1:64 (Gonçalves, 2009).



Figura 10 - Repartidor ótico PLC de 1:64 (Allice, SA, 2021)

2.5.7 PDO

O ponto de distribuição ótica representado na Figura 11 tem por finalidade distribuir as fibras óticas destinadas aos clientes, ou seja, acomodar e proteger emendas óticas por fusão entre o cabo de distribuição e os drops (Cabos que interligam a casa do cliente ao PDO) da rede cliente. Também proporciona a gestão e armazenamento dos adaptadores óticos para saídas conetorizadas. Possui sistema de vedação mecânico, o que o torna à prova de água (Allice, SA, 2021).



Figura 11 - PDO Externo (Allice, SA, 2021)

2.5.8 Sub-Repartidor Ótico (SRO)

O SRO representado na Figura 12 é o armário de telecomunicações de fibra ótica que faz a interligação entre a central e o ONT. Quando não existe sinal no porto do PDO é necessário o técnico deslocar-se ao SRO e verificar se esse porto está alimentado se não estiver o mesmo tem que ligar o conector correspondente aquele porto, para o alimentar e por fim ter sinal no porto do PDO.



Figura 12 - Sub-repartidor ótico (Altice, SA, 2021)

Temos três capacidades de SROs, sendo que cada armário poderá servir um número aproximado de UA's (unidades assinantes) igual ao dobro dos adaptadores/conectores do mesmo. Capacidades do SRO:

1. SRO de 144 adaptadores - usado para servir aproximadamente 288 UA's
2. SRO de 288 adaptadores - usado para servir aproximadamente 576 UA's
3. SRO de 432 adaptadores - usado para servir aproximadamente 864 UA's

2.5.9 Splitters

Serão utilizados três tipos de splitters e, consoante o tipo, poderá ter várias configurações (1:2, 1:4, 1:8 e 1:32) como já visto anteriormente neste documento.

Splitters com ligações prévias nas duas extremidades:

De acordo com o tipo de armário, estes splitters serão do tipo placa com conectores (Altice, SA, 2021)

Exemplo:

- Splitter aplicado em armário HDC 3000 Figura 13.
- Splitter aplicado em armário Optitect Figura 14.

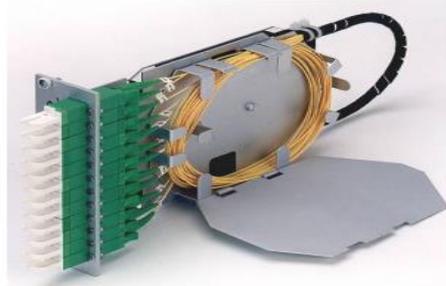


Figura 13 - Splitter para armário HDC 3000 (Altice, SA, 2021)



Figura 14 - Splitter de armario OptiTect (Altice, SA, 2021)

Splitters com ligações prévias numa das extremidades

Utilizado no PDO quando sejam ultrapassados os 50% dos assinantes servidos pelo PDO. A entrada não estaria previamente ligada sendo que as ligações seriam feitas mecanicamente com a fibra correspondente do cabo de entrada para o PDO (Altice, SA, 2021).

Splitters sem ligação prévia

Os splitters sem ligação prévia são os utilizados nas JSO, dado que estão instalados numa caixa de ligações, não vêm com as ligações feitas para que se possam fazer as fusões com as fibras correspondentes, tanto na entrada como na saída, na secção de ligação dos splitters (Altice, SA, 2021).

Esses são apenas alguns exemplos de equipamentos passivos numa rede GPON/FTTH. A combinação desses componentes permite a transmissão eficiente do sinal ótico e a distribuição dos serviços de telecomunicações para os utilizadores finais.

2.6 Cabos de fibra ótica

Em termos técnicos, a fibra ótica é formada por um núcleo de maior refração. O que significa que o cabo contém um núcleo central em formato cilíndrico, sendo produzido com vidro e cor transparente.

Na camada externa, o cabo apresenta um menor nível de refração, permitindo o máximo de transmissão ou reflexão de luz no núcleo. Há, também, um revestimento de plástico, que tem a função de proteger o lado interno do fio.

Para ficar mais fácil de entender, basta pensar que o cabo de fibra ótica é composto por:

- Núcleo: área por onde a luz é transmitida;
- Casca: cobertura que envolve o núcleo, tendo índice de refração muito maior;
- Revestimento Primário: fica ao redor da casca e proporciona maior resistência mecânica à fibra (cabo-de-fibra-otica, s.d.).

2.6.1 Tipos de cabos de fibra ótica

Consoante as condições a que vai estar sujeito, existem diversos cabos que variam em características de durabilidade, flexibilidade, comprimento, resistência ao ambiente, inflamabilidade e variações de temperatura. Para esses cabos ou para a maneira como são introduzidos dentro dos tubos existem diversas denominações, os pontos seguintes contem informação sobre os cabos mais utilizados na construção de uma rede de fibra ótica:

2.6.1.1 Cabo Auto-Suportado

São cabos para instalação exterior em postes, sendo autossustentados por um fio de aço conjugado ao cabo ótico, formando o número 8 quando vistos de frente. A Figura 15 mostra um cabo deste tipo (Altice, SA, 2021).



Figura 15 - Cabo auto-suportado (Altice, SA, 2021)

2.6.1.2 Cabo armado

São usados em condutas ou em locais afetados por roedores. Possuem tipicamente uma fita metálica corrugada entre duas camadas de material termoplástico, como mostra a Figura 16, o que evita a penetração de roedores (Altice, SA, 2021).



Figura 16 - Cabo armado (Altice, SA, 2021)

2.6.1.3 Cabo de terminação (drop)

O cabo de terminação (drop) é um cabo mais fino que sai dos PDOs levando a fibra ótica até o assinante. Para garantir um padrão de qualidade, é recomendado, em vez de ligar o cabo drop direto na ONT, passá-lo por uma COC (caixa ótica de conexão), que é uma caixinha onde se efetua a fusão da fibra entre o cabo drop e um patch cord, ligando o conector à ONT (Altice, SA, 2021).

2.7 Identificação da fibra de um cabo

Os cabos de fibra são compostos por vários tubos que contêm 12 fibras em cada tubo.

As fibras são identificadas pela sua cor, sendo que na Tabela 1 estão identificadas as cores que correspondem a uma determinada fibra.

Exemplo:

- Fibra1 = branca do tubo branco
- Fibra5 = preta do tubo branco
- Fibra 13 = branca do tubo vermelho.

Tabela 1 - Código de cores das fibras e tubos

Fibra	Cor	Tubo	Cor
1	Branco	1	Branco
2	Vermelho	2	Vermelho
3	Verde	3	Verde
4	Azul	4	Azul
5	Preto	5	Preto
6	Amarelo	6	Amarelo
7	Laranja	7	Laranja
8	Cinzentos	8	Cinzentos
9	Castanho	9	Castanho
10	Violeta	10	Violeta
11	Rosa	11	Rosa
12	Turquesa	12	Turquesa

2.8 Sinótico e mapa de rede

O sinótico e o mapa de rede são termos utilizados para descrever representações visuais de uma rede de computadores ou de telecomunicações. Eles têm funções distintas, conforme explicado a seguir:

2.8.1 Sinótico

Um sinótico é uma representação gráfica de uma rede, geralmente com um formato esquemático ou diagramático. Ele mostra os principais componentes da rede, como *Router's*, switches, servidores, dispositivos finais e suas interconexões. O sinótico fornece uma visão geral da arquitetura e topologia da rede, permitindo uma compreensão visual rápida de como os dispositivos estão conectados e organizados.

A função do sinótico representado na Figura 17 é facilitar a visualização e o planeamento da rede, ajudando na identificação de falhas, otimização da infraestrutura e no suporte à resolução de problemas. Ele pode ser usado por administradores de rede, engenheiros de telecomunicações, equipas de ligações e outros profissionais envolvidos na gestão e manutenção da rede.

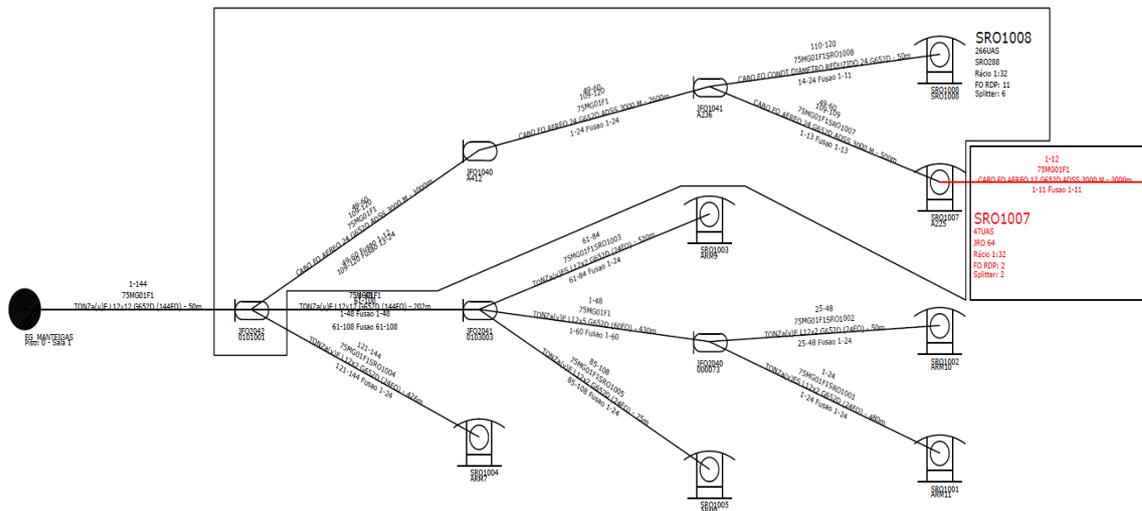


Figura 17 - Exemplo de um sinótico

2.8.2 Mapa de rede:

Um mapa de rede é uma representação visual mais abrangente da infraestrutura de uma rede, geralmente usando uma representação geográfica ou de layout físico. Ele mostra a localização física dos dispositivos de rede, em relação ao espaço físico em que a rede está instalada.

O mapa de rede como podemos ver na Figura 18 é usado para fornecer uma visão geral do ambiente físico da rede, identificar conexões, localizar dispositivos e auxiliar no planejamento de expansões ou atualizações da infraestrutura. Ele também pode ajudar na documentação e na gestão da rede.



Figura 18 – Exemplo de um mapa de rede

Em resumo, o sinótico é uma representação gráfica dos componentes e conexões da rede, enfatizando a topologia lógica, enquanto o mapa de rede é uma representação visual da localização física dos dispositivos em relação ao ambiente físico. Ambos têm como função principal facilitar a visualização e a gestão da rede, ajudando na resolução de problemas e no planejamento de expansões e melhorias.

3 Ferramentas

Neste capítulo, exploraremos as diversas ferramentas de software e hardware utilizadas neste projeto. As ferramentas desempenham um papel fundamental no auxílio às tarefas, automação de processos, análise de dados e solução de problemas.

As ferramentas de software referem-se aos programas e aplicações utilizadas em computadores e dispositivos eletrônicos para executar tarefas específicas. Essas ferramentas podem variar desde software de produtividade, como processadores de texto, folhas de cálculo, até aplicações especializadas em áreas como design gráfico, análise estatística, entre outros. Discutiremos as principais categorias de ferramentas de software, seus recursos e como podem ser aplicadas para melhorar a eficiência e a qualidade do trabalho.

Por outro lado, as ferramentas de hardware referem-se aos dispositivos físicos utilizados para realizar tarefas específicas. Isso pode incluir desde equipamentos básicos, como computadores, impressoras e scanners, até dispositivos mais especializados, como servidores, *Router's*, dispositivos de armazenamento em nuvem, entre outros. Abordaremos as diferentes categorias de ferramentas de hardware e como elas são aplicadas em ambientes de trabalho específicos.

3.1 Software

3.1.1 Plataforma de gestão de Projetos Némesis

O Némesis representado na Figura 19 é uma plataforma de gestão de projetos desenvolvida pelo operador Altice. Ela permite o registo e acompanhamento de projetos desde a sua criação até a execução e faturação. A plataforma é projetada para ajudar na organização, monitorização e controle de projetos, facilitando a comunicação e colaboração entre as equipas envolvidas.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

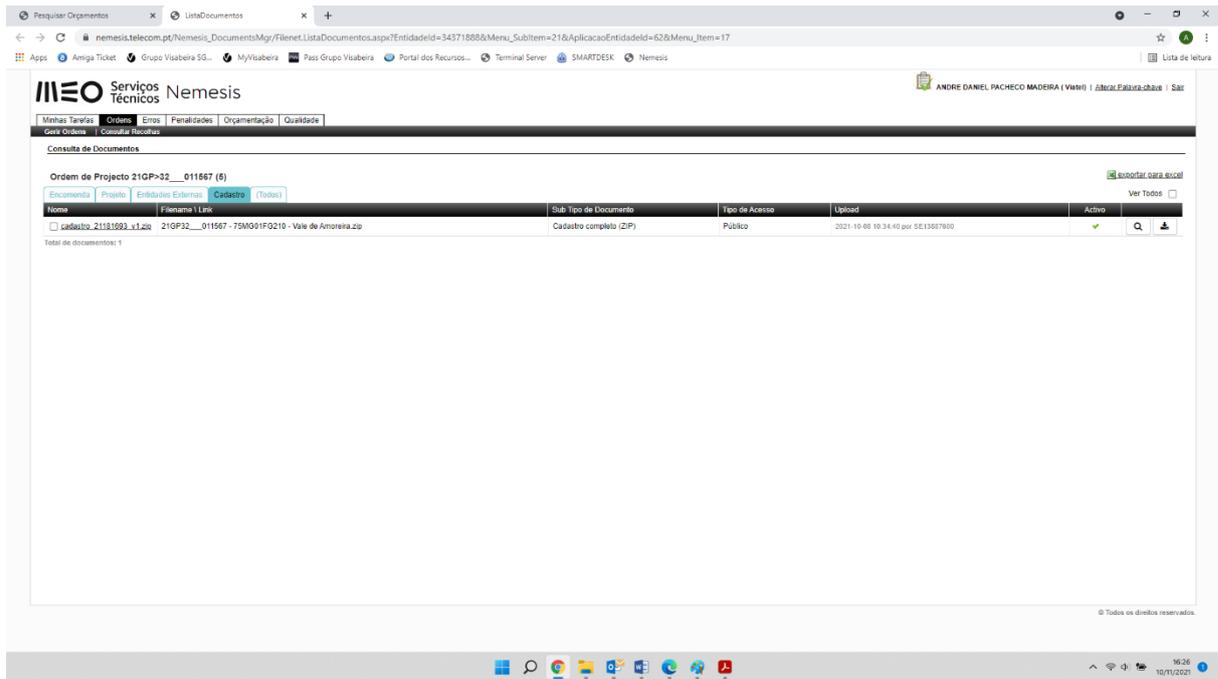


Figura 19 - Nêmesis

Através do Nêmesis, os utilizadores podem registar detalhes essenciais do projeto, como informações relevantes, prazos, recursos necessários e responsáveis, é também através deste que os projetos são adjudicados as empresas parceiras.

Um aspeto importante do Nêmesis é o acesso via Citrix. O Citrix é uma tecnologia de virtualização que permite aos utilizadores acederem a aplicativos e recursos de forma remota. No contexto do Nêmesis, o acesso via Citrix significa que os utilizadores podem aceder a plataforma por meio de uma ligação remota, independentemente do local em que estão.

Através do acesso via Citrix, os utilizadores podem fazer login no Nêmesis e utilizar todas as funcionalidades e recursos da plataforma, independentemente do dispositivo que estão a usar. Isso oferece flexibilidade e mobilidade, permitindo o acesso e atualização das informações dos projetos de qualquer lugar, desde que tenham uma conexão com a internet e as credenciais de acesso.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

3.1.2 Plataforma de gestão de cadastros Signet

O SigNet é uma plataforma do operador Altice onde está cadastrada toda a informação da rede do operador. Todos os equipamentos passivos de uma rede estão registados nesta plataforma de modo a que sempre que haja necessidade a mesma seja consultada ou alterada cada vez que haja uma alteração no cadastro da rede. Na Figura 20 podemos ver uma representação gráfica do Signet.

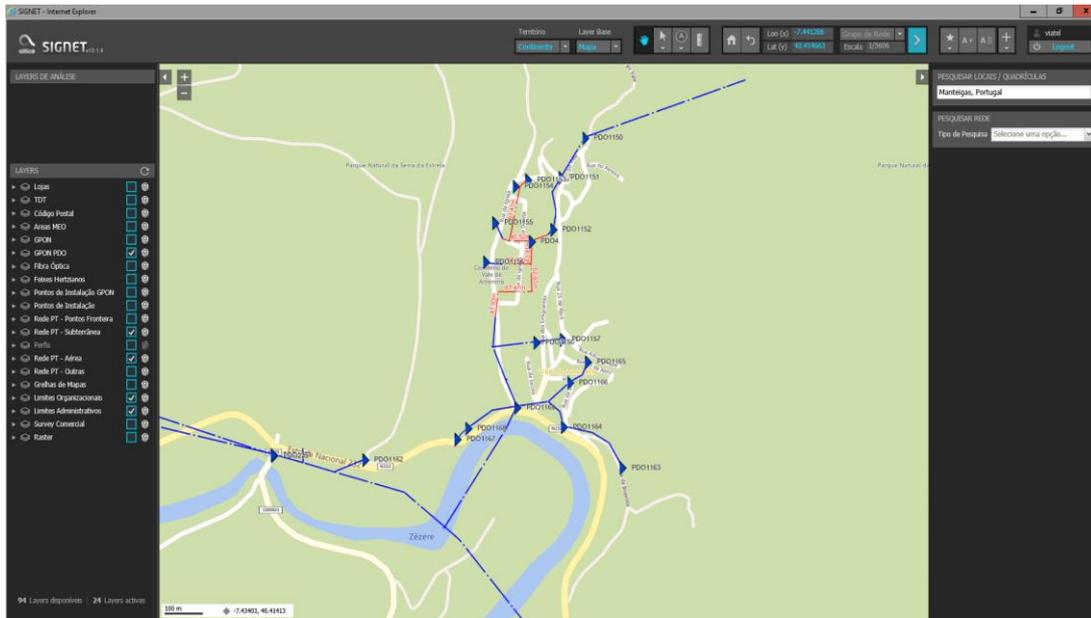


Figura 20 - Signet

3.1.3 Plataforma BeonTech

O BeonTech que podemos ver na Figura 21, é a plataforma de gestão do grupo Visabeira que permite fazer a gestão de todos os projetos, assiduidade, gestão de despesas entre outras funcionalidades.

Esta plataforma é usada pelas equipas para registar o ponto e para registarem a produção diária, é possível também consultarem a folha salarial entre outras funcionalidades.

Esta é também usada pelo autor deste trabalho, Gestor Operacional, para registar o ponto, validar despesas, validar produção, atribuir trabalho às equipas, consultar os projetos em carteira, consultar histórico de projetos entre outras tarefas.

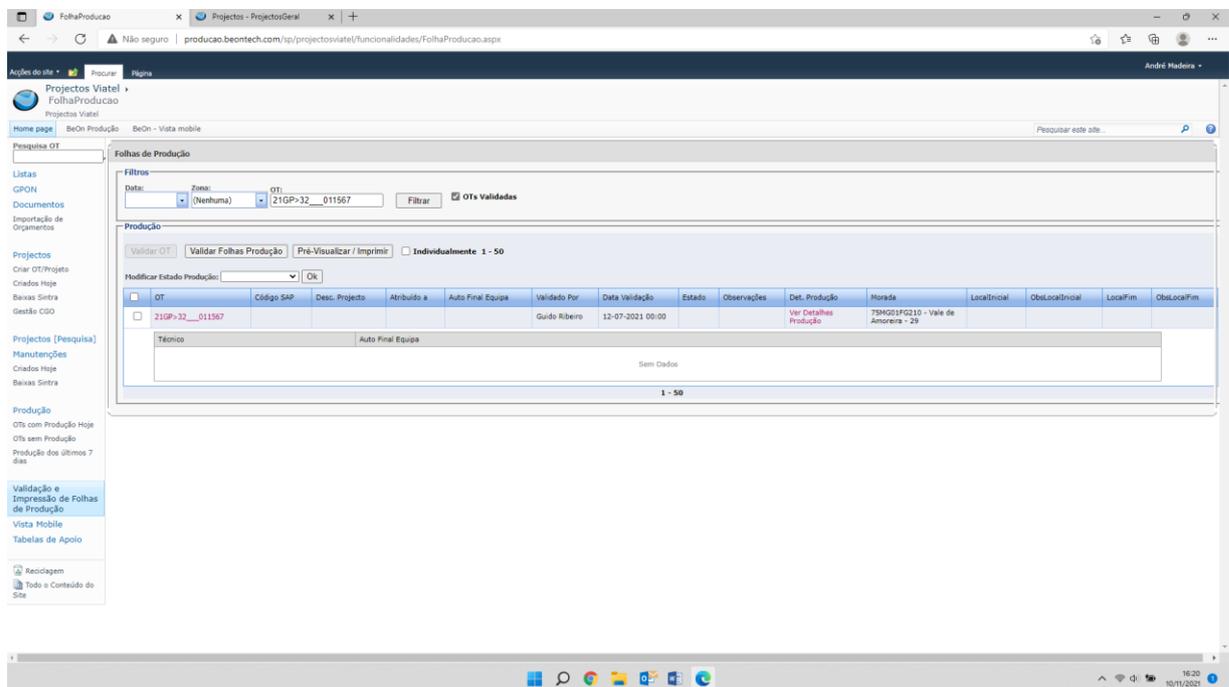


Figura 21 - BeonTech

3.1.4 Plataforma Google Street View

O google street view que podemos ver na Figura 22 é muito útil apesar de ter algumas limitações. Quando estamos a trabalhar em meios urbanos onde o street view tem cobertura total podemos analisar o numero de UA's sem termos que nos deslocar ao terreno. No caso de Vale de Amoreira, este só tem cobertura na estada principal, logo não dá para fazer esse tipo de análise sem uma deslocação.

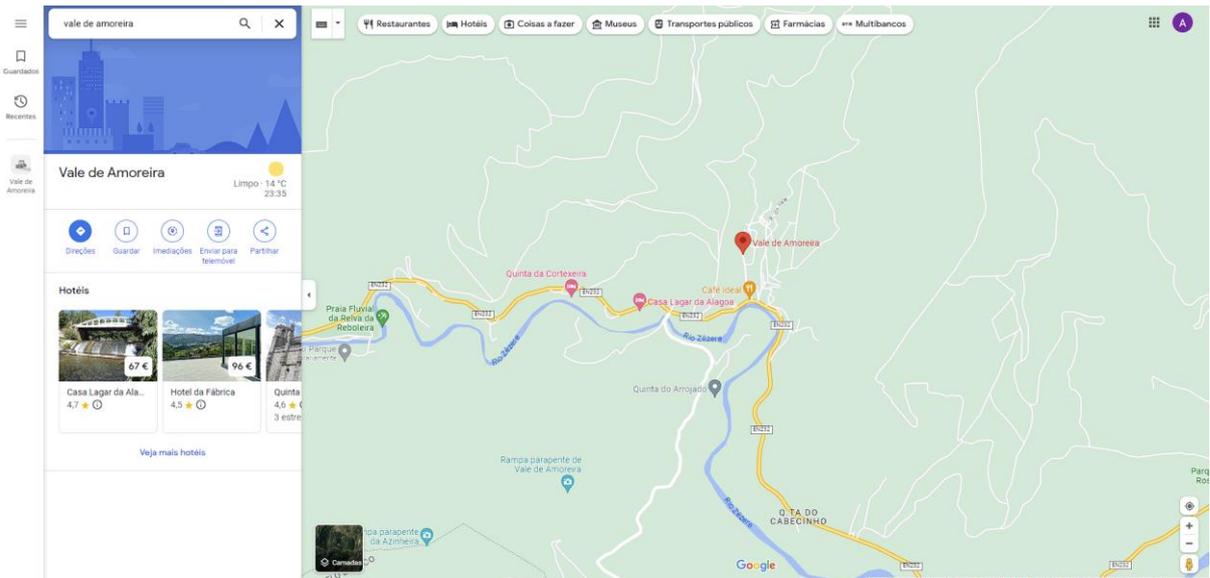


Figura 22 - Google street view

3.2 Hardware

3.2.1 OTDR

Um reflectómetro ótico no domínio do tempo (OTDR) é um dispositivo que testa a integridade de um cabo de fibra e é usado para efetuar testes a rede durante a construção, manutenção e para resolução de problemas na rede de fibra ótica. OTDRs portáteis como o representado na Figura 23, constroem uma imagem virtual do cabo de fibra ótica para determinar a condição e os recursos de desempenho do cabo de fibra. Estas ferramentas também podem testar componentes ao longo do caminho do cabo, como pontos de ligação, dobras ou emendas para analisar os recursos do cabo do início ao fim (otdr, s.d.).



Figura 23 - OTDR (smartotdr-testador-portatil-de-fibra, 2023)

3.2.1.1 Princípio de trabalho do OTDR

O processo de executar esses testes requer que a ferramenta OTDR insira um impulso de luz em uma extremidade de um cabo de fibra. Os resultados são baseados no sinal refletido que retorna à mesma porta OTDR, parte da luz transmitida através do cabo irá dispersar e algumas serão refletidas e retornadas ao OTDR. Esta dispersão e reflexões retornadas são medidas para reunir informações úteis sobre o cabo, tais como perda e distâncias para conectores ou falhas. Isso é medido registrando o tempo necessário para que os sinais retornem ao OTDR. (otdr, s.d.)

3.2.1.2 Parâmetros de teste OTDR

Com tantos usos diferentes para testes de OTDR, definir os parâmetros corretos de OTDR pode garantir que os testes executados e as medições obtidas sejam precisos. Para alguns testes, usar a função de autoteste pode ser suficiente para obter resultados precisos, mas outros podem exigir que se defina manualmente os parâmetros de teste do OTDR com base no comprimento do cabo de fibra, tipo de cabo e complexidade do seu sistema. Esses parâmetros OTDR ajustarão a largura de pulso, o tempo médio, as zonas mortas e a faixa de distância para a execução da fibra fornecida para oferecer os resultados mais precisos (otdr, s.d.).

3.2.2 Bobine de fibra ótica

Uma bobine de fibra para testes com OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) é uma ferramenta utilizada em testes e medições de redes de fibra ótica.

A bobine de fibra representada na Figura 24 contém uma fibra ótica enrolada num rolo de forma controlada e padronizada. Essa configuração permite ao OTDR enviar um sinal ótico através da fibra e medir a dispersão e a atenuação do sinal à medida que ele se propaga ao longo da bobine. Essa técnica de teste é usada para avaliar a qualidade da fibra ótica e identificar eventuais problemas, como emendas mal feitas, curvas excessivas ou danos na fibra.

A bobine de fibra para testes com OTDR é uma ferramenta essencial para técnicos e engenheiros de telecomunicações que precisam garantir a integridade e o bom funcionamento das redes de fibra ótica. Com base nos resultados dos testes realizados com o OTDR, é possível tomar medidas de correção e melhorar o desempenho e a confiabilidade das redes de comunicação ótica.



Figura 24 - Bobine de fibra ótica de 1km (bobine-de-lancamento-de-fibra-otdr-1km, 2023)

3.2.3 Máquina de Fusão

A máquina de fusão de fibra ótica é o dispositivo usado para realizar o processo de junção dos segmentos de fibra. Para isso, eles devem ser introduzidos limpos e clivados (processo que corta a ponta da fibra, realizando um pequeno risco em sua casca para em seguida tracioná-la no equipamento, com um alinhamento apropriado.

Em seguida, a máquina gerará um arco elétrico, que eleva a temperatura nas faces dos cabos, com o objetivo de derreter e soldar estas pontas e para formar uma única fibra ótica.

O arco elétrico é obtido a partir da diferença de potencial aplicada entre dois eletrodos de metal. Após a fusão, a fibra será revestida por resinas, com a função de dar resistência mecânica ao ponto de emenda, protegendo-o contra fraturas e quebras.

O resultado desta junção unirá então os dois fios permanentemente *end to end*, para que os dados possam passar de um cabo a outro sem quase nenhuma perda.

Após a devida proteção da fibra, ela deve ser acomodada num recipiente chamado “caixa de emenda”. Essa caixa pode ser de vários tipos, de acordo com a aplicação da fibra e a quantidade delas. Algumas são pressurizáveis e impermeáveis, outras já são resistentes ao sol, em casos de instalação aberta.

“*Fusion Splicing*” é o processo de fusão ou soldagem entre duas fibras, geralmente utilizado por empresas de telecomunicações para construção e manutenção de redes de fibra ótica.

É o método de fusão mais utilizado, pois proporciona a menor perda além de uma articulação mais forte e segura entre as duas fibras.

As máquinas de fusão são na maioria dos casos automáticas, algumas com parâmetros de fusão pré-estabelecidos. Todas requerem a utilização da máquina de corte (Figura 25) para que o corte da fibra seja preciso, desta forma permitindo que a fibra seja fundida corretamente.

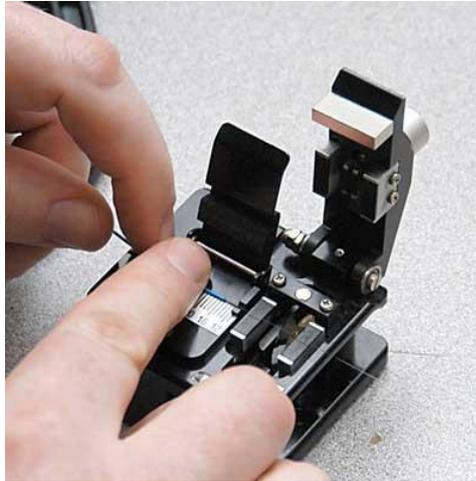


Figura 25 - máquina de corte de fibra (11022015, s.d.)

Descarnador de Fibra



Figura 26 - Miller Stripper, No-Nik, Micro-Strip (11022015, s.d.)

Como podemos ver na Figura 26 existem 3 tipos de ferramentas descarnadoras para fibra ótica, conhecidos como Miller Stripper, No-Nik e Micro-Strip. Todos os três podem funcionar igualmente bem, desde que o técnico esteja familiarizado com a ferramenta (11022015, s.d.).

Cada descarnador tem o tamanho determinado para cada revestimento de fibra.

3.2.4 Processo de emenda de fusão

3.2.4.1 Preparar as fibras para serem unidas

O processo é o mesmo para todos os tipos de emendas:

1. Descarnar;
2. Limpar;
3. Cortar na máquina de corte;
4. Fazer a fusão.

- Quando estiver pronto para emendar uma fibra, retirar o revestimento no comprimento adequado.

- Limpar a fibra com produtos adequados

- Cortar a fibra usando o processo apropriado

- Colocar a fibra nas guias da máquina de fusão e prenda-la como podemos verificar na Figura 27.

- Repita o mesmo processo para a outra fibra a ser fundida (11022015, s.d.).

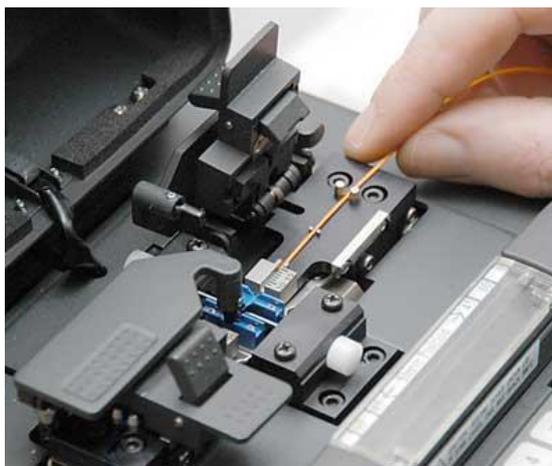


Figura 27 - Preparação da fibra (11022015, s.d.)

3.2.4.2 Executar o programa da máquina de fusão

Escolha o programa adequado para emenda de fusão das duas fibras.

A máquina de fusão vai mostrar as fibras sendo emendados no visor.

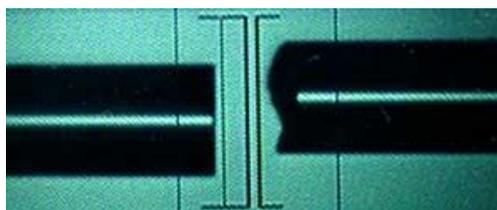


Figura 28 - Fibra rejeitada (11022015, s.d.)

A Extremidades da fibra será inspecionado para se unir adequadamente, as que estiverem mal aparadas serão rejeitadas como demonstrado na Figura 28 (11022015, s.d.).

3.2.4.3 Fusão automatizada

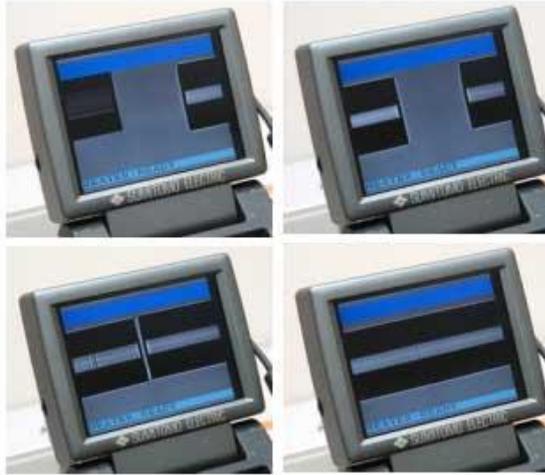


Figura 29 - Fusão Automatizada (11022015, s.d.)

Como podemos ver na Figura 29 se tudo estiver bem a fusão da fibra é feita automaticamente.

- Ciclo “Prefuse” irá remover qualquer sujeira nas extremidades da fibra e pré-aquecer as fibras.
- As fibras serão alinhadas utilizando o método de alinhamento do núcleo
- As fibras serão fundidas por um ciclo automático de aquecimento
- Quando a fusão for concluída, a máquina de fusão irá inspecionar a emenda e estimar a perda ótica no processo de fusão. Vai dizer ao operador se uma nova emenda precisará ser feita.
- O operador deverá remover a fibra das guias e anexar um protetor de emenda que se ajusta ao cabo graças ao calor, protegendo a fibra de umidade e outras ameaças do ambiente (11022015, s.d.).

4 Caracterização do problema

Neste capítulo, vamos explorar a caracterização do problema num projeto que visa substituir uma rede de cobre por uma rede de fibra ótica. Essa transição de tecnologia é uma decisão estratégica que pode trazer diversos benefícios em termos de desempenho, velocidade, capacidade e confiabilidade da rede.

Inicialmente, abordaremos a motivação por trás da substituição da rede de cobre pela fibra ótica. Discutiremos as limitações e desafios enfrentados pela rede de cobre, como baixa velocidade de transmissão, capacidade limitada de largura de banda, interferências eletromagnéticas, perda de sinal e problemas de qualidade. Destacaremos como uma rede de fibra ótica pode superar esses obstáculos e oferecer melhorias significativas.

4.1 Comparação entre uma rede de cobre e uma rede de fibra ótica

Comparativamente, uma rede de cobre é geralmente mais lenta em termos de velocidade de transmissão de dados em comparação com uma rede de fibra ótica. Existem algumas razões principais para essa diferença:

Capacidade de largura de banda: A fibra ótica tem uma capacidade de largura de banda muito maior em comparação com o cobre. As fibras óticas podem transmitir dados em velocidades muito mais altas, permitindo uma maior quantidade de informações serem transmitidas simultaneamente. Isso resulta em velocidades de conexão mais rápidas e maior capacidade para lidar com volumes elevados de tráfego de dados. (Fibra ótica vs Cobre, 2023)

Velocidade de transmissão: A transmissão de dados na fibra ótica ocorre por meio de pulsos de luz, enquanto o cobre utiliza sinais elétricos. A luz viaja a uma velocidade muito maior do que a corrente elétrica, o que permite uma transmissão de dados mais rápida na fibra ótica. Isso resulta em tempos de resposta mais curtos e melhor desempenho em aplicações que requerem velocidades de transmissão mais altas, como *streaming* de vídeo, transferência de arquivos grandes e jogos online. (Fibra ótica vs Cobre, 2023)

Interferência e perda de sinal: As redes de cobre estão sujeitas a interferências eletromagnéticas que podem causar distorção do sinal e perda de qualidade. Por outro lado, as fibras óticas são imunes a interferências eletromagnéticas, o que resulta numa transmissão mais estável e confiável, com menos perda de sinal ao longo da distância.

É importante observar que a velocidade real de uma rede, seja de cobre ou de fibra ótica, também depende de outros fatores, como o equipamento de rede utilizado, a qualidade dos cabos e conectores, a largura de banda contratada com o provedor de serviços, entre outros. (Fibra ótica vs Cobre, 2023)

Em resumo, as redes de fibra ótica são geralmente mais rápidas e oferecem maior capacidade de largura de banda em comparação com as redes de cobre.

Elas são capazes de suportar velocidades de transmissão mais altas, com menor latência e maior confiabilidade de sinal. Por isso, são amplamente adotadas em infraestruturas de telecomunicações e redes de alta velocidade.

5 Elaboração do projeto de rede;

Este capítulo representa a elaboração do projeto de rede, é composto pelo levantamento de requisitos, pedidos de licenciamentos e todos os diagramas e mapas necessários para a construção da rede que foram elaborados de modo a facilitar a construção da mesma.

5.1 Levantamento das Unidades Assinantes

Este levantamento deve ser sempre a primeira tarefa a ser efetuada, para fazer o levantamento das mesmas foi necessária uma deslocação ao terreno para verificar quantos assinantes existem por rua, sendo que numa aldeia pequena como Vale de Amoreira é fácil analisar quantos assinantes há em cada rua, pois por habitação existem entre 1 a 3 no máximo. Este processo pode também ser efetuado através do *google street view*. Quando o levantamento é efetuado numa cidade onde temos prédios com nove andares e o mesmo tem 18 assinantes têm de se verificar as campainhas para se conseguir registar o número de assinantes ou possíveis futuros assinantes. Após este levantamento é efetuado um registo, como o contido na Tabela 2 para depois ser fornecido aos projetistas que vão construir o sinótico consoante as necessidades, sendo que posteriormente é efetuado o levantamento do traçado existente, como podemos ver no seguinte ponto 5.2.

Tabela 2 - Levantamento Ua's Vale de Amoreira

Indicativo	Artéria	Localidade	NºTotal UA's	Interior/Exterior
Rua	Igreja	VALE AMOREIRA	15	Exterior
Rua	25 ABRIL	VALE AMOREIRA	14	Exterior
Rua	Emigrante	VALE AMOREIRA	15	Exterior
Rua	25 ABRIL	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	Outeiro	VALE AMOREIRA	10	Exterior
Estrada	NACIONAL 232	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	Emigrante	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Largo	Abílio Aleixo Curto	VALE AMOREIRA	15	Exterior
Rua	Igreja	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	Filipe	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	Pereiro	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Estrada	Nacional 232	VALE AMOREIRA	10	Exterior
Rua	Vitória	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	José	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Quinta	Cabecinho	VALE AMOREIRA	13	Exterior
Rua	Boavista	VALE AMOREIRA	16	Exterior
Rua	José	VALE AMOREIRA	14	Exterior
Estrada	NACIONAL 232	VALE AMOREIRA	4	Exterior
Rua	Casão	VALE AMOREIRA	14	Exterior
Rua	Vitória	VALE AMOREIRA	16	Exterior

5.2 Levantamento traçado Existente

Na construção de uma rede de acesso local de fibra ótica é importante fazer o levantamento do traçado existente, para percebermos que infraestruturas existem e quais se podem utilizar na nova construção como podemos ver na Figura 30, que tem o registo do antigo traçado de cobre que existe na aplicação do operador que gere este tipo de infraestruturas.

Visto que em Vale de Amoreira não houve nenhuma expansão e as unidades assinantes são praticamente as mesmas, não houve necessidade de colocar postes, sendo que estas infraestruturas foram aproveitadas para a construção da nova rede tendo apenas sido necessário passar os novos cabos de fibra ótica pelas infraestruturas existentes e fazer a ligação destes às juntas de splitters óticos, sub-repartidor ótico e pontos de distribuição óticos.

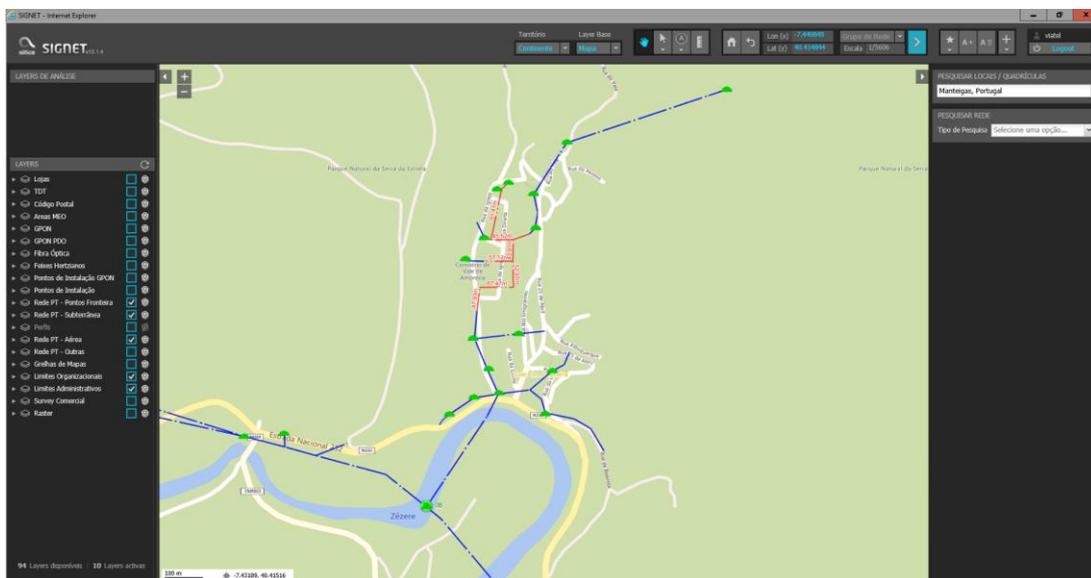


Figura 30 - Traçado de Cobre Existente

5.3 Novo Traçado de Fibra ótica

Na realização do projeto de um novo traçado de fibra ótica, a construção é feita de acordo com o planeamento inicial apresentado no sinótico. O objetivo é que, ao final da construção, o resultado obtido corresponda ao mostrado na Figura 31, que representa a rede GPON construída.

É importante ressaltar que nem sempre é possível construir exatamente conforme o projeto inicial devido a obstáculos que podem surgir ao longo do processo. Por exemplo, na colocação de postes, pode haver restrições ou falta de autorização para colocá-los nos locais planeados, o que resulta em alterações no projeto.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

No caso mencionado, o traçado de fibra ótica foi construído sem complicações e não sofreu alterações em relação ao planeamento inicial. Isso significa que foi possível executar a construção conforme estava projetado, resultando na implementação da rede GPON conforme mostrado na Figura 31.

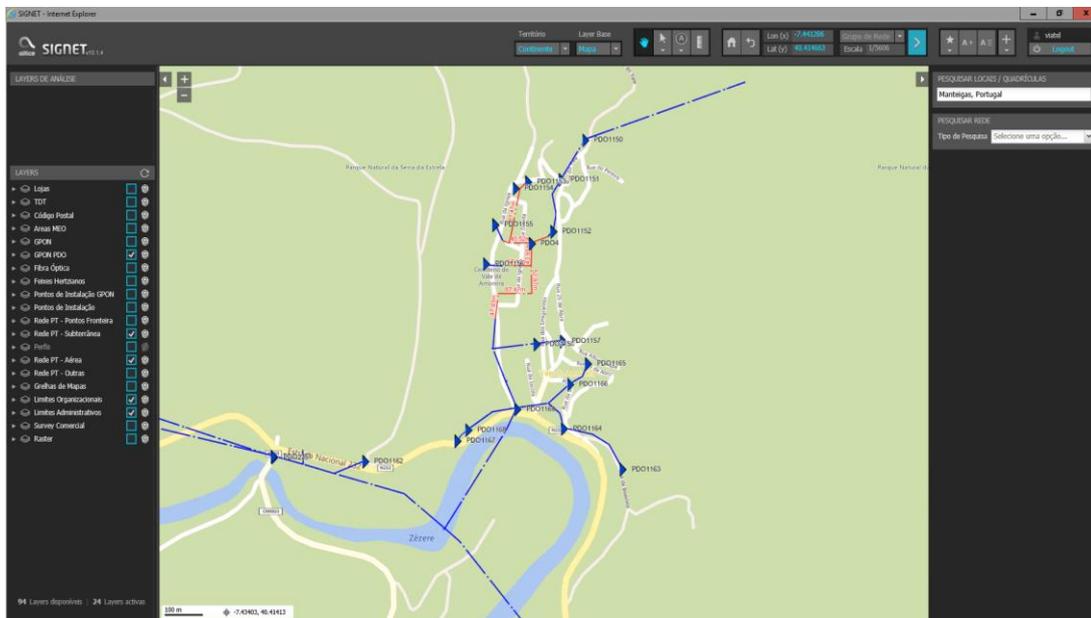


Figura 31 - Rede GPON Construída

5.4 Budget ótico

O "budget ótico" de uma rede de fibra ótica é uma medida da margem de potência disponível na transmissão do sinal ótico em relação à margem necessária para garantir uma comunicação confiável. Por outras palavras, é a diferença entre a potência ótica do sinal transmitido e a potência mínima necessária para o recetor detetar e interpretar corretamente o sinal sem erros. O budget ótico é crucial para garantir que a comunicação na rede ocorra com alta qualidade e baixa taxa de erros. Se o budget ótico for muito pequeno, o sinal pode se tornar muito fraco no recetor, resultando em erros de leitura e comunicação instável. Por outro lado, um budget ótico adequado proporciona uma margem de segurança para compensar possíveis perdas de sinal ao longo da rede.

A atenuação de uma rede é medida em décibéis, cujo símbolo dB, é a décima parte de 1 bel. Consiste numa unidade de medida sem dimensões para a atenuação, amplificação ou para o valor absoluto, comparada com um valor de referência, de uma tensão, uma corrente, uma potência ou uma intensidade de um som.

A unidade de medida decibel exprime estes valores mediante logaritmos decimais, o que se encontra de acordo com o aspeto logarítmico de inúmeros processos físicos, como, por

exemplo, na acústica a sensação de intensidade de som no ouvido. A referida medida, expressa em logaritmos naturais, denomina-se por neper. A relação que define esta grandeza é válida em toda a generalidade: $D = \lg E1/E2$ (D atenuação, E1 energia antes, E2 energia depois do meio atenuante).

Como a intensidade dos sons é muito variável e a sensibilidade do ouvido humano é grande, usa-se geralmente uma escala para exprimir o nível de intensidade sonora ou nível sonoro. Este mede-se em decibel. Nesta escala o limiar inferior de audição corresponde a 0 dB e o limiar de tolerância auditiva corresponde a 120 dB. (decibel, 2023)

Como podemos ver na Tabela 3, a atenuação máxima admissível numa rede GPON é de 28dB, segundo os parâmetros do operador. Para calcular as atenuações máximas de um projeto é necessário escolher o pior cenário, logo, colocamos numa tabela as quantidades e o tipo de atenuação que a rede pode ter no seu pior cenário e calculámos a atenuação máxima multiplicando o valor máximo admissível de um tipo de atenuação por a sua quantidade, somando todos estes valores no final. Os resultados obtidos são de 26dB sem splitter, o que significa que está dentro dos parâmetros admissíveis. Com um splitter de 1:2 a atenuação máxima seria de 30.16 dB, sendo que a partir de 28,00dB já não é uma atenuação aceitável para uma rede GPON.

É importante lembrar que cada rede de fibra ótica é única, e os valores específicos de potência, perdas e margem de segurança podem variar de acordo com o projeto e os requisitos da rede. O cálculo do budget ótico é uma parte fundamental do planeamento e da implementação de redes de fibra ótica para assegurar o desempenho e a confiabilidade do sistema de comunicação.

Tabela 3 - Atenuações máximas

@1310nm Atenuações Máx. Teóricas		
Quantidades		
nº pares de conectores	7	Unid
nº pares de conectores campo	0	Unid
nº fusões térmicas	20	Unid
nº fusões mecânicas	0	Unid
Comprimento Máx CO-PDO	12,40	Km
Perdas Unitárias Máx		
Atenuação Máx. F.O	0,36	dB/km
Atenuação fusão térmica	0,08	dB
Atenuação fusão mecânica	0,3	dB
Atenuação par conector	0,3	dB
Atenuação par conect. campo	0,35	dB
Atenuação splitter 1:2, ou 2:2	3,9	dB
Atenuação splitter 1:32	16,7	dB
Atenuação WDM (RF+GPON+TWDM)	1,4	dB

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Atenuação Máx. c/ 1:2		30,16	dB
Atenuação Máx. s/ 1:2		26,26	dB
Atenuação Admissível GPON		28,00	dB

No ponto anterior calculámos o pior cenário na rede a nível de atenuações, a Tabela 4 apresenta os valores das atenuações máximas, calculadas para todos os PDO's da rede.

Tabela 4 - Budget ótico para cada PDO

Código	Morada	Atenuação Máxima Atual
PDO1163	R Boavista SN5 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.7908dB
PDO1165	R 25 ABRIL SN6 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.7548dB
PDO1162	R Casao 1 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.9168dB
PDO1158	R Emigrante 7 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.7656dB
PDO1156	R Igreja 11 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.9024db
PDO1164	R Vitória 1 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.6616dB
PDO1161	ET Nacional 232 LAGARALAGOA 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	26.0104dB
PDO1153	R S Jose 3 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.9132dB
PDO1157	R 25 ABRIL 6 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.848dB
PDO1159	ET NACIONAL 232 SN3 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 401 VALE DE AMOREIRA	26.3776dB
PDO1155	R Igreja 23A 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.8844dB
PDO1160	QT Cabecinho 4 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 401 VALE DE AMOREIRA	26.1728dB
PDO1169	ET NACIONAL 232 SN11 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.604dB
PDO1154	LG Abilio Aleixo Curto 1 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.9096dB
PDO1151	R S Jose 13 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.974dB
PDO1150	R Pereiro 38 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	26.0708dB
PDO1166	R Vitória 16 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.6616dB
PDO1168	R Filipe 1 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.6544dB
PDO1167	R Outeiro 3 09080400000 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.7332dB
PDO1152	R Emigrante 28 09080419417 VALE AMOREIRA 6260 403 VALE DE AMOREIRA	25.8664dB

5.5 Rede primária do projeto

A interligação da rede primária é feita desde a central até ao SRO 1006. Na Figura 32 podemos ver o sinótico da primeira parte da rede primária que já existia e que contém as interligações entre a central e o SRO1007.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

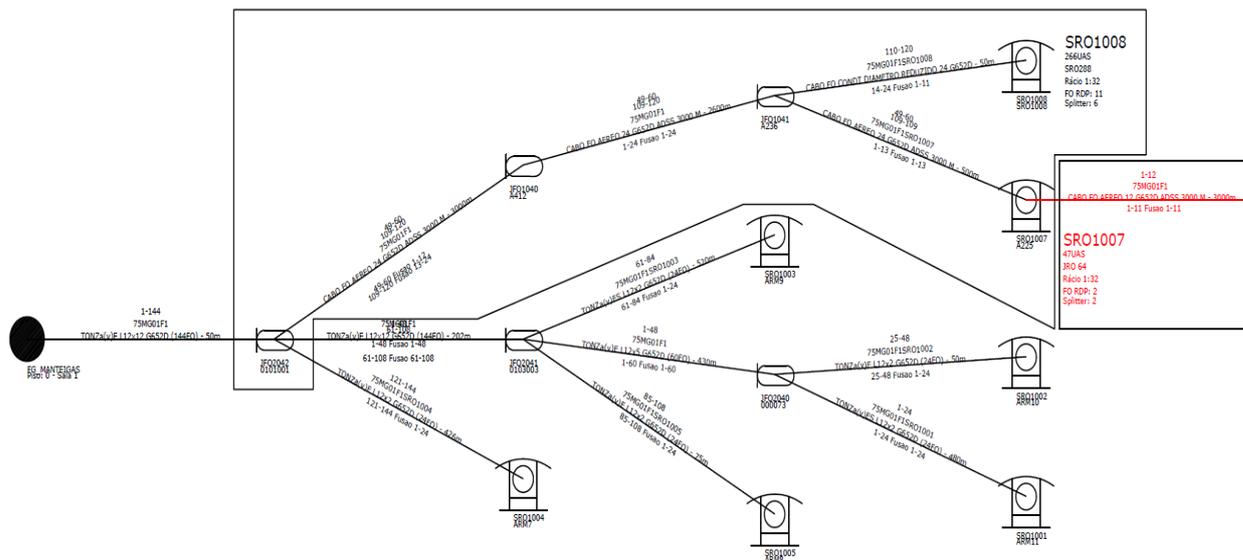


Figura 32 - Rede Primária desde a central até SRO1007

Na Figura 33 está representada a segunda parte do sinótico da rede primária, que interliga o SRO1007 ao SRO1006, sendo que esta não existia e teve que ser construída.

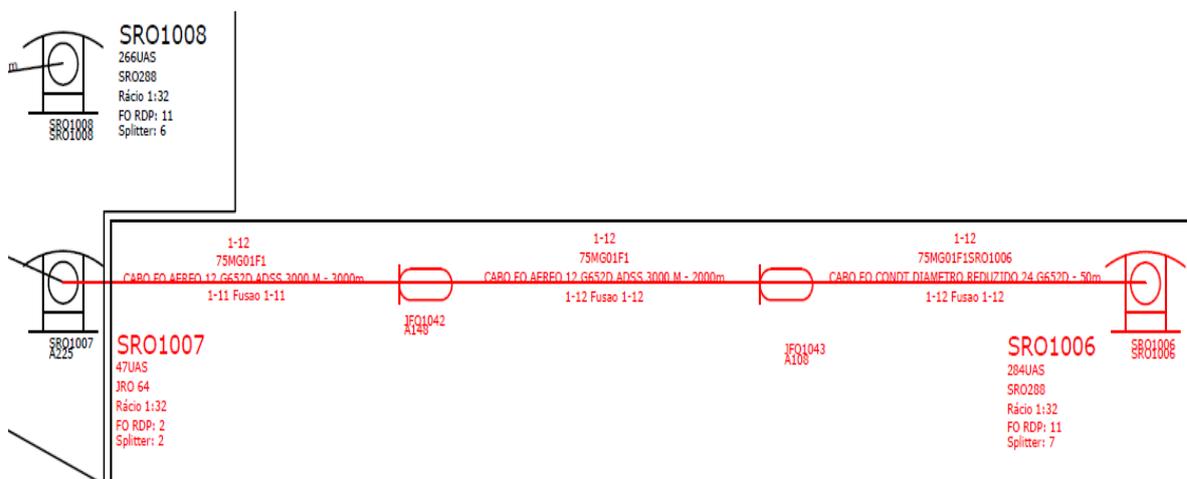


Figura 33 - Rede Primária Desde SRO 1007 até SRO 1006

5.6 Rede secundária do projeto

A rede secundária deste projeto está toda interligada ao SRO 1006, que por sua vez está ligado a rede primária que vai até a central de telecomunicações. Como podemos ver o sinótico da Figura 34 que representa toda a rede secundária, todos os equipamentos de vale de amoreira 20 PDO's e 3 JFO's estão todos interligados ao SRO1006, que tem como função repartir a ligação para todos estes equipamentos passivos.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

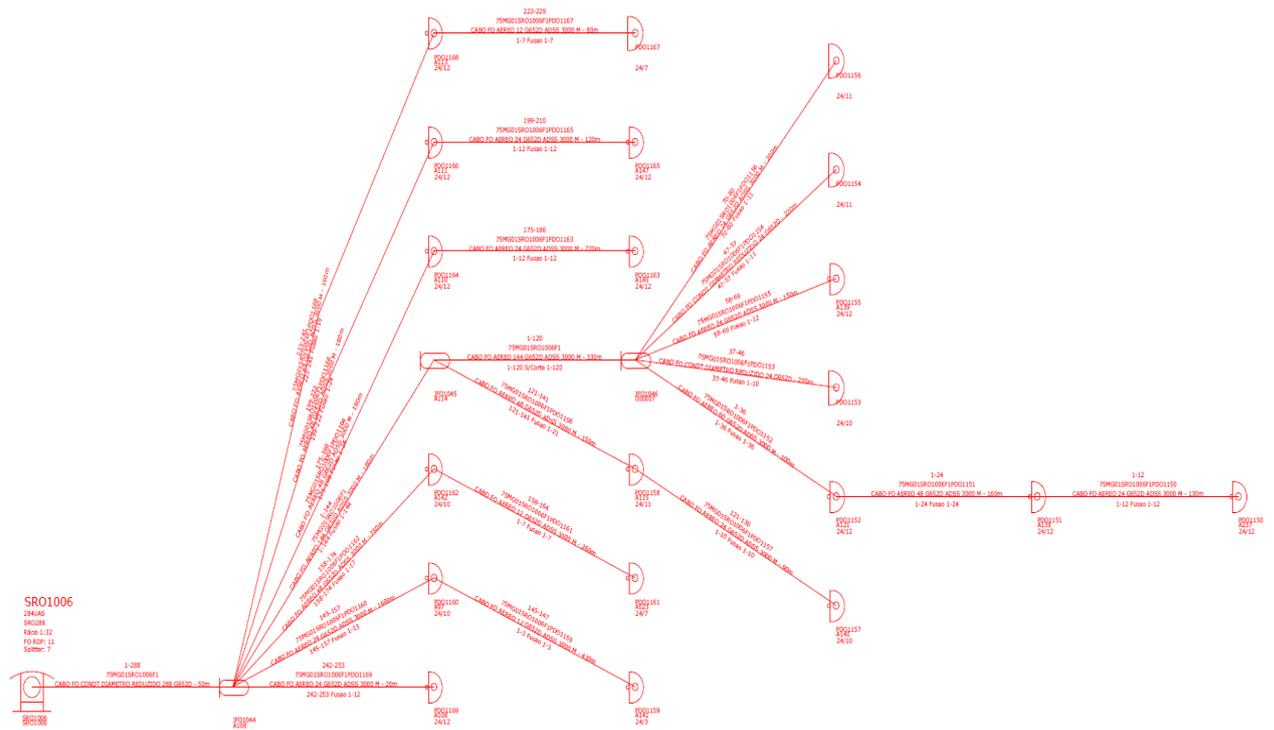


Figura 34 - Rede Secundária

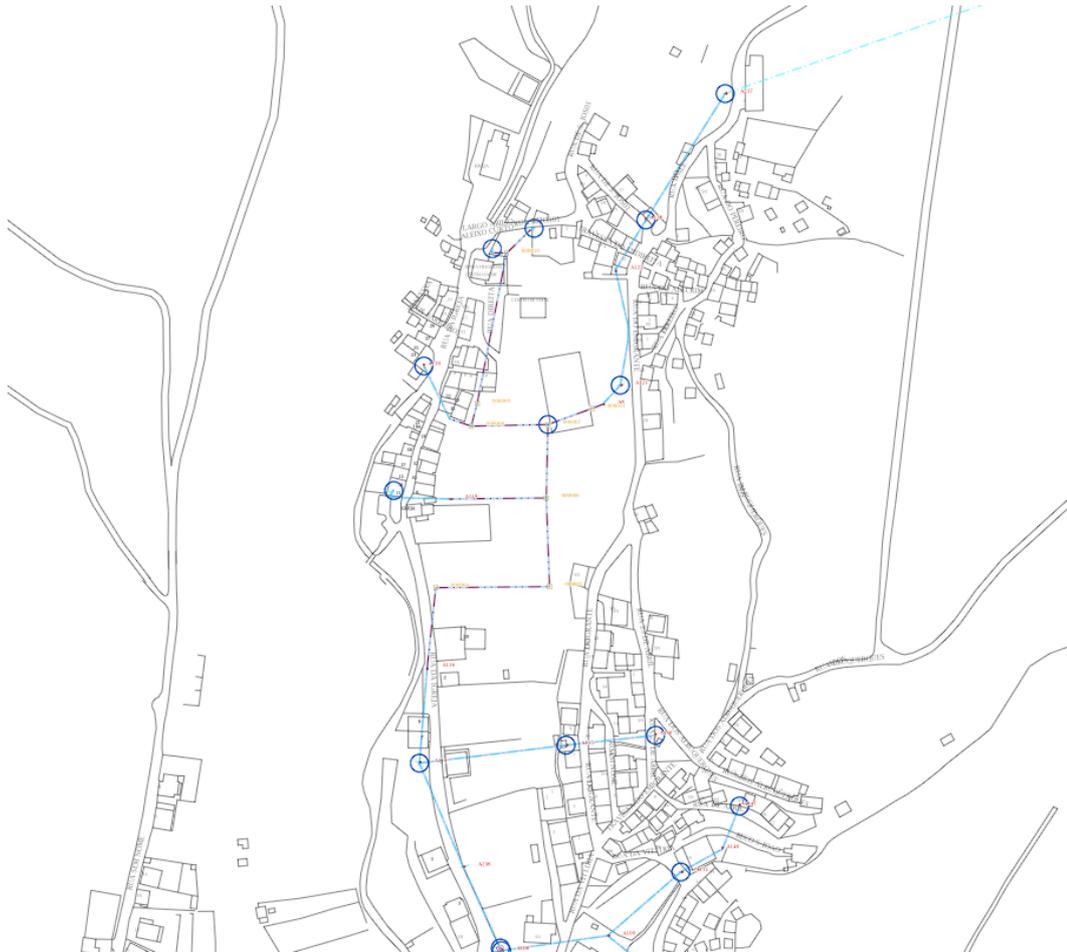


Figura 35 - Mapa do Projeto Vale de Amoreira

5.8 Pedido Licenciamento civil SRO

A instalação de infraestruturas na via pública, requer licenciamento do município. O SRO (Sub-repartidor ótico) e outras infraestruturas tais como tubagens subterrâneas, CVP's (Camara de visita permanente), na maioria das vezes são instaladas na via pública logo estão pendentes da validação por parte do município. Sempre que seja necessário instalar infraestruturas na via pública é necessário fazer um dossier de licenciamento como podemos ver na Figura 36 e submeter no município para validação.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA



DOSSIER DE LICENCIAMENTO

FOTO-MONTAGEM

Identificação

P.I. **1**

MORADA: Vale da Amoreira

Código Projecto
21GP>32_011567

ARMÁRIO 1 CVP POSTE TS 1 VALA 2

FOTO

PLANTA DE PORMENOR

Observações:

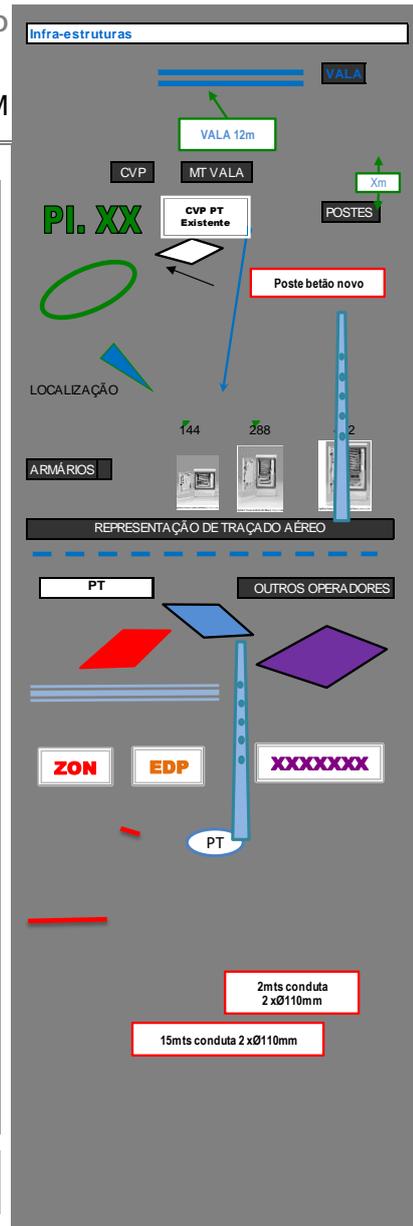


Figura 36 - Dossier de licenciamento SRO

Após recebermos o parecer positivo por parte do município, podemos avançar com a construção.

6 Implementação da Solução

Este capítulo é composto por todas as Tarefas realizadas pelo autor deste trabalho, pelo encarregado, projetistas e equipas de construção desde o início até ao fim da construção da rede de Fibra Ótica, sendo que as ligações na central são feitas pelo operador e as ligações desde central até aos pontos de distribuição são feitas pelas equipas de construção.

6.1 Acompanhamento das equipas

Num projeto de construção é importante acompanhar as equipas para assim fazermos a distribuição das tarefas, e a validação da produção ao longo do desenvolvimento do projeto, assim como validar as tarefas efetuadas pelas equipas.

6.2 Distribuição do trabalho

Existem vários tipos de equipas na construção de uma rede GPON, são denominadas de equipas RAL (Rede de Acesso Local), cujo trabalho é definido pelo Gestor Operacional em conjunto com o Encarregado. Estas equipas estão sujeitas a efetuar o trabalho segundo as regras fornecidas pelo operador e segundo as instruções do encarregado e do gestor operacional.

Existem vários tipos de equipas RAL, e são elas:

1. Equipas de Ligações (Juntistas): As equipas de ligações nas telecomunicações desempenham um papel fundamental na instalação e conexão dos cabos e equipamentos de telecomunicações. Elas são responsáveis por estabelecer as ligações físicas necessárias para garantir a transmissão de sinais de comunicação.

Essas equipas são compostas por técnicos especializados que possuem conhecimento e habilidades em fusão de fibras óticas, conexões de cabos, instalação de conectores e emendas, entre outros processos relacionados.

As suas principais responsabilidades incluem:

- a. Interpretação de projetos e sinóticos: As equipas de ligações analisam os projetos e sinóticos da rede para entender a disposição dos cabos, juntas óticas e pontos de distribuição óticos (PDO). Eles utilizam essas informações para planejar as ligações e emendas necessárias.
- b. Fusão de fibras óticas: Os técnicos realizam a fusão de fibras óticas para estabelecer as conexões entre cabos óticos, juntas óticas e equipamentos ativos.

Esse processo envolve a remoção do revestimento das fibras, o alinhamento e a fusão das extremidades, resultando numa conexão ótica contínua.

- c. Instalação de conectores e emendas: Quando necessário, as equipas de ligações instalam conectores óticos em cabos óticos e realizam emendas de fibras para unir diferentes segmentos de cabo. Isso permite a conexão eficiente e confiável da rede.
- d. Testes e verificação: Após as ligações e emendas serem feitas, as equipas de ligações realizam testes e verificações para garantir a qualidade e a integridade das conexões. Isso pode incluir o uso de equipamentos de teste, como o OTDR, para medir a atenuação e identificar eventuais problemas na rede.
- e. Manutenção e reparação: As equipas de ligações também podem ser responsáveis pela manutenção e reparos das conexões de telecomunicações. Isso envolve a identificação e resolução de problemas, substituição de componentes defeituosos e garantia de que a rede esteja em pleno funcionamento.

2. Equipas de passagem de cabos: As equipas de passagem de cabos desempenham um papel fundamental na instalação física dos cabos de telecomunicações. Elas são responsáveis por passar os cabos óticos através de diferentes trajetos, como condutas subterrâneas ou postes, de forma a conectar as juntas de *splitters* óticos, os pontos de distribuição óticos (PDO) ou o repartidor de *splitters* óticos.

Essas equipas são compostas por técnicos especializados em trabalhos de infraestrutura e possuem conhecimentos específicos sobre técnicas de passagem de cabos e regulamentações de segurança. Suas principais responsabilidades incluem:

- a. Planeamento e preparação: As equipas de passagem de cabos estudam os projetos e sinóticos da rede para compreender a rota dos cabos e identificar os pontos de entrada e saída, tanto nas condutas subterrâneas como nos postes. Eles preparam os materiais e equipamentos necessários para a instalação, como cabos, ferramentas de tração, guinchos e dispositivos de fixação.
- b. Passagem dos cabos: Utilizando técnicas adequadas, as equipas de passagem de cabos passam os cabos óticos pelos caminhos designados, seguindo as condutas subterrâneas existentes ou instalando-os nos postes de acordo com as normas e

regulamentos de segurança. Isso requer habilidades em trabalhos de altura, como escalada de postes e uso de equipamentos de segurança.

- c. Fixação e suporte dos cabos: Uma vez que os cabos são passados, as equipas de passagem de cabos fixam-nos e fornecem suporte adequado para garantir a sua estabilidade e proteção contra danos. Eles utilizam grampos, abraçadeiras e outros dispositivos de fixação para prender os cabos nos postes ou nas condutas.
- d. Testes e verificação: Após a passagem dos cabos, as equipas de passagem de cabos realizam testes e verificações para garantir a integridade das conexões e a conformidade com as especificações do projeto. Eles podem realizar testes de continuidade e certificação para verificar se os cabos estão corretamente instalados e prontos para a próxima etapa do processo.
- e. Colaboração com outras equipas: As equipas de passagem de cabos trabalham em estreita colaboração com outras equipas, como as equipas de ligações, para garantir uma instalação suave e integrada da rede. Eles coordenam as suas atividades e compartilham informações relevantes para garantir a correta conexão dos cabos e o funcionamento eficiente da infraestrutura de telecomunicações.

- 3. Equipas de civil e colocação de postes: As equipas de civil e colocação de postes desempenham um papel essencial na infraestrutura de telecomunicações, sendo responsáveis pela colocação adequada dos postes que sustentam os cabos de telecomunicações. Essas equipas são compostas por profissionais especializados em trabalhos de engenharia civil e têm como objetivo garantir a correta instalação dos postes, seguindo as normas e regulamentos estabelecidos pelo operador.

As principais responsabilidades das equipas de civil e colocação de postes incluem:

- a. Planeamento e preparação: Essas equipas analisam os projetos e sinóticos da rede para identificar os locais adequados para a colocação dos postes. Eles realizam estudos de engenharia civil para determinar a fundação necessária, considerando fatores como o tipo de solo, as condições climáticas e as cargas

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

suportadas pelos postes. Além disso, eles preparam as ferramentas e os equipamentos necessários para realizar o trabalho, como escavadoras, betoneiras, escadas e ferramentas de fixação.

- b. Abertura de buracos: As equipes de civil e colocação de postes são responsáveis por abrir os buracos necessários para a colocação dos postes. Eles utilizam equipamentos adequados para escavar o solo de forma precisa e segura, garantindo que os buracos tenham as dimensões corretas para a fundação dos postes.
- c. Instalação dos postes: Após a abertura dos buracos, as equipes colocam os postes de acordo com as especificações do projeto e as normas estabelecidas pelo operador. Eles verificam a verticalidade e a estabilidade dos postes durante a instalação e garantem que estejam fixados de forma segura no solo, utilizando técnicas apropriadas de fixação, como o uso de betão para a fundação.
- d. Instalação de espias e travessas: Além da colocação dos postes, as equipes também são responsáveis pela instalação de espias e travessas que conectam os postes e fornecem suporte adicional aos cabos de telecomunicações. Esses elementos são instalados de acordo com as normas e regulamentos do operador, garantindo a integridade e a resistência da infraestrutura.
- e. Segurança e conformidade: Durante todo o processo de colocação de postes, as equipes de civil garantem o cumprimento das normas de segurança, utilizando equipamentos de proteção individual e adotando práticas seguras de trabalho. Eles também asseguram a conformidade com as regulamentações aplicáveis, como normas de segurança elétrica e de construção civil.

7 Validação da Solução

Neste capítulo, está demonstrada a validação da solução apresentada, através da produção das equipas, ensaios e atualização de cadastro.

7.1 Validação da produção do projeto

A validação da produção é um ponto muito importante que tem de estar presente desde o princípio ao fim do projeto, sendo que tem que ser lançada pelas equipas de construção e validada diariamente pelo Gestor Operacional, no BeonTech, a plataforma que podemos ver na Figura 37. Quando falamos de produção falamos das tarefas realizadas pelas equipas e o material gasto, sendo que as mesmas não têm que estar em orçamento, caso contrário é necessário autorização da operadora para validar as alterações ao orçamento inicial. Apesar da produção ser validada diariamente, apenas no final do projeto é que se fecha a validação da produção do mesmo e assim é faturado ao operador após o envio do cadastro que contem o registo de todo o novo traçado de fibra e todas as alterações efetuadas ao mesmo desde o projeto inicial.

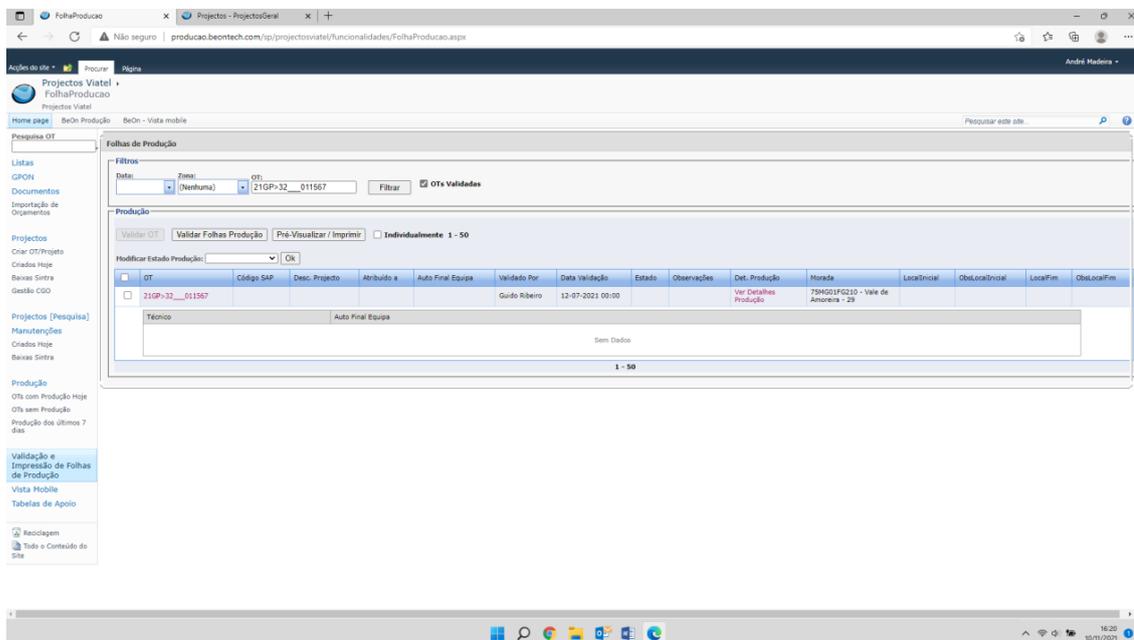


Figura 37 - Validação da Produção

7.2 Ensaio da rede construída;

Para realizar um ensaio em uma rede de fibra ótica construída, especialmente após a conclusão da instalação, é essencial garantir que a rede esteja funcionando corretamente e que atenda aos requisitos de desempenho.

Aqui estão os principais passos envolvidos num ensaio de uma rede de fibra ótica construída:

Preparação do equipamento de teste: É necessário preparar o equipamento necessário para realizar os testes. Isso pode incluir um OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) para medir a perda de retorno e a atenuação ao longo da fibra, fontes de luz ótica e medidores de potência para medir a potência ótica do sinal.

Inspeção visual das conexões: é necessário verificar visualmente todas as ligações de fibra ótica a procura de possíveis danos ou ligações mal feitas. Verificar se todos os conectores estão limpos e bem alinhados.

Teste de perda de inserção: Utilizando as fontes de luz ótica e os medidores de potência, mede-se a perda de inserção em todas as conexões e ligações ao longo da rede, esta medição permite verificar se a perda de potência na conexão é aceitável e está dentro dos limites especificados.

Teste de perda de retorno: Utilizando o OTDR para medir a perda de retorno em cada ponto da rede. Isso ajudará a identificar qualquer reflexão de sinal que possa indicar uma conexão mal feita ou problema na fibra.

Teste de atenuação da fibra: O OTDR também pode ser usado para medir a atenuação da fibra em diferentes comprimentos de onda. Essa medida ajudará a verificar se a atenuação está dentro dos limites aceitáveis para a fibra ótica utilizada.

Verificação do comprimento da fibra: O OTDR também pode fornecer uma medida do comprimento total da fibra ótica, ajudando a verificar se a instalação está de acordo com o planeado.

Análise dos resultados: Analise os dados obtidos nos testes para garantir que os valores de perda, atenuação e outros parâmetros estão dentro dos limites especificados pelo projeto.

Correção de problemas: Caso algum problema seja identificado durante os testes, faça as correções necessárias, como limpeza dos conectores, refazer emendas ou substituir componentes defeituosos.

Realizar esses testes após a construção da rede de fibra ótica é fundamental para garantir o seu correto funcionamento, alta desempenho e confiabilidade. Além disso, manter uma documentação detalhada dos resultados é importante para fins de manutenção futura e referência para eventuais atualizações da rede.

7.3 Ensaios com o OTDR

O OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) é uma ferramenta importante na análise e teste de redes de fibra ótica. Ele é utilizado para medir a atenuação ótica ao longo de um traçado de cabo de fibra ótica, bem como identificar eventuais perdas, falhas ou problemas na rede.

Quando os ensaios são realizados com um OTDR, o equipamento emite pulsos de luz na fibra ótica e registra o tempo que leva para os sinais refletidos retornarem ao equipamento. Com base nesses dados, o OTDR gera um gráfico conhecido como "traço OTDR" ou "traço de reflexão", como exemplificado na Figura 38.

O gráfico do OTDR mostra a atenuação (perda de sinal) ao longo do cabo de fibra ótica, em função da distância. Ele permite identificar os pontos de junção (conexões entre cabos de fibra ótica) e as perdas de sinal associadas a essas junções. Além disso, o gráfico também pode indicar a presença de falhas, como ruturas ou dobras no cabo, que causam reflexões adicionais.

Através da análise do gráfico OTDR, é possível avaliar a qualidade da rede de fibra ótica, verificar se os valores de atenuação estão dentro dos parâmetros aceitáveis e identificar eventuais problemas que possam afetar o desempenho da transmissão de dados. Com base nessas informações, medidas corretivas podem ser tomadas, como a correção de juntas com alto nível de atenuação ou a substituição de trechos de cabo com falhas.

Em resumo, os ensaios realizados com um OTDR geram um gráfico que permite analisar a atenuação e a viabilidade da rede de fibra ótica. Essa análise ajuda a identificar possíveis problemas e garantir a integridade e o bom desempenho da infraestrutura de comunicação.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

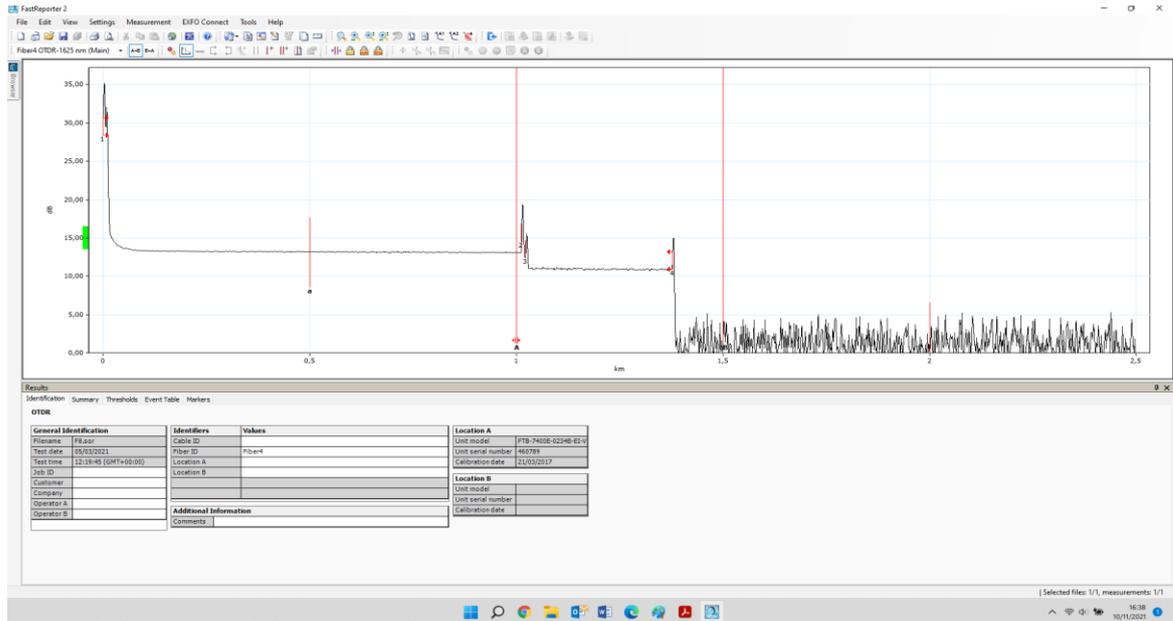


Figura 38 - Ensaio OTDR

7.4 Análise do gráfico do OTDR

No gráfico representado na Figura 39, podemos verificar que do ponto A ao ponto B existe uma bobine de 1km, que foi necessário utilizar pois o cabo tem menos de 500m e o OTDR só mede com precisão a partir dos 500m. Nos Pontos A,B e C temos conectores que provocam atenuação. Do Ponto B ao Ponto C está representado o cabo que está a ser testado, sendo que este tem cerca de 400m.

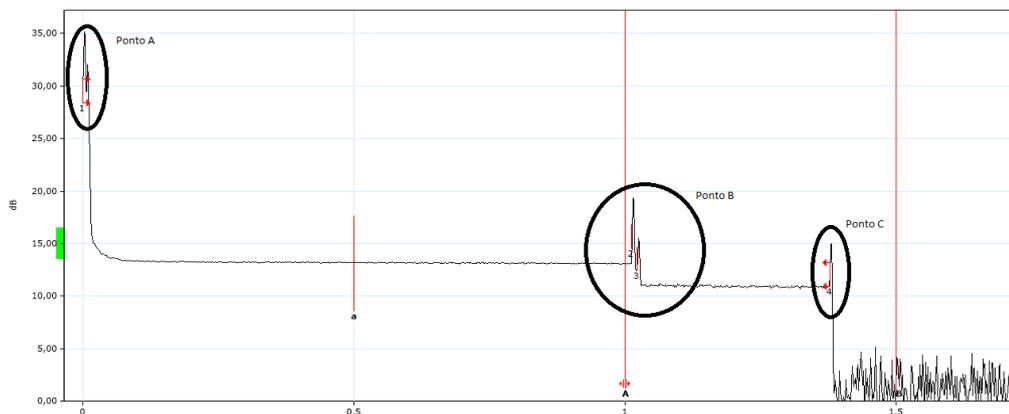


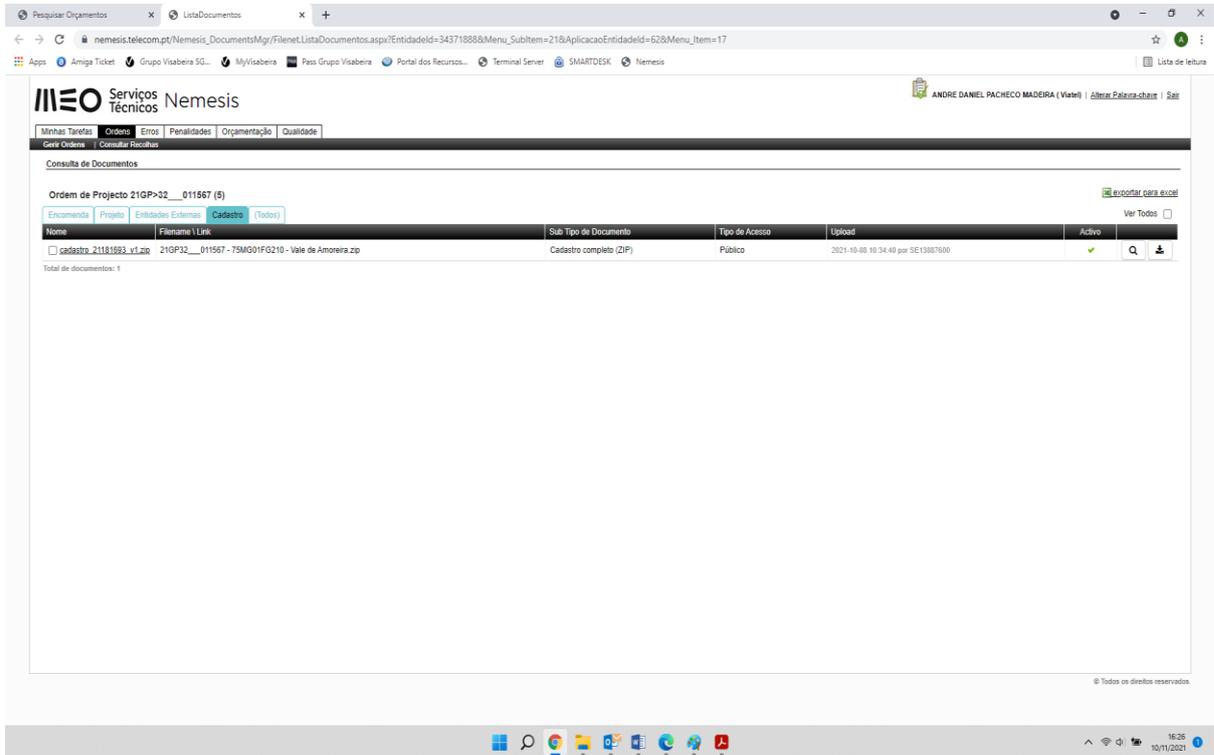
Figura 39 - Gráfico OTDR

7.5 Atualização do Cadastro

A atualização do cadastro é feita através do mapa inicial do projeto, juntamente com o sinótico, com as alterações registadas ao longo da construção da rede.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Existe uma plataforma do operador denominado de “Nêmesis” como podemos ver na Figura 40, onde se coloca o cadastro para depois os projetistas atualizarem as alterações e ficar o registo de construção da rede para possíveis alterações futuras e consulta por parte dos projetistas. Este cadastro é o registo de conclusão do projeto, para passar do estado de construção para o estado de faturação.



The screenshot displays the Nêmesis web application interface. The browser address bar shows the URL: `nemesis.telecom.pt/Nemesis_DocumentsMgr/FileNetListaDocumentos.aspx?EntidadeId=34371888&Menu_SubItem=21&AplicacaoEntidadeId=62&Menu_Item=17`. The application header includes the logo for "Serviços Técnicos Nêmesis" and the user name "ANDRE DANIEL PACHECO MADEIRA (Vale)".

The main content area is titled "Consulta de Documentos" and shows the "Ordem de Projecto 21GP32_011567 (5)". Below this, there are tabs for "Encomenda", "Projecto", "Entidades Externas", and "Cadastro (Todos)". A table lists the documents:

Nome	Projeto	Entidades Externas	Cadastro	(Todos)	Sub Tipo de Documento	Tipo de Acesso	Upload	Activo	Ver Todos
<input type="checkbox"/> cadastro_21181893_v1.zip	21GP32_011567 - 75MG01FG210 - Vale de Amoreira.zip				Cadastro completo (ZIP)	Público	2021-10-08 10:34:40 por SE13807600	✓	<input type="checkbox"/>

Below the table, it indicates "Total de documentos: 1". The footer of the application contains the text "© Todos os direitos reservados." and the system tray shows the date and time as 10/11/2021, 16:35.

Figura 40 - Anexar cadastro do Projeto

8 Conclusão

O presente projeto teve como objetivo principal a implementação de uma rede de fibra ótica passiva na aldeia de Vale de Amoreira, pertencente ao concelho de Manteigas. Através da colaboração entre a empresa Viatel e o operador Altice Portugal, foi possível levar tecnologia de ponta às zonas rurais, proporcionando aos habitantes um serviço de telecomunicações mais rápido, confiável e eficiente.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram realizadas diversas etapas, incluindo o levantamento de requisitos, o projeto de rede, a supervisão da construção, os ensaios e a documentação. Equipas especializadas trabalharam arduamente para garantir que cada etapa fosse concluída com sucesso, contribuindo para o avanço tecnológico e aprimoramento dos serviços oferecidos pela Altice Portugal.

A substituição da antiga rede de cobre por uma rede de fibra ótica trouxe inúmeros benefícios para a aldeia de Vale de Amoreira. Os habitantes agora desfrutam de uma conexão de internet mais rápida, um serviço de telefone de melhor qualidade e uma oferta de televisão mais abrangente. Além disso, a rede de fibra ótica é menos suscetível a falhas e requer menor custo de manutenção, garantindo uma experiência mais estável e satisfatória para os utilizadores.

É importante salientar que este projeto não teria sido possível sem a colaboração da Viatel, empresa especializada em serviços tecnológicos e infraestruturas de telecomunicações.

Por fim, é gratificante observar como a constante evolução das tecnologias de telecomunicações está a chegar até às áreas mais remotas do país. Através de parcerias estratégicas e projetos como este, é possível promover a inclusão digital, impulsionar o desenvolvimento das comunidades e proporcionar uma melhor qualidade de vida para os cidadãos.

O conhecimento adquirido nas unidades curriculares de redes do curso de Engenharia Informática, contribuíram em parte para o desenvolvimento deste projeto. Os temas redes ativas e passivas, tipos de cabos de fibra ótica, tipologias de redes entre outros abordados nas unidades curriculares de redes, foram muito úteis para me integrar no mundo das telecomunicações.

Este projeto representa um marco significativo no avanço das telecomunicações em Portugal, demonstrando o empenho em atualizar e expandir as redes de forma a atender às necessidades crescentes da sociedade.

Bibliografia

11022015. (s.d.). Obtido de eltronsolutions:
<http://www.eltronsolutions.com.br/noticias/11022015/>
- Altice, SA. (2021). Rede de Fibra Ótica.
- bobine-de-lancamento-de-fibra-otdr-1km*. (17 de 07 de 2023). Obtido de movenergy:
<https://www.movenergy.pt/bobine-de-lancamento-de-fibra-otdr-1km>
- cabo-de-fibra-optica*. (s.d.). Obtido de ITC: <https://itc.com.br/cabo-de-fibra-optica/>
- Gonçalves, C. (2009). *Gpon/FTTH*.
- maquina-de-fusao-de-fibra-optica-entenda-como-funciona*. (12 de 08 de 2016). Obtido em 11 de 2021, de <https://www.ispblog.com.br/2016/08/12/maquina-de-fusao-de-fibra-optica-entenda-como-funciona/>
- Muller, J. (08 de 05 de 2020). *cabos-de-fibra-optica*. Obtido de cianet:
<https://www.cianet.com.br/blog/infraestrutura-e-tecnologia/cabos-de-fibra-optica/>
- otdr*. (s.d.). Obtido em 2021, de <https://pt.flukenetworks.com/expertise/learn-about/otdr>
- PT. (16 de 02 de 2017). *Módulo 2 - Introdução à tecnologia GPON e FTTH*. Obtido em 01 de 10 de 2021, de <https://pt.slideshare.net/FernandoReis14/mdulo-2-introduo-tecnologia-gpon-e-ftth>
- smartotdr-testador-portatil-de-fibra*. (17 de 07 de 2023). Obtido de viavisolutions:
<https://www.viavisolutions.com/pt-br/produtos/smartotdr-testador-portatil-de-fibra>

Anexos

O anexo A1 representa a informação complementar na construção de traçados aéreos.

A 1. Regras Técnicas Trabalhos de construção de Traçados aéreos

Regras técnicas a aplicar nos trabalhos de Construção de Traçados Aéreos (postes e espigamento) definidas em projeto, tendo em consideração os materiais e tecnologias utilizados à data da sua elaboração.

Sempre que não for possível cumprir integralmente estas normas, o técnico tem de registar e justificar na aplicação corporativa, todas as situações anómalas não conformes.

Análise do local de implantação

Vias de comunicação existentes

Os traçados de telecomunicações deverão desenvolver-se, sempre que possível, ao longo de vias de circulação. A estrada facilitará o transporte de material e o acesso do pessoal técnico, não só durante a construção do traçado, mas também ao longo da sua existência, nas atividades de manutenção e vigilância.

Características do terreno

Na construção do traçado deverá optar-se por uma diretriz com declives suaves, mesmo que para o efeito, obrigue a alguns ângulos.

Deverá evitar-se que o traçado atravessasse áreas de arborização densa:

- Evita o corte de árvores (faixa com largura mínima de 3 m);
- Fica menos sujeito à ação dos incêndios.

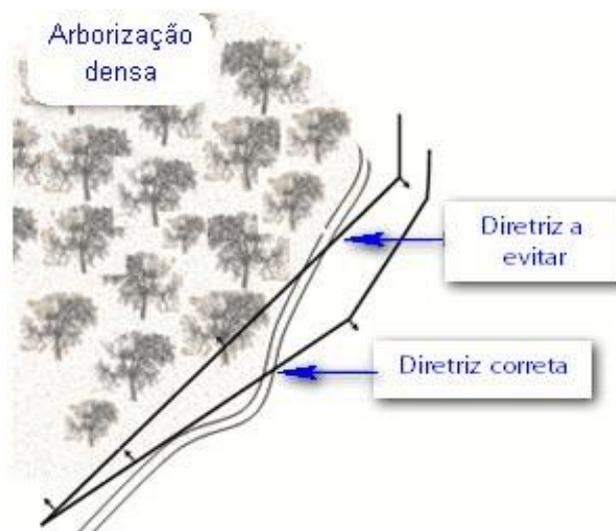


Figura 1 - Diretrizes

Ângulos do traçado

A diretriz do traçado terá de ser escolhida de forma a suavizar os ângulos verticais em terrenos com grandes desníveis. Estudando criteriosamente o perfil do terreno, terá de encontrar uma solução em que o cabo não mude bruscamente de direção no plano vertical, para evitar que os postes fiquem “enforcados”. Os postes nestas condições poderão ser levantados pela resultante da tensão do cabo (Figura 2).

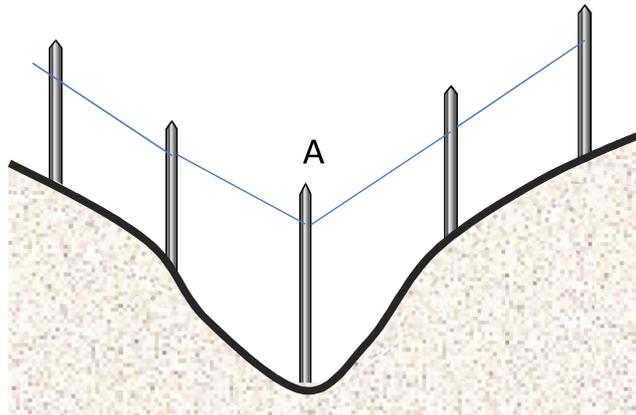


Figura 2 - Poste enforcado

Na diretriz da Figura 3, mesmo com o emprego de postes de grande altura não se evita a mudança brusca de direção, ficando o poste A “enforcado”.

Será necessário escolher convenientemente os pontos de implantação dos postes, de forma que o cabo mude suavemente de direção, ficando todos, em posição útil (Figura 3).

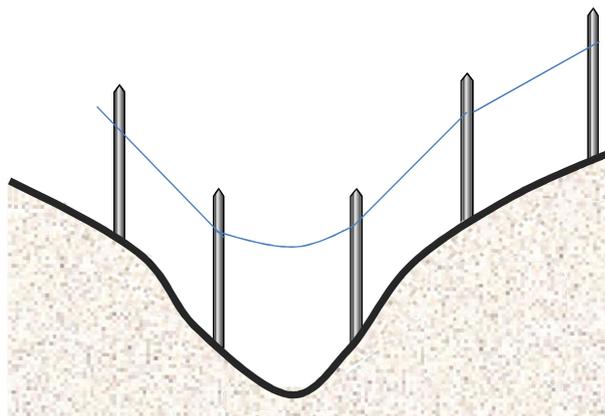


Figura 3 - Ângulos de traçado

Condições de acesso, enquadramento urbanístico e segurança

A escolha para instalação dos postes terá de ter em atenção:

- Evitar propriedades privadas e sem acesso;
- As propriedades privadas carecem de autorização do proprietário;
- Junto a áreas habitacionais, evitar ferir a sensibilidade dos moradores, dado que o poste é sempre um elemento inestético;
- Escolher terrenos que ofereçam níveis de consolidação satisfatórios e permitam a instalação, quando necessário, de espigas nas melhores condições de segurança.

Distância dos traçados ao solo

A distância dos traçados ao solo não deverá ser inferior a 4,5 metros.

Se eventualmente existirem dificuldades técnicas, poderá, em casos pontuais reduzir-se para 3,5 metros (Figura 4).

Estes valores são aplicados em traçados da Rede de Acesso Local e traçados da Rede de Acesso de Distribuição.

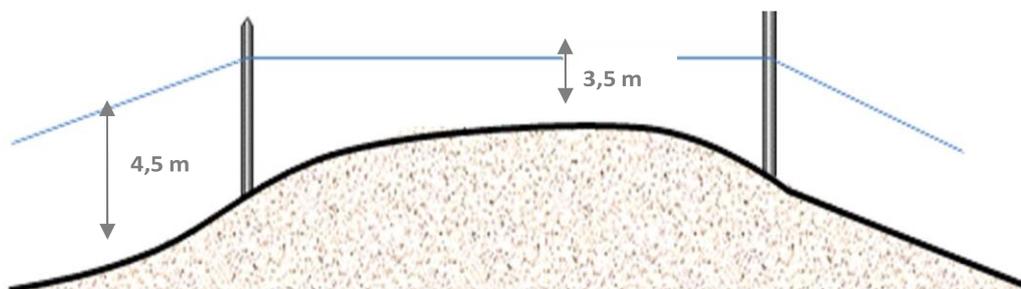


Figura 4 - Constrangimentos nas sobre-elevações

Interferência com traçados de energia

A proximidade de linhas de energia é sempre inconveniente pelo perigo (contacto direto ou indireto) que constituem para o pessoal técnico que tenha de subir aos postes, assim como para a própria qualidade de transmissão da instalação de telecomunicações.

As distâncias aos traçados de alta tensão (AT) e baixa tensão (BT) terão, obrigatoriamente, de ser respeitadas conforme previsto nos:

- Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas da Alta Tensão (Decreto Regulamentar n.º 1/92, de 18/02);
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Baixa Tensão (Decreto Regulamentar n.º 90/84, de 26/12), prevalecendo as suas orientações sobre casos omissos ou conflitantes indicados neste documento.

Traçados de energia de baixa tensão

Nos cruzamentos de linhas de BT com linhas de telecomunicações as linhas de BT passarão, em regra, superiormente.

Distância mínima entre linhas de energia de BT (plano superior) e linhas de telecomunicações em apoios diferentes (Figura 8):

- Entre os condutores mais próximos das duas linhas 1 m;
- Caso a linha de BT seja constituída por condutores isolados em feixe (torçada) ou por cabos auto suportados ou suspensos de fiadores, a distância entre condutores mais próximos das duas linhas poderá ser reduzida para 0,50 m;
- Entre os condutores da linha que passa inferiormente e os apoios da outra 1 m.

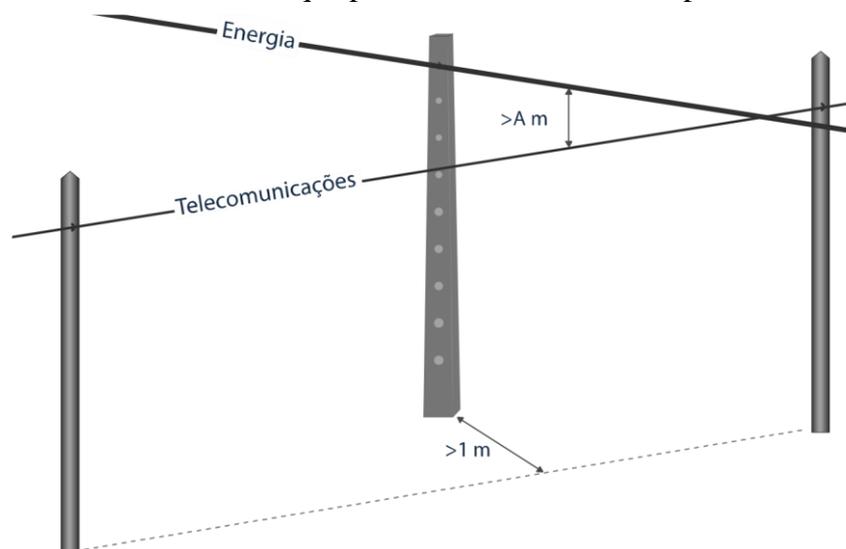


Figura 8 - Cruzamento inferior a um traçado de energia

Tabela 1 - Distância mínima num cruzamento inferior a um traçado de energia

Isolamento dos condutores de energia	Distância mínima vertical entre traçados (A)
Fios nus (sem isolamento)	1 m
Condutores isolados	0,50 m

Caso se verifiquem dificuldades técnicas, ou despesas que desaconselhem a passagem inferior dos cabos de telecomunicações, permitir-se-á que estes fiquem estabelecidos superiormente desde que, no respetivo vão do cruzamento, os cabos de BT sejam de condutores isolados em feixe (troçada), auto suportados ou suspensos de fiadores.

Distância mínima entre linhas de energia de BT (plano inferior) e linhas de telecomunicações em apoios diferentes (Figura 9):

- Entre o dispositivo de resguardo (nas linhas de BT com condutores nus) e os condutores da linha de telecomunicações é de 0,70 m.
- Caso a linha de BT seja constituída por condutores isolados em feixe (torçada) ou por cabos auto suportados ou suspensos de fiadores, a distância entre condutores mais próximos das duas linhas poderá ser reduzida para 0,50 m.
- Entre os condutores da linha que passa inferiormente e os apoios da outra a distância mínima é de 1 m.

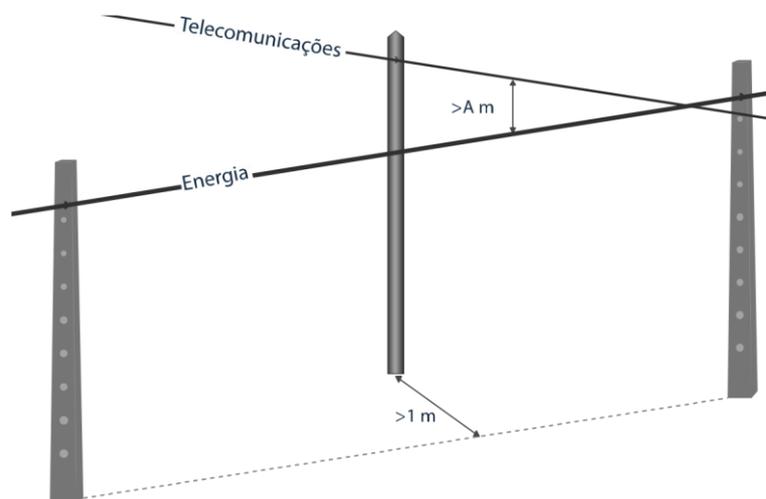


Figura 9 - Cruzamento superior a um traçado de energia

Tabela 2 - Distância mínima num cruzamento superior a um traçado de energia

Isolamento dos condutores de energia	Distância mínima vertical entre traçados (A)
Fios nus (sem isolamento)	0,70 m
Condutores isolados	0,50 m

Distâncias mínimas entre linhas de energia de BT e linhas de telecomunicações em apoios comuns (Figura 10):

- Os condutores da linha de BT ficarão sempre colocados superiormente aos da linha de telecomunicações;
- A distância entre os condutores mais próximos da linha de BT (condutores nus) e os de telecomunicações será de 0,75 m;
- A distância entre os condutores mais próximos da linha de BT (condutores isolados em feixe (torçada), cabos auto suportados ou suspensos de fiadores) e os condutores de telecomunicações será de 0,25 m.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

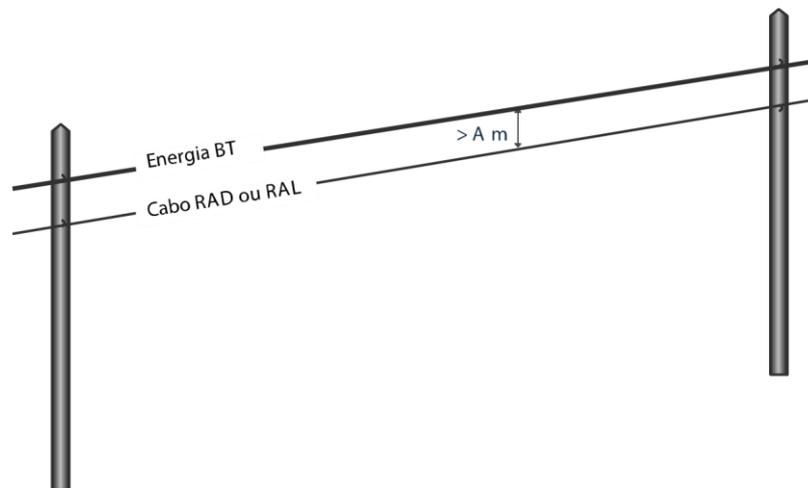


Figura 10 - Distâncias entre linhas em apoios comuns

Tabela 3 - Distâncias com apoios comuns

Isolamento dos condutores de energia	Distância mínima vertical entre traçados (A)
Fios nus (sem isolamento)	0,75 m
Condutores isolados	0,25 m

Vizinhança de linhas de BT com linhas de telecomunicações em apoios diferentes (Figura 11):

- A distância entre os condutores mais próximos das duas linhas deverá ser maior ou igual a 1 m.

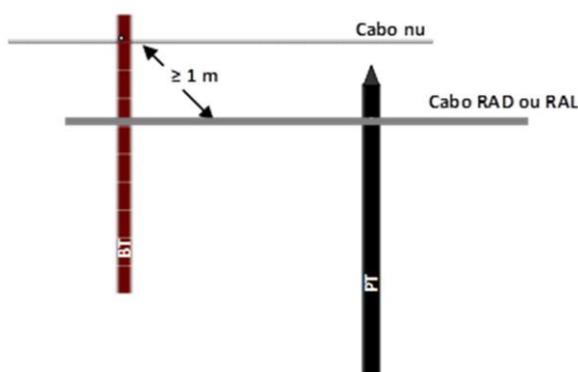


Figura 11 - Vizinhanças com linhas de energia

Casos excepcionais:

A distância entre os condutores mais próximos das duas linhas pode ser reduzida, no máximo, para 0,30 m se os seus pontos de fixação (cabo BT – plano superior) não distarem entre si mais de 2 m.

Quando a distância em projeção horizontal, entre as duas linhas, for inferior a 1 m, terá de observar-se o seguinte (Figura 12):

- Sempre que possível, a linha de BT passa acima da linha de telecomunicações;
- Caso não seja possível cumprir o estabelecido no ponto anterior, garantir-se-á a distância de afastamento maior ou igual a 0,70 m entre o cabo de guarda de BT e o cabo de telecomunicações;
- Em cabos da rede de acesso local (RAL) ou rede de acesso de distribuição (RAD) a distância ao cabo de BT terá de ser maior ou igual a 0,50 m.

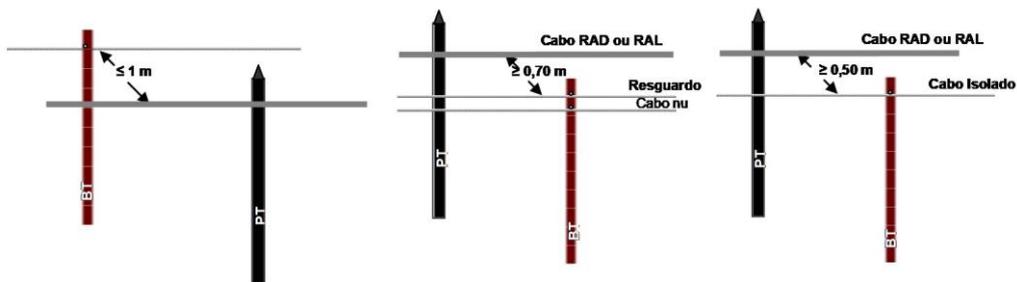


Figura 12 - Caso excepcional (distâncias inferiores a 1 m)

Vizinhança entre linhas de BT com linhas de telecomunicações em apoios comuns (Figura 13):

- Os condutores da linha de BT ficarão sempre colocados num plano superior aos da linha de telecomunicações;
- A distância entre os condutores mais próximos da linha de BT (condutores nus) e os de telecomunicações será de 0,75 m;
- A distância entre os condutores mais próximos da linha de BT (em condutores isolados em feixe (troçada), cabos auto suportados ou suspensos de fiadores) e os condutores de telecomunicações será de 0,25 m.

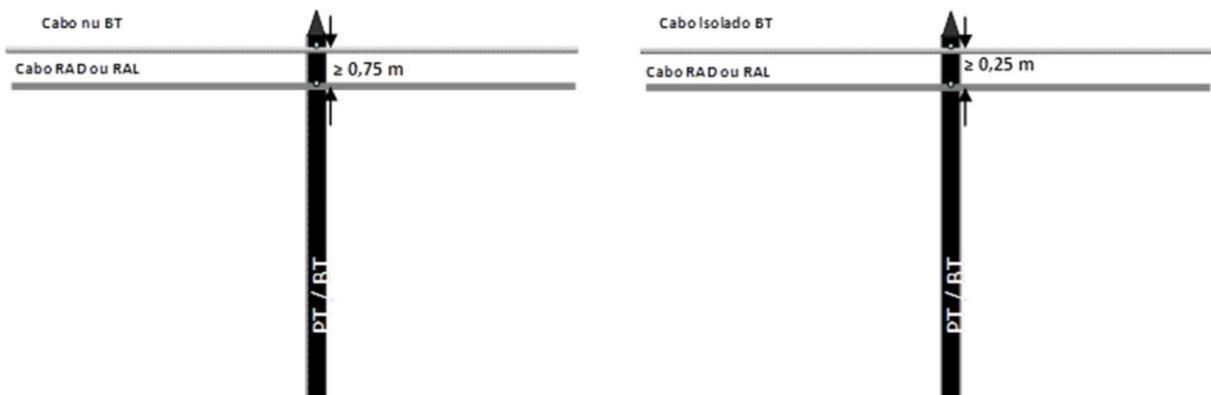


Figura 13 - Vizinhança de linhas de BT com linhas de telecomunicações em apoios comuns

Vizinhança entre linhas de BT e de telecomunicações estabelecidas ao longo da mesma superfície de apoio, de edifícios ou estruturas rígidas (Figura 14):

- A distância entre condutores das duas linhas deverá ser maior ou igual a 0,05 m;

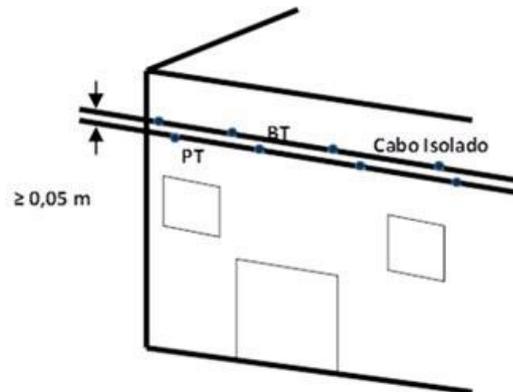


Figura 14 - Vizinhança com linhas de BT em parede

Interferência com estradas

Traçados paralelos

Mediante aprovação da entidade que detenha a jurisdição da estrada, é possível a instalação de postes de telecomunicações, ao longo da faixa com uma distância mínima de 7 m (IP e IC) ou 5 m (restantes estradas) integrante do domínio público marginal à zona da estrada.

Assim, e desde que não haja obstáculos, os traçados de telecomunicações devem acompanhar paralelamente as estradas de acordo com as distâncias definidas (Tabela 4). Sempre que haja necessidade de construir um traçado junto de estradas ou de edifícios, deve consultar-se as entidades responsáveis e obter o seu consentimento para a instalação nas condições possíveis.

Se houver necessidade de ocupar terrenos do Estado, deverá estudar-se com a devida antecedência, e em colaboração com os respetivos organismos oficiais, a viabilidade da melhor solução técnica.

Tabela 4 - Distância mínima dos postes de telecomunicações às estradas

Tipo de Estrada	D (m)
IP e IC	7
Restantes estradas	5

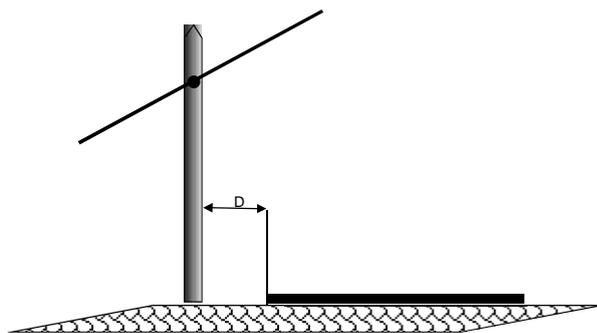


Figura 15 - Distância mínima dos apoios de telecomunicações às estradas

D é a distância, em metros, à zona da estrada (solo ocupado pela estrada, abrangendo a faixa de rodagem, as bermas, as pontes e os viadutos nela incorporados e, quando existam, as valetas, os passeios, as banquetas e os taludes).

Travessias

As travessias de estrada pelos cabos e espias deverão ser evitadas.

Quando for absolutamente necessário efetuá-las deve-se ter em atenção as distâncias mínimas a respeitar, a seguir indicadas.

Tabela 5 - Altura mínima de travessias de estrada

Tipo de estrada	A (m)
AE, IP e IC	7
Restantes estradas	6

As travessias perpendiculares ao eixo da estrada dos IC, IP e AE carecem de autorização prévia da entidade que detiver à altura a sua jurisdição.

As travessias perpendiculares ao eixo da estrada para as restantes estradas carecem igualmente de autorização prévia da entidade que detiver à altura a sua jurisdição, devendo no entanto respeitar as distâncias de 20 m para cada lado do eixo da estrada e nunca menos de 5 m da zona da estrada.

Eixo da estrada – é a linha de separação dos dois sentidos do trânsito ou, no caso de existir separador, a linha que o divide ao meio, ou ainda, no caso de ramos dos nós de ligação entre estradas nacionais ou entre estas e estradas não nacionais, a linha que divide ao meio a faixa de rodagem que constituem o ramos do nó.

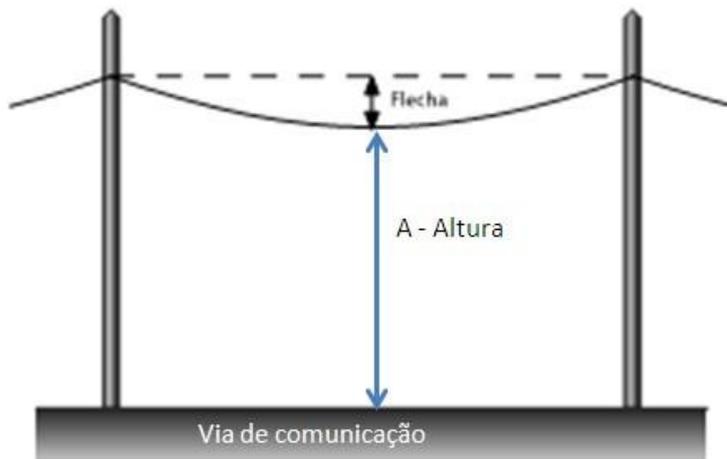


Figura 16 - Travessias em vias de comunicação

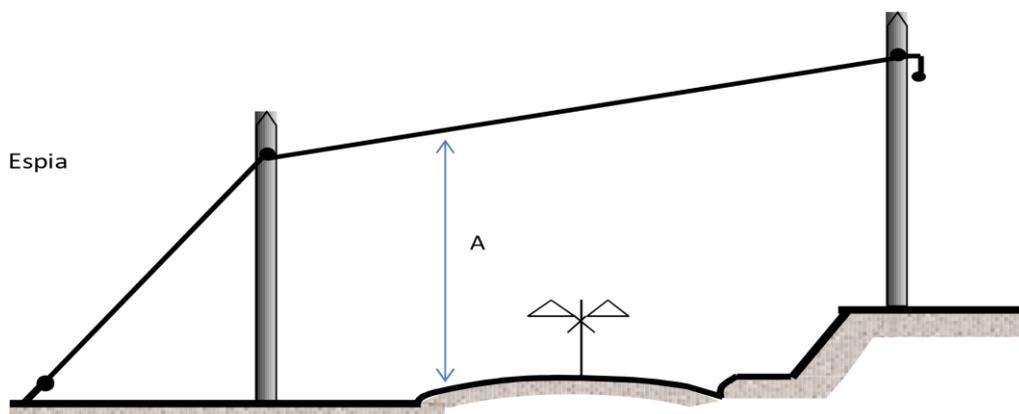


Figura 17 - Travessia em vias de comunicação (espia)

Interferência com vias férreas e rede ferroviária nacional

Distância mínima (A) a salvaguardar na implantação dos postes em relação à zona do caminhode-ferro de linhas não eletrificadas: Deverá ser de 5 m, medida do seguinte modo:

- Da aresta superior da escavação (Figura 18);

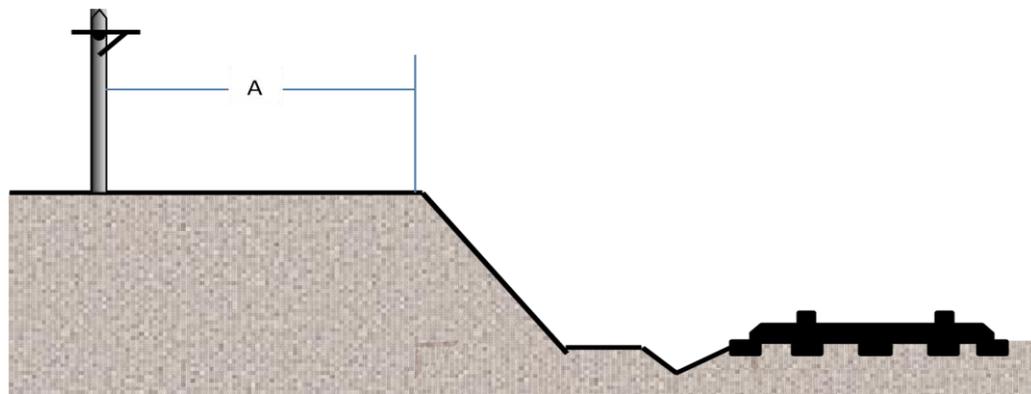


Figura 18 - Distância mínima dos postes em relação à via-férrea 1

- Da aresta inferior do talude de aterro (Figura 19);

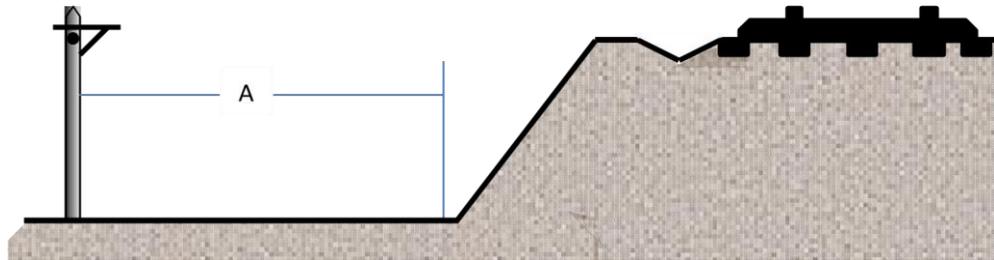


Figura 19 - Distância mínima dos postes em relação à via-férrea 2

- Do bordo exterior dos fossos do caminho-de-ferro (Figura 20);

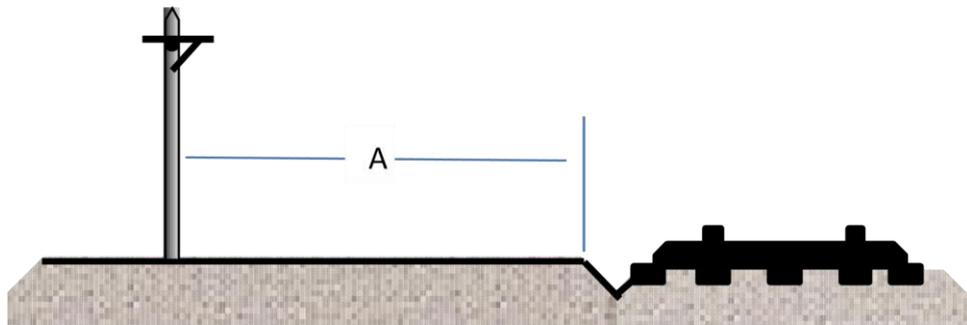


Figura 20 - Distância mínima dos postes em relação à via-férrea 3

- Na falta dos pontos de referência anteriores, a distância A mede-se a partir da linha que passa a 1,5 m da aresta exterior dos carris externos da via (B) (Figura 21).

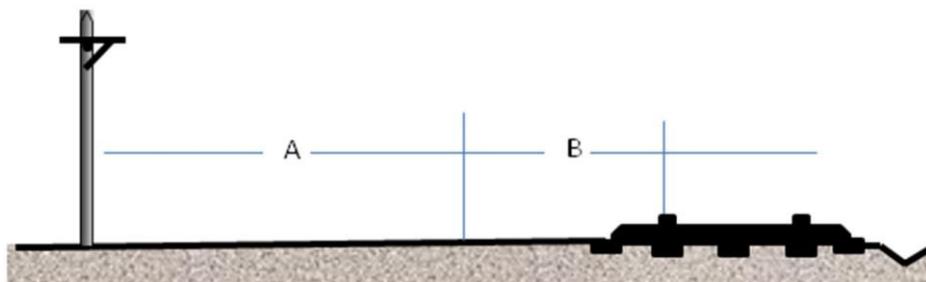


Figura 21 - Distância mínima dos postes em relação à via-férrea 4

Distância a salvaguardar na implantação dos postes em relação à zona do caminho-de-ferro:

- Maior ou igual a 10 m no caso de postes até 10 m;
- Maior ou igual à soma da dimensão do poste mais 10 m para postes com dimensão superior ou igual a 10 m.

Escavação para qualquer que seja a profundidade:

- Devem ser feitas a uma distância maior ou igual a 5 m;

- No caso de a via-férrea estar assente em aterro, a escavação só pode ser feita a uma distância maior ou igual a uma vez e meia a altura do aterro.

Nos cruzamentos com linhas de caminho-de-ferro eletrificadas, os traçados de telecomunicações terão de ser subterrâneos.

Travessias aéreas de cursos de água

As travessias de cursos de água estão sujeitas ao licenciamento prévio pela autoridade que tutela os recursos hídricos.

Nas travessias aéreas com cursos de água, a altura dos cabos acima do nível das águas não deverá ser inferior a:

- Nos troços navegáveis dos cursos de água - rios ou canais - H metros acima do nível mais alto das águas, sendo $H = h + 1$, com o mínimo de 6 m, em que h é a maior altura em metros, acima do nível das águas, dos barcos que passam no local;
- Nos troços não navegáveis dos cursos de água, 3 m acima do nível mais alto das águas, mas mantendo acima do nível de estiagem a distância de 5 m.

Os troços navegáveis dos cursos de água e a altura máxima dos mastros dos barcos que neles podem navegar, constam no "Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Baixa Tensão".

Identificação/Codificação de traçados

Codificação em projeto

Ao criar um projeto do traçado aéreo nas ferramentas corporativas, é possível observar a identificação e posicionamento dos apoios. O projeto pode ser ilustrado conforme o exemplo (Figura 29).

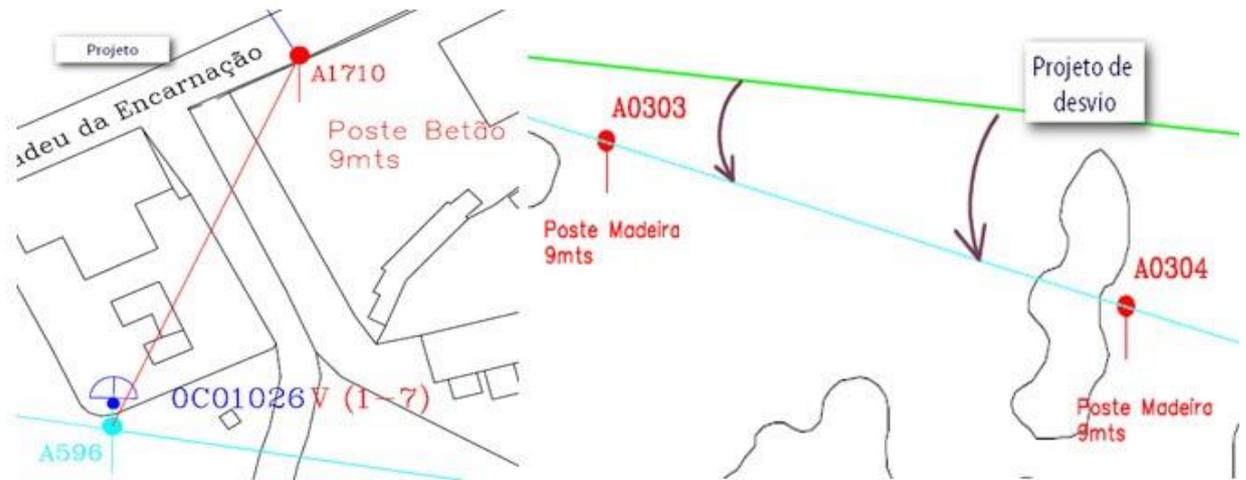


Figura 29 - Exemplo de um traçado de projeto

Identificação em terreno

A codificação do poste é feita da seguinte forma:

- Com os caracteres que estão referenciados em projeto;
- Caracteres alfanuméricos pintados a preto com 0,05 m de largura e 0,10 m de altura;
- Caracteres escritos em fundo branco de 0,20 m de largura e 0,30 m de altura.

A codificação/numeração deverá ficar a uma distância de aproximadamente 1,5 m do solo.

A ordem de colocação dos caracteres no poste é a seguinte:

AX ; AXX ; AX ; AXX
 XXX XXX

Em que “A” significa apoio e “X” o nº de poste (Figura 30).





Figura 30 - Alguns exemplos de codificação de postes

INSTALAÇÃO DE POSTES

Preparação do trabalho

Após a identificação da diretriz do traçado a construir e avaliação das condições de risco e dificuldades que possam surgir, deve efetuar-se uma inspeção cuidadosa à zona envolvente onde vai desenvolver-se o trabalho, elaborando-se de seguida a relação das ações indispensáveis à sua segurança.

A realização dos trabalhos na via pública, e em vias privadas com circulação de viaturas e/ou peões, obriga à colocação de sinalização na área envolvente ao local de intervenção, seguindo as regras definidas nas "Normas de Segurança e Sinalização", em vigor.

Quando a deslocação dos postes de madeira, da viatura que os transporta para a cova, tiver que ser executada por meios humanos, não podem ser arrastados pelo solo, no trajeto a percorrer. Deverão assegurar os técnicos necessários para movimentar cada poste (referência:

1 Técnico por cada 3 metros de poste) nas melhores condições de segurança.

Para movimentação dos postes de betão terão de prever, sempre, utilização de meios mecânicos.

É expressamente proibido a movimentação de postes por arrastamento no solo. Os meios de movimentação (pinças e cintas em poliéster para amarração) deverão ser aplicados de forma a não danificar os postes e/ou causar a alteração das características técnicas dos mesmos. É terminantemente proibida a movimentação de postes de betão com cabos de aço.

Não devem ser executados trabalhos enquanto a zona não estiver devidamente “limpa” e todos os trabalhadores intervenientes devidamente dotados dos EPI adequados aos

trabalhos, e em bom estado de conservação, protegendo-se assim dos riscos a que ficam expostos.

Na preparação do trabalho deverá ser levado em conta o cumprimento da Política Ambiental preconizada pelo Altice, naquilo que for aplicável às atividades a desenvolver. Os resíduos, as sucatas e os desperdícios decorrentes da execução dos trabalhos deverão ser tratados de acordo com os Procedimentos Operacionais do Ambiente, em vigor.

Só poderão ser aplicados postes adquiridos em fornecedores autorizados e têm de estar certificados pelo Altice. A aplicação de postes de madeira e/ou postes de betão será determinada pelo projeto técnico.

Postes de madeira

Variedade de postes

Os postes de madeira serão de pinho bravo (*Pinus Pinaster, Sol*) ou de pinheiro silvestre (*Pinus Silvestris, L*) tratados e preservados com as características técnicas definidas nos anexos. Para postes de ângulos e postes terminais devem escolher-se postes robustos e sem curvatura porque estão sujeitos permanentemente a esforços de flexão e de compressão.

Não deverão ser utilizados e/ou reutilizados postes cujas datas de garantia se encontrem expiradas.

Tabela 6 - Identificação de poste de madeira

Designação	Comprimento (m)	Código	UM
Poste tratado de 7 m	7	1700168750	
Poste tratado de 8 m	8	1700168751	
Poste tratado de 9 m	9	1700168752	
Poste tratado de 10 m	10	1700168753	N
Poste tratado de 12 m	12	1700168754	
Poste tratado de 15 m	15	1700168755	

Abertura de cova

A execução destes trabalhos poderá ser feita mecânica ou manualmente (Figura 31). As covas deverão ter uma secção retangular com as dimensões de 60x30 cm (Figura 32) e profundidade de acordo com o comprimento do poste e a natureza do terreno. Na (Tabela 7) são indicadas as profundidades (metros) a considerar para cada situação.



Figura 31 - Abertura de cova

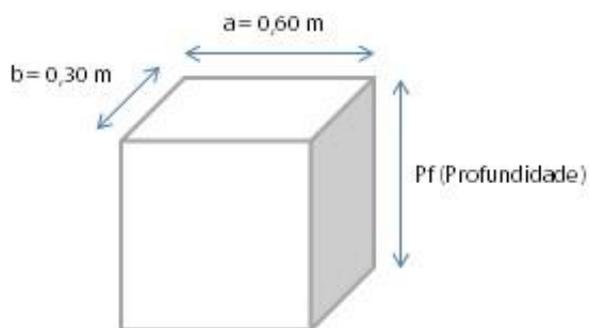


Figura 32 - Dimensões da cova

A abertura das covas deverá ser realizada tendo em consideração que nos alinhamentos de traçados retilíneos são abertas à frente da estaca, com o lado maior perpendicular à diretriz do traçado.

Em ângulos, as covas serão abertas de modo que o seu centro coincida com o eixo da estaca. Para isso, marcam-se com quatro pequenas estacas os eixos de simetria do retângulo. Os lados maiores devem tomar a direção da bissetriz do ângulo.

A profundidade mínima de enterramento (h) é dada em função da altura do poste (H) e do tipo de terreno.

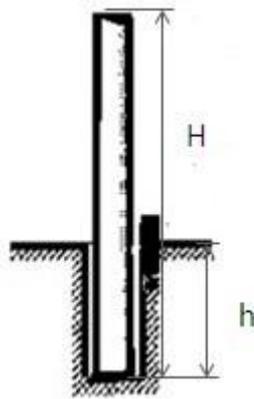


Figura 33 - Profundidade de enterramento

Para cálculo das profundidades em terreno normal é aplicada a seguinte fórmula:

$$h = 0,1H + 0,5$$

Em que,

h = Profundidade da cova (m) H = Comprimento do poste (m) Para os restantes casos considerar os valores indicados na Tabela 7:

Tabela 7 - Profundidade da cova

Profundidades (m) / Tipos de terreno				
Postes (m)	Normal	Duro	Rocha Branda	Rocha Dura
7	1,20	1,10	1,1	1,00
8	1,30	1,20	1,2	1,10
9	1,40	1,30	1,25	1,15
10	1,50	1,40	1,3	1,2
12	1,70	1,60	1,5	1,3
15	2,00	1,80	1,7	1,5

Classificação do Terreno:

- Terreno normal – Terreno vegetal ou argiloso, escaváveis normalmente com pá ou enxada.
- Terreno duro – Terreno à base de arenitos, saibro, xistos, escaváveis normalmente com pá, picareta ou meios mecânicos.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

- Rocha branda – Terreno à base de rochas fissuradas, saibro duro e aglomerados naturais compactos, desmontáveis com dificuldade com pá, picareta, requerendo por isso normalmente meios mecânicos.
- Rocha dura – Terreno à base de granitos, basaltos, desmontáveis com recurso a equipamento de perfuração ou explosivos.

Esta classificação de terrenos considera-se apenas para efeitos de definição da profundidade da cova.

Implantação em traçados com alinhamento retilíneo

Nos traçados com alinhamento retilíneo os postes serão instalados de modo a que o seu eixo fique na direção do eixo da estaca (Figura 34) e a curvatura do poste, se existir, fica voltada para a origem do traçado. Nos postes terminais a curvatura fica voltada para o lado contrário à espia.

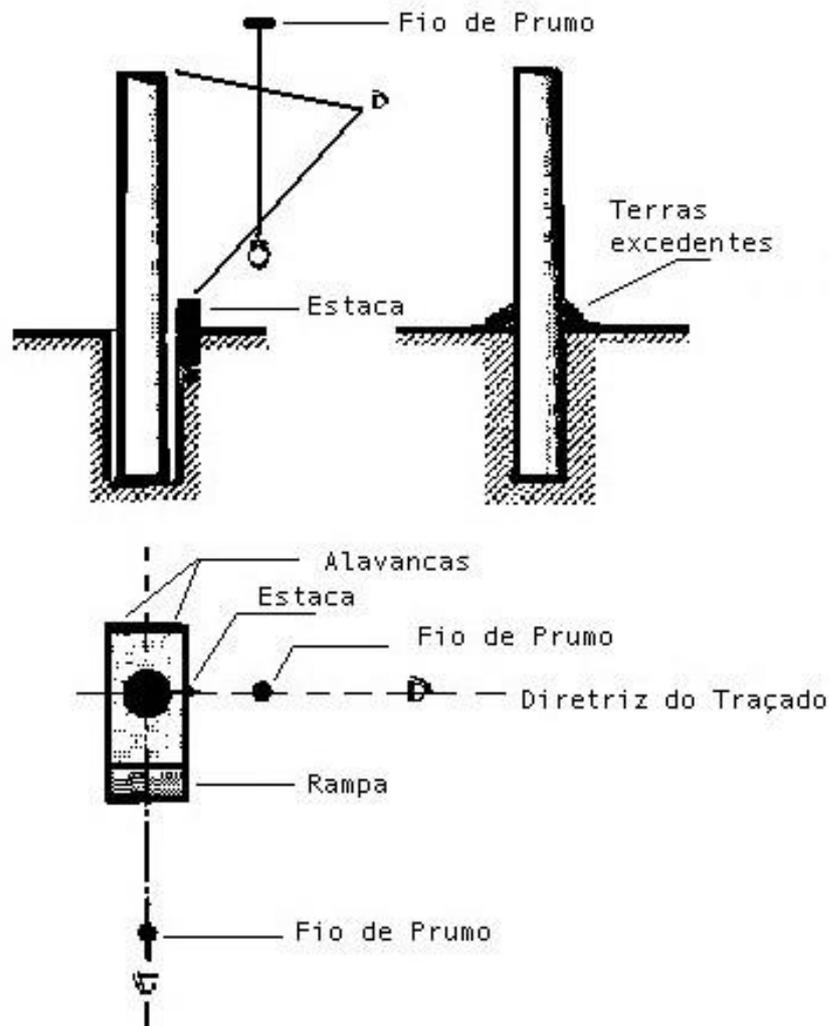


Figura 34 - Instalação de poste

Implantação em traçados com ângulos

Nos traçados com ângulo, o poste será instalado no centro da cova e limitado pelas estacas colocadas nos eixos de simetria (Figura 35).

A curvatura do poste, se existir, fica voltada para o lado contrário à espia.

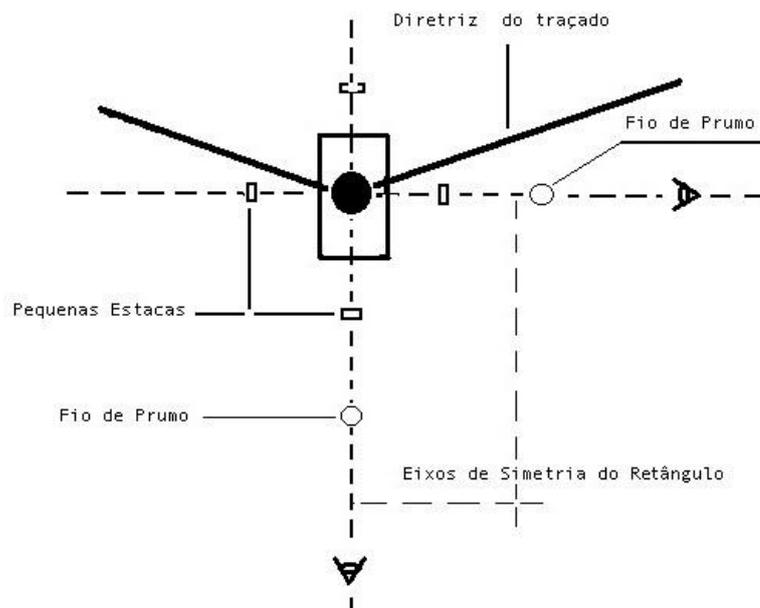


Figura 35 - Instalação de postes em traçados com ângulo

Após o alinhamento e aprumo do poste procede-se ao aterro parcial da cova, com terras adequadas.



Figura 36 - Alinhamento e aprumo do poste

Concluída a colocação de todos os postes, procede-se à verificação do traçado (alinhamento e aprumo dos postes) e compactação final da cova de cada um dos postes instalados.

Postes de betão

Variedade de postes

O poste de betão é caracterizado pela altura/esforço (Tabela 8).

As características dos postes de betão estão referidas em anexo.

O poste é fabricado com as furações necessárias para a instalação de todos os acessórios e ferragens. Não carece de qualquer tipo de furação pós-instalação.

Tabela 8 - Identificação de poste de betão

Código	Designação	Comprimento [m]	FLSP [daN]
1700254236	POSTE BETAO TIPO PT 8m/450 daN	8	450
1700114542	POSTE BETAO TIPO PT 9m/450 daN	9	450
1700193019	POSTE BETAO TIPO PT 10m/450 daN	10	450
1700254237	POSTE BETAO TIPO PT 9m/800 daN	9	800
1700254238	POSTE BETAO TIPO PT 10m/800 daN	10	800
1700114543	POSTE BETAO TIPO PT 9m/1200 daN	9	1200
1700168112	POSTE BETAO TIPO PT 9m/1800 daN	9	1800

Algumas situações que podem justificar a instalação de postes de betão:

- Dificuldade em efetuar o espiamento no poste de madeira;
- Em travessias, cursos de água e vias rodoviárias, com vão superior a 50 m.

Sempre que a aplicação do poste de betão não esteja referida em projeto, esta carece de autorização do gestor operacional.

Abertura de cova

As dimensões da cova (comprimento e largura) são as dimensões da fundação com profundidade igual à altura de enterramento do poste.

A abertura da cova deverá ser efetuada com algum cuidado, de forma que não fique afunilada e cumpra as dimensões do bloco definidas.

A profundidade mínima de enterramento (h) é dada em função da altura do poste (H): $h = 0,1H + 0,5$

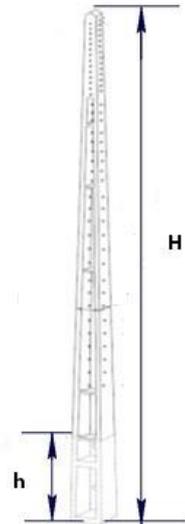


Figura 37 - Implantação de poste

O poste deverá ser manuseado com duas lingas a passar pela furação na alma do poste e distanciadas de 1,5 m a 3 m e com o devido cuidado para que não fique danificado. A amarração das lingas deve ter sempre como referência o símbolo do Centro de Gravidade do poste, que se indica:

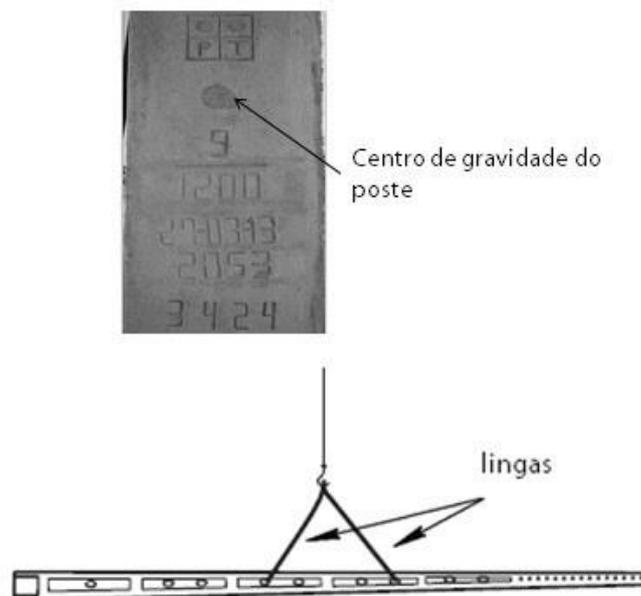


Figura 38 - Manuseamento do poste

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Depois do poste implantado é verificada a sua verticalidade com um fio-de-prumo em dois pontos a 90°, na frente (interior do U) e na face lateral (direita).

O poste instalado será consolidado através de fundações com pedra de enrocamento e/ou betão traço 1:2:3 para assegurar a sua estabilidade.

O traço tem de ser colocado de forma uniforme e simultânea com a pedra de enrocamento.

A estabilidade da fundação aumenta com:

- Profundidade de enterramento;
- Dimensões da cova;
- Peso total do conjunto;
- Natureza do solo;
- Material de enchimento.

Conseguida a verticalidade, a cova é tapada cumprindo o tipo de fundação ($a \times b \times h_1$) adequada à natureza do terreno e com terra de enchimento ($h - h_1$) devidamente compactada.

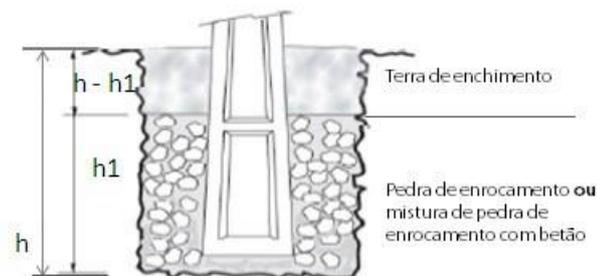


Figura 39 - Tapamento da cova

Função do poste

A face U (alma do poste) funciona como “uma espia” que ficará alinhada com a direção da resultante de forças (Ângulos/Terminal).

Tabela 9 - Função do poste

Postes	Função
9 m/450 daN	Terminal/Subida/Linha/Ângulo
9 m/1200 daN	Terminal/Subida/Linha/Ângulo

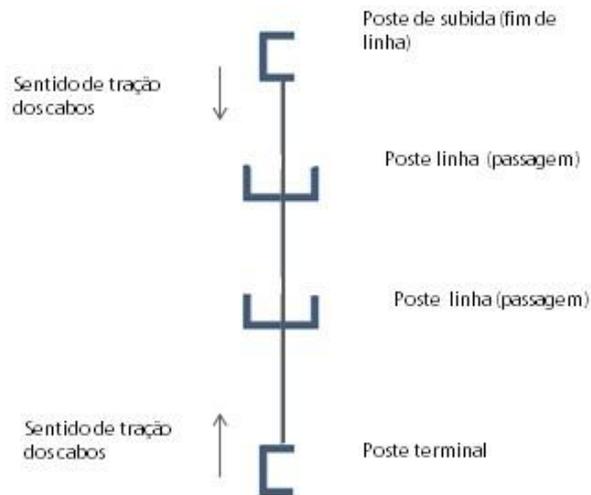


Figura 40 - Posicionamento da alma do poste

Tendo em consideração a função do poste, o poste será instalado com a face em U alinhada com a direção da resultante das forças:

☐ Alinhamento/Ângulo desvio “0°”;

Sempre que o sistema resultante de forças esteja equilibrado não se usa a alma do poste.

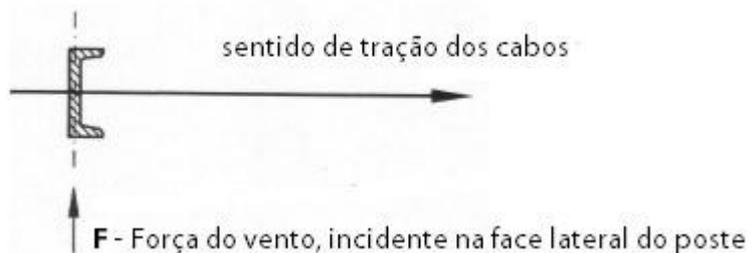


Figura 41 - Ângulo desvio “0”

- Alinhamento/Ângulo desvio $\geq 0^\circ$;
- A face é alinhada com a direção da resultante das forças.

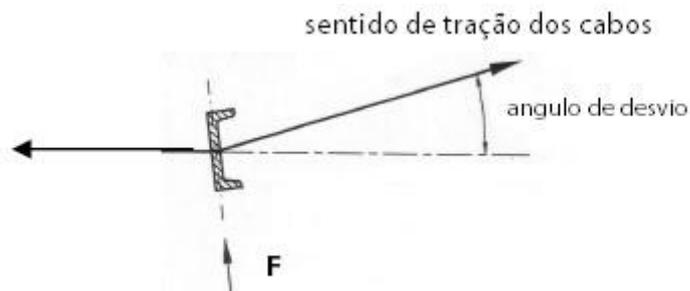


Figura 42 - Ângulo desvio “ $\geq 0^\circ$ ”

- Terminal / subida



Figura 43 - Terminal/subida

Fundações

A parte enterrada do poste é atacada com pedra de enrocamento, consolidada com betão ao traço 1:2:3.



Figura 44 - Construção da fundação

As dimensões da fundação ($a \times b \times h$) a construir terão em consideração os seguintes critérios:

- Função do poste (ângulo, terminal/subida ou de linha);
- Natureza do terreno;
- Esforços envolvidos;
- Altura do apoio.

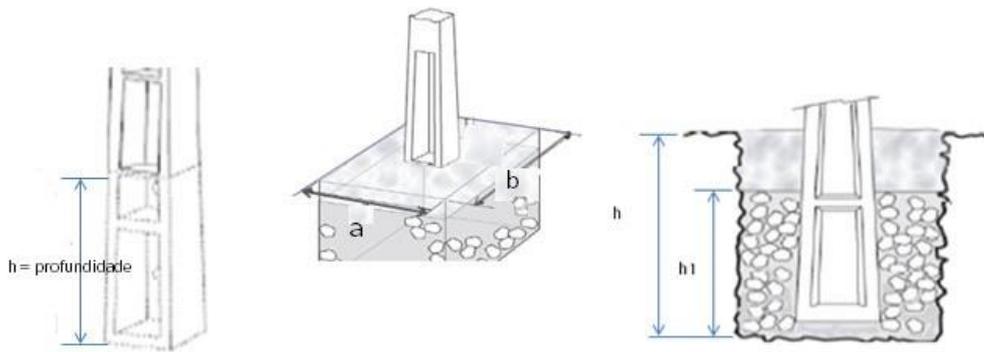


Figura 45 - Dimensões do bloco da fundação

Tabela 10 - Altura do poste e da fundação

Altura H(m)	Profundidade de enterramento h (m)	Altura da fundação h1 (m)
8	1,30	0,9
9	1,40	1,0
10	1,50	1,3

As características dos elementos constituintes da fundação, betão e pedra de enrocamento, são referidos em anexo.

Situações em que não seja possível executar a profundidade especificada, deverá ser construído um maciço de acompanhamento da estrutura do poste até perfazer a altura de enterramento (h) correspondente à altura do poste (H).

Natureza dos solos

A implantação de postes de betão é consolidada através de fundações adequadas de modo a assegurar a sua estabilidade, devendo para tal, ter em conta a natureza do solo e as ações intervenientes. As dimensões da fundação serão, sempre, ajustadas ao tipo de terreno. Em anexo é possível encontrar informação complementar.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Tabela 12 - Dimensões e tipo de fundações em terreno bom

Terreno bom				
Carga do poste (daN)	Função do poste	Dimensões da cova		Fundação
		a (m)	b (m)	
450	Linha	0,50	0,50	Pedra de enrocamento
1200	Terminal/Subida/Ângulo/Linha	0,70	0,70	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3
1800	Terminal/Subida/Linha/Ângulo	1,0	1,0	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3

Tabela 13 - Dimensões e tipo de fundações em terreno médio

Terreno médio				
Carga do poste (daN)	Função do poste	Dimensões da cova		Fundação
		a (m)	b (m)	
450	Terminal/Subida/Linha/Ângulo $\geq 20^\circ$	0,70	0,70	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3
1200	Terminal/Subida/Linha/Ângulo $\geq 20^\circ$	1,20	1,20	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3
1800	Terminal/Subida/Linha/Ângulo $\geq 20^\circ$	1,4	1,4	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3

Tabela 14 - Dimensões e tipo de fundações em terreno mau

Terreno mau				
Carga do poste (daN)	Função do poste	Dimensões da cova		Fundação
		a (m)	b (m)	
450	Terminal/Subida/Linha/Ângulo $\geq 20^\circ$	1,0	1,0	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3
1200	Terminal/Subida/ inha/Ângulo $\geq 20^\circ$	1,5	1,5	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3

1800	Terminal/Subida/Linha/Ângulo $\geq 20^\circ$	1,7	1,7	Pedra de enrocamento + betão traço 1:2:3
------	--	-----	-----	--

ESPIAMENTO DE TRAÇADOS

As espias são instaladas sempre que seja necessário garantir o equilíbrio de forças no poste de madeira.

O espiamento deverá ser executado com:

- Com cabo de aço 7 arames;
- Com poste escora (só aplicado quando não é possível com o cabo de aço 7 arames).

Para efeitos de proteções de pessoas, bens e animais, as espias deverão ser sinalizadas, com tubo para sinalização.

O comprimento do tubo de sinalização deverá ser de 3 m, aplicado na espia.

Espiamento com cabo de aço de 7 arames

O espiamento com cabo de aço de 7 arames poderá ser executado:

- Ao solo através de âncora e esticador com estropo para espiamento;
- À parede através de bucha expansível de dimensão adequada ao tipo de material construtivo da parede;
- Através de poste espia.

Todas terão o mesmo processo de instalação na cabeça do poste (Figura 51).

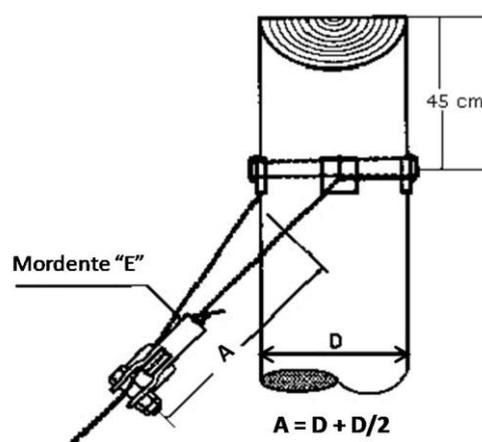


Figura 51 - Instalação na cabeça do poste

Em casos excepcionais, a espia poderá ser colocada fora da cota acima indicada.

Regras de espiamento

O esforço num poste resulta:

- Do somatório da resultante das forças dos cabos instalados;
- Da força exercida pela (s) espia (s) aplicada (s).

O espiamento tem como objetivo garantir o equilíbrio de forças no poste.

A carga de segurança do cabo de aço de 7 arames é calculada aplicando um coeficiente de segurança (0,65) à carga de rotura conforme especificado em anexo.

Carga de segurança do cabo de aço de 7 arames = 0,65 x carga de rotura

A carga máxima que deverá ser suportada pela espia será a carga de segurança (Tabela 15).

Tabela 15 - Carga de segurança da espia

Espia	Carga de segurança (daN)
Cabo de aço de 7 arames	1428

Quando pela instalação de um cabo, se verificar que a força de tração exercida pelos cabos no poste ultrapassa a carga de segurança da espia, deverá reforçar o espiamento.

Deverá ter em atenção que a tensão de regulação máxima admitida, em função do esforço de compressão em cada poste, nunca poderá ser ultrapassada.

Espiamento de poste terminal

Para poste terminal serão escolhidos os postes mais robustos e sem curvatura porque está sujeito permanentemente a dois grandes esforços:

- Esforços de flexão e;
- Esforços de compressão.

Os postes terminais são espiados, na generalidade, com uma única espia (Figura 52).

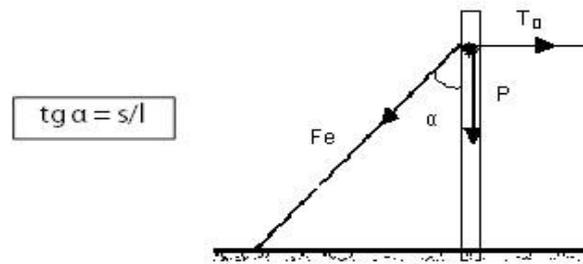


Figura 52 - Espiamento terminal

$$P = T_o / \text{tg } \alpha \quad \text{ou} \quad P = h / s \times T_o$$

Em que:

- Fe – Força exercida pela espia (s);
- To – Força resultante da regulação dos cabos;
- P – Força de compressão sobre o poste;
- l – Altura da amarração ao solo;
- s – Distância do espia ao poste;
- α – Ângulo entre a espia e o poste.

Sempre que se justifique, este tipo de espia também deverá ser utilizado nas travessias, em ambos os lados da via pública.

A Força resultante da regulação dos cabos (T0) depende do ângulo formado entre a espia e o poste (α) (Tabela 16):

Tabela 16 - Valores de T0

Carga de segurança (kg)	To (daN)	
	30º	45º
Cabo de aço de 7 arames	1458	1009

Espiamento duplo

A instalação de duas espias em V (Figura 53) deverá ser executada fazendo um ângulo de 45º com o poste e com um afastamento entre si (H/3) conforme Tabela 17. Este sistema suportará uma força resultante da regulação dos cabos (To) de 2000 Kgf.

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

Deverá ter em atenção que a tensão de regulação máxima admitida, em função do esforço de compressão em cada poste, nunca pode ser ultrapassada.

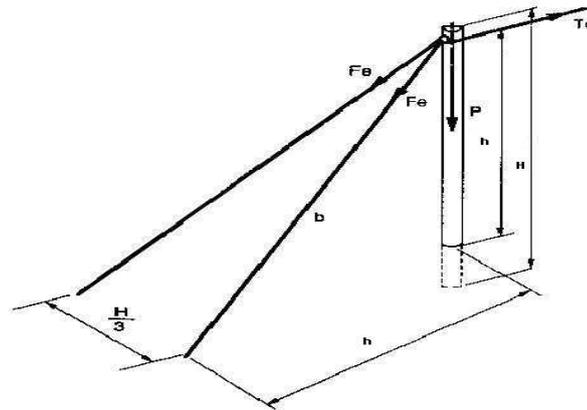


Figura 53 - Espiamento duplo (espiamento em V horizontal)

Tabela 17 - Espiamento duplo (espiamento em V horizontal)

H (m)	Afastamento entre espias H/3 (m)
7	2,33
8	2,67
9	3,00
10	3,33
12	4,00
15	5,00

Sempre que as condições do terreno não permitam executar um espiamento em V horizontal será executado o espiamento em V vertical (Figura 54).

Este sistema poderá suportar uma força resultante da regulação dos cabos (T_o) de 1760 kgf.

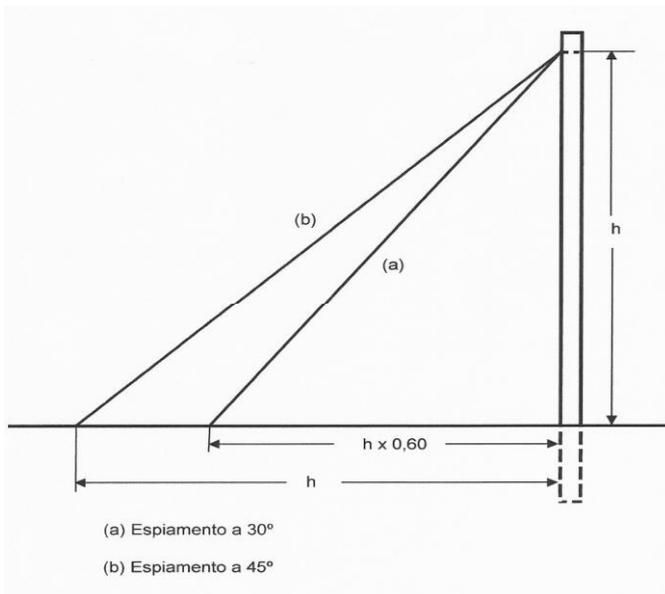


Figura 54 - Espiamento duplo (espiamento em V vertical)

Espiamento de ângulos

O espiaemento de ângulos é determinado pelo valor do ângulo e do somatório das tensões dos cabos instalados.

As tabelas de espiaemento de traçados com ângulos estão referidas em anexo.

Na primeira coluna está referido o ângulo de desvio de traçado e na segunda coluna o ângulo interno que poderá variar de 180° a 140°. Nas outras colunas está indicado o valor da carga máxima a aplicar ao poste, resultante da tensão do cabo instalado e da ação dinâmica do vento sobre o cabo. A ação dinâmica do vento sobre o poste, não é aqui considerada porque está deduzida à carga útil da espia.

Espiamento longitudinal

O espiaemento longitudinal tem como objetivo limitar o desequilíbrio do traçado provocado pela rutura ou desprendimento do tensor do poste e que só deverá acontecer por situações anómalas, como por exemplo, a queda de uma árvore sobre o traçado.

O espiaemento longitudinal (Figura 55) é constituído por dois sistemas, sendo a secção de reforço de 2 Km. Cada sistema de espiaemento é escolhido em função do somatório das

PROJETO REDE DE FIBRA ÓTICA VALE DE AMOREIRA

tensões dos cabos instalados. As forças máximas resultantes da regulação dos cabos – “T0” a suportar, estão indicadas na (Tabela 18).

Deve ter-se em atenção que a tensão de regulação máxima admitida, em função do esforço de compressão em cada poste, nunca pode ser ultrapassada (Tabela 20).

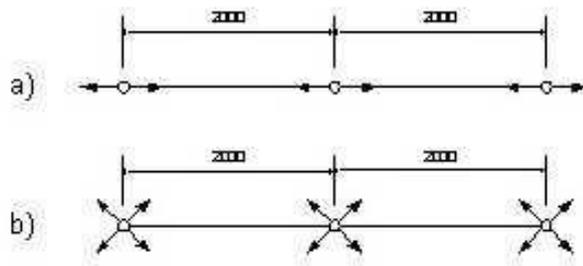


Figura 55 - Espiamento longitudinal

Tabela 18 - Regulação dos cabos “T0”

Espiaamento Tipo	T ₀ (daN)	
	Longitudinal (ângulo de 45°)	
Material	← ○ →	
Cabo de Aço de 7 Arames	1009	1429

Espiaamento transversal

O espiaamento transversal (Figura 56) deverá ser executado quando a resistência à flexão do poste é ultrapassada pela força da ação do vento, que atua numa direção transversal e normal ao traçado.

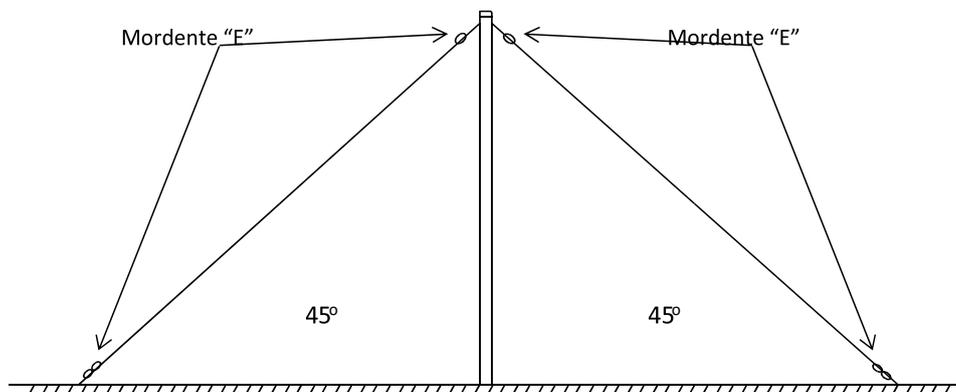


Figura 56 - Espiaamento transversal

Designa-se por secção de reforço a extensão de traçado compreendida entre dois apoios espiados transversalmente.

Os traçados com apenas um cabo serão espiados de 2 em 2 km.

Os traçados com dois cabos serão espiados conforme as indicações da tabela de espionamento transversal - Traçados com dois cabos que pode ser consultado em anexo.

Os traçados com três cabos serão espiados conforme as indicações das tabelas de espionamento transversal - Traçados com três cabos que pode ser consultado em anexo. Neste anexo deve ser selecionada a tabela respeitante ao terceiro cabo a instalar.

A secção de reforço é dada por um dos algarismos - 1, 2, 3, 4 e 5 - que se encontra na intersecção da linha ou coluna correspondente a um dos cabos, com a coluna ou linha do outro.

Exemplos:

O cálculo dos exemplos a seguir apresentados foram efetuados com a utilização das tabelas constantes em anexo.

Traçado com dois cabos

Pretende-se instalar um cabo de 150 pares de 0,6 num traçado onde já existe um cabo de 100 pares de 0,6, pelo que se vai determinar o tipo de espionamento transversal que deve ser adotado. Na interceção da linha referente ao cabo instalado (1º cabo) com a coluna correspondente ao novo cabo a instalar (2º cabo) encontra-se o algarismo 3. Pelo quadro da tabela que identifica o número de espionamento a utilizar, verifica-se que o mesmo deve ser efetuado de 10 em 10 postes.

Se pretendermos instalar um cabo de 200 pares de 0,4 num traçado que já comporta um cabo de 20 pares de 0,9 verifica-se que a interceção da linha com a coluna não é abrangida pela tabela. No entanto a tabela é reversível, inverte-se a ordem dos cabos e encontra-se o algarismo 2. Através do quadro que identifica o número de espionamento a utilizar verifica-se que o espionamento transversal deve ser feito de 20 em 20 postes.

Traçado com três cabos

Pretende-se instalar um cabo de 30 pares de 0,4mm num traçado onde já existem dois cabos, sendo um de 100 pares de 0,6 e outro de 10 pares de 0,9, pelo que se vai determinar o tipo de espionamento transversal que deve ser adotado.

Do conjunto das tabelas de traçados com três cabos, seleciona-se a tabela relativa ao terceiro cabo de 30 pares, diâmetro 0,4. Na interceção da linha com a coluna correspondente aos dois primeiros cabos, encontra-se o algarismo 3. Através do quadro que identifica o número de espionamento a utilizar, verifica-se que o espionamento deve ser feito de 10 em 10 postes.

Espionamento ao solo

Na (Figura 57) apresentam-se, de uma forma genérica, os diversos materiais usados no espionamento.



Esticador



Âncora



Acessório para espionamento

Figura 57 - Materiais para espionamento

A âncora ficará instalada/colocada com a base (face mais larga) virada para cima.

Espionamento ao solo a 45°

As espias ligadas diretamente ao solo são fixadas por intermédio do esticador com estropo, cuja âncora deverá ficar a 1,20 m de profundidade com a base voltada para cima.

A espia fará normalmente um ângulo de 45°, pelo que o esticador com estropo deve emergir do terreno a uma distância do poste, igual à que vai da base ao ponto de fixação (Figura 58). Em terrenos de nível, a cova deve ser aberta de modo a que o seu eixo fique àquela distância acrescida de 1,0 m (Figura 58).

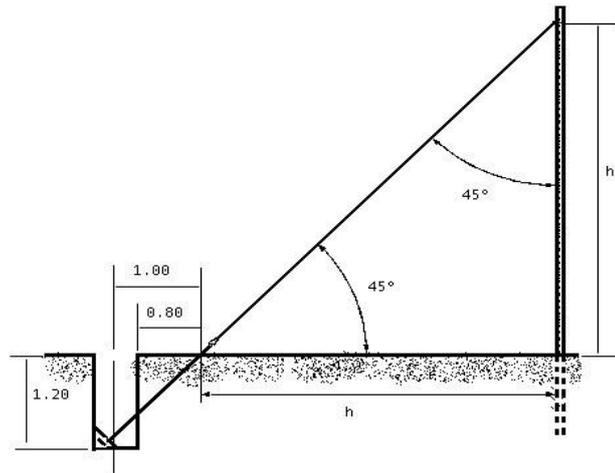


Figura 58 - Espiamento ao solo a 45°

A secção da cova será de 0,40×0,40 m, levando um rasgo de 0,08 a 0,1 m de largura com a inclinação de 45°. Para isso, será iniciado a 0,90 m da parede e terminado a 0,3 m do fundo (Figura 59).

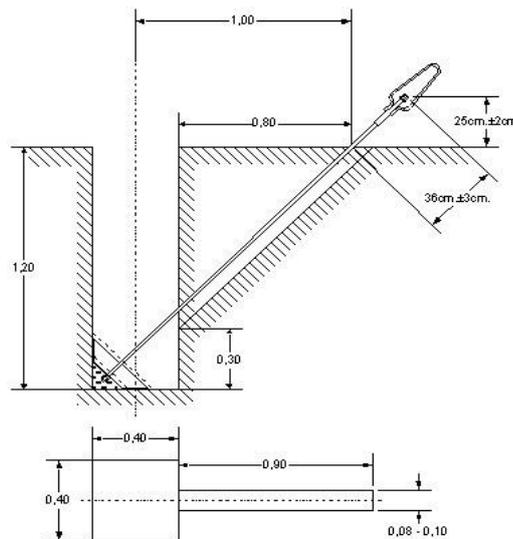


Figura 59 - Cova para espionamento ao solo a 45°

O rasgo estará dimensionado para que o esticador com estropo fique rigorosamente na direção da espia, para que estes dois elementos formem um conjunto retilíneo.

Espiamento ao solo a 30°

Em traçados urbanos muito leves, sem probabilidade de ampliação, pode colocar-se a espia fazendo um ângulo de 30° com o poste. Neste caso o esticador com estropo emergirá do terreno a uma distância do poste igual à que vai da sua base ao ponto de fixação, multiplicada pelo coeficiente 0,6 (Figura 60).

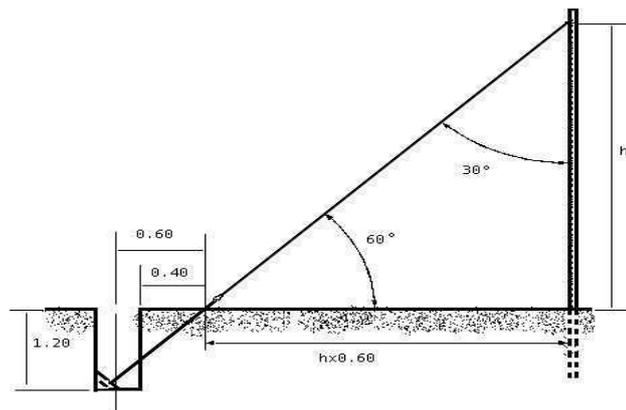


Figura 60 - Espiamento ao solo a 30º

As espias ligadas diretamente ao solo são fixadas por intermédio do esticador com estropo, cuja âncora deve ficar a 1,20 m de profundidade. Para estes casos, a cova será aberta com dimensões de 0,40×0,40 m e levará um rasgo com largura de 0,08 m a 0,1 m, iniciado a 0,50 m da parede da cova e terminado a 0,33 m do fundo da cova (Figura 61).

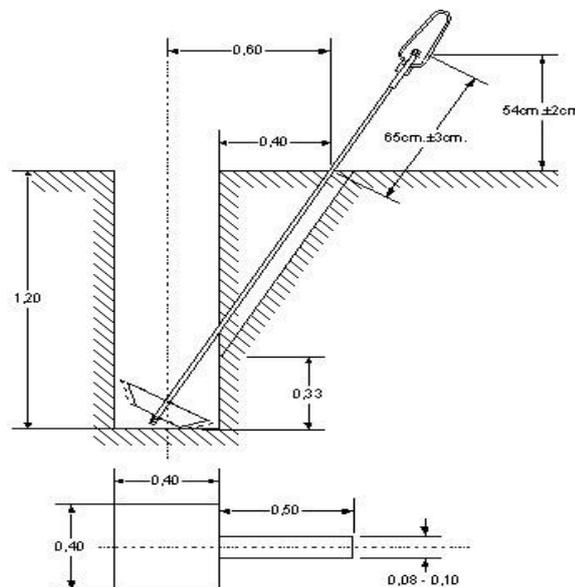


Figura 61 - Cova para espionamento ao solo a 30º

Espiamento à parede

As espias são fixadas consoante a natureza da parede por intermédio de escápulas para cantaria ou alvenaria.

Os pontos de fixação devem ser escolhidos de modo a não prejudicarem a estética da parede/edifício.

Nunca se deve fixar uma escápula sobre um friso de cantaria. Também nunca se deve fixar uma escápula no meio do “pano” de uma parede porque aí a sua resistência à tração é muito reduzida.

Poste espia

As condições locais por vezes obrigam a que a espia fique a uma altura superior à de uma espia normal, como seja a travessia duma estrada em que a altura (a) obedece a valores mínimos, conforme referido. Nestes casos recorre-se ao poste-espia (Figura 62).

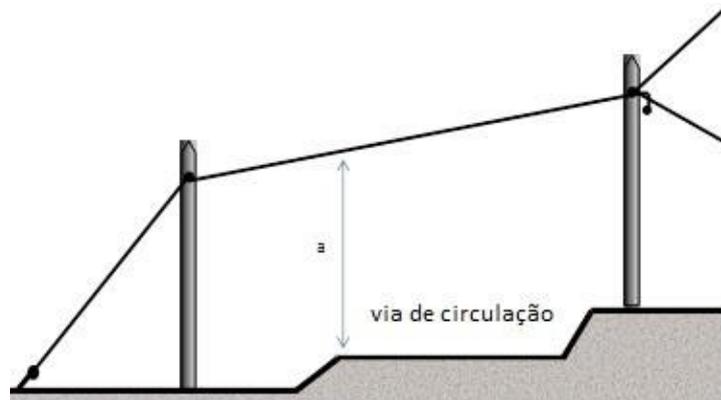


Figura 62 - Espiamento com poste espia

A espia ao solo deverá fazer um ângulo de 45° com o poste-espia.

Se porventura as condições locais obrigarem a um ângulo menor, terá de substituir-se aquela espia por duas em V (Figura 63). O limite do afastamento das espias entre si e o poste pode assumir os valores indicados (Tabela 19).

As duas espias assim colocadas correspondem a uma só espia instalada a 45° .

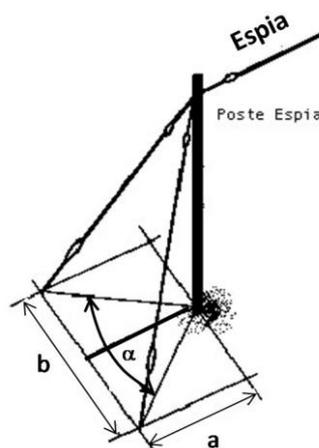


Figura 63 - Poste espia

Tabela 19 - Afastamento das espias no solo

Afastamento das espias ao solo								
Poste	α	0º	20º	40º	60º	80º	90º	120º
7	a \geq	2,08	2,08	2,10	2,13	2,19	2,25	2,75
	b \leq	0	0,72	1,52	2,46	3,68	4,50	9,52
8	a \geq	2,40	2,46	2,44	2,51	2,53	2,62	2,77
	b \leq	0	0,86	1,78	2,90	4,24	5,24	11,08
9	a \geq	2,76	2,77	2,78	2,82	2,91	2,98	3,65
	b \leq	0	0,98	2,02	3,26	4,88	5,96	12,64

Ligação da espia ao esticador

A (Figura 64) ilustra a forma de amarração da parte sobrente do cabo da espia na ligação com o esticador, após o tensionamento da espia. Esta amarração será realizada com a utilização de cerra-cabos.

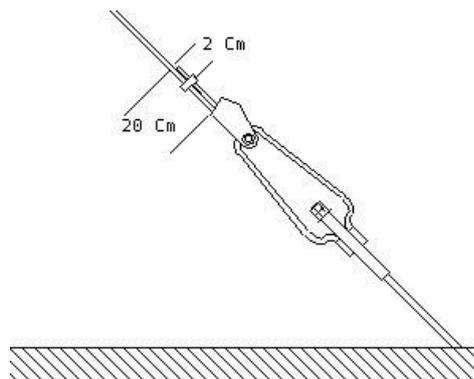


Figura 64 - Ligação espia-esticador