



Relatório de estágio

Mestrado em Engenharia Electrotécnica

Projeto de Redes de Fibra Ótica

Emanuel dos Santos Nunes

Leiria, *Setembro de 2016*



Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia Electrotécnica

Projeto de Redes de Fibra Ótica

Emanuel dos Santos Nunes

Relatório do estágio de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica realizado sob a orientação do Doutor Pedro José Franco Marques, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, *Setembro de 2016*

Resumo

Este relatório tem como principal objetivo apresentar o trabalho que foi efetuado durante o estágio do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, indicando os procedimentos e regras necessárias à realização de um projeto de redes de fibra ótica. O estágio foi realizado na empresa PSIT - Produtos e Serviços em Informática e Telecomunicações Lda, tendo o autor sido integrado num grupo de trabalho e desenvolvido diversos projetos.

De início são apresentadas as principais tecnologias de comunicações usadas em Portugal e são feitas algumas considerações generalistas sobre as mesmas. O foco passa de seguida para a fibra ótica que é abordada com mais detalhe. São referidas as suas vantagens em termos gerais sendo depois feita a distinção entre redes passivas e ativas, para além de serem apresentadas diversas arquiteturas de rede.

Numa segunda parte são referidos todos os elementos que são usados numa rede de fibra ótica e são feitas algumas observações. De seguida, apresentam-se os passos e documentos necessários na fase de levantamento ou *survey*. Após isto, chega a parte do projeto da rede de fibra ótica, onde também se aborda com um bom detalhe o que fazer e como fazer, mostrando alguns excertos de dois projetos executados para a Vodafone.

Palavras-chave: Redes, Fibra ótica, Projeto, Levantamento.

Abstract

The main objective of this report consists in showing the work done during the internship of the Masters in Electrical Engineering, indicating the procedures and rules necessary in the realization of a fiber optics project. The internship was made in the company PSIT – Produtos e Serviços em Informática e Telecomunicações Lda, being the author incorporated in a workgroup, developing many projects.

On the beginning are presented the main telecommunication technologies used in Portugal and some general considerations are made about them. Then it's made a closer look to fiber optics which are addressed with more detail. Their advantages are exposed in a general way and after that, it's made a distinction between passive and active networks and it is also presented several grid architectures.

On a second part, are referenced all type of elements that are used on an optical grid and some observations are made. Following that, some steps and documents that must be done on the survey phase are presented. After that, comes the fiber optics grid project where it's shown with detail what to do and how to do it. It is also shown some examples from projects made for Vodafone.

Key-Words: Grids, Fiber optics, Project, Survey.

Índice

ABSTRACT	I
ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABELAS	V
LISTA DE SIGLAS	VII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 DADOS ESTATÍSTICOS	3
1.3 ÂMBITO E MOTIVAÇÃO.....	6
1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	7
2. ESTRUTURA DAS REDES	9
2.1 VANTAGENS DAS REDES DE FIBRA ÓTICA	10
2.2 TIPOS DE REDES DE FIBRA ÓTICA.....	11
3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FIBRA ÓTICA.....	15
3.1 ELEMENTOS ATIVOS	15
3.1.1 EMISSORES ÓTICOS	15
3.1.2 RECETORES ÓTICOS.....	16
3.1.3 AMPLIFICADORES ÓTICOS.....	17
3.2 ELEMENTOS PASSIVOS.....	17
3.2.1 UNIÕES.....	17
3.2.2 ADAPTADORES, CONECTORES, PIGTAILS.....	18
3.2.3 ATENUADORES ÓTICOS	19
3.3.4 SPLITTERS E ACOPLADORES.....	20
3.3.5 FILTROS ÓTICOS.....	21
3.3.6 CAIXAS DE FUSÃO	21
3.3.7 CAIXAS DE TERMINAÇÃO OU DISTRIBUIDORES ÓTICOS.....	22
3.3.8 CABOS DE FIBRA ÓTICA.....	22
3.3.9 TIPO DE FIBRA ÓTICA.....	24
4. ELABORAÇÃO DO SURVEY	27
4.1 DIRETIVAS	28
4.1.1 SURVEY INTERIOR.....	28
4.1.2 SURVEY EXTERIOR	29
4.1.3 EDIFÍCIOS ESPECIAIS.....	29
4.1.4 INFRAESTRUTURA.....	30
4.2 PRODUÇÃO DO SURVEY.....	31

ÍNDICE

4.2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS NO LOCAL	31
4.2.2 REPRESENTAÇÃO DO SURVEY	31
4.2.3 TABELAS E LISTAS.....	34
4.2.4 OUTROS FICHEIROS.....	35
4.3 CELULIZAÇÃO	37
5. PROJETO FTTH	39
5.1 MICROCELULIZAÇÃO	39
5.2 RÁCIO DE SPLITAGEM	41
5.3 REDE PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA	44
5.3.1 INFRAESTRUTURAS	44
5.3.2 DIMENSIONAMENTO DOS CABOS.....	47
5.3.3 TABELA DE LIGAÇÕES.....	47
5.3.4 DESENHO DOS TRAÇADOS.....	48
5.3.5 SINÓPTICO.....	49
5.3.5 FOLGAS.....	52
5.3.6 TABELAS DE CÁLCULO DA ATENUAÇÃO.....	52
5.3.7 FICHAS DE PDO	53
6. CONCLUSÃO	55
BIBLIOGRAFIA	57
ANEXO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE A TRANSPARÊNCIA DOS OPERADORES MÓVEIS RELATIVAMENTE ÀS LIMITAÇÕES DE TRÁFEGO.	61
1. ANÁLISE VODAFONE.....	61
2. ANÁLISE NOS.....	63
3. ANÁLISE MEO.....	64
4. CONCLUSÃO	65
ANEXO 2 – TABELA DE ATENUAÇÕES	67
ANEXO 3 – FICHA DE PDO.....	69
ANEXO 4 – LEVANTAMENTO DE EDIFÍCIO	71

Índice de Figuras

Figura 1 - Percentagem de casas com acesso a Banda em Portugal e na União Europeia [7].....	3
Figura 2 - <i>Ranking</i> mundial dos subscritores de FTTH/B [12]	5
Figura 3 - <i>Ranking</i> europeu de FTTH/B	6
Figura 4 - Principais segmentos das redes de telecomunicações	9
Figura 5 - Figura Ilustrativa das diferentes arquiteturas das redes de fibra ótica	12
Figura 6 - Emissores óticos	15
Figura 7 - Recetores óticos.....	16
Figura 8 - União mecânica	18
Figura 9 - Máquina de fusão com as fibras acopladas	18
Figura 10 - Diversos tipos de adaptadores	18
Figura 11 - Conectores com pigtails	19
Figura 12 - Atenuadores óticos	19
Figura 13 - <i>Splitter</i> ótico	20
Figura 14 - Filtros óticos	21
Figura 15 - Caixas de fusão.....	21
Figura 16 - Prateleira para instalação de distribuidor ótico (à esquerda) e instalação de distribuidor ótico em parede (à direita).....	22
Figura 17 - Figura ilustrativa da composição de uma fibra ótica genérica	23
Figura 18 - Cabo de fibra ótica do tipo “ <i>loose tube buffer</i> ”	24
Figura 19 - Cabo de fibra ótica do tipo “ <i>tight buffer</i> ”.....	24
Figura 20 - Cabo de fibra ótica do tipo “ <i>ribbon</i> ”	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 21 - Cabo de fibra ótica do tipo "armado"	25
Figura 22 - Cabo de fibra ótica do tipo "auto suportado"	25
Figura 23 - Edifícios no Google Earth	31
Figura 24 - Edifícios e postes no Google Earth.....	32
Figura 25 - Edifícios e postes carregados em CAD.....	32
Figura 26 - Legenda dos carimbos de edifício usados no projeto	33
Figura 27 - Carta ORAC da PT (inclui condutas e sua ocupação)	36
Figura 28 - Excerto da célula RAN05	37
Figura 29 - Excerto da microcelulização de RAN05	40
Figura 30 - Figura representativa da utilização do espectro na rede.....	41
Figura 31 - Representação gráfica das estruturas a utilizar	45
Figura 32 - Traçado de uma microcélula	48
Figura 33 - Excerto do sinótico primário de RAN05.....	49
Figura 34 - JSO112 legendada	50
Figura 35 - PDO1073 Legendado.....	50
Figura 36 - Exemplo de um troço de rede com fibras pertencentes à rede primária (etiqueta de cima) e fibras pertencentes à rede secundária (etiqueta de baixo).....	51
Figura 37 - Cálculo de atenuações.....	53
Figura 38 - Tabela Riser de Interior	53
Figura 39 - Restrições de serviço Vodafone depois de 28/08/2014.....	62
Figura 40 - Restrições de serviço Vodafone antes de 28/08/2014.....	62
Figura 41 - Restrições do serviço NOS – Depois	63
Figura 42 - Restrições de serviço NOS – Antes	63
Figura 43 - Restrições de serviço Meo - Depois	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo de <i>Survey</i> de RAN05.....	34
Tabela 2 - Excerto da lista de constrangimentos de RAN05.....	35
Tabela 3 – Excerto da lista de moradas RAN05	35
Tabela 4 - Configuração possíveis para as JSO.....	42
Tabela 5 - Número de <i>splitters</i> a instalar por fase de ativação.....	43
Tabela 6 - Percentagem de UAs servidas por fase de ativação.....	43
Tabela 7- Tabela de requisição de condutas PT (ORAC).....	44
Tabela 8 - Tabela de ligações do PDO883:JSO92:RAN05.....	48
Tabela 9 - Planos de internet móvel Vodafone	61
Tabela 10- Planos de internet móvel NOS	63
Tabela 11 - Planos de internet móvel Meo.....	64

Lista de Siglas

- CAD – *Computer Aided Design*
- CE – Caixa de Entrada
- CO – *Central Office*
- CVP – Caixa de Visita Permanente
- EDP – Energia de Portugal
- FO – Fibra ótica
- FTTB – *Fiber to the building* ou *fiber to the basement*
- FTTC – *Fiber to the curb* ou *fiber to the cabinet*
- FTTH – *Fiber to the home*
- FTTN – *Fiber to the node* ou *fiber to the neighborhood*
- FTTx – *Fiber to the x* (engloba todos os FTT anteriores)
- GPRS – *General packet radio service*
- GT – *Geotype*
- GSM – *Global System for Mobile Communications*
- HP – Residência do cliente
- HSPA – *High Speed Packet Access*
- ID – Identificação
- ITED – Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
- JFO – Junta ótica
- JSO – Junta de Splitagem Ótica
- KMZ – *Keyhole Markup Language*
- LED - Díodo Emissor de Luz (do inglês *Light Emitting Diode*)

LISTA DE SIGLAS

LTE – *Long Term Evolution*

MTBF – *Mean Time Between Failure*

NIF – Número de Identificação fiscal

ORAC – Oferta de Referência de Acesso a Condutas

ORAP – Oferta de Referência de Acesso a Postes

OSP – *Optical Service Provider*

PD – Ponto de Distribuição

PDO – Ponto de Distribuição Ótico

PSIT – Produtos e Serviços em Informática e Telecomunicações, Lda

UA – Residência do cliente

UMTS – *Universal Mobile Telecommunication System*

WGS84 – *World Geodetic System*

xDSL – Família de tecnologias DSL

1. Introdução

1.1 Considerações iniciais

O mundo como o conhecemos hoje em dia é bastante diferente daquele que existia há algumas décadas atrás. Os meios de comunicação impulsionados pelo desenvolvimento tecnológico associado à criação de novas e melhores soluções, que são implementadas num meio concorrencial, resultam numa crescente exigência dos consumidores face à flexibilidade, desempenho e diversificação com que estes meios nos são apresentados.

Portugal não é exceção e de momento existem essencialmente 3 operadoras de telecomunicações, sendo elas a Vodafone, a NOS e a MEO. Cada uma apresenta diversas soluções assentes em diferentes tecnologias. São oferecidas soluções que envolvem diversas combinações ou em separado de internet fixa e/ou portátil, telefone, telemóvel e televisão. Estes serviços têm vindo a apresentar uma evolução a nível de oferta e de consumo de recursos, fazendo-se acompanhar de novas tecnologias no mercado que concorrem com outras tecnologias mais antigas até dentro do mesmo operador.

Tecnologias usadas que permitem portabilidade, são as utilizadas essencialmente por telemóveis e outros dispositivos específicos que permitem acesso a esta rede. A quantidade disponível de tecnologias neste tipo de rede é a prova de uma evolução notável, encontrando-se até à presente data ainda disponíveis tecnologias, que vão desde a tecnologia GSM (2ª geração) e muitas outras entretanto lançadas destacando por ordem temporal de aparecimento no mercado o GPRS, o UMTS, o HSPA e o LTE (4G) [1].

Tecnologias usadas em comunicações fixas, assentam em redes de cabos de cobre e cabos coaxial em redes de cabos híbridas (FTTN/FTTC) com cabos de fibra ótica e coaxial usada exclusivamente pela NOS e mais recentemente usando exclusivamente cabos de fibra ótica (FTTH), sendo esta última a opção que possibilita um desempenho superior.

Especialmente para locais remotos, onde as redes fixas não chegam, existe também a opção de comunicação por satélite.

1. INTRODUÇÃO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Cada tipo de tecnologia tem as suas especificidades com as redes móveis a ganharem no campo da portabilidade mas perdendo na velocidade de transmissão de dados, latência e acima de tudo no limite de tráfego. Estas limitações de tráfego foram no passado ocultadas pelos operadores, que diziam oferecer tráfego ilimitado, levando a que muitos utilizadores se sentissem enganados, levando a Anacom a intervir [2]. No entanto, ao escrutinar as condições de utilização verifica-se que após a passagem dos 15GB, a velocidade da internet passa para uma velocidade “miserável” que pode chegar a ser 1200 vezes inferior à contratada (de 150 Mb/s para 128 Kb/s). O único operador que é transparente é a Meo onde o tráfego incluído se encontra bem visível [3][4][5]. Esta comparação em termos de transparência dos operadores pode ser verificada no anexo 1. De notar, que um mês após efetuada esta análise, estes limites já não se encontravam especificados pela NOS e Vodafone, embora continuem a existir mas com parâmetros aparentemente desconhecidos pelo consumidor.

Já na comunicação por satélite, a principal limitação tecnológica é a latência que pode ser de 600 ms ou até mais [6]. Esta limitação no entanto não é muito importante quando o serviço a suportar é um serviço de televisão, sendo no entanto bastante limitativa em serviços nos quais é necessária uma interação em tempo real.

Estas modernizações tecnológicas permitem aos operadores fornecerem serviços cada vez mais exigentes em qualidade. Exemplo disso são os canais de televisão em alta definição hoje fornecidos, sendo também espectável que no futuro sejam fornecidos canais com definição ultra ou até mesmo em 3D. A Rede atualmente a ser implementada com melhor desempenho em todos os níveis e também com a maior capacidade de suportar todo o tipo de serviços previstos para o futuro são as redes de fibra ótica.

1.2 Dados estatísticos

Segundo dados do Eurostat, Portugal embora tenha menos casas ligadas a serviços de banda larga que a média da União Europeia em termos percentuais, tem vindo ao longo dos anos a aumentar esse número, seguindo a tendência que se regista na União Europeia. A urgência das operadoras de telecomunicações em fornecerem serviços de internet de alta velocidade aos seus clientes é visível tanto na União Europeia como em Portugal. Como se encontra evidenciado na figura 1, em apenas 9 anos Portugal passou de uma taxa de cobertura de banda larga de 12% em 2004 para uma cobertura de 62% em 2013. Embora não se encontre explícito no *site* do Eurostat, é evidente que estes dados não incluem a cobertura de banda larga móvel [7]. Já o número de subscritores de internet fixa foi em 2013, segundo o Banco Mundial, de 23,84 por cada 100 pessoas em Portugal. De notar que o número de subscritores é inferior ao número real de utilizadores da internet subscrita, uma vez que o subscritor na maioria dos casos partilha o acesso da sua internet [8].

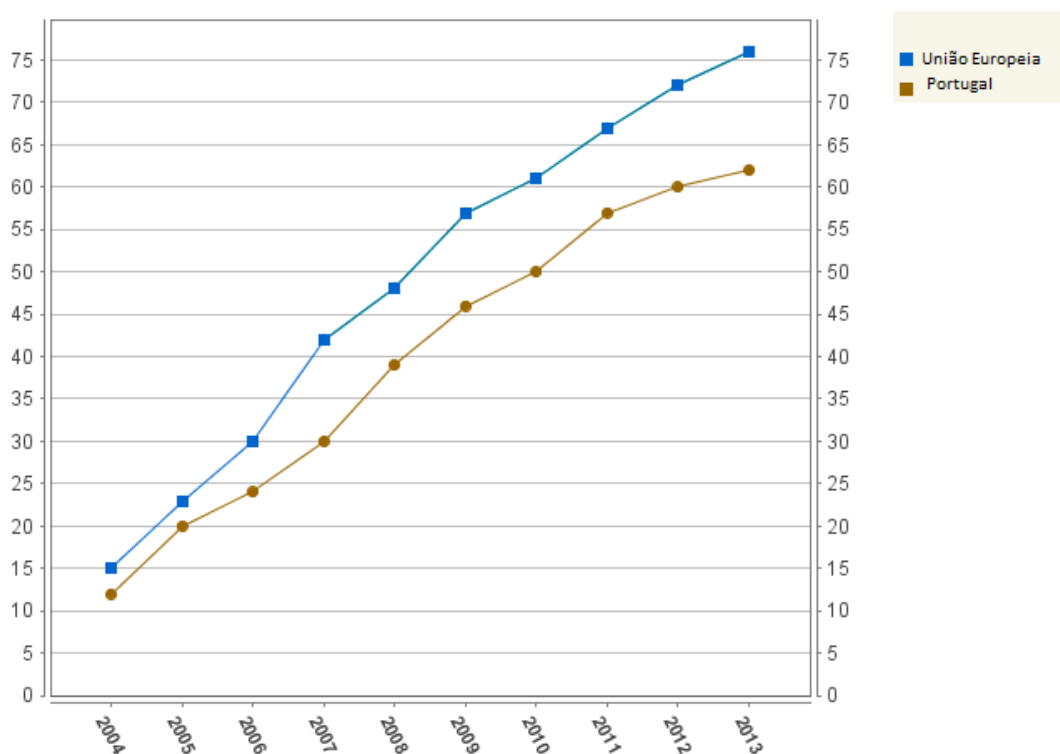


Figura 1 - Percentagem de casas com acesso a Banda em Portugal e na União Europeia [7]

1. INTRODUÇÃO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Relativamente à fibra em Portugal, existe alguma informação disponibilizada pelas operadoras. Cada uma delas possui a sua rede de fibra ótica, não havendo na maioria dos casos partilha da rede entre operadoras. Em Portugal existiam em 2011, 5.877.991 habitações. Segundo a operadora Meo, esta possuía no final de 2011 uma rede FTTH que cobria 1.6 milhões de casas [9]. Já a operadora Vodafone, afirmou em finais de 2013 pretender chegar às 1.5 milhões de casas ligadas, possuindo apenas 750 mil em Fevereiro de 2014. Em meados do ano 2014, a operadora Vodafone e a operadora Meo assinaram um acordo em que cada uma das entidades se compromete em partilhar o acesso a cerca de 900 mil habitações (cada operadora disponibiliza o acesso a cerca de 450 mil), aumentando assim a cobertura para ambas as operadoras sem a necessidade de investimento adicional em infraestruturas [10].

A operadora NOS, detêm uma vasta rede de cabos coaxiais. Devido a esta realidade, a NOS tenta rentabilizar ao máximo a sua rede, fazendo um investimento menor em FTTH. No entanto, metade do investimento na expansão da sua rede fixa será direcionada para a fibra ótica, ao ritmo de 200 mil casas por ano. Isto demonstra o facto de a NOS pretender modernizar a sua rede, embora a um ritmo mais moderado [10].

Um aspeto importante a ter em consideração aquando uma nova tecnologia é introduzida no mercado é quando esta atinge a sua maturidade. Segundo a empresa de estudos de mercado *Heavy Reading*, a fibra atinge a maturidade num país quando 20% das suas habitações são subscritoras de FTTH/B. A partir deste ponto considera-se que o número de clientes é grande o suficiente para ser financiado o desenvolvimento de novos serviços e aplicações de alta velocidade. De momento apenas 9 países no mundo atingiram este patamar, sendo que os Emirados Árabes Unidos lideram o *ranking* mundial com 85% de subscritores no final do ano 2013 [11]. Na Figura 2, pode-se verificar em detalhe o ranking mundial dos países subscritores de fibra apresentado numa conferência de imprensa em Londres pelo FTTH *Council Europe*.

1. INTRODUÇÃO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

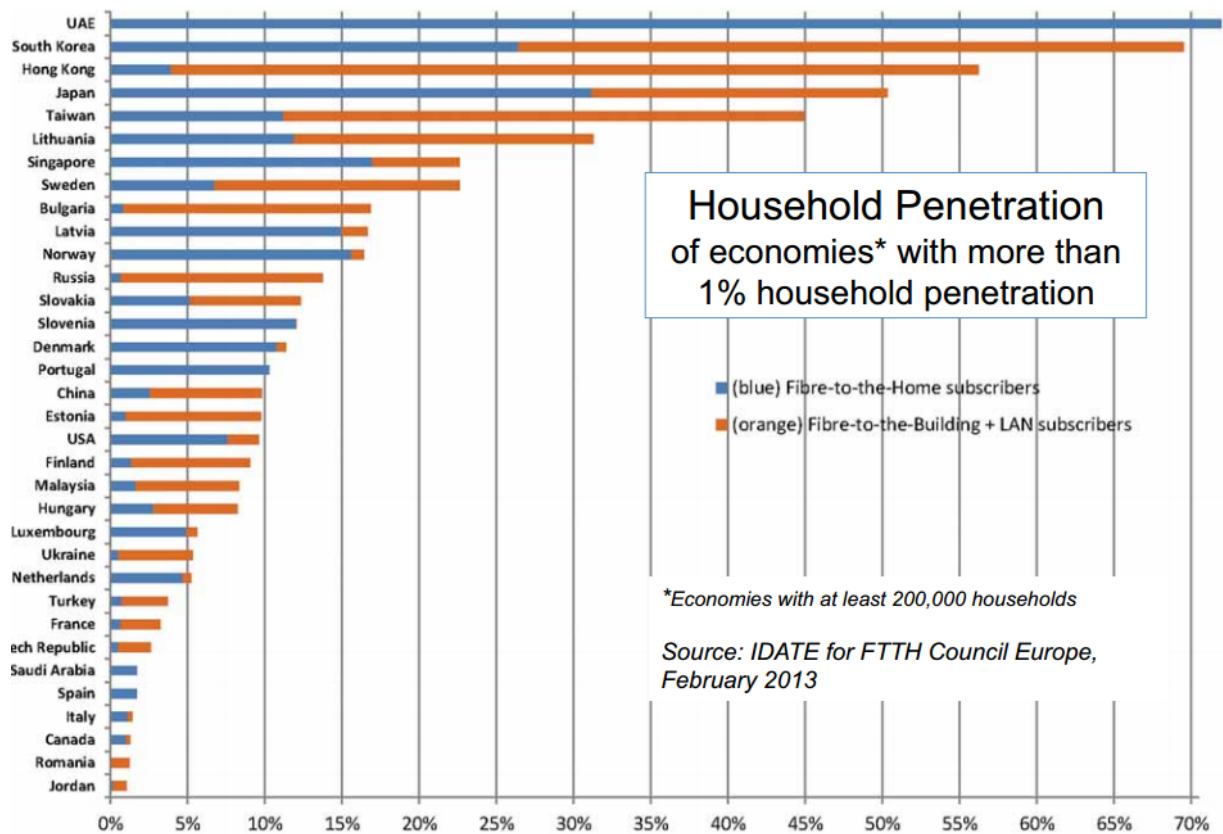


Figura 2 - Ranking mundial dos subscritores de FTTH/B [12]

No que à Europa diz respeito, apenas 3 países já atingiram a maturidade da fibra, como se pode verificar na Figura 3, sendo a Lituânia o país com a maior percentagem de subscritores correspondendo a 34%, possuindo também uma cobertura de fibra de 100%. Já Portugal encontra-se em 9º lugar a nível Europeu com uma percentagem de subscrição por volta dos 13% [11]. A previsão apontava para que Portugal atingisse os 20% de subscritores no ano 2016 e para que a Europa no seu todo alcance esse valor em 2022 [12]. Na figura 3 é possível ver o ranking europeu de subscritores de fibra ótica.

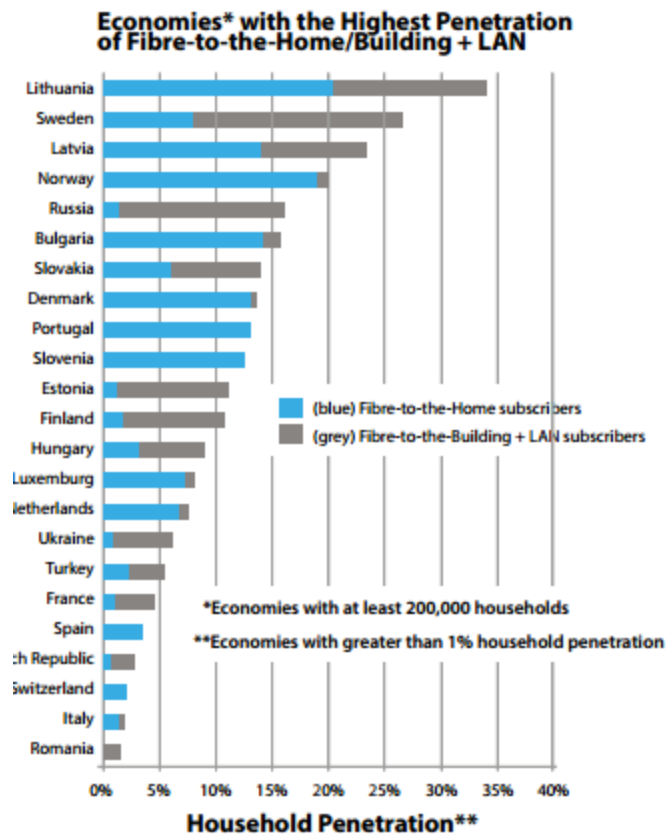


Figura 3 - Ranking europeu de FTTH/B

1.3 Âmbito e Motivação

Com base no que foi anteriormente referido, fica bem patente que a importância que as redes de fibra ótica desempenham como rede de nova geração é consensual, sendo uma tecnologia adotada à escala mundial. A rede de fibra tem vindo a expandir-se tanto em Portugal como no mundo, traduzindo-se também num número crescente de subscritores, que por sua vez impulsiona os operadores a desenvolverem melhores serviços, dando uso à superioridade tecnológica disponível. Já os outros meios de comunicação devem de começar a desaparecer assim que se tornarem obsoletos. Como tal, a fibra ótica veio para ficar, encontrando-se ainda numa fase inicial pelo que é ainda prematuro conseguir apontar todo impacto que uma rede deste tipo terá no nosso futuro.

O conhecimento de como a rede funciona, os componentes que a formam, assim como a maneira como a rede é planeada, é um assunto atual e de grande interesse. O futuro está literalmente a chegar às nossas casas e este relatório mostra-nos como.

1.4 Estrutura do Relatório

Este relatório é composto por 5 capítulos, incluindo o presente capítulo de *Introdução*, e está organizada da seguinte forma:

O capítulo 2, *Estruturas das Redes*, começa por apresentar a estrutura de uma rede de telecomunicações, fazendo uma introdução geral. De seguida mostra as vantagens relevantes das redes de fibra ótica relativamente a outros tipos de redes ativas na atualidade e finalmente explica os diferentes modos de como uma rede de fibra pode ser implementada

No capítulo 3, *Elementos constituintes de uma rede de fibra ótica*, é feita de modo a exibir os diversos componentes essenciais ao funcionamento de uma rede, incluindo os equipamentos utilizados e os diversos tipos de cabos de fibra.

O capítulo 4, *Elaboração de Survey* demonstra que tipo de dados e o modo como estes são registados no levantamento da área a que se pretende fornecer fibra. Isto de modo a facilitar a boa execução do projeto e de acordo com as regras e modelos definidos pelo operador.

O capítulo 5, *Projeto FTTH* revela a realização do projeto em si. Durante a realização do projeto, o projetista tem de tomar opções que satisfaçam os critérios de custo e qualidade respeitando ao mesmo tempo as diretrizes do operador da rede. Para isso o projetista tem de definir as células a alimentar na zona e as fibras alocadas para a mesma, tendo por base o material recolhido em *survey*. Precisa também de efetuar cálculos para se assegurar que o sinal de rede chega com qualidade ao cliente e de utilizar sempre que possível estruturas já existentes, mesmo que de outros operadores com a devida autorização, de modo a minimizar os custos do projeto.

Por último o capítulo 6, *Conclusões* onde é feita uma análise geral sobre o trabalho desenvolvido durante o estágio e a sua relevância.

2. Estrutura das Redes

Atualmente as redes de telecomunicações são organizadas em segmentos distintos. Estes são a Rede Nuclear, a Rede de Acesso e a Rede do Cliente. A Figura 4 representa graficamente estas redes.

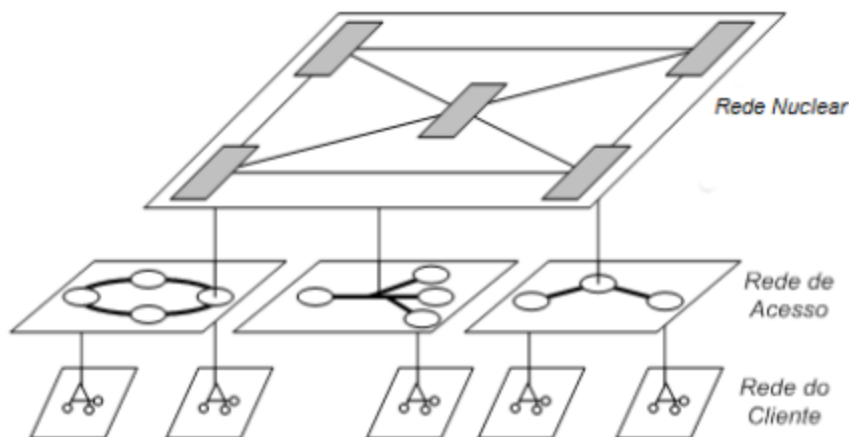


Figura 4 - Principais segmentos das redes de telecomunicações

A rede nuclear é responsável pelo transporte de elevadas quantidades de tráfego a grandes distâncias, sendo a rede à qual as restantes ligam.

As redes de acesso fazem a interligação entre as centrais locais e os equipamentos do cliente. Estas funcionam essencialmente sob 4 meios físicos de transmissão.

- Par entrançado de cobre: Criados inicialmente para fornecer serviços de telefone, servem atualmente também para redes de dados com as tecnologias xDSL;
- Cabo coaxial: usadas inicialmente para transmissão de televisão, são atualmente usadas para transmissão de dados e voz, sendo usadas também em conjunto com redes de fibra ótica dando origem a uma rede híbrida;
- *Wireless*: usado nas redes telefônicas móveis para dados e voz, existindo ainda transmissores de televisão e rádio;
- Fibra ótica: Usado inicialmente exclusivamente na Rede Nuclear devido ao seu alto desempenho, é hoje em dia usada nas redes de acesso permitindo fornecer um serviço com melhor desempenho ao cliente.

A rede do Cliente é uma rede caracterizada normalmente pela sua dimensão reduzida, instalada em empresas ou em edifícios de clientes residenciais, sendo da responsabilidade destes. A sua dimensão e complexidade variam consoante as necessidades e exigências de cada cliente.

2.1 Vantagens das redes de Fibra ótica

Relativamente a outras redes, as redes de fibra ótica e as fibras óticas incorporam um conjunto de vantagens [13].

Os cabos de fibra ótica são mais baratos, verificando-se uma descida de preço ao longo dos últimos anos, contrariamente aos cabos de cobre devido ao valor deste material. Por essa mesma razão a fibra ótica também é menos passível de ser furtada. Em Portugal é relativamente comum o roubo de cabos de cobre em zonas remotas, causando prejuízos à operadora e transtorno aos clientes, reduzindo a fiabilidade da rede [14]. O furto de cabos de fibra ótica é bastante menos comum, no entanto também se verifica [15].

As fibras óticas são também mais finas, facilitando a sua passagem em condutas e cada fibra pode transmitir taxas mais elevadas de dados a distâncias superiores às dos fios de cobre. Conjugando estas primeiras características, verifica-se que um cabo de fibra com o mesmo diâmetro que um de cobre, tem taxas de transmissão muito superiores.

Num cabo deste tipo, existe também uma menor atenuação de sinal do que noutros cabos levando por sua vez a que exista um menor consumo de energia na distribuição do sinal.

O facto de o sinal transmitido nestas linhas ser luminoso, faz com que os sinais não tenham interferências com outros sinais dentro do mesmo cabo. Por isso, o sinal também é imune a todo o tipo de interferências electromagnéticas. Um sinal luminoso, também é menos susceptível a criar incêndios do que um sinal elétrico, o que torna estas linhas mais seguras.

Um cabo de fibra ótica é também mais leve e flexível do que um cabo de cobre ou do que um cabo coaxial. Estas são características muito importantes a ter em conta numa rede.

Como se verifica, a aposta neste tipo de tecnologia é mais do que justificável tendo em conta as inúmeras vantagens apresentadas. Representando de facto as redes de futuro.

2.2 Tipos de Redes de Fibra Ótica

As redes de fibra ótica podem ser classificadas como sendo ativas (AON) ou passivas (PON).

Uma rede ativa, tem de usar *switches* alimentados eletricamente para gerir a distribuição dos sinais para utilizadores específicos. Já numa rede passiva, em vez da presença desses equipamentos, são usados *splitters* que recolhem e dividem os sinais por dentro da rede. Numa rede passiva apenas são necessários equipamentos alimentados eletricamente na fonte e na extremidade da rede. Por vezes, as redes de fibra ótica podem combinar características de ambas as arquiteturas formando uma rede híbrida.

As redes passivas têm algumas vantagens em relação às redes ativas.

- São eficientes: Cada fibra consegue servir normalmente de 16 a 128 utilizadores.
- Mais baratas: A construção e a manutenção deste tipo de redes é mais barata devido à menor quantidade de partes móveis ou elétricas
- Mais fiáveis: para além de mais suscetíveis a danificarem-se, o facto de os dispositivos eletrónicos requererem energia, torna-os mais vulneráveis

A principal desvantagem de uma rede passiva quando comparada a uma rede ativa é o seu menor alcance. As redes passivas apenas cobrem cerca de 20 km de comprimento enquanto redes ativas podem cobrir até cerca de 100 km. Sendo assim, é necessário que as centrais de dados se encontrem mais perto do utilizador final [16][17]. A cobertura em área fica dependente da ramificação da rede (se esta expande cobrindo áreas maiores, ou se se mantém concentrada.).

Devido à existência de redes nos edifícios ou redes perto dos clientes que consistem em cabos metálicos, muitas operadoras de modo a poupar no investimento a realizar, aproveitam a rede existente, sendo o sinal ótico convertido em sinal elétrico. Dependendo de onde a rede de fibra termina, o tipo da rede é representada por uma dada abreviatura (FTTx). Esses tipos são:

2. ESTRUTURA DAS REDES - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

- O FTTN (*fiber to the node* ou *fiber to the neighbourhood*): nesta solução a rede ótica termina num armário que pode estar a alguns quilómetros de distância do cliente;
- O FTTC (*fiber to the curb* ou *fiber to the cabinet*): nesta solução por norma os cabos óticos terminam a menos de 300 metros das instalações do cliente;
- O FTTB (*fiber to the building* ou *fiber to the basement*) e o FTTH (*fiber to the home*) são soluções onde a fibra acaba no prédio ou na casa respetivamente [18].

A Figura 5 ilustra as diversas arquiteturas de rede FTTX.

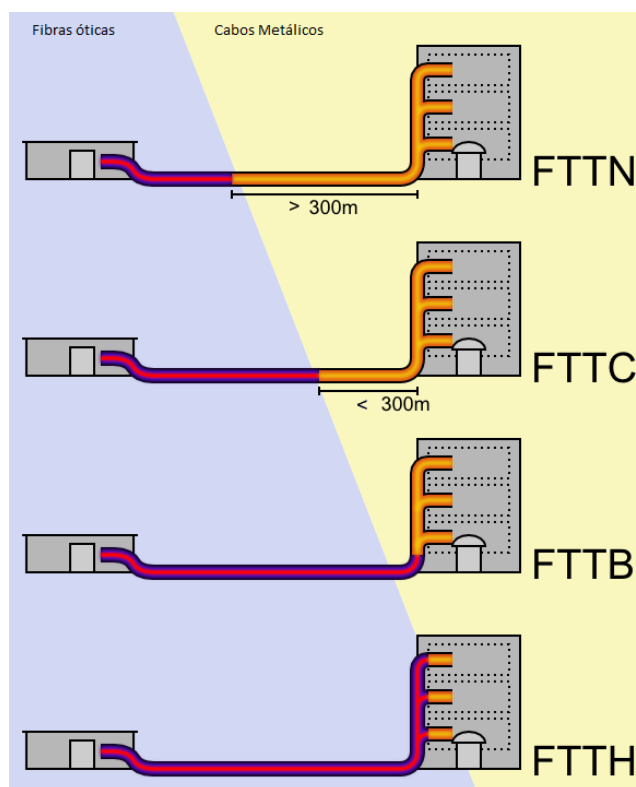


Figura 5 - Figura Ilustrativa das diferentes arquiteturas das redes de fibra ótica

A NOS usa todas as soluções acima descritas, estando progressivamente a mudar a sua rede para FTTH. A rede FTTN/FTTC da NOS é uma rede híbrida de fibra ótica e com a parte final da rede em cabo coaxial. Já a MEO e a Vodafone usam uma rede FTTH.

A diferença entre ser usada uma rede FTTH ou uma rede híbrida (FTTN/FTTC), é importante até mesmo a nível publicitário. A prova disso é que a Direção Geral do Consumidor impôs um pagamento de uma coima de 10 mil euros à ZON (atual NOS) em 2012, por esta realizar uma publicidade em 2009 que fazia o público-alvo supor

2. ESTRUTURA DAS REDES - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

erradamente que a fibra da ZON, estava diretamente ligada a mais de 1 milhão de casas [19].

3. Elementos Constituintes de uma rede de fibra ótica

Já foi referido no capítulo anterior, que as redes de fibra ótica dispõem de diversos elementos ativos e passivos. Neste capítulo apresentam-se os componentes mais importantes, normalmente utilizados em redes deste tipo. As ilustrações dos equipamentos e algumas informações relativas aos mesmos, foram retirados do manual de projeto da ZON (atual NOS).

3.1 Elementos Ativos

3.1.1 Emissores óticos

Os emissores óticos são dispositivos compostos por uma fonte ótica, um modulador e um acoplador de canal. A Figura 6 mostra o aspeto físico de dois emissores óticos utilizados pelos operadores de telecomunicações.



Figura 6 - Emissores óticos

Diversos aspetos têm de ser considerados pelos operadores na escolha destes aparelhos:

- Potência: Tem de ser suficiente para permitir uma boa receção de sinal no destino. Quanto maior a distância, maior será a potência necessária.
- Comprimento de onda espectral: O efeito de dispersão cromática é menor para comprimentos de onda menores uma vez que o índice de refração geralmente diminui com o comprimento de onda [20].
- Ruído: Não deve sofrer flutuações aleatórias
- Insensibilidade ao meio ambiente: Deve ser insensível a alterações de temperatura ou a humidade

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

- **Fiabilidade:** Deve ser classificado com um MTBF (*Mean Time Between Failure*) elevado. Isto representa um tempo estatístico entre falhas espectável [21].
- **Custo:** O custo deverá ser sempre minimizado;

Existem dois tipos de emissores óticos. Os LEDs e os díodos laser.

Os emissores LEDs são mais simples, baratos e confiáveis mas no entanto possuem um espectro mais largo de luz derivado de uma emissão incoerente, pior eficiência no acoplamento de luz na fibra e limitações na velocidade de modulação. São por isso usados em sistemas de menor capacidade de transmissão.

Os laser semicondutores são mais caros e mais sensíveis a variações de temperatura, gerando no entanto uma radiação mais coerente, com espectro mais estreito e feixe mais diretivo com potências maiores. São maioritariamente usados em sistemas óticos de elevado débito e/ou transmissões de elevadas distâncias [22].

3.1.2 Recetores óticos

A função dos recetores óticos é a de converter o sinal recebido na extremidade terminal da fibra ótica para o domínio elétrico. O ideal é que possam operar com os mínimos possíveis de potência ótica convertendo o sinal luminoso em sinal elétrico com o mínimo de erros e de ruído [22].

A Figura 7 exemplifica alguns tipos de recetores óticos.



Figura 7 - Recetores óticos

3.1.3 Amplificadores óticos

Os amplificadores óticos devem ser usados se a potência do sinal ótico for insuficiente para ser recebido no receptor ótico. A sua localização deverá ter em conta a minimização da sua presença na rede, colocando por exemplo um amplificador antes de um *splitter* ao invés de colocar vários a montante do mesmo. De notar que estes amplificadores degradam a qualidade do sinal.

3.2 Elementos passivos

Os elementos abaixo, não requerem o consumo de energia elétrica pelo que são considerados passivos. De notar que todos os componentes passivos, introduzem atenuação.

3.2.1 Uniões

As uniões servem para unir duas fibras e são essencialmente de dois tipos:

- União mecânica: Consiste em juntar duas extremidades das fibras para a transmissão do sinal. É uma opção não muito viável, especialmente em redes deste tipo uma vez que cria atenuações entre 0,1 e 1 dB. Deve por isso ser aplicada apenas em casos de emergência e na ausência da máquina de fusão [23]. Pode verificar uma união mecânica na Figura 8.
- Fusão: Para fundir duas fibras numa é necessário uma máquina de fusão que é muito cara. A fusão se bem efetuada tem por norma uma atenuação aproximada de 0,05dB. A Figura 9 mostra o fusionamento de duas fibras.

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA



Figura 8 - União mecânica

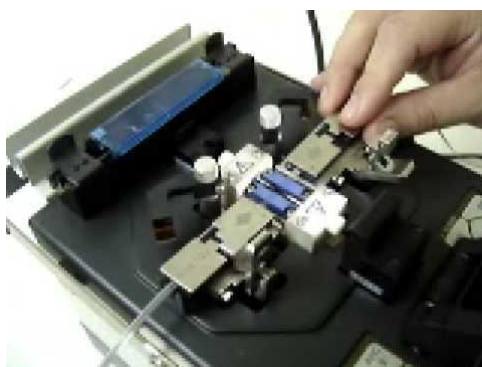


Figura 9 - Máquina de fusão com as fibras acopladas

3.2.2 Adaptadores, conectores, pigtails

Os adaptadores permitem fazer a união entre dois cabos terminados em conectores. Existem diversos tipos de adaptadores que permitem a junção de variados tipos de conectores. A Figura 10 mostra diversos conjuntos de adaptadores.



Figura 10 - Diversos tipos de adaptadores

Existem diversas famílias de conectores que têm atenuações que variam entre os 0,1 e os 0,75 dB. Normalmente estes conectores são instalados com *pigtails*, que são cordões óticos

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

usados na ligação do cabo ao equipamento. Alguns conectores encontram-se representados na Figura 11.



Figura 11 - Conectores com pigtails

3.2.3 Atenuadores óticos

Os atenuadores óticos são usados quando é necessário baixar a potência à entrada de um dado equipamento, podendo ser fixos ou variáveis. A Figura 12 exhibe alguns desses atenuadores.



Figura 12 - Atenuadores óticos

3.3.4 *Splitters e acopladores*

Um acoplador de fibra ótica pode distribuir um sinal ótico de uma fibra por uma ou mais fibras, podendo também combinar o sinal ótico de duas ou mais fibras numa única fibra. Este dispositivo pode ser ativo ou passivo. A diferença é que um acoplador passivo distribui o sinal ótico sem ser necessária uma conversão elétrica. Já um acoplador ativo faz essa conversão. Em Portugal nas redes de acesso não são usados por norma, componentes ativos nas redes de fibra ótica.

Já um *splitter* é um dispositivo passivo que divide o sinal ótico que vem numa fibra por mais fibras. Os *splitters* usados dividem uniformemente a o sinal ótico em gamas que podem chegar até 64 vezes. Mas existem também *splitters* e acopladores que dividem o sinal de forma não uniforme [24]. Pode verificar o interior de um destes equipamentos na Figura 13.



Figura 13 - *Splitter* ótico

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

3.3.5 Filtros óticos

Estes filtros multiplexam numa fibra vários comprimentos de onda, criando diversos canais. Cada canal permite a transmissão de um sinal distinto. Com diversos canais, a largura de banda aumenta. A Figura 14 mostra dois filtros óticos.

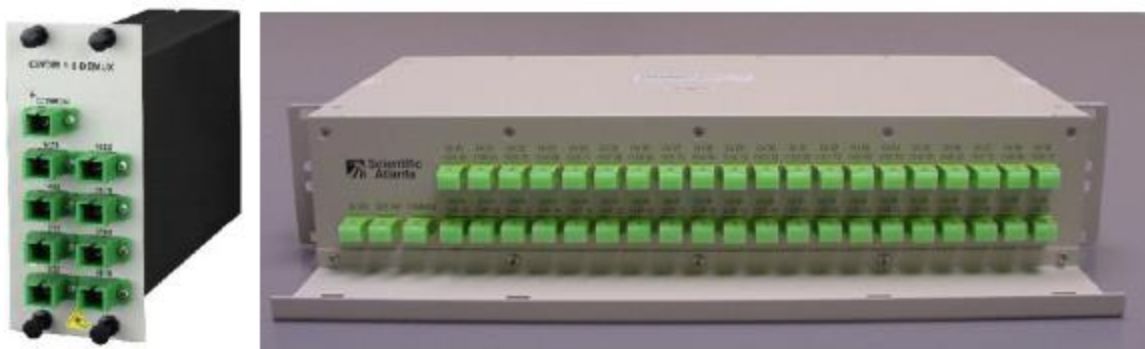


Figura 14 - Filtros óticos

3.3.6 Caixas de Fusão

As caixas de fusão servem para efetuar a união de dois cabos ou para efetuar ramificações. São caixas estanques compostas por um conjunto de prateleiras e permitem organizar e proteger as fusões de fibra ótica. São comumente denominadas como Juntas. Encontra alguns exemplos destes aparelhos na Figura 15.



Figura 15 - Caixas de fusão

3.3.7 Caixas de terminação ou Distribuidores óticos

Os Distribuidores óticos são utilizados na terminação ou na interconexão dos cabos de fibra ótica. Existem modelos para instalação em *Rack* de 19'' ou para instalação em parede. Estão disponíveis em diversas versões conforme o número de fibras a distribuir e o tipo de conector escolhido. A Figura 16 mostra uma prateleira (*Rack*) para instalação de um distribuidor ótico e um distribuidor ótico instalado na parede.

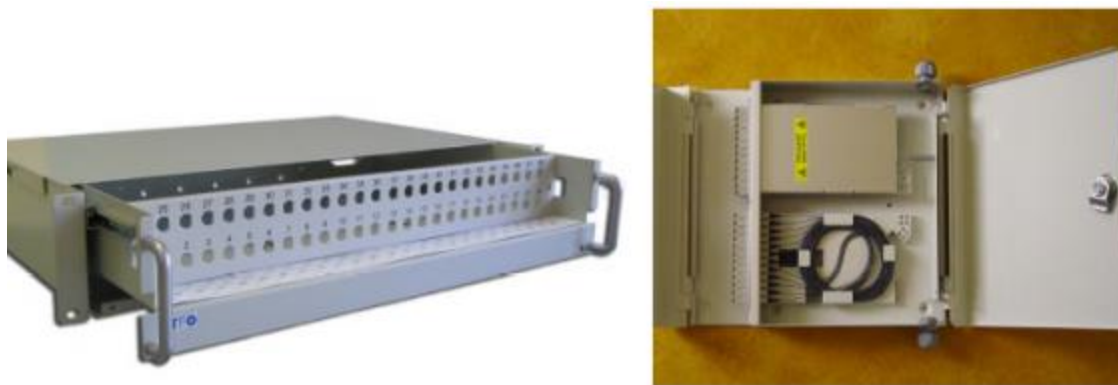


Figura 16 - Prateleira para instalação de distribuidor ótico (à esquerda) e instalação de distribuidor ótico em parede (à direita)

3.3.8 Cabos de fibra ótica

Os cabos de fibra ótica são o meio de comunicação do sinal ótico entre o emissor e o recetor. Quanto melhor for a fibra, menor é a atenuação e a necessidade de recorrer a amplificação ótica intermédia. Uma fibra ótica normalmente é formada com sílica de elevada pureza física. Esta fibra é composta por diversas partes que se encontram desenhadas na Figura 17 e descritas abaixo do centro para o exterior:

- Core ou núcleo: Construído em vidro, é a parte da fibra onde o sinal ótico se propaga;
- Cladding ou cobertura: Esta parte é responsável pela propagação dos feixes de luz, fazendo com que não hajam perdas significativas no decorrer do trajeto dos mesmos;

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

- Coating ou revestimento interno: Tem a função de proteger a fibra contra impactos mecânicos, mas acima de tudo evita que a luz natural atinja as fibras de vidro internas o que inutilizaria a fibra como meio de transporte de informação devido às interferências causadas;
- Fibras de fortalecimento: Também tem a função de proteger mecanicamente a fibra de vidro, nomeadamente contra em situações de torção do cabo ou em impactos no transporte.
- Proteção plástica: Proteção externa com a finalidade de evitar o desgaste natural e evitar interferências no sistema causadas por questões ambientais [25].

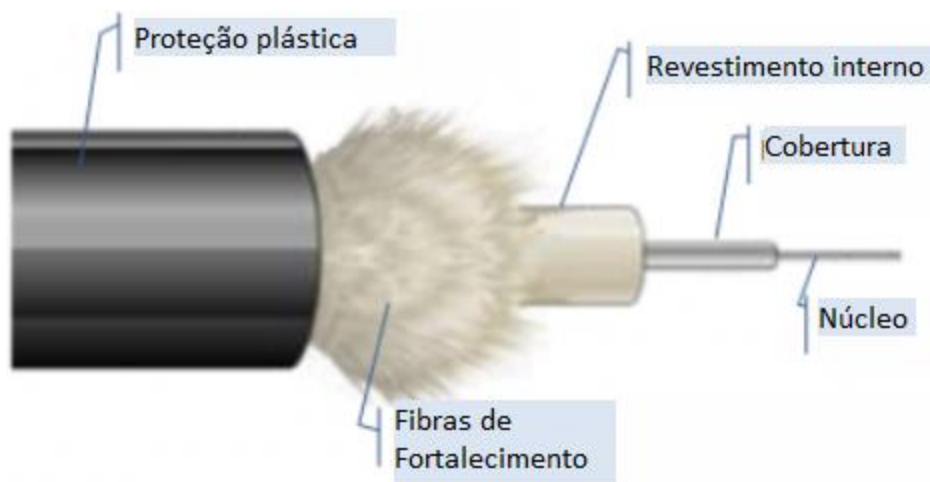


Figura 17 - Figura ilustrativa da composição de uma fibra óptica genérica

3.3.9 Tipo 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:

- *Loose tube buffer*: As fibras óticas encontram-se em tubos de plástico de diâmetro interior consideravelmente maior do que o diâmetro exterior das fibras. O interior é desse tubo é, como pode observar na Figura 18, geralmente preenchido por um gel, isolando a fibra de forças mecânicas externas aplicadas sobre o cabo.



Figura 18 - Cabo de fibra ótica do tipo "loose tube buffer"

- *Tight buffer*: As fibras são extrudadas diretamente com plástico, conferindo maior proteção contra impactos e/ou esmagamentos. Para além disso, confere maior facilidade de reparação por fusão quando existe quebra das fibras, pois partem todas no mesmo local. No entanto, estes cabos apresentam menor isolamento relativamente a variações de temperatura e menor tolerância a *stress* mecânico. A Figura 19 demonstra um cabo deste tipo.



Figura 19 - Cabo de fibra ótica do tipo "tight buffer"

3. ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA REDE DE FO - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

- *Ribbon*: Características semelhantes ao *tight buffer*, mas com a extrusão das fibras feita em tiras como mostra a Figura 20.



Figura 20 - Cabo de fibra ótica do tipo "ribbon"

- Armados: 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 21, o que evita a penetração de roedores.



Figura 21 - Cabo de fibra ótica do tipo "armado"

- Auto-suportados ou “em 8”): 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 22 mostra um cabo deste tipo.



Figura 22 - Cabo de fibra ótica do tipo "auto suportado"

4. Elaboração do Survey

Antes de se começar a projetar uma rede de fibra ótica, é necessário proceder à realização de um *survey*. Este *survey* tem como objetivo obter um conjunto de dados fundamentais, que permitam detalhar e conhecer profundamente uma dada zona de modo a facilitar a execução do projeto de rede e a sua instalação. A maneira como a informação é extraída não é importante, sendo importante apenas a sua fidedignidade. A informação deve ser extraída no local através de registo em papel ou através de aplicações informáticas em *tablets*. Posteriormente, no escritório através da internet, fazendo pesquisas ou usando serviços como o Google Street View, poderão esporadicamente ser confirmados alguns dados relativamente ao mesmo.

Neste capítulo serão abordados os procedimentos de *survey* exigidos por uma operadora aquando a realização de um projeto. Estes procedimentos destinam-se a garantir um *survey* fiável e válido de edifícios e infraestruturas. A título de exemplo são mostrados excertos que pertencem na maioria dos casos ao projeto RAN05 de Rio Tinto, que segue os procedimentos de *survey* definidos no manual de *survey* da Vodafone. A razão da escolha para apresentação de dados de como fazer o projeto relativamente à Vodafone em detrimento de outras operadoras, deve-se exclusivamente ao facto de a esmagadora maioria dos projetos realizados durante o estágio tenham tido como destinatário a Vodafone. No entanto, é de salientar que apesar de haver diferenças em projetos para outras operadoras, estes seguem os mesmos conceitos base. Até porque no que toca a FTTH, a tecnologia aplicada é igual ou pelo menos semelhante, podendo-se encontrar diferenças óbvias na simbologia utilizada pelos operadores ou nas regras a seguir na distribuição das fibras. Estas regras incluem aspetos como as regras na colocação de fibras de reserva e a percentagem de HPs totais a servir.

No final deverá ser compilado um *dossier* de celulização com a compilação de toda a informação efetuada no levantamento.

4.1 Diretivas

4.1.1 Survey Interior

O *survey* interior caracteriza-se pelo levantamento de todos os edifícios que serão abastecidos por um PDO instalado dentro do edifício. Estes PDO têm de permitir a partilha da rede vertical por um terceiro operador.

Para este tipo de *survey*, o manual de *survey* da Vodafone requer que sejam caracterizados dados gerais sobre os edifícios, mas também outros mais detalhados acerca da sua tipologia, caixa de entrada do edifício e sua coluna montante.

Dados gerais incluem a sua localização, o código da *Central Office* da Vodafone que alimenta a zona, a célula onde se situa, a zona (por exemplo: nome do bairro), um identificador único do edifício, o seu estado (habitado/em construção/devoluto), número de HPs (potenciais clientes), número de pisos (contando com garagens e rés do chão), o endereço postal, o nome do Administrador de condomínio e o seu contacto.

Relativamente à tipologia do edifício, é necessário indicar os pisos (inicial e final dentro da mesma fração), os nomes atribuídos às frações (esquerdo, direito, frente,...), os tipos de HPs seguindo a norma ITED (residencial, comércio, industrial,..), morada, fotografia da fachada exterior do edifício e fotografia das campainhas do edifício (quando possuidoras de dados relevantes).

Em relação à caixa de entrada, é necessário registar o número do PD (Ponto de distribuição de cobre do edifício), o tipo de PD (interior¹ ou exterior ao edifício), o cabo que alimenta o PD (fachada² ou conduta), o modelo do PDO a instalar, o acesso na conduta (assinalando se permite a passagem de um cabo menor, maior ou igual a 1 cm), se existe a infraestrutura de outros operadores de fibra ótica no edifício, comprimento do cabo (desde a conduta de acesso do edifício à caixa de entrada), a localização do PDO (dentro ou fora da CE) e uma fotografia do modelo do PDO a no local a instalar com a identificação do piso.

¹ Em *survey* interior o PD será de interior.

² Em situações em que os cabos sejam aéreos, estes são amarrados à fachada do edifício, pelo que não existem cabos aéreos a entrar no edifício.

4. ELABORAÇÃO DO SURVEY - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Finalmente é necessário registrar os dados relativos à coluna montante do edifício. Para isso é preciso indicar se existe espaço livre para a passagem de novos cabos na mesma, assinalar os pisos que têm a mesma coluna montante e características semelhantes, registrar o modelo da *floorbox* a instalar, os códigos de identificação das colunas montantes, local de instalação da *floorbox*, as frações abastecidas pela coluna e uma fotografia do modelo da *floorbox* a instalar e respetivo piso.

4.1.2 Survey exterior

O *survey* de exterior é efetuado a todos os edifícios que serão abastecidos por PDOs de fachada, de poste ou de CVP. Estes são por norma moradias ou edifícios não ITED.

Para este tipo de *survey*, o manual de *survey* da Vodafone requer que sejam caracterizados apenas os dados gerais sobre os edifícios, aplicando-se por isso o registo do mesmo dados gerais realizados para o *survey* interior, excluindo a presença de outros operadores no edifício e o tipo de cabo que abastece o PD da casa (Cabo aéreo, fachada ou conduta interior).

4.1.3 Edifícios Especiais

O manual de *survey* da Vodafone, caracteriza também outro tipo de edifícios (empresariais) e dá indicações para os mesmos. Estes podem ser edifícios comerciais (centros comerciais), industriais (edifícios delimitados pertencentes a uma única empresa e com pouca probabilidade de se tornarem multiempresa), monoempresa (quando uma empresa ocupa 60% ou mais de todas as frações de um edifício) e multiempresa. Em todos estes edifícios devem ser identificadas todas as empresas e cadastradas na lista de moradas, excluindo os edifícios industriais que devem ser considerados como uma HP.

4.1.4 Infraestrutura

Um outro ponto importante durante o *survey*, é fazer o levantamento das infraestruturas de rede existentes no local. Para isso é necessário indicar o tipo de infraestrutura levantada (caixas de visita, postes, ponto de subida, etc), a localização, o seu código de identificação e o proprietário da mesma.

4.2 Produção do survey

De modo a facilitar o cumprimento das diretivas, existem *templates* que devem de ser preenchidos e ficheiros que devem de ser criados. Em muitos casos, de modo agilizar o processo, são feitas aproximações relativamente aos dados pretendidos, de modo a que estes dados não precisem de ser levantados (distâncias por exemplo) e também certas características normais nos edifícios não são especificadas, a não ser que o edifício não cumpra estas características (congestionamento da coluna montante por exemplo). Este capítulo demonstra o produto da fase de *survey*.

4.2.1 Levantamento de dados no local

O levantamento de dados no local deve ser realizado da maneira mais rápida possível e de modo a que a informação estritamente necessária seja recolhida. A folha de levantamento de edifício presente no anexo 4, mostra a informação recolhida num levantamento de um edifício.

4.2.2 Representação do survey

Depois de recolhida a informação, deverá se carregado localmente para o *Google Earth* os detalhes acerca dos edifícios (Figura 23) e também a informação relativa a infra-estruturas (Figura 24).



Figura 23 - Edifícios no Google Earth

4. ELABORAÇÃO DO SURVEY - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA



Figura 24 - Edifícios e postes no Google Earth

Os postes são representados por bandeiras. Os postes de telecomunicações estão representados a azul e os postes de energia elétrica a vermelho.

Para além de criar um ficheiro *.kmz* (*Google Earth*) com estas informações, é preciso exportá-las para um ficheiro CAD. O ficheiro CAD de um *survey* tem o aspeto evidenciado na Figura 25. É por cima deste ficheiro, que se realiza num próximo passo o desenho da rede.

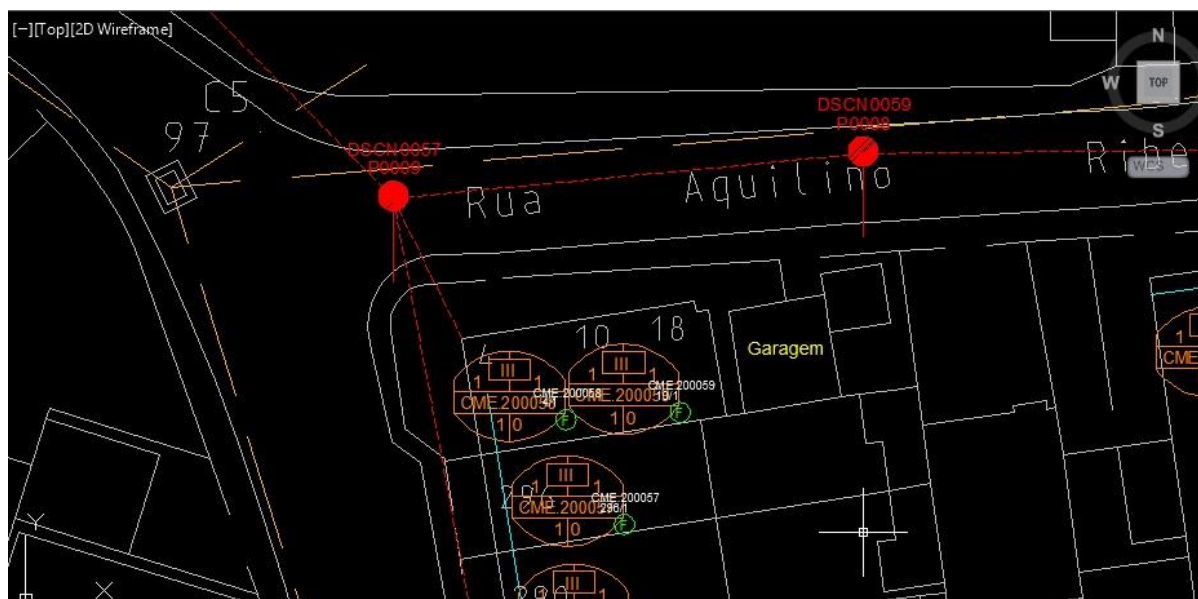



Figura 25 - Edifícios e postes carregados em CAD

4. ELABORAÇÃO DO SURVEY - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

O carimbo para os edifícios apresenta uma determinada cor para os edifícios consoante os constrangimentos identificados na fase de levantamento. Na Figura 26 encontram-se os carimbos usados pela Vodafone assim como uma legenda que representa o tipo de informação presente.

IDENTIFICAÇÃO de EDIFÍCIO:



1	GeoType
2	Pisos
3	Fracções
4	Nº de Edifício
5	Nº de UAs Residenciais
6	Nº de UAs Outros
	Edf. sem Constrangimentos
	Instalação Inexequível no Edf.
	Edf. com Outro Operador Instalado

Figura 26 - Legenda dos carimbos de edifício usados no projeto

É importante o projetista conhecer os constrangimentos de modo a saber que edifícios servir e que restrições são impostas. Os carimbos coloridos têm essa função, permitindo assim a identificação rápida de quaisquer obstáculos e a possibilidade de desenhar a rede de modo adequado para o local.

4.2.3 Tabelas e listas

Pela Vodafone, são também fornecidas tabelas e listas *template* que deverão ser preenchidas de acordo com a informação disponível. Entre estas tabelas estão a tabela de resumo do *survey* (

Tabela 1), a lista de constrangimentos (Tabela 2) e a lista de autorizações.

Tabela 1 – Resumo de *Survey* de RAN05



Survey FTTH - Resumo

Indicador	Valor
Área da Célula km2	0,95
Nº de Frações Levantadas - Habitação	2208
Nº de Frações Levantadas - Comerciais	121
Nº de Frações Levantadas - Empresariais/Escritórios	30
Total de Casas Levantadas	2359
Nº de Moradias	86
Nº de Edifícios	675
Nº Médio de HP por Edifício (GeoType)	3,10
% de Moradias	3,6%
Densidade da Célula	2483,16
Nº de HP's com atendimento A	1493
Nº de HP's com atendimento B	46
Nº de HP's com atendimento C	418
Nº de HP's com atendimento D	402
Nº de HP's com atendimento E	0
% de HP's com atendimento A	63,3%
% de HP's com atendimento B	1,9%
% de HP's com atendimento C	17,7%
% de HP's com atendimento D	17,0%
% de HP's com atendimento E	0,0%
Nº HP's (Carimbos verdes)	154
Nº HP's (Carimbos amarelos)	2156
Nº HP's (Carimbos Vermelhos)	49
% HP's (Carimbos verdes)	6,5%
% HP's (Carimbos amarelos)	91,4%
% HP's (Carimbos Vermelhos)	2,1%

Tipos de Atendimento		
Tipo	PDO	CABO
A	INT	CONDUTA
B	INT	FACHADA
C	EXT	FACHADA
D	PST	AÉREO
E	CVP	CONDUTA

Tipos de Constrangimentos	
Tipo de Carimbo	Observações
Carimbo Verde	Edifício sem constrangimentos
Carimbo Amarelo	Edifício com instalação ISP de outro operador
Carimbo Vermelho	Edifício com instalação ISP de outro operador e sem viabilidade de instalação da rede VDF

Na lista de constrangimentos têm de estar identificados os vários edifícios que não permitem de forma óbvia a execução da instalação da rede devido a impossibilidades técnicas. São considerados como constrangimentos: o PDO fora da caixa de entrada, a *Floorbox* no exterior, <1 cm de diâmetro livre na caixa de entrada e na coluna montante, a existência de outro operador, entrada no edifício não permitida e trabalhos de construção civil em progresso.

Na tabela 2 encontra-se um excerto do documento produzido para RAN05:

4. ELABORAÇÃO DO SURVEY - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Tabela 2 - Excerto da lista de constrangimentos de RAN05

Identificação								Constrangimentos						Conc		
ID	Artéria	Nº	CP1	CP2	Localidade	Nº HP	Alimentação	PDO fora da CE	Floorbox exterior	< 1 cm na entrada	< 1 cm na coluna mont	Outro operador	Entrada não permitida		moradia abandonada	moradia devoluta
CME.4372	Rua Doutor António Gomes dos Santos	SN	4435	210	Rio Tinto	1	POSTE									X
CME.4084	Rua Adelino Amaro da Costa	66	4435	829	Baguim do Monte	24	INT CONDUTA (R)						X			
CME.4375	Rua dos Moinhos	SN	4435	339	Rio Tinto	1	POSTE									X
CME.4374	Rua da Campainha	513	4435	140	Rio Tinto	1	POSTE									X
CME.4373	Rua da Campainha	228	4435	140	Rio Tinto	1	POSTE									X
CME.4370	Rua Padre Joaquim das Neves	1396	4435	766	Baguim do Monte	1	FACHADA									X
CME.4369	Rua Padre Joaquim das Neves	SN6	4435	766	Baguim do Monte	1	FACHADA									X
CME.4368	Travessa Padre Joaquim das Neves	100	4435	375	Rio Tinto	1	FACHADA									X
CME.4367	Travessa Padre Joaquim das Neves	106	4435	375	Rio Tinto	1	FACHADA									X
CME.4064	Rua Teixeira de Pascoais	15	4435	459	Rio Tinto	6	INT FACHADA (RF)					X				
CME.4313	Rua Padre Joaquim das Neves	1417	4435	766	Baguim do Monte	7	INT FACHADA (RF)					X				
CME.4371	Rua de Perlinhas	311	4435	393	Rio Tinto	2	POSTE									X
CME.3645	Rua da Campainha	139 - M	4435	Ri	Rio Tinto	1	POSTE					X				
CME.4197	Rua da Campainha	121	4435	Ri	Rio Tinto	6	EDIFÍCIO					X				
CME.4253	Rua Padre Joaquim das Neves	1293	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4254	Rua Padre Joaquim das Neves	1295	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4255	Rua Padre Joaquim das Neves	1327	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4256	Rua Padre Joaquim das Neves	1329	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4257	Rua Padre Joaquim das Neves	1335	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4258	Rua Padre Joaquim das Neves	1337	4435	Ba	Baguim do Monte	1	POSTE					X				
CME.4267	Rua Padre Joaquim das Neves	1340	4435	Ri	Rio Tinto	4	POSTE					X				
CME.4287	Rua Padre Joaquim das Neves	SN2	4435	Ba	Baguim do Monte	3	FACHADA					X				
CME.4288	Rua Padre Joaquim das Neves	1383	4435	Ba	Baguim do Monte	2	FACHADA					X				
CME.4289	Rua Padre Joaquim das Neves	1385	4435	Ba	Baguim do Monte	1	FACHADA					X				
CME.4290	Rua Padre Joaquim das Neves	1387	4435	Ba	Baguim do Monte	1	FACHADA					X				

A lista de autorizações contém todos os edifícios levantados, respetivos contactos dos responsáveis de condomínio e especificação do contacto efetuado para solicitar autorização de construção e instalação de equipamentos.

4.2.4 Outros ficheiros

É necessário produzir ou requisitar outros ficheiros sendo eles:

- Lista de moradas³ (Tabela 3): é um ficheiro cujo *template* é fornecido pelo operador e tem de possuir todas as moradas levantadas.

Tabela 3 – Excerto da lista de moradas RAN05

Distri	Distri	Concelh	ID	Endere	Localida	Localida	CP1	CP2	Num. Pol	Anda	Fracas	ID A	Edifício	Celular	Latitude	Longitude	Tipo_HP	Nome empresa	NIF	
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	836	0	Armazem	CME.300233	RAN05	41.8891946	-8.5494076	COMERCIAL	Vazio	
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	736	0	Loja	CME.300276	RAN05	41.8893262	-8.5481237	COMERCIAL	Churrasqueira Redondo	
13	Porto	04	Gondomar	5028043	Rua	António Gomes dos	8833	Rio Tinto	4435	210	163	0	Loja	CME.300246	RAN05	41.8895919	-8.5500281	COMERCIAL	Vago	
13	Porto	04	Gondomar	5028043	Rua	António Gomes dos	8833	Rio Tinto	4435	210	176	0	Loja	CME.300246	RAN05	41.8895936	-8.550174	COMERCIAL	Vago	
13	Porto	04	Gondomar	7060043	Rua	delino Amaro da Cos	8824	guim do Mo	4435	829	28	0	Loja	CME.300246	RAN05	41.8886407	-8.5501935	COMERCIAL	Vago	
13	Porto	04	Gondomar	7060043	Rua	delino Amaro da Cos	8824	guim do Mo	4435	829	30	0	Loja	CME.300246	RAN05	41.8886231	-8.5501869	COMERCIAL	PC Solution	
13	Porto	04	Gondomar	5028043	Rua	António Gomes dos	8833	Rio Tinto	4435	210	200 A	0	Loja	CME.300245	RAN05	41.8895975	-8.5500239	COMERCIAL	Vago	
13	Porto	04	Gondomar	5028043	Rua	António Gomes dos	8833	Rio Tinto	4435	210	200 B	0	Loja	CME.300245	RAN05	41.8895767	-8.5500239	COMERCIAL	Vago	
13	Porto	04	Gondomar	5060043	Rua	da Campainha	8833	Rio Tinto	4435	140	492	0	Loja	CME.300218	RAN05	41.8750403	-8.5545742	COMERCIAL	Vazio	
13	Porto	04	Gondomar	5060043	Rua	da Campainha	8833	Rio Tinto	4435	140	426-Loja	0	Loja	CME.300322	RAN05	41.8741758	-8.5538417	COMERCIAL	Confetaria Pastelaria Rainha	
13	Porto	04	Gondomar	5060043	Rua	da Campainha	8833	Rio Tinto	4435	140	414	0	Loja	CME.300205	RAN05	41.8743444	-8.5538469	COMERCIAL	Vazio	
13	Porto	04	Gondomar	5060043	Rua	da Campainha	8833	Rio Tinto	4435	140	370	0	Loja	CME.300197	RAN05	41.8723833	-8.5529789	COMERCIAL	ente-Confetaria A Juveni	502591293
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	1084	0	Escola	CME.300196	RAN05	41.8728478	-8.5527802	COMERCIAL	cola de Condução Rio Tinto	
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	106	0	Escritório	CME.300196	RAN05	41.8723094	-8.5526827	COMERCIAL	Filipa Alves Solidadora	
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	1074	0	Loja	CME.300195	RAN05	41.8733264	-8.5525808	COMERCIAL	Frutaria das Cavadas	
13	Porto	04	Gondomar	5657043	Rua	Idre Joaquim das Nev	8833	Rio Tinto	4435	374	1080	0	Loja	CME.300195	RAN05	41.8732355	-8.5526837	COMERCIAL	da Graça da Silva Vieira	19165495

³ Poderá analisar a tabela no ficheiro “Lista Global de Moradas RAN05” presente no DVD.

4. ELABORAÇÃO DO SURVEY - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

- Ficheiros ORAC PT (Figura 27) e ficheiros ORAP PT: São ficheiros fornecidos pela PT com informação acerca das infraestruturas a serem partilhadas pela PT sendo elas condutas e postes respetivamente

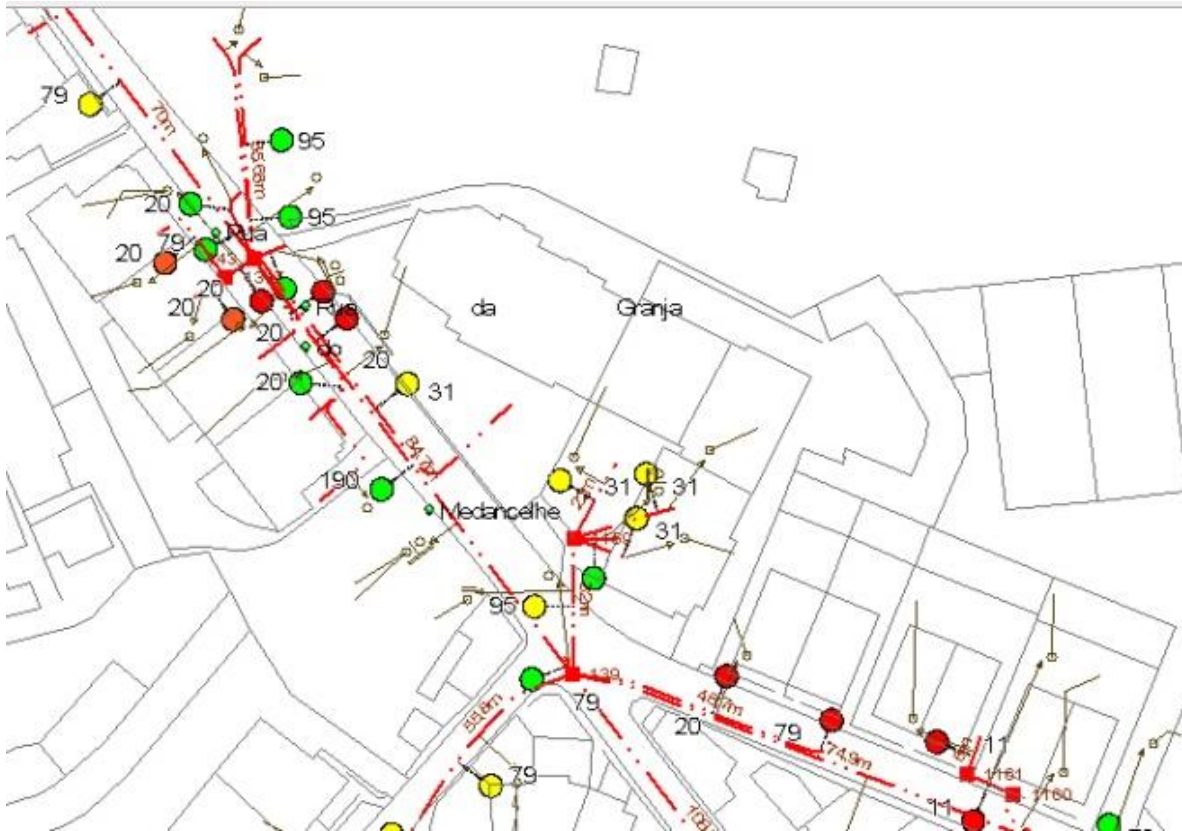


Figura 27 - Carta ORAC da PT (inclui condutas e sua ocupação)

- Outros dados: Quaisquer outros dados fornecidos por quaisquer outras entidades e que sejam relevantes para o projeto devem ser atualizados nos ficheiros de georreferenciação e no *dossier* de survey.

4.3. Celulização

Após o levantamento da zona, é necessário efetuar a macrocelulização da mesma, ou seja identificar e delimitar as células de forma a permitir a sua visibilidade, deixando bem perceptível as infraestruturas existentes no local.

A dimensão média de uma célula num projeto Vodafone, deverá ser de aproximadamente de 2000HPs, sendo que é permitido que uma célula tenha um máximo de 2350 HPs e um mínimo de 1600HPs. Caso seja necessária a existência de células que se enquadrem fora destes limites, é necessário uma justificação válida e uma aprovação por parte da Vodafone. A célula do projeto RAN05 é composta por 2359 HP.

Na celulização a Vodafone requer que a esta mostre o número total de HP, o *Geotype*, a proposta de cabo vetor desde a CO e a informação relativamente aos troços assinalados a laranja e a vermelho no ORAC da PT (condutas congestionadas).

Na Figura 28, pode verificar o excerto de uma célula de RAN05

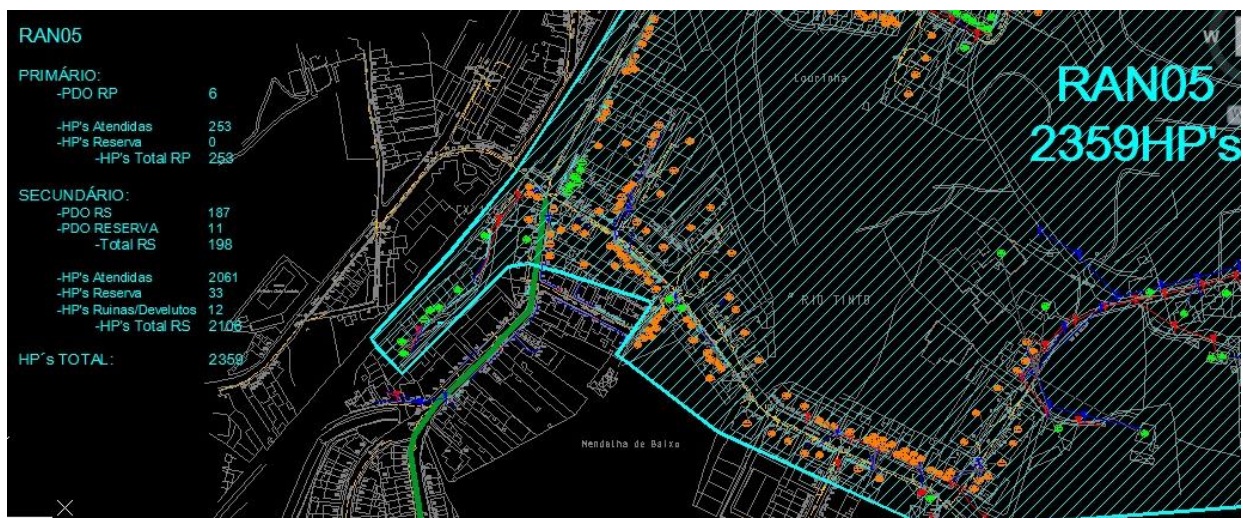


Figura 28 - Excerto da célula RAN05

5. Projeto FTTH

Uma vez finalizado o *dossier* de *survey* e a celulização e sendo estes devidamente aprovados pelo operador, é tempo de dar início ao projeto de rede. Este capítulo abordará os passos e considerações necessárias na realização de um projeto de uma rede de fibra ótica. Para este caso será usado como exemplo o projeto RAN05 de Rio tinto da Vodafone. Como tal, os procedimentos e regras aqui presentes, estão em conformidade com o manual de projeto da Vodafone. De notar no entanto, que apesar de aqui ser apresentado um nível de detalhe elevado relativamente ao modo de como fazer um projeto, não estão incluídos alguns detalhes mais específicos presentes no manual de projeto.

Durante a realização do projeto, o projetista tem de tomar opções que satisfaçam os critérios de custo e qualidade respeitando os parâmetros definidos no manual de projeto. Sempre que o projetista pretenda fazer algo de carácter excepcional que fuja a esses parâmetros, terá sempre de obter primeiro a aprovação por parte do operador.

5.1 Microcelulização

Uma célula é dividida em microcélulas que são agregados físicos de HP que são alimentadas pela mesma JSO. Uma JSO é o termo usado para um *splitter* na rede ótica que tem normalmente um rácio de splitagem (1:16 na Vodafone). Esta JSO faz a divisão entre a chamada rede primária a montante do *splitter* e a rede secundária a jusante.

Ao fazer uma microcelulização é necessário ter em atenção alguns aspetos. O manual de projeto da Vodafone indica que esta deve de incluir os carimbos feitos na fase de *survey*, os edifícios devolutos (com carimbo vermelho) não devem de ser contabilizados para o projeto, as JSO devem ficar localizadas no centro de massa dos HP da microcélula (tendo também em atenção a otimização dos cabos e das infraestruturas existentes) e devem ser usadas CVP (caixas de visita permanente) fora das faixas de rodagem na instalação de equipamentos.

Ter também em atenção que PDO de interior com nº de HP maiores ou iguais a 33 e PDO de fachada com nº de HP maior ou igual a 21, são instalados com o seu próprio *splitter* ligados diretamente à central, não sendo por isso as fibras splitadas na JSO. Estes PDO são

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

chamados de PDO primário. Apesar da fibra de um PDO primário não ser *splitada*, este irá pertencer à microcélula da JSO a montante do mesmo.

Ao construir uma rede Vodafone, deve-se fazer uma cobertura de rede de modo a que sejam cobertos em média 64% de todas as HP (a taxa de cobertura mínima é de 55% e máxima de 75%). A cobertura é diferente da Meo que faz a cobertura a 100% de todas as HP no *survey*.

Por razões técnicas, a atenuação máxima ao longo de toda rede, incluindo as atenuações na fibra e equipamentos, desde a central até ao cliente (*power budget*), deve ser projetada para ser inferior a 25dB. Para isso, tendo em conta que a rede é passiva e a atenuação aumenta com o comprimento de cabo, a distância máxima da rede deverá ser inferior a 10Km. Já nos Pontos de Distribuição Óticos (PDO) de fachada ou poste, o comprimento máximo do cabo que faz a interligação entre o PDO e a casa do cliente (*cabo drop*), é de 100 metros em distância horizontal e de 150 m em comprimento real.

Existem também um conjunto de edifícios que são considerados especiais, a definição destes encontra-se no capítulo anterior referente ao *survey*. Para estes aplicam-se condições específicas. Um edifício industrial deverá ser considerado como uma HP e edifícios Monoempresa e Multiempresa deverão ser alimentados com PDO primários (PDO alimentados com fibras que não passam pela JSO) caso tenham mais de 32 HP. A Figura 29 mostra a microcelulização de RAN05 como exemplo, onde as linhas brancas definem as microcélulas.

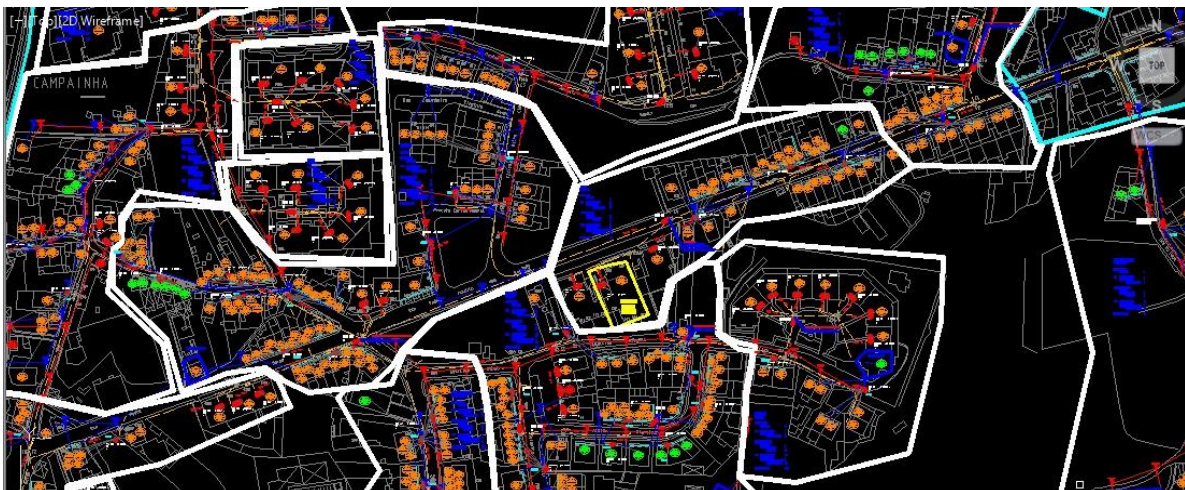


Figura 29 - Excerto da microcelulização de RAN05

5.2 Rácio de Splitagem

O rácio de splitagem diz respeito ao número de fibras na qual o sinal proveniente de uma dada fibra se divide. Por exemplo, um rácio de splitagem 1:64 significa que o sinal de uma fibra proveniente da central se divide por 64 fibras.

O rácio usado para a cobertura residencial da Vodafone é de 1:64. Esta splitagem é feita em dois pontos distintos. A primeira é na central e deve de incluir *splitters* 2:4, onde a segunda entrada permite a injeção de sinais *RF Overlay*. Este sinal usa um terceiro comprimento de onda multiplexado com o sinal ótico que transporta os dados, de modo a que um sinal de TV seja transmitido na mesma fibra ótica. O sinal *RF Overlay* ao chegar ao equipamento terminal é convertido para um sinal elétrico e pode ser inserido na rede coaxial sem necessidade de descodificação adicional. Já um serviço IPTV funciona na restante parte do espectro paralelamente à internet sendo necessária uma box para efetuar a descodificação [26]. Na Figura 30, é demonstrado o uso do espectro da rede na Vodafone.

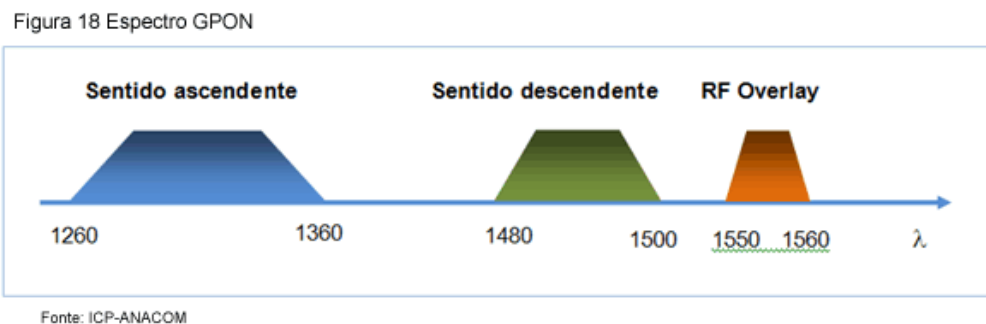


Figura 30 - Figura representativa da utilização do espectro na rede

A segunda splitagem, que é feita nas JSOs, deve de ficar no centro da microcélula a cobrir e tem um rácio de splitagem de 1:16. A entrega dos equipamentos ativos da rede na Vodafone é feita em quatro fases pelo que as fibras óticas são separadas em 4 níveis (N1, N2, N3, N4). Isto permite à operadora ter um investimento inicial inferior no arranque da rede, podendo investir de acordo com a penetração de serviço nas áreas a servir, para além de aumentar a fiabilidade da rede.

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

As JSO apresentam 5 configurações que podem ser aplicadas dependendo da concentração de HPs/m². A configuração I, ao contrário das restantes necessita de aprovação da Vodafone. Estas configurações estão apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 - Configuração possíveis para as JSO

	N° Splitters	Fibras Disponíveis	Micro-Célula		
			UAs (64%)	≈ 60%	≈ 70%
Config. I	4	64	100	106	91
Config. II	5	80	125	133	114
Config. III	4	64	100	106	91
Config. IV	8	128	200	213	182
Config. V	9	144	225	240	205

Já a Tabela 5 representa o número de *splitters* necessários por fase de ativação e o número de UA na área de influência. Em coerência com a Tabela 4, verifica-se um número diferente de *splitters* conforme a configuração utilizada.

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Tabela 5 - Número de *splitters* a instalar por fase de ativação

	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6	SP 7	SP 8	SP 9	UAs
Config. I	N1	N1	N2	N3						100
Config. II	N1	N1	N2	N3	N4					125
Config. III	N1	N2	N3	N4						100
Config. IV	N1	N1	N2	N2	N3	N3	N4	N4		200
Config. V	N1	N1	N1	N2	N2	N3	N3	N4	N4	225

Na Tabela 6 é apresentada a distribuição das UAs por nível.

Tabela 6 - Percentagem de UAs servidas por fase de ativação

	N1	N2	N3	N4
Config. I	50,0%	25,0%	25,0%	0,0%
Config. II	40,0%	20,0%	20,0%	20,0%
Config. III	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Config. IV	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Config. V	33,0%	22,0%	22,0%	22,0%

Para além destas configurações existem outras para utilizadores que requerem um serviço “*premium*”, que se encontram definidas no manual de projeto da Vodafone.

5.3 Rede Primária e Secundária

A rede primária na Vodafone é o nome que se dá à rede entre a central e ao *splitter* 1:16, normalmente uma JSO. E a rede secundária é a porção de rede a partir da JSO até ao PDO. Para o traçado da rede deve ser usado o caminho mais curto possível, devendo este seguir numa única direção desde a central até à extremidade da rede primária, seguindo uma distribuição em árvore quando aplicável.

5.3.1 Infraestruturas

Caso existam infraestruturas da Vodafone, deve ser dada preferência ao uso destas. Caso estas não existam devem ser usadas as infraestruturas de outros operadores. O tipo de infraestrutura preferencial é a conduta. Normalmente as condutas utilizadas são as da PT (Meo) sendo possível usar as de outro operador caso haja acordo entre o mesmo e a Vodafone. Caso não seja possível utilizar condutas então podem ser usados postes da PT (ORAP) e postes da EDP, sendo preferencial o uso de postes da EDP. Por último, a utilização de infraestruturas de fachada também é possível, mas apenas se já existirem cabos de telecomunicações instalados por outros operadores sendo permitidos no máximo 3 cabos em fachada ou pontos de subida.

Para usar infraestrutura de outros operadores, pela parte do projeto é necessário realizar uma tabela com a indicação das infraestruturas a serem utilizadas, bem como uma representação gráfica das mesmas. A Tabela 7 e a Figura 31 são exemplos de ficheiros ORAC produzidos.

Tabela 7- Tabela de requisição de condutas PT (ORAC)

ID Troco	Ref.Origem	PE (Origem)	PL (Origem)	Folga (Origem)	Ref. Destino	PE (Destino)	PL (Destino)	Folga (Destino)	Cabos	Tipo Cabos	Cod.PE	PE Existente	Cod.PL	PL Existente	Ref. Cabos
	RAT157				759				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO107-94005
	759				1380				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO107-94005
	1380				RAT158				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO107-94005
	RAT112				755				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO107-94003
	755				RAP113				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO107-94003
	1213				RAE61				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO103-94004
	1213				1214				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO103-94003
	1214				RAE58				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO103-94003
	1213				1214				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO103-94002
	1214				RAE57				1	H24D.FDT1					VDF-RAN05-JSO103-94002
	RAT147				111				1	H48D.FDT1					VDF-RAN05-JSO110-94002
	111				1040				1	H48D.FDT1					VDF-RAN05-JSO110-94002
	1040				RAT145				1	H48D.FDT1					VDF-RAN05-JSO110-94002

No pedido, para cada conduta é necessário constar as referências de ambas as CVPs nas extremidades da mesma, ou quando aplicável indicar a referência da saída da conduta para

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

um edifício (RAExx), para uma parede (RAPxx) ou para um poste (RATxx). Também tem de ser indicado o número de cabos e o tipo de cabo a usar. Caso seja necessária a introdução de um equipamento, como por exemplo uma JSO numa CVP então é necessário indicar isso mesmo através da introdução do número 1 na coluna PL para a CVP em questão.

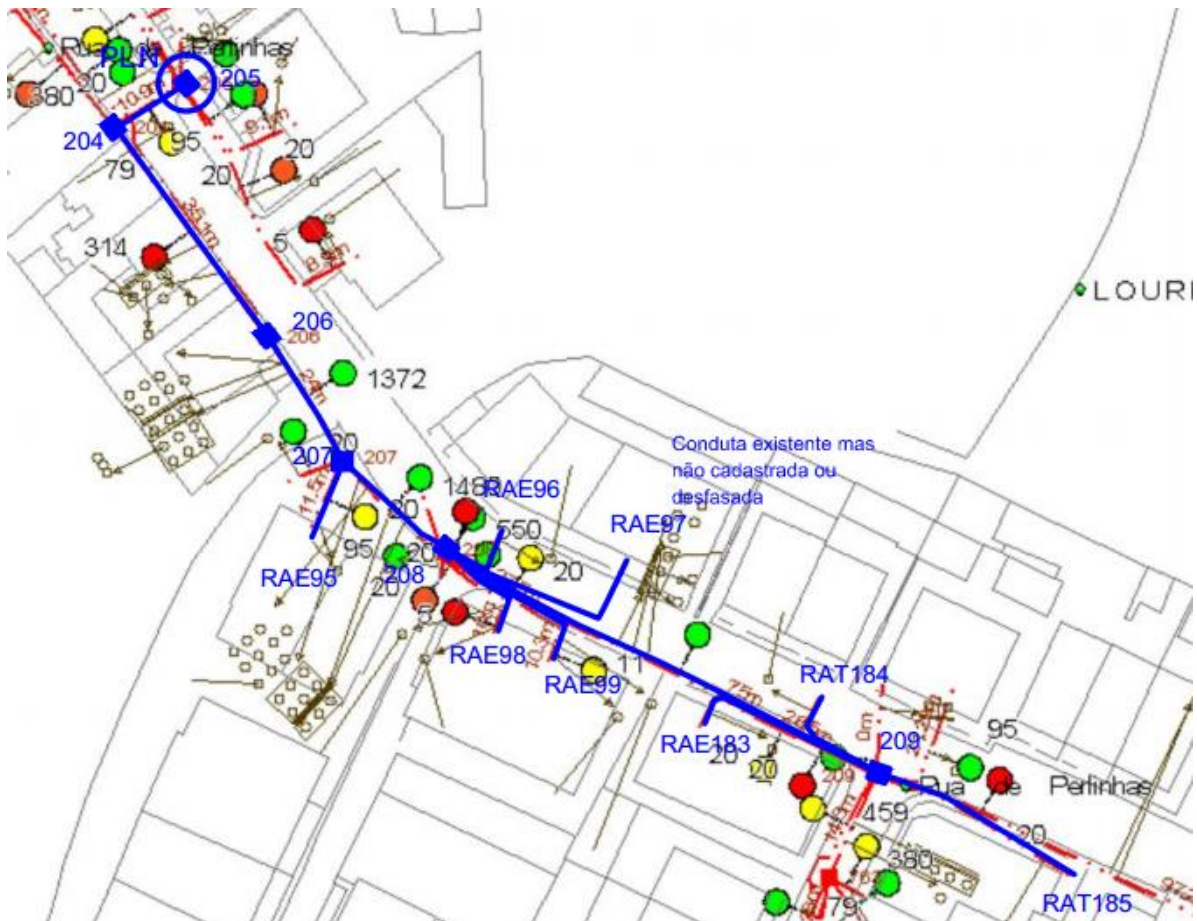


Figura 31 - Representação gráfica das estruturas a utilizar

Na Figura 31 o que está em cor azul foi adicionado pelo requerente. A parte restante é o ficheiro fornecido pela PT. O traçado vermelho representa as condutas e os paralelogramos representam as CVPs. As condutas e as CVPs alvo do requerimento, são indicadas através das linhas azuis e dos paralelogramos azuis respetivamente e os círculos coloridos representam o nível de congestionamento da conduta respetiva. Pela ordem de conduta pouco congestionada para conduta muito congestionada, usam-se as cores verde, amarelo, laranja e vermelho.

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Para o processo ORAP é usado um formulário diferente. Caso pretenda pode consultar um formulário ORAP no CD anexo a este relatório.

Caso as infraestruturas de outros operadores também estejam indisponíveis, considera-se então a construção de uma infraestrutura da Vodafone, tendo estas que ser autorizadas pela mesma.

5.3.2 Dimensionamento dos cabos

Por cada projeto (célula), por norma deve ser dimensionado um cabo de 144 fibras óticas desde a CO até ao primeiro ponto de derivação. No entanto, o cabo que vem do CO poderá também alimentar outras células. Por isso, as células podem ser servidas com um cabo de 144, 288 ou 432 fibras óticas caso o cabo sirva 1, 2 ou três células respetivamente

Devem ser usadas por projeto 120 fibras desse mesmo cabo onde: 17% das FO (20 FO) devem ser reservas ativas e devem estar disponíveis na junta mais distante da central⁴, seja ela uma JSO ou JFO. Estas fibras poderão ser usadas para aumentos da taxa de cobertura da célula futuramente; As restantes 100 Fibras devem de servir os *splitters* instalados em JSO (máximo 20 JSO) e também os PDO primários.

As últimas 24 fibras do cabo deverão encontrar-se de reserva para projetos especiais.

5.3.3 Tabela de ligações

As tabelas de ligações, são tabelas que identificam a junta instalada e descrevem as ligações efetuadas possuindo a identificação dos cabos de entrada e saída, das fibras sem corte, das fusões efetuadas na junta, das cassetes e acondicionamento das fibras, das fibras mortas, da cor dos tubos e cor das respetivas fibras a fusionar;

A Tabela 8 mostra algumas ligações do PDO883 da JSO92 do projeto RAN05 de Rio Maior

⁴ No manual da Vodafone, indica que deve ser colocada na JFO mais distante da central. Contudo, na prática não é considerado o tipo de junta.

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Tabela 8 - Tabela de ligações do PDO883:JSO92:RAN05

Morada:		Rua de São Mamede 131												
Nó Óptico:		PDO883												
Equipamento:		12FO												
Infraestrutura:		POSTE												
INPUT							Nº Cassete	OUTPUT						
Etiqueta de Cabo	fibra source	Nº Tubo	cor tubo	fibra	cor fibra	Etiqueta de Cabo		fibra source	Nº tubo	cor tubo	fibra	cor fibra	Nó Destino	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	1-1	1	Branco	1	Branco	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	2-2	1	Branco	2	Vermelho	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	3-3	1	Branco	3	Verde	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	4-4	1	Branco	4	Azul	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	5-5	1	Branco	5	Preto	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	6-6	1	Branco	6	Amarelo	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-JSO92-94004 1/7	7-7	1	Branco	7	Laranja	1	CONECTOR						PDO883	
VDF-RAN05-94022 165/166	165-165	1	Branco	8	Cinzentos	s/corte	VDF-RAN05-94021 165/166	165-165	1	Branco	8	Cinzentos	PDO882/JSO91	
VDF-RAN05-94022 165/166	166-166	1	Branco	9	Castanho	s/corte	VDF-RAN05-94021 165/166	166-166	1	Branco	9	Castanho	PDO882/JSO91	
VDF-RAN05-94022 165/166				10-12			MORTAS							

Estas tabelas têm regras de preenchimento relacionadas com a organização que a Vodafone pretende para as fibras. Estas regras encontram-se presentes e podem ser consultadas no manual de projeto da Vodafone.

5.3.4 Desenho dos traçados

Respeitando as regras mencionadas desde o capítulo 5.1, é necessário realizar também o traçado da rede (passagem dos cabos e equipamentos de rede) através de um programa CAD, como se pode verificar na Figura 32. A simbologia usada nos traçados é partilhada com os sinóticos. Consulte no DVD o ficheiro “Traçado da Rede Secundária RAN05” para mais detalhes.



Figura 32 - Traçado de uma microcélula

5.3.5 Sinótico

O sinótico é a representação esquemática das ligações óticas efetuadas. Nos projetos devem ser feitos dois tipos de sinóticos. O sinótico da rede primária e os sinóticos da rede secundária. Para a Vodafone, esta representação tem de estar centrada no ramal com o maior número de equipamentos em série. Os ramos adjacentes que são maiores, ficam mais próximos do ramal principal, ficando os ramos mais pequenos mais afastados. O sinótico apresenta-se portanto com uma distribuição em árvore exemplificada na Figura 33.

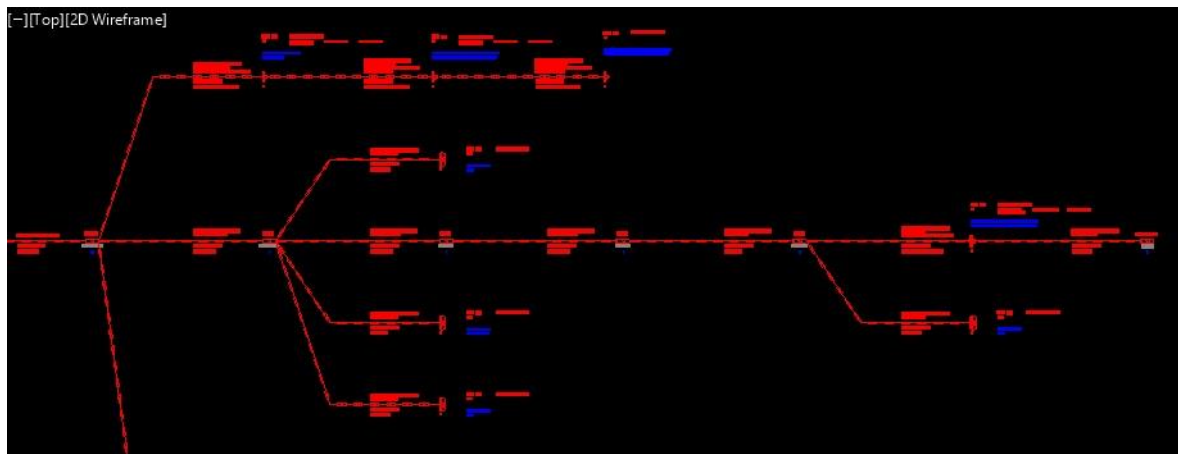


Figura 33 - Excerto do sinótico primário de RAN05

No sinótico constam os elementos da rede que devem conter uma dada informação. Em baixo estão esses elementos da rede, cada um deles seguido pela informação e identificados por uma numeração que serve de legendagem nas figuras exemplo retiradas do projeto de RAN05. Os elementos presentes são juntas, PDO e cabos representados pela Figura 34, Figura 35 e Figura 36 respetivamente.

Juntas:

- (1) - Identificação do equipamento;
- (2) - Tipo de equipamento;
- (3) - Identificação do modelo do equipamento;
- (4) - Identificação de acomodação de fibras de reserva;

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA



Figura 34 - JSO112 Legendada

PDOs:

- (1) - Identificação do equipamento;
- (2) - Tipo de equipamento;
- (3) - Identificação do modelo do equipamento;
- (4) - Identificação dos edifícios que alimenta;
- (5) - Identificação do número de saídas de *splitters* por nível de splitagem;
- (6) - Identificação de alimentação (Ponto a Ponto ou *Riser*). No caso de cobertura *riser*, identificação do número de cabos *riser* e *floorboxes* a instalar;

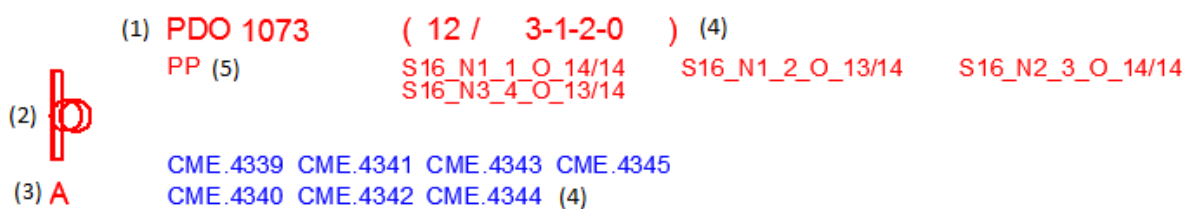


Figura 35 - PDO1073 Legendado

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Cabos:

- (1) - Representação dos traçados com padrões distintos para identificação de traçado. Na figura abaixo da esquerda para a direita encontra-se a representação para os diversos tipos de traçados: conduta, aéreo e fachada;
- (2) - Nome do cabo, em que o cabo 001 é o cabo com maior número de fibras ativas, seguido da identificação das fibras ativas no cabo (fibra mais baixa / fibra mais alta);
- (3) - Por baixo do nome do cabo, identificação das fibras a fusionar ou a passar sem corte no equipamento de origem;
- (4) - Capacidade e comprimento do cabo;
- (5) - Número total de fibras ativas e fibras mortas no cabo;

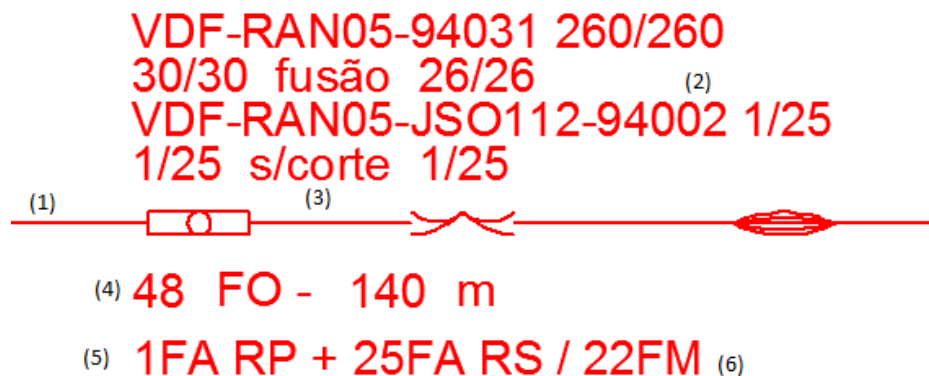


Figura 36 - Exemplo de um trecho de rede com fibras pertencentes à rede primária (etiqueta de cima) e fibras pertencentes à rede secundária (etiqueta de baixo)

5.3.5 Folgas

No cálculo dos comprimentos de cabo deverão ser projetadas folgas ao longo da rede. O manual de projeto da Vodafone indica que em traçados corridos deve-se deixar um rolo de folga de 20m a cada 500m. No caso de mais de um cabo no traçado, estes pontos de folga devem de ser intercalados.

Em cada ponto de junta, também devem de ser deixados 10 metros de folga em cada lado, em cada CVP devem ser deixados 3 metros. Entre uma CVP e um RGE devem ser deixados 15 metros, entre um PDO de fachada e um edifício 10 metros e na CO devem de ser deixados 50 metros de folga.

5.3.6 Tabelas de cálculo da atenuação

As tabelas de cálculo da atenuação servem essencialmente para calcular a atenuação total desde a central ate ao cliente. Essa atenuação como já foi referido anteriormente, tem de ser inferior a 25 dB. Estas tabelas fazem o cálculo da atenuação utilizando a seguinte formula:

Comprimento de cabo FO x Atenuação de um cabo de FO + nº de cabos conectores x atenuação de um cabo conector + nº de fusões térmicas x atenuação de uma fusão térmica + nº fusões mecânicas x atenuação de uma fusão mecânica + atenuação do *splitter* 2:4 + *splitter* 1:16.

Estes cálculos são no entanto efetuados de forma automática através das tabelas de cálculo de atenuação preenchendo os campos presentes na mesma.

Os cálculos de atenuações são efetuados para todos os PDO, no entanto o esquema da Figura 37 apenas é feito para os piores casos em cada microcelulização.

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

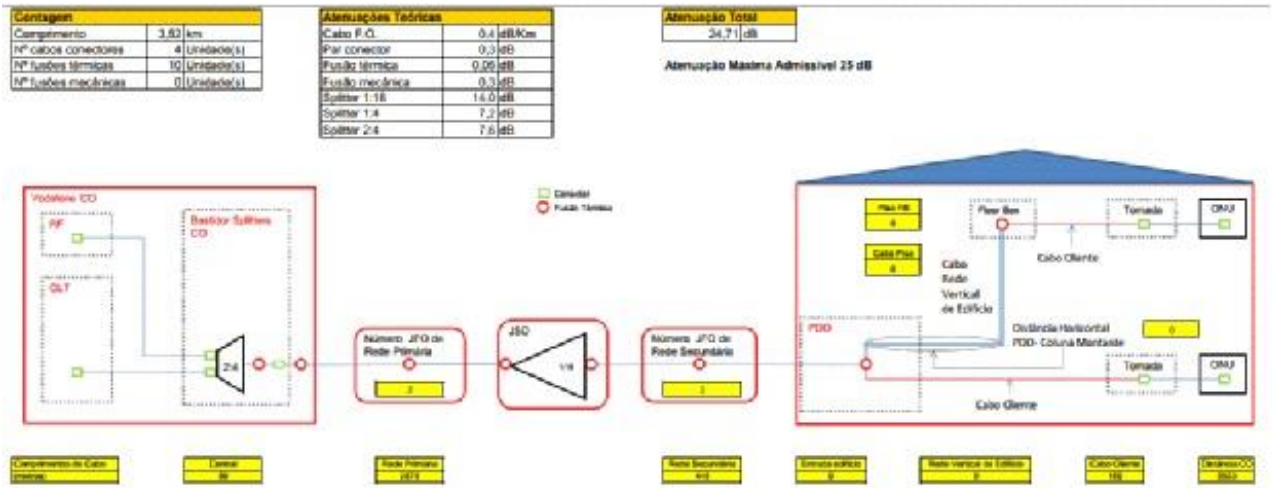


Figura 37 - Cálculo de atenuações

No anexo 2 é possível ver uma tabela de atenuações do projeto de RAN05

5.3.7 Fichas de PDO

As fichas de PDO incluem a informação sobre a disposição das fibras no edifício ou edifícios a servir por um dado PDO. Na Figura 38 mostra uma tabela *Riser* para um PDO interior do projeto SEI06 da Vodafone. Também poderá encontrar esta tabela no anexo 3.

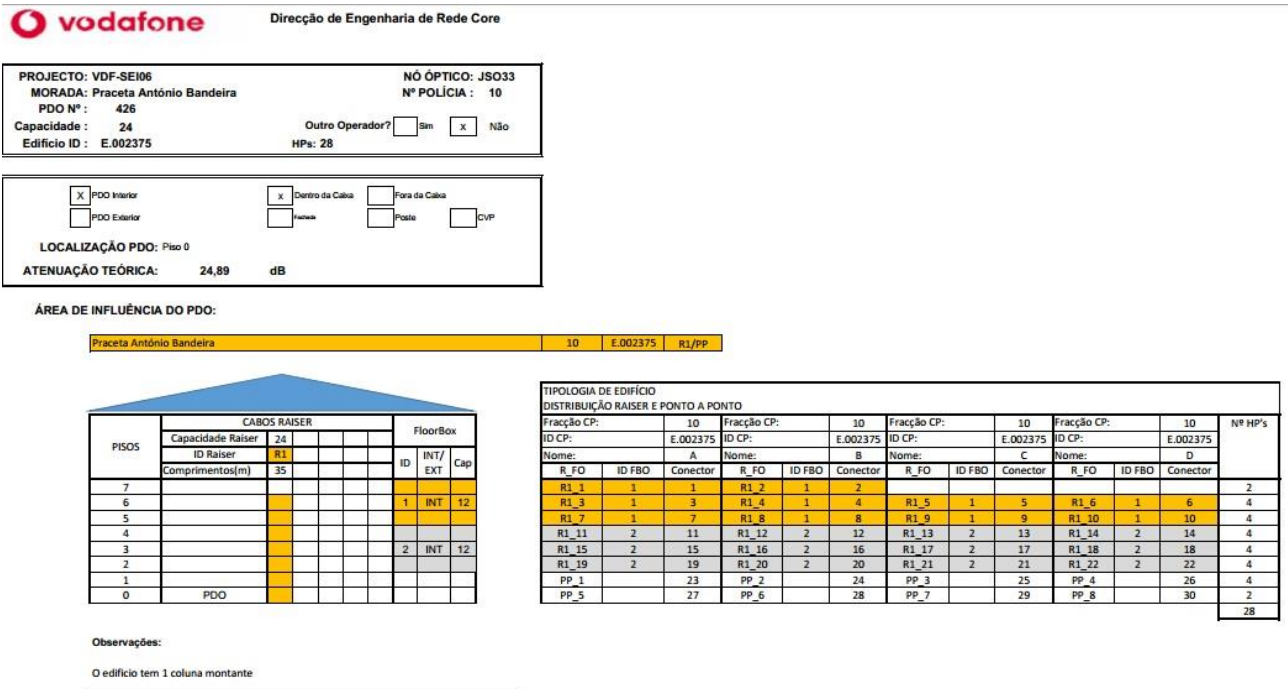


Figura 38 - Tabela *Riser* de Interior

5. PROJETO FTTH - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

Esta tabela possui muitas informações relativas ao PDO e ao edifício (para PDOs interiores apenas). Estas incluem, o nome do projeto (ex.: VDF-RAN05), o nó ótico a montante do PDO (ex: JSO51), a Morada, o número do PDO, a indicação da presença de outro operador, o número de identificação atribuído ao edifício, o número de HPs, a localização do PDO (interior, exterior, poste, etc, atenuação teórica e área de influência que corresponde aos edifícios na área de influência do PDO (normalmente apenas 1 edifício em PDOs de interior).

Nos PDOs de interior é também feito um esquemático com a localização PDO, capacidade do cabo *Riser*, número identificativo do *Riser* e o comprimento do cabo *Riser* considerando o comprimento de 5 metros por piso. Esse esquema também inclui a localização das *floorboxes*. Estas devem de ser distribuídas de modo a cobrir o próprio piso e o piso imediatamente abaixo e imediatamente acima (excepto quando a *floorbox* não tem capacidade suficiente). É também indicado o número identificativo da *floorbox* e sua capacidade.

Esta tabela tem também representadas os números de polícia da fração assim como seu nome (Esq, Dir, Lj, etc), permitindo assim verificar a alocação das fibras no edifício.

6. Conclusões

Este relatório inclui os procedimentos mais importantes geralmente efetuados na elaboração de uma rede de fibra ótica. No entanto, existem casos específicos para os quais num projeto de rede de fibras óticas, é necessário realizar outros passos importantes e que exigem elevados recursos. Exemplo disso são os projetos realizados para Moçambique, para os quais não existia cartografia disponível. Para este caso em específico, foi necessário usar imagens de satélite e outros programas adicionais como o Ocad, para se desenhar a cartografia.

Para auxílio ao desenvolvimento dos projetos, vão sendo também criadas/adaptadas ferramentas à medida das necessidades, que tentam automatizar mediante o possível certos procedimentos. Essas ferramentas poderão ser por exemplo scripts ou simples folhas de cálculo de *Excel* com fórmulas.

Num mundo concorrencial, a inovação é uma constante. As redes de nova geração fazem parte neste processo evolutivo e tudo indica que as redes de fibras óticas, com destaque para a FTTH, são redes que se encontram à altura das necessidades dos próximos anos. De acordo com isto, continua-se a verificar uma forte aposta por parte dos operadores na expansão deste tipo de rede e conseqüente realização de projetos.

Sendo assim, considero que o estágio realizado foi bastante positivo, uma vez que me permitiu vivenciar o dia-a-dia num gabinete de projetos de uma tecnologia que veio para ficar, trabalhando num ambiente com trabalho de equipa contínuo, com todos a terem um papel importante na finalização dos projetos. Ganhei por isso alguns meses de experiência nesta área, o que abre algumas perspetivas de futuro, que têm o potencial de um dia serem aproveitadas. Vivenciei em parte também a interação com empresas clientes da PSIT e de entraves que prejudicavam o decorrer dos projetos, ficando assim com uma ideia mais global de todo o sistema.

Bibliografia

- [1] P. Pinto, “Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G – Sabe a diferença?,” 7 Junho 2011. [Online]. Available: <http://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/tecnologias-1g-2g-2-5-g-3g-e-4g-sabe-a-diferena/>.
- [2] ANACOM, “ANACOM regula ofertas "ilimitadas",” 28 Janeiro 2014. [Online]. Available: <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1188815#.V93RMvkrLIU>. [Acedido em 2 Setembro 2016].
- [3] NOS Comunicações, S.A., “Condições gerais da oferta de serviços de internet móvel,” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://www.nos.pt/particulares/internet/internet-movel/tarifarios/Paginas/condicoes-gerais.aspx>.
- [4] Vodafone Portugal - Comunicações Pessoais, S.A., “Condições de Oferta Banda Larga Móvel,” Agosto 2012. [Online]. Available: <http://www.vodafone.pt/main/Ajuda/TermosCondicoes/banda-larga-movel.htm>.
- [5] PT Comunicações, S.A., “INTERNET MÓVEL - tarifários,” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://meo.pt/internet/internet-movel/tarifarios/pc-tablet>.
- [6] S. Cobb, “SATELLITE INTERNET CONNECTION FOR RURAL BROADBAND,” 2011. [Online]. Available: <http://www.rumbausa.net/downloads/rumba-satellite-wp-press.pdf>.
- [7] Eurostat, “Households with broadband access,” [Online]. Available: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=0&language=en&pcode=tin00073>. [Acedido em Outubro 2014].
- [8] World Bank, “Fixed broadband subscriptions (per 100 people),” Outubro 2014. [Online]. Available:

- <http://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.BBND.P2/countries/1W?display=default>. [Acedido em Outubro 2014].
- [9] FTTH COUNCIL EUROPE, “CASE STUDIES COLLECTION,” Fevereiro 2014. [Online]. Available: http://www.ftthcouncil.eu/documents/CaseStudies/Collection_February2014.pdf. [Acedido em Outubro 2014].
- [10] Jornal de Notícias, “PT e Vodafone vão partilhar rede de fibra ótica,” 21 Julho 2014. [Online]. Available: <http://www.jn.pt/economia/interior/pt-e-vodafone-va-partilhar-rede-de-fibra-otica-4038171.html?id=4038171>. [Acedido em Outubro 2014].
- [11] FTTH Council Europe, “Annual Report 2013 – 2014,” 2014. [Online]. Available: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/FTTHCouncil_AR2013-2014_Final.pdf. [Acedido em Outubro 2014].
- [12] FTTH Council Europe, “Press Conference @FTTH Conference Stockholm,” Fevereiro 2014. [Online]. Available: <http://www.ftthcouncil.eu/documents/Presentations/20140219PressConfStockholm.pdf>. [Acedido em Outubro 2014].
- [13] C. Freudenrich, “Vantagens das fibras ópticas,” [Online]. Available: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas4.htm>.
- [14] Jornal O MIRANTE, “Roubos constantes de cabos telefónicos levam Monsanto a ansiar pela fibra óptica,” 16 Janeiro 2014. [Online]. Available: <http://semanal.omirante.pt/index.asp?idEdicao=635&id=97347&idSeccao=11094&Action=noticia#.VCPIaPldUcY>.
- [15] P. V. Chã e A. Lopes, “Detido por roubar cabos de fibra ótica com esquema ardiloso,” 13 Julho 2012. [Online]. Available: http://www.jn.pt/PaginaInicial/Seguranca/Interior.aspx?content_id=2665388.
- [16] T. Crosby, “How Fiber-to-the-home Broadband Works,” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://computer.howstuffworks.com/fiber-to-the-home2.htm>.

- [17] L. Frenzel, “What’s The Difference Between EPON And GPON Optical Fiber Networks?,” 6 Janeiro 2014. [Online]. Available: <http://electronicdesign.com/what-s-difference-between/what-s-difference-between-epon-and-gpon-optical-fiber-networks>.
- [18] M. Rouse, “fiber to the x (FTTx),” Outubro 2010. [Online]. Available: <http://searchtelecom.techtarget.com/definition/fiber-to-the-x-FTTx>.
- [19] Lusa, “ZON condenada a pagar 10 mil euros por publicidade enganosa no arranque da ZON Fibra,” 11 Junho 2012. [Online]. Available: http://dnoticias.pt/actualidade/economia/329061-zon-condenada-a-pagar-10-mil-euros-por-publicidade-enganosa-no-arranque-?quicktabs_2.
- [20] A. d. C. Sachs, “Dispersão Cromática,” 29 Fevereiro 2012. [Online]. Available: <http://comofunciona2.blogspot.pt/2012/02/como-funciona-dispersao-cromatica.html>.
- [21] Tech-FAQ, “MTBF (Mean Time Between Failures),” 6 Outubro 2013. [Online]. Available: <http://www.tech-faq.com/mtbf.html>.
- [22] R. Pereira, “Emissores e receptores ópticos,” Universidade Federal do Rio de Janeiro, 03 Junho 2008. [Online]. Available: http://www.gta.ufrj.br/grad/08_1/wdm1/Emissoresereceptorespticos.html. [Acedido em 2 09 2016].
- [23] WingWit, “Cabo de Fibra Óptica e Ferramentas Preparando emenda,” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://pt.wingwit.com/Networking/other-computer-networking/77371.html>.
- [24] Integrated Publishing, “FIBER OPTIC COUPLERS,” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://www.tpub.com/neets/tm/108-11.htm>.
- [25] R. Hamann, “Como funciona a fibra ótica,” 29 Abril 2011. [Online]. Available: <http://www.tecmundo.com.br/infografico/9862-como-funciona-a-fibra-otica-infografico-.htm>.
- [26] ANACOM, “Redes FTTH/B/P,” 14 Fevereiro 2011. [Online]. Available:

<http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=340463>.

Anexo 1 – Comparação entre a transparência dos operadores móveis relativamente às limitações de tráfego.

1. Análise Vodafone

A Vodafone utiliza um tipo de linguagem muito vago quando se refere ao limite de tráfego, indicando no entanto que o utilizador poderá ficar “sem preocupações”.

Tabela 9 - Planos de internet móvel Vodafone

	On 2 GB	On 7 GB	On + GB
		DESCONTO	DESCONTO
	On 2 GB	On 7 GB	On + GB
	Ideal para uma utilização reduzida	Ideal para uma utilização moderada	Ideal para uma utilização intensiva
Dados	2 GB	7 GB	Os GB que precisa sem preocupações
Velocidade download	até 300 Mbps	até 300 Mbps	até 300 Mbps
Mensalidade clientes Red / Tv Net Voz	€8,5	€11,9 €16,9	€21,5 €26,5
Mensalidade restantes clientes	€13,5	€16,9 €21,9	€26,5 €31,5

No entanto, ao consultar as condições do serviço Figura 39 encontra-se uma alínea que afirma que essa limitação existe sempre que a Vodafone assim o entenda, sem discriminar o volume de dados em que a medida é acionada.

Estas condições encontram-se noutra página *web* e devido ao mau acesso e à extensividade deste tipo de textos, não é consultado pela maioria dos clientes.

Eventuais restrições no acesso ao Serviço

A Vodafone reserva o direito de aplicar medidas restritivas à utilização do Serviço de Banda Larga Móvel, se o tipo ou volume de utilização de um Cliente potencializar a degradação da qualidade de Serviço dos restantes ou a integridade da sua rede.

Data de Publicação: 30/03/2012 | Data de Atualização: 28/08/2014

[Voltar ao topo](#) ^

Figura 39 - Restrições de serviço Vodafone depois de 28/08/2014

Em termos de transparência, a Vodafone até piorou desde o ano 2014 como mostra a Figura 40, visto que nessa data a operadora discriminava qual o volume de dados para o qual acionava as limitações de rede.

4. A Vodafone reserva o direito de aplicar medidas restritivas à utilização do Serviço de Banda Larga Móvel, se o tipo ou volume de utilização de um cliente potencializar a degradação da qualidade de serviço dos restantes ou a integridade da sua rede. No âmbito destas medidas, e no que reporta ao volume de utilização, a Vodafone reserva o direito de, após verificado um consumo acumulado de 15 gigabytes no respectivo período de facturação mensal, reduzir temporariamente e até ao final desse período a velocidade de serviço disponível ao Cliente.

Figura 40 - Restrições de serviço Vodafone antes de 28/08/2014

2. Análise NOS

Na NOS, como se pode ver abaixo, a situação é ligeiramente diferente. A operadora indica que o tarifário mais caro tem “Todo o tráfego incluído”, apresentando no entanto três asteriscos bem visíveis (Tabela 10).

Tabela 10- Planos de internet móvel NOS

	S	M	XL
Tráfego	2GB	6GB	Todo o tráfego incluído ***
Mensalidade clientes NOS com Internet Fixa ou com tarifário Smart *	€8,49	€10,99 mensalidade com desconto	€21,49 mensalidade com desconto
Mensalidade restantes clientes	€13,49	€15,99 ** mensalidade com desconto	€26,49 ** mensalidade com desconto

Deste modo, o utilizador apercebe-se mais facilmente que poderão existir restrições na velocidade de acesso à rede, caso a NOS assim o entenda, sem necessitar de consultar os termos e condições do serviço. A operadora não especifica no entanto quando aplicará essas medidas (Figura 41).

*** A NOS poderá adotar medidas excecionais de restrição da velocidade, de forma a evitar o esgotamento da capacidade da rede, assegurar a sua operacionalidade e segurança e a qualidade da utilização do serviço.

Figura 41 - Restrições do serviço NOS – Depois

Comparativamente a 2014, a NOS piorou em termos de transparência, uma vez que nesse ano, a operadora indicava que após o consumo de 15GB, reduziria a velocidade de acesso para 128kbps (Figura 42).

- A NOS poderá acionar providências restritivas legais e contratualmente previstas, em caso de utilização ilícita do serviço ou de acesso ilícito a conteúdos através do serviço, incluindo-se neste âmbito a utilização de aplicações que, pela sua natureza ou características, degradem ou diminuam a qualidade do serviço ou coloquem em risco a integridade da rede da NOS. No âmbito destas providências inclui-se a possibilidade de, em qualquer tarifário e independentemente das características específicas do mesmo, quando atingir um consumo mensal de tráfego de quinze gigabytes, restringir a velocidade. Esta restrição, se e quando aplicada, garantirá sempre uma velocidade máxima igual ou superior a cento e vinte e oito kbps.

Figura 42 - Restrições de serviço NOS – Antes

3. Análise Meo

Já no que toca à Meo, as limitações no tráfego e velocidades, ao contrário dos restantes já não sofrem tentativas de omissão sendo bastante visíveis (Tabela 11).

	Soft	Regular	Plus	Mega
Tráfego Incluído ⁽²⁾	1 GB	5 GB	15 GB	30 GB

Tabela 11 - Planos de internet móvel Meo

Para além disso, o que acontece após o gasto do tráfego também é de fácil acesso, uma vez que existe uma legenda presente na mesma página. De notar no entanto que a nota apresenta um erro uma vez que a velocidade não pode ser dada em KB mas sim por exemplo em kBps. Provavelmente a informação que se pretendia passar era de que a limitação seria de 128kbps (Figura 43).

A taxação é feita em blocos de 10 kB.

⁽²⁾ Após exceder o Tráfego Mensal Incluído, a velocidade de acesso será reduzida para 128KB até ao final do mês.

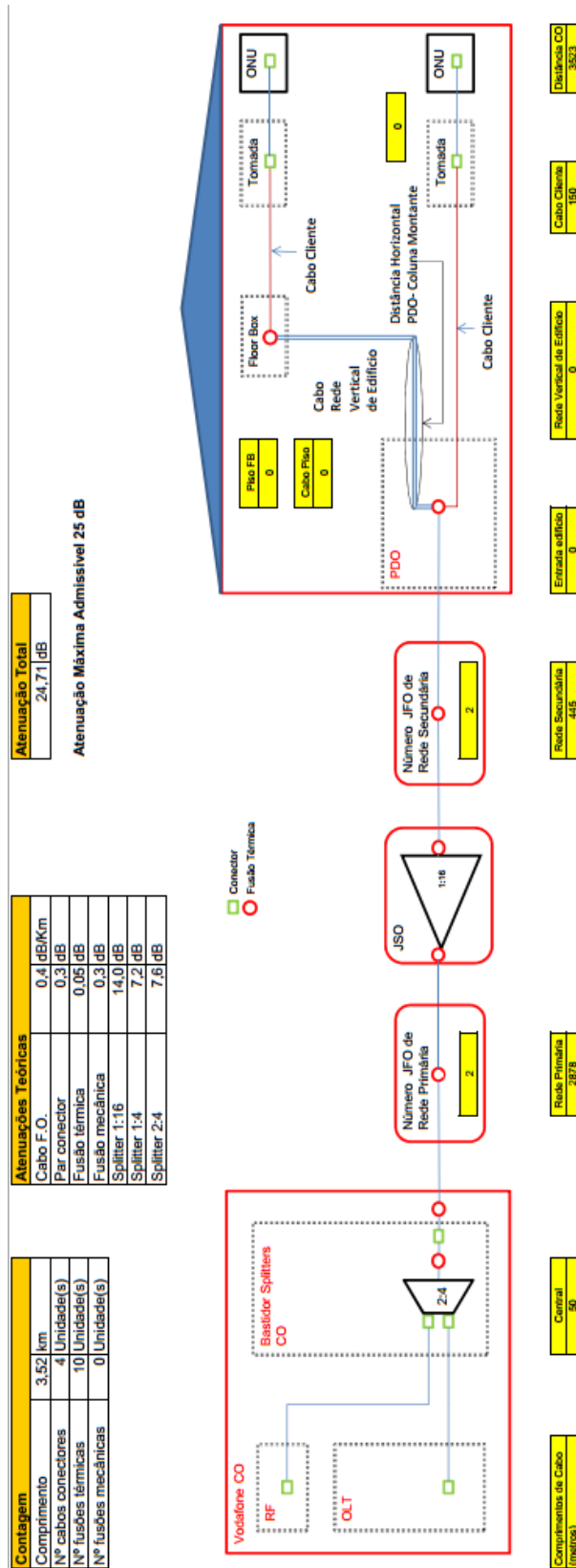
Quando atingir os 80% e 100% do tráfego mensal incluído, receberá um SMS de aviso no seu equipamento de Internet móvel. O tráfego não utilizado não transita para o período seguinte.

Figura 43 - Restrições de serviço Meo - Depois

4. Conclusão

Verifica-se uma baixa transparência em relação ao limite de tráfego no serviço da Vodafone e da NOS. Pelo contrário, o serviço MEO é a operadora que aquando realizada esta análise, apresenta a informação de forma bem visível.

Anexo 2 – Tabela de atenuações



ANEXOS - PROJETO DE REDES DE FIBRA ÓTICA

