

versão final

Projeto e Gestão de Redes de Transmissão e Sistemas Auxiliares

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE MESTRADO

Nuno Duarte Abreu Carreira

MESTRADO EM ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES E REDES DE ENERGIA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

outubro | 2014

UMA

R Pro

T/M UMa
62
CAR Pro

UNIVERSIDADE DA MADEIRA
BIBLIOTECA

75363
150HA

Projeto e Gestão de Redes de Transmissão e Sistemas Auxiliares

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE MESTRADO

Nuno Duarte Abreu Carreira

MESTRADO EM ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES E REDES DE ENERGIA

ORIENTAÇÃO

Lina Maria Pestana Leão de Brito
Alberto de Jesus Nascimento

Resumo

Neste relatório de estágio, entregue para obtenção do grau de mestre, é elaborado um sistema de registo e tratamento de alarmes em paralelo com a especificação e implementação de um sistema protótipo de recolha de alarmes em armários exteriores, para otimização da gestão da rede da Portugal Telecom (PT).

O início do projeto agrupa o contato com as tecnologias de transmissão e alarmística da rede através do estado da arte e estudo dos equipamentos existentes, sobretudo *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) no que concerne aos débitos, à interligação de tecnologias, à sua monitorização e configuração.

É indicado, ao longo do procedimento prático, o trabalho elaborado para a concentração dos dados do departamento numa única plataforma, disponibilizada aos utilizadores, a qual também é capaz de realizar um cruzamento dos alarmes da rede com os padrões encontrados para a ocorrência de determinados alarmes.

O módulo implementado para a recolha de alarmes, que satisfaz um dos problemas de adaptação de estruturas remodeladas, é igualmente descrito, atendendo às necessidades de implementação e requisitos impostos pela empresa.

O estudo das estruturas núcleo existentes, o acompanhamento do projeto de monitorização de alarmes de uma área de agregação de serviços e o desenvolvimento do trabalho são realizados através do gabinete de projeto e gestão de rede do departamento de operações da Madeira.

Os resultados favorecem a Portugal Telecom em termos de atualização da sua estrutura de monitorização de alarmes, aumento da eficiência de resolução de problemas e otimização da gestão de recursos humanos.

Palavras-chave:

Sistema de recolha e tratamento de alarmes, correlação de alarmes, tecnologias de transmissão, Departamento de Operações da Madeira.

Abstract

In this internship report submitted for the degree of master a system of recording and processing of alarms is presented in parallel with the specification and implementation of a prototype system for collecting alarms in outdoor cabinets to optimize the management and standardization of Portugal Telecom's (PT) network.

The beginning of the project groups the contact with transmission technologies and alarms and the study of existing equipment, with focus on, the rates, interconnection technologies, monitoring and configuration.

It is shown, through the practical procedure, the implementation of a single platform, designed to concentrate all the data from the department and to be used as main interface for daily routines. It is, shown, the capability of the intersection between network alarms and the patterns found, which can be give measures of the service availability for further analysis.

The implemented alarms module, which satisfies the problem, is also described, answering the needs and implementation requirements of the company and of the alarm collect equipment.

The study of existing core structures, knowledge of alarms and monitoring, project tracking for an area of aggregation of services and the developed work, is carried out through, the office of project management and network operations department.

The results favor the Portugal Telecom in terms of updating its alarm monitoring structure, increased problem-solving efficiency and optimization of human resources management.

Key words:

Collect and Processing System, alarm correlation, transmission technologies,
Madeira Operations Department.

Agradecimentos

Desde o início do mestrado, tive o privilégio de contar com o apoio de diferentes pessoas e instituições. Sem estes contributos, este trabalho não teria sido possível.

À Prof.^a Dr.^a Lina Brito, orientadora do estágio, um especial agradecimento pela oportunidade que me proporcionou de trabalhar na Portugal Telecom, mas sobretudo pelo seu apoio, partilha de saber e disponibilidade durante todo este percurso.

Ao Prof. Dr. Alberto Nascimento, coorientador do estágio, agradeço a sua disponibilidade e dedicação.

À Portugal Telecom agradeço a oportunidade de estágio proporcionada. Em especial ao Engenheiro Paulo Machado e ao Engenheiro Eduardo Velosa pelo apoio, dedicação, incentivo, disponibilidade e pelo rigor e empenho na qualidade da orientação prestada.

Um agradecimento à Universidade da Madeira pela formação pessoal e académica proporcionada ao longo destes anos. Um especial agradecimento a todos os Professores que tive oportunidade de conhecer.

À minha Família, um agradecimento pela compreensão, constante incentivo e esforço na minha educação e formação.

A todos os meus amigos e colegas, com quem tive a oportunidade de trabalhar ao longo deste percurso, em especial aos meus amigos David Inácio, Victor Azevedo, Sérgio Pestana, Miguel Quintal e Gonçalo Freitas, agradeço a amizade, o apoio e a disponibilidade.

Lista de Siglas /Acrónimos

AC – Alternate Current

ADM - Add/Drop Multiplexer

ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line

AIS - Alarm Indication Signal

AMS – Armário Multisserviços

ANACOM - Autoridade Reguladora das Comunicações Postais e das Comunicações Eletrónicas

APS - Automatic Protection Switching

APC - Angle Physical Conector

ASCII - American Standard Code for Information Interchange

ATM - Asynchronous Transfer Mode

ATU-C - Asymmetric Digital Subscriber Line Transceiver Unit - Central

AUG - Administrative Unit Group

BTS - Base Transceiver Station

CAM RING - Anel Continente Açores Madeira

CONCAL- Concentrador de Alarmes

CORBA - Common Object Request Broker Architecture

CoS – Class of service

CWDM - Coarse Wave Division Multiplexing

DC - Direct Current

DCC - Data Communications Channel

DDF - Digital Distribution Frame

DII - Dynamic Invocation Interface

DLU - Digital Logic Unit

DMT - Discrete Multi-Tone

DOPM-PGR - Direção de Operações Madeira Departamento de Projeto de Gestão da Rede

DS - Distribution Section

DSL - Digital Subscriber Line

DSLAM - Digital Subscriber Line Access Multiplexer

DSTM - *Dynamic Synchronous Transfer Mode*
DWDM - *Dense Wavelength Division-Multiplexing*
DWDM - *Dense Wavelength-Division Multiplexing*
DXC - *Digital Cross-Conects*
EDFA - *Erbium-Doped Fibre Amplifiers*
EEM - *Empresa de Eletricidade da Madeira*
ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*
FDD - *Frequency Division Duplexing*
FDM - *Frenquency Division Multiplexing*
FEC - *Forward Error Correction*
FEXT - *Far end crosstalk*
FH - *Feixes Hertzianos*
FS - *Feeder Section*
FC - *Ferrule Conector*
FTTB - *Fiber-to-the-building*
FTTH - *Fiber-to-the-home*
FTTN - *Fiber-to-the-node*
GEF - *GPON Encapsulation Frame*
GFP - *Generic Frame Procedure*
GIOP - *General Inter-ORB Protocol*
GMPLS - *Generalized Multiprotocol Label Switching*
GPON - *Gibabit Passive Optical Network*
GTC - *GPON Transfer Convertgence*
GPS - *Global Positioning System*
HP - *High Order Path*
IETF - *Internet Engineering Task Force*
IP - *Internet Protocol*
ISDN- *Integrated Services Digital Network*
ITU - *Internacional Telecommunication Union*
LAM - *Local Access Module*
LOF - *Loss of frame*
LOP - *Loss of Pointer*
LOS - *Loss of Signal*

LP - *Low Order Path*
LSR - *Label Switching Router*
MCU- *Monitor and Control Unit*
MIB - *Management Information Base*
MIC- *Modulação por Impulsos Codificados*
MPSU - *Module Power Supply Unit*
MPLS - *Multi Protocol Label Switching*
MS - *Multiplex Section*
NE - *Network Element*
NEXT - *Near End Crosstalk*
OBPF - *Optical Band-Pass Filters*
ODF - *Optical Distribution Frame*
OID - *Object Identifier*
OLT - *Optical Line Terminal*
OMG - *Object Management Group*
ONU - *Optical Network Unit*
ONT - *Optical Network terminal*
OOF - *Out of Frame*
ORB - *Object Request Broker*
OS - *Sistema Operativo*
OTDR - *Optical Time Domain Reflectometer*
PCM - *Pulse Code Modulation*
PDH - *Plesiochronous digital hierarchy*
PDO - *Ponto de Distribuição Ótico*
PI - *Physical Interface*
POH - *Path OverHead*
PSTN - *Public switched telephone network*
PSU - *Power Suply Unit*
QAM - *Modulação de Amplitude em Quadratura*
RCG - *Rede Centralizada de Gestão*
RDI - *Remote Defect Indication*
RDIS - *Rede Digital Integrada de Serviços*
RS - *Reed Salomon*

RTU - *Remote Test Unit*

SAI - *Sistemas de Alimentação e Infraestruturas*

SASE - *Stand-Alone Synchronization Equipment*

SC - *Small conector*

SDH - *Synchronous Digital Hierarchy*

SFP - *Small Form-Factor Pluggable*

SGA - *Sistema de Gestão de Alarmes*

SGTFO - *Sistema Gestão e Teste para a Rede de Fibra Ótica*

SHDSL - *Single-pair High-Speed Digital Subscriber Line*

Signal Degrade

SMI - *Structure of Management Information*

SNMP - *Simple Network Management Protocol*

SOA - *Semiconductor Optical Amplifier*

STM - *Synchronous Transport Module*

TDMA - *Time Division Multiplexing Access*

TDT - *Televisão Digital Terrestre*

TIM - *Trace Identification Mismatch*

TMN - *Telecommunications Management Network*

TTK - *Trouble Ticket*

TUG - *Tributari Unit Group*

WDM- *Wave Division Multiplexing*

Índice

Resumo	v
Abstract.....	vii
Agradecimentos	ix
Lista de Siglas /Acrónimos.....	xi
Índice de figuras	xvii
Índice de tabelas	xx
1 Introdução	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Organização do relatório de estágio.....	3
1.3 Protocolo de cooperação	3
2 Enquadramento e tecnologias de transmissão.....	5
2.1 Visão geral do operador PT	5
2.1.1 Rede de pares de cobre PT	7
2.1.2 Rede de fibra ótica PT	9
2.2 Rede de acesso	11
2.2.1 Tecnologia sobre pares de cobre	11
2.3 Rede <i>core</i>	17
2.3.1 Tecnologia <i>Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)</i>	17
2.3.2 Tecnologia <i>Synchronous Digital Hierarchy (SDH)</i>	18
2.3.3 Tecnologia <i>MultiProtocol Label Switching (MPLS)</i>	24
2.3.4 Tecnologia <i>Dense Wave Division-Multiplexing (DWDM)</i>	26
2.4 Sumário	29
3 Soluções tecnológicas usadas para a monitorização da rede	31
3.1 Equipamentos da rede Portugal Telecom	31
3.1.1 Estruturas físicas.....	31
3.1.2 Equipamento.....	35
3.2 Recolha de alarmes SDH	39
3.3 Sistema de Gestão de Alarmes (SGA)	41
3.3.1 <i>Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>	42
3.3.2 <i>Common Object Request Broker Architecture (CORBA)</i>	44
3.3.3 <i>Telecommunications Management Network (TMN) - Interface Q3</i>	46

3.4	Sumário	47
4	Sistema de tratamento e registo de alarmes	49
4.1	Definição do problema referente ao objetivo de tratamento e registo de alarmes.	49
4.1.1	Pressupostos iniciais e requisitos impostos para a plataforma	50
4.2	Planeamento da solução	50
4.3	Reconhecimento de padrões através da interpolação dos dados.....	51
4.3.1	Padrões de rotinas SAI	53
4.3.2	Padrões de rotinas TDT	54
4.3.3	Padrões de rotinas rede móvel	55
4.3.4	Padrões de porta aberta.....	56
4.3.5	Padrões de problemas de ventilação	57
4.3.6	Padrões de deteção de corte de energia	57
4.3.7	Padrões de deteção de problemas associados aos TTK.....	59
4.4	Atribuição de descrição através das conclusões obtidas.....	59
4.4.1	Entidades causadoras dos eventos	61
4.5	Desenvolvimento da aplicação para tratamento automatizado.....	62
4.5.1	Portal DOPM-PGR.....	62
4.5.2	Autenticação	64
4.5.3	Contactos de colaboradores	66
4.5.4	Elementos de prevenção	67
4.5.5	Projetos	68
4.5.6	Agenda de trabalhos	70
4.5.7	Estado da rede.....	71
4.5.8	Relatório de Eventos.....	72
4.6	Implementação em servidor	76
4.7	Resultados obtidos após a interpolação dos padrões de alarmes e implementação do método automático	77
4.8	Sumário	79
5	Sistema protótipo de recolha de alarmes	81
5.1	Definição do problema do protótipo de alarmes.....	81
5.2	Estudo de caso para o protótipo	82
5.2.1	Localização.....	83
5.2.2	Equipamentos existentes.....	84

5.3	Desenvolvimento do protótipo.....	87
5.3.1	Seleção dos Alarmes.....	87
5.3.2	Ligação para <i>upload</i> de alarmes	93
5.3.3	Protótipo final.....	94
5.4	Resultados obtidos após o estudo e implementação da solução	95
5.5	Sumário	95
6	Conclusões	97
	Bibliografia.....	99
	Anexos.....	103
	Anexo A.....	103
	Anexo B.....	104
	Anexo C.....	105
	Anexo D.....	106
	Anexo E.....	107
	Guião de manutenção do portal DOPM – PGR.....	- 1 -
	Anexo F	102

Índice de figuras

Figura 2.1:	Rede submarina de cabos do segmento CAM RING [3]......	6
Figura 2.2:	Estruturação da rede de operador e cliente tendo em conta as fronteiras [1].	6
Figura 2.3:	Sistema MIC30 [6]......	7
Figura 2.4:	Componentes necessários para uma comunicação DSL [13].	11
Figura 2.5:	Conexão ao DSLAM ATM [1].	12
Figura 2.6:	Espectro de frequências ADSL POTS [1]......	13
Figura 2.7:	Esquema de modulação adotado pela operadora.	13
Figura 2.8:	Esquema de representação das configurações possíveis para gerar os 1:128 [4].	15
Figura 2.9:	Encapsulamento ATM em frame GPON.	15
Figura 2.10:	Esquema físico de transmissão GPON.....	16
Figura 2.11:	Esquema lógico de Transmissão GPON para <i>upstream</i> e <i>downstream</i> com RF <i>overla</i>	16
Figura 2.12:	Transmissão GPON sobre DWDM para alcances até 120Km.....	17
Figura 2.13:	Encadeamento das taxas PDH.....	18
Figura 2.14:	Arquitectura SDH.	19
Figura 2.15:	Secções para encaminhamento SDH.....	20
Figura 2.16:	Passagem de Débito PDH para SDH através de <i>Virtual Containers</i> (VC).21	

Figura 2.17: Bytes utilizados para identificação das unidades STM-n de ordem elevada.	21
Figura 2.18: Encapsulamento de agregado de modo a prefazer as frames STM-n.	22
Figura 2.19: Cabeçalho da secção STM-n.....	22
Figura 2.20: Esquema de funcionamento da SASE.....	24
Figura 2.21: Cabeçalho MPLS.	25
Figura 2.22: Diferenciação entre o domínio de endereçamento IP e endereçamento MPLS.	25
Figura 2.23: Exemplificação da atribuição de <i>labels</i> (<i>downstream-upstream</i>).	26
Figura 2.24: Transmissão de WDM em fibra ótica.	27
Figura 2.25: Esquema de transmissão DWDM.	28
Figura 2.26: Interligação das redes DWDM e IP e a relação com a rede SDH.....	29
Figura 3.1: Divisão lógica das tecnologias no AMS que se reproduz nas Estações.....	32
Figura 3.2: Sistema de alimentação usado nas subestações e AMS.....	33
Figura 3.3: Numeração das cartas no EMILO S14.....	35
Figura 3.4: Representação da matriz de identificação de um bastidor.	36
Figura 3.5 Sistema de Gestão e Teste de Fibra ótica (SGTFO).	36
Figura 3.6: Divisão da Ilha pelos dois analisadores óticos [21].	38
Figura 3.7: Esquema de ocorrência de Alarme, SDH.....	40
Figura 3.8: Sistemas de proteção em anel: A) unidirecional; B) bidirecional.....	41
Figura 3.9: Três categorias de eventos na rede.....	42
Figura 3.10: Esquema de funcionamento do SNMP.	43
Figura 3.11: Modelo de referência definido pelo <i>Object Management Group</i>	45
Figura 3.12: Arquitetura de gestão do modelo TMN baseada em VPN.....	47
Figura 4.1: Modelo incremental da solução.	51
Figura 4.2: Estrutura da linha Evento.	60
Figura 4.3: Pré-disposição do <i>layout</i> pretendido para o portal DOPM-PGR.	63
Figura 4.4: Plataforma criada para registo e tratamento de alarmes.	64
Figura 4.5: Autenticação na plataforma.	65
Figura 4.6: Implementação do formulário de autenticação.	65
Figura 4.7: Campos da tabela de colaboradores.	66
Figura 4.8: Exemplo fictício para o diretório de contactos.	67
Figura 4.9: Exemplo fictício para o diretório de Elemento de Prevenção.....	68
Figura 4.10: Estrutura de dados da tabela de projetos.....	68
Figura 4.11: Exemplo de conteúdo no diretório de projetos de rede.....	69
Figura 4.12: <i>Upload</i> e <i>download</i> de ficheiros relevantes.	70
Figura 4.13: Estrutura de dados da tabela agenda de trabalhos.....	70
Figura 4.14: Exemplo de conteúdo no diretório de agenda.....	71
Figura 4.15: Estrutura de dados da tabela Estado da rede.	71
Figura 4.16: Exemplo de conteúdo no diretório de registo de alarmes (Estado da rede).	72
Figura 4.17: Modelo de dados da tabela de correlação de alarmes.	73
Figura 4.18: Modelo de dados dos padrões esperados.	73
Figura 4.19: Fluxograma de funcionamento do algoritmo de correlação de alarmes. ...	74

Figura 4.20: Relatório da seleção automática de 1100 Alarmes.	75
Figura 4.21: Exemplo de conteúdo no diretório de relatório de Eventos, para a seleção “Id=2”	76
Figura 4.22: Acesso ao portal DOMF por ligação local ou remota.....	77
Figura 5.1: Modelo incremental para solução do problema.	82
Figura 5.2: Representação tridimensional de um casinhoto.	83
Figura 5.3: Ligação do IP-DSLAM.....	84
Figura 5.4: Exemplo de funcionamento da recolha de alarmes pelo DSLAM IP.	85
Figura 5.5: Estrutura modular do retificador e interações externas.....	86
Figura 5.6: Esquema de ligação dos alarmes do retificador.	87
Figura 5.7: Esquema de ligação utilizado para os sensores de porta.....	88
Figura 5.8: Esquema de ligação do Reármável (N: <i>Neutral</i> ; L: <i>Load</i>).....	89
Figura 5.9: Esquema de ligação do SHT11.	90
Figura 5.10: Esquema de ligação do relé G6JU-2FS-Y.	91
Figura 5.11: Esquema de ligação do LCD Hitachi HD44780.	91
Figura 5.12: Fluxograma do código implementado para solução do problema.	92
Figura 5.13: Circuito tridimensional da placa de circuito impresso: a) visão inferior; b) visão superior.	93
Figura 5.14: Ligação do bloco KRONE.	94
Figura 5.15: Protótipo implementado para recolha de alarmes via DSLAM	94
Figura 5.16: Exemplo de funcionamento do protótipo elaborado.	95

Índice de tabelas

Tabela 2.1: Principais características das redes de pares de cobre.....	8
Tabela 2.2: Principais características da rede de fibra ótica [8].	10
Tabela 2.3: Débitos de transmissão SDH e SONET [15].	20
Tabela 2.4: Descrição dos <i>bytes</i> do cabeçalho SDH.	23
Tabela 3.1: Principais indicadores da rede SDH.	39
Tabela 3.2: Indicações de defeitos SDH (ITU-T G783).	40
Tabela 3.3: Protocolo de mensagens GIOP.	46
Tabela 4.1: Dados selecionados de acordo com a rotina SAI.	54
Tabela 4.2: Dados selecionados de acordo com a rotina TDT.	55
Tabela 4.3: Dados selecionados de acordo com a rotina na rede móvel.	56
Tabela 4.4: Dados identificadores de cava de tensão.	58
Tabela 4.5: Dados identificadores de corte de energia elétrica.	58
Tabela 4.6: Exemplo de construção da linha Evento.....	60
Tabela 4.7: Exemplo de possíveis causas para as entidades definidas.	61

1 Introdução

O Homem, desde os primórdios, utiliza uma infinidade de meios para trocar informações ou interagir com outros, o que o impossibilita de viver isolado, pelo que podemos considerar que as comunicações são um conjunto de processos que decorrem da evolução dos sentidos humanos. As telecomunicações surgiram com os primeiros sinais de fumo, visíveis a longa distância, e permitiram estabelecer uma ligação entre emissor e recetor de acordo com um determinado protocolo estabelecido.

Em Portugal, a 24 de novembro de 1877, foram estabelecidas as primeiras vias primárias de comunicação, ligando Carcavelos à estação do Cabo, em Lisboa. A rede, outrora de dimensões reduzidas, cresceu em função do aumento dos utilizadores, das distâncias a eles afetadas e por forma a responder a um crescimento económico verificado no pós vinte e cinco de abril, acompanhando a onda tecnológica internacional. A evolução surgiu após o início da comercialização dos circuitos integrados. A eletrónica digital veio, então, começar a dominar as telecomunicações, permitindo os sistemas de transmissão telefónica a 2Mbps, denominados de MIC30 [1] [2].

A abertura de novas vias de comunicação, nomeadamente estradas, pontes, vias férreas e a inserção de equipamentos submersos, permitiu também que novas linhas de comunicação fossem estabelecidas. Com isto, melhorou-se as capacidades de interação, incidindo particularmente na conexão com regiões remotas e entre o continente e as regiões ultraperiféricas, como é o caso das ligações Portugal Continental - Madeira e Portugal Continental – Açores.

No caso particular da Ilha da Madeira, o cabo de cobre submarino deu lugar às instalações da Marconi, que albergavam as parabólicas na freguesia de Santa Rita que, por sua vez, foram substituídas pelos cabos submarinos de fibra ótica, implementado sobre um sistema *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM) em anel, com pontos de ligação Continente, Açores e Madeira, CAM RING.

A rede de distribuição (rede núcleo/*core*) começou então a ser estabelecida em *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH) e, alguns anos depois, fruto da investigação internacional e dos novos equipamentos, evoluiu para o *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH). No entanto, existem ainda equipamentos PDH em locais mais remotos e que se ocupam de alguns feixes hertzianos (FH), de carácter redundante entre picos.

Atualmente, com o crescimento tecnológico global, verifica-se o esgotamento parcial dos endereços do protocolo de Internet versão 4 (IPv4), assim como uma oferta elevada de largura de banda disponibilizada pelos serviços *Triple Play*, suportados por ligações *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), IP e *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) [1].

Ao mesmo tempo, na visão do operador, assiste-se também a uma solicitação de plataformas de gestão de redes. A gestão é, assim, um ponto fundamental da estrutura organizacional e tem a sua essência numa rede heterogénea de elevada complexidade fortemente influenciada pela evolução das tecnologias e da história local.

Ao mesmo tempo, na visão do operador, assiste-se também a uma solicitação de plataformas de gestão de redes. A gestão é, assim, um ponto fundamental da estrutura

organizacional e tem a sua essência numa rede heterogénea de elevada complexidade fortemente influenciada pela evolução das tecnologias e da história local.

Apesar de existir atualmente uma plataforma de gestão, a mesma não facilita as tarefas dos gestores da rede dado o elevado número de alarmes que a mesma recebe diariamente, que são da ordem das dezenas de milhar. Constatou-se que muitos dos alarmes podem advir da mesma falha, sendo de grande relevância conseguir identificar qual o evento que provocou tais alarmes.

Neste contexto, a Portugal Telecom solicitou a criação de uma plataforma para seleção, registo e análise de alarmes da rede, de modo a correlacionar os alarmes com as suas causas. O seu objetivo é favorecer a tarefa de gestão, realizada pelos operadores, e melhorar as condições de serviço. Para além disso, Os dados a armazenar terão deverão ter uma aplicação estatística ao longo de um determinado período e fornecerão as capacidades para uma gestão proactiva na proteção dos equipamentos assim como poderão auxiliar na tomada de decisões sobre atualizações a serem realizadas na rede.

Neste trabalho é requerido, ainda, a implementação de um protótipo para recolha de alarmes em armários exteriores denominados por “casinhotos”, pretendendo-se a integração destes equipamentos mais antigos, e sem qualquer tipo de monitorização remota até ao momento, na rede de gestão existente, facilitando, assim a já salientada difícil operação de gestão.

Em paralelo com o desenvolvimento do trabalho solicitado, surgiram ainda outras necessidades de processamento de novos elementos, nomeadamente o registo dos elementos de prevenção, dos projetos de alteração da rede e atividades agendadas. Estes campos, estão diretamente relacionados com a temática dos alarmes e ao estarem aglomerados num único ponto, deverão promover um aumento da eficiência temporal de resposta a um acontecimento e sua compreensão

1.1 Objetivos

Os objetivos do trabalho têm em conta as principais características das redes de telecomunicações, evidenciando a temática de reconhecimento de problemas dinâmicos e a ampliação das suas estruturas.

Neste seguimento, os objetivos do trabalho proposto foram:

- Estudo e contacto com as tecnologias de transmissão e alarme da rede, em especial as tecnologias da rede *core* (PDH, SDH, MPLS, DWDM) e rede de acesso (ADSL);
- Elaboração de uma plataforma de registo de alarmes com processamento automatizado, com aplicação a longo prazo sobre um conjunto de dados recolhidos diariamente, com o intuito de melhorar a rede e a gestão dos recursos humanos;
- Especificação e implementação de um protótipo para recolha de alarmes em armários exteriores, criado com base nos equipamentos instalados e nos métodos empresariais da Portugal Telecom.

1.2 Organização do relatório de estágio

O presente relatório de estágio está organizado da seguinte forma: Introdução, Enquadramento e tecnologias de transmissão, Soluções tecnológicas usadas para a monitorização da rede, Sistema de tratamento e registo de alarmes, Sistema protótipo de recolha de alarmes e Conclusões.

Neste primeiro capítulo, são apresentados os temas desenvolvidos (inseridos na temática das telecomunicações), os objetivos de estágio, a organização deste relatório e os termos do protocolo de colaboração.

No capítulo seguinte, procede-se ao enquadramento das tecnologias utilizadas pela Portugal Telecom, abordando-se com maior ênfase as tecnologias da rede *core*, entre elas a rede *Synchronous Digital Hierarchy*.

No terceiro capítulo, explicam-se os conceitos necessários para a compreensão da rede de alarmes e faz-se referência às características, aos equipamentos e às infraestruturas dessa mesma rede.

No quarto capítulo, leva-se a cabo a caracterização e a identificação dos alarmes e os seus padrões de ocorrência, necessários para a construção de um sistema automático de tratamento e correlação, também descrito nesta secção.

No capítulo quinto, expõe-se a especificação e implementação de um protótipo para recolha de alarmes, salientando-se as tomadas de decisão na elaboração e respetiva implementação.

No sexto capítulo são expressas as conclusões referentes aos resultados obtidos e ao trabalho efetuado.

Por fim, nos anexos, apresentam-se alguns dados de complementação do trabalho, assim como o ponto de vista da empresa em relação ao trabalho desenvolvido.

1.3 Protocolo de cooperação

O estágio foi proporcionado através de um acordo entre a Portugal Telecom e a Universidade da Madeira, para a utilização das instalações do departamento de Projeto e Gestão da Rede. Ao abrigo do protocolo de cooperação, estão salvaguardados os dados confidenciais, sem o prejuízo dos interesses do aluno.

Neste âmbito, os dados empresariais, utilizados ao longo do relatório, poderão não obedecer a uma correspondência temporal (utilização de dados fictícios nas tabelas), muito embora se baseiem em dados reais. De igual modo, alguns dos *software* e componentes necessários para o desenvolvimento e exposição do trabalho são apenas mencionados em termos de funcionalidade, protegendo os interesses da empresa.

Em relação aos documentos empresariais utilizados, referidos na bibliografia, que fazem parte do espólio privado da PT, constituíram uma base importante no reconhecimento dos equipamentos e das tecnologias.

2 Enquadramento e tecnologias de transmissão

Neste capítulo, são efetuadas as caracterizações do operador da rede em estudo (Portugal Telecom) em termos dos fatores que levaram à sua expansão, das tecnologias empregues na sua rede e das normas a elas associadas.

As infraestruturas de rede podem ser visualizadas como uma evolução científica ou populacional de uma certa região, tendo em conta os utilizadores e o meio envolvente.

A evolução destas redes tem sido imposta devido ao fator da concorrência das empresas de telecomunicações. No entanto, a sua evolução é também fruto da intervenção de comités internacionais, que delineiam estratégias e exigências para a compatibilidade internacional das tecnologias. Ao *comité Internacional Telecommunication Union*, mais exatamente à secção *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) e ao *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI), cabe padronizar os equipamentos e assegurar o interesse público através das recomendações e publicações de normas.

2.1 Visão geral do operador PT

A Portugal Telecom, atualmente empresa privada, teve a sua ascensão no contexto de serviço público telefónico nacional de pares de cobre.

Apenas com o aparecimento dos feixes hertzianos, da fibra ótica e do PDH, foi possível estender-se a tecnologia de informação às ligações interurbanas e internacionais, com elevada largura de banda, passando assim a haver a possibilidade de usufruir de outros serviços para além do telefone [1][2].

Atualmente, a Portugal Telecom, operador incumbente, é detentor de uma vasta rede de telecomunicações e de serviços, tendo uma plataforma mundial e múltiplas parcerias internacionais e uma rede de fibra ótica ulframerina, onde se incluem as ligações às regiões autónomas.

No contexto local/regional, a interligação com o exterior acontece segundo um sistema ótico submarino sobre *Dense Wave Division Multiplexing* (DWDM), representado na figura 2.1.

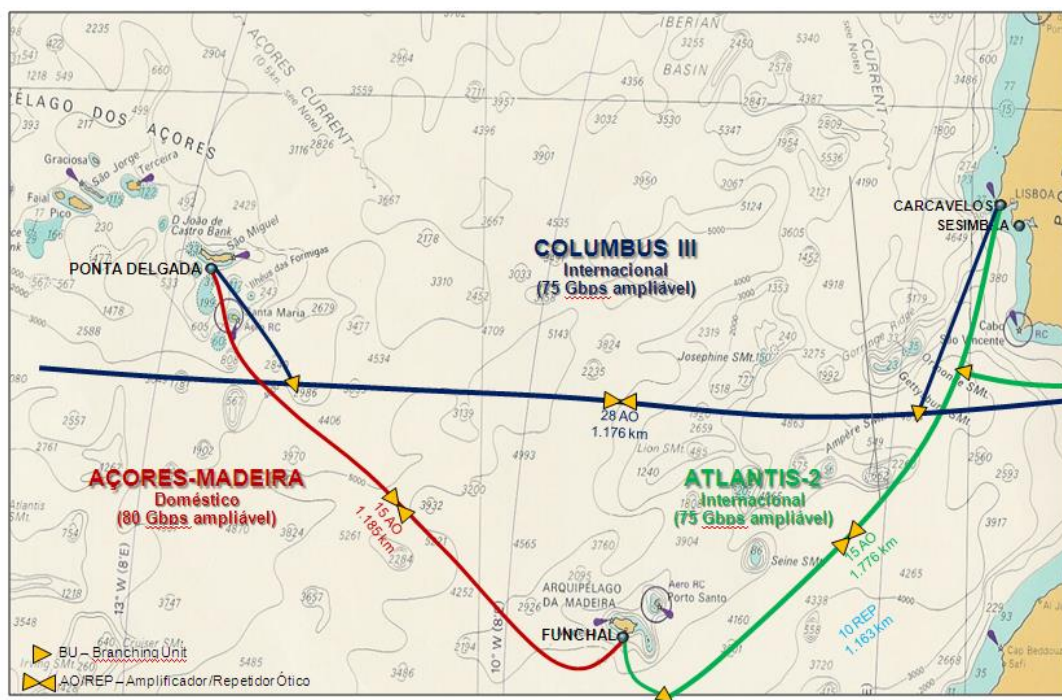


Figura 2.1: Rede submarina de cabos do segmento CAM RING [3].

O término da rede de transporte deste segmento ocorre no Centro de Telecomunicações da Madeira (CTM) - local onde decorreu este estágio - e, deste ponto, estabelecem-se as restantes ramificações da rede, mantendo sempre a maior redundância possível [3].

No contexto local e da competência do operador, a rede de telecomunicações é decomposta em três segmentos: núcleo ou *core* (ótica), rede de acesso (híbrida - cobre e ótica) e rede de cliente (híbrida - cobre e ótica), representada na figura 2.2.

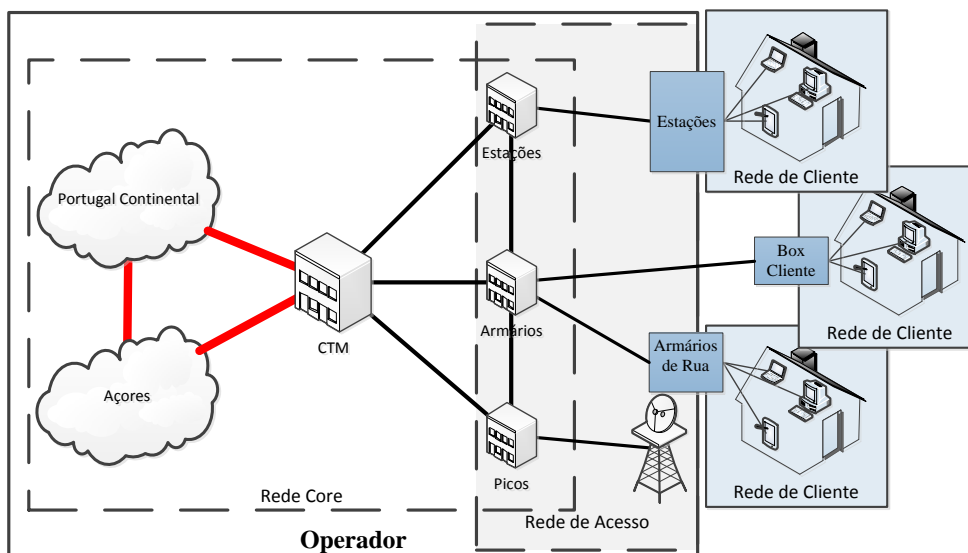


Figura 2.2: Estruturação da rede de operador e cliente tendo em conta as fronteiras [1].

A rede *core* é composta por troços aéreos e subterrâneos, num esforço de adaptação ao terreno, sendo o traçado realizado inteiramente com cabos de fibra ótica, compostos por um número de fibras nunca inferior a 100 unidades [4].

A fronteira entre a rede *core* e a rede de acesso (figura 2.2) tem, normalmente, um carácter estático. Contudo, entre a rede de acesso e a rede cliente, pode existir alguma variação, dependendo da tecnologia utilizada e dos serviços requeridos. A fronteira entre a rede de operador e a rede de cliente pode ser assumida como um ponto onde são conectados os cabos e de onde deriva o cabo para a casa do cliente (*drop* de cliente a partir de armário ou estação); ou pode ainda ser considerado como o ponto na casa do cliente, onde se coloca o equipamento terminal (*box* de cliente).

2.1.1 Rede de pares de cobre PT

A ainda existente rede pública telefónica analógica cresceu de forma emalhada de derivações, com dificuldades acrescidas na expansão e na segmentação de tráfego devido à ausência de perspetivação de crescimento aquando da sua criação [1].

O sistema inicial de telefone necessitava de sistemas terminais (como é exemplo o telefone de disar) e de um comutador central, que estabelecia a ligação através de um operador [5]. *A posteriori*, com a introdução de sistemas autómatos, introduziu-se a comutação eletromecânica e o processamento de sinalização e gestão. Estes últimos foram implementados com o objetivo de processar chamadas, encaminhar mensagens e/ou confirmar códigos de autorização, designando-se de *Plain Old Telephone Service* (POTS) [2], [6].

A introdução da rede digital (RDIS-AB) veio permitir a integração de dispositivos capazes de realizar a conversão de digital para analógico e vice-versa, tornando o processo eficiente em termos de imunidade ao ruído. A evolução abriu novas perspetivas sobre a inserção de conteúdos de maior largura de banda [5].

Atualmente, para a rede telefónica existente, é aplicada a amostragem de processamento por *Pulse Code Modulation* (PCM), com 8 *bits* de codificação. Este processo perfaz 64 kbps e assegura ao utilizador uma reprodução fiel da voz, limitada entre os 300 e os 3400 Hz.

Após o processo de codificação, os sinais telefónicos são divididos temporalmente através da inserção de *multiplexers*, usando a técnica de *Time Division Multiplexer* (TDM) [1], [8]. Os sistemas, representados na figura 2.3, endereçam 30 canais para a voz e dois tributários para controlo de erro e sincronismo (16° e 32°). Pela sua configuração, este sistema é denominado de MIC30, sendo composto, no total, por um sinal de 2048 kbps, internacionalmente designado por ITU de E1 [1], [6].

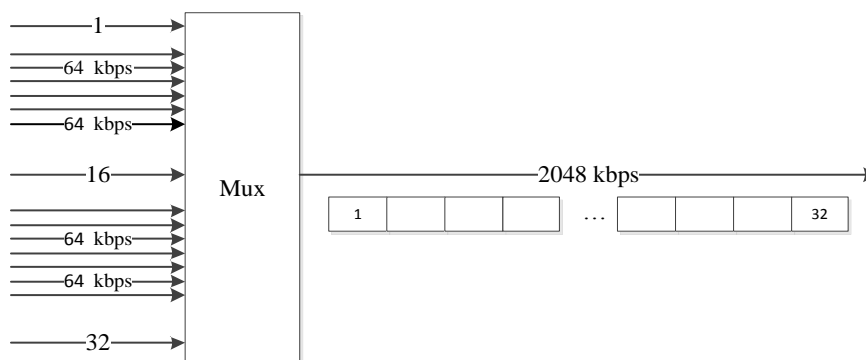


Figura 2.3: Sistema MIC30 [6].

Características da rede de pares de cobre

A evolução da rede telefónica levou a uma nova abordagem do problema de expansão da rede no que concerne aos equipamentos e à distância a que se colocam os pontos terminais e os pontos de derivação para a rede pares de cobre simétricos [7].

Na tabela 2.1 encontram-se algumas das características a considerar, do ponto de vista do operador.

Tabela 2.1: Principais parâmetros das redes de pares de cobre.

Atenuação	Resistência de Lacete
Balanceamento	<i>Bridge traps</i> (paralelos)
Capacidade	Calibre dos cabos
Largura de Banda	Impedância característica
Topologia	Ruído e interferência

Do ponto de vista de um operador de telecomunicações, e tendo em conta os parâmetros acima enunciados, os parâmetros mais condicionantes em termos de transmissão são a atenuação e o ruído [8].

A atenuação é um sinónimo de perda - este fenómeno é provocado pela dissipação de potência, ou seja, ocorre quando existe uma variação relativa da saída face à entrada, sendo um fenómeno físico que depende da frequência [9], [10].

O ruído é visto como um sinal que influencia a comunicação destrutivamente, sendo um dos principais responsáveis pelo aparecimento do sinal digital. Em paralelo com o ruído, pode-se considerar a distorção de amplitude, que ocorre frequentemente com a sobreposição de frequências na banda de interesse [6]. Contudo, na linha totalmente analógica somente destinada à voz existe também o ruído que advém da interpretação humana, fator verificado quando algumas componentes espectrais se tornam incomodativas, na faixa entre os 800 e os 1000 Hz [9], [10].

Ainda ao nível do ruído, para o operador de telefone é importante filtrar componentes impulsivas, caracterizadas por estímulos de curta duração, mas de elevada amplitude e que normalmente estão associados à marcação decádica, utilizada nas antigas gerações de terminais telefónicos. Estes sinais são evidentes devido à sua grande energia, que afeta negativamente a rede digital. No entanto, por serem de curta duração, permitem a utilização de códigos de entrelaçamento para a sua remoção [1], [7].

Os sistemas digitais, em relação ao ruído, têm ainda alguns subparâmetros mensuráveis que devem de ser mantidos de modo a assegurar qualidades de ligações e serviços eficientes, como a diafonia próxima e a telediafonia [1], [9].

A diafonia próxima (NEXT- *Near End Crosstalk*) é caracterizada como a interferência existente entre um sinal emitido num determinado par de um cabo e o valor do sinal que aparece no outro cabo, por acoplamento no mesmo extremo, sendo que a maior contribuição é o desequilíbrio capacitivo entre pares [1], [6], [7]. Em relação à grandeza mensurável, quanto maior o seu valor melhor é o comportamento do cabo sob o ponto de vista da diafonia. Contudo, estes problemas de interferência são

assegurados com os Modem atuais, tornando a diafonia praticamente igual num cabo de comprimento de 500 metros ou 5000 metros [1], [7].

A telediafonia (FEXT- *Far End Crosstalk*), que se sobrepõe à NEXT, consiste no efeito indesejado provocado por um sinal emitido num determinado cabo de um par e o valor do sinal que aparece no outro cabo por acoplamento em extremidades opostas. De novo, a nível mensurável, quanto maior o seu valor, melhor é o comportamento do cabo que, contudo, está dependente do comprimento do fio [1], [6], [7].

Tendo em conta todos os aspetos acima referidos, principalmente os aspetos físicos, torna-se essencial a instalação de cabos segundo uma classificação universal.

A classificação internacional (ver Anexo A) rege-se mediante um conjunto de algarismos separados pelo sinal “x”, representando: número de elementos, número de condutores por elemento, diâmetro dos condutores; letras afetas ao material dos condutores, material de isolamento, material da bainha e acabamento e reforço mecânico [4], [11].

Por exemplo, o CaboT1EG1HE800 x 2 x 0,4 corresponde a um Cabo de telecomunicações (T), com isolamento a polietileno celular (1E), enchimento a geleia de petróleo (G), estanque (1H), manto em polietileno (E), capacidade de 800 pares com calibre de 0,4 mm [4], [11].

Ao nível da implementação sobre pares de cobre, a PT utiliza, atualmente, as seguintes tecnologias:

- *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)*;
- *Single-pair High-Speed Digital Subscriber Line (SHDSL)*
- *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*.

2.1.2 Rede de fibra ótica PT

Os sistemas da rede núcleo ou rede *core* são infraestruturas partilhadas, em grande parte do percurso, por vários utilizadores, sendo por si só um sistema com requisitos de elevada largura de banda. De forma substancial, este fator levou a PT a criar outra estrutura núcleo baseada em fibra ótica, de modo a dar continuidade à expansão e a suprimir as necessidades requeridas.

Os sistemas de fibra permitiram, assim, numa primeira fase, a substituição das linhas de pares de cobre da rede núcleo, responsáveis pela interligação de estações e o consequente controlo dos elementos de rede; e, numa segunda fase, permitiram a distribuição de serviços até à casa do cliente, totalmente em fibra ótica, originando o conceito *Fibre to the Home (FTTH)*.

Características da fibra ótica

Na tabela 2.2 apresentam-se alguns dos parâmetros que caracterizam as redes de fibra ótica.

Tabela 2.2: Principais parâmetros da rede de fibra ótica [8].

Atenuação	custo
Dimensões	Imunidade ao ruído
Segurança	Topologia

As vantagens da fibra ótica estendem-se desde a imunidade ao ruído eletromagnético, à baixa atenuação, à elevada largura de banda, até ao baixo custo potencial. A maior parte das desvantagens, por seu turno, será anulada com cuidados na instalação e no fabrico adequado ao meio de instalação. São exemplos destas instalações, os cabos submarinos que atacam nas praias onde existe um arrastamento constante de materiais rochosos, pelo que ao nível de tração estão sujeitos a um grande esforço [4], [12], [13].

A rede de fibra ótica, a nível da topologia, adequa-se ao plano urbano onde é montada, tomando essencialmente a forma de uma malha nos meios de distribuição populosos e de uma interligação em anel, para estruturas *core*, como é exemplo o CAM RING [4], [12], [13].

A fibra ótica tem ainda um papel distinto na utilização em condutas de dimensão reduzida (a fibra tem um núcleo menor do que os pares de cobre) e na utilização em ambientes extremos (trabalho em atmosferas explosivas, não permite escutas eletromagnéticas, é difícil a introdução de interferências) [4], [12], [13].

Tal como os cabos de cobre, para a correta implementação das redes em fibra ótica torna-se importante a correta adoção dos conectores em função dos locais e a correta escolha dos cabos, seguindo as inscrições no revestimento dos mesmos.

Na inscrição, presente nos cabos da operadora, a primeira e a segunda letra são afetas ao serviço e à tecnologia (“T” - telecomunicações, “O” – ótico); a terceira letra define as características dos elementos de reforço (metálico ou não metálico) “M” e “N”, respetivamente [14]. O restante código representa a caracterização das camadas exterior e interior do cabo, tal como o cabo de pares de cobre (ver Anexo B).

Assim, a nomenclatura do cabo TOMG1HESL7x4U5ST refere um cabo de telecomunicações, ótico, com elementos de reforço metálicos, enchimento de geleia, blindagem estanque, manto exterior em polietileno, tensor de cabo aéreo metálico, de 7 tubos, com 4 fibras cada, de proteção secundária “Loose”, para transmissão monomodo, com coeficiente de atenuação de 0,5dB/km, para utilização na segunda e terceira janelas de transmissão.

Os conectores usados nos cabos de fibra ótica e que, muitas vezes, originam problemas de alarmes na rede do operador, assumem quatro configurações: SC, PC, APC e E-2000. Adicionalmente, aos conectores é acrescentado um pré-encaixe nas cartas dos equipamentos, denominado de *transceivers Small Form-factor Plugable* (SFP’s).

Acerca da estrutura de fibra ótica, a PT utiliza as seguintes tecnologias:

- *Dense Wavelength Division-Multiplexing* (DWDM);

- *Multi-Protocol Label Switching* (MPLS);
- *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH);
- *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH);
- *Gigabit Passive Optical Network* (GPON).

2.2 Rede de acesso

A rede de acesso, que interliga a rede do cliente à rede *core* do operador, proporciona uma ponte em via subterrânea ou aérea para o transporte de informação.

2.2.1 Tecnologia sobre pares de cobre

Digital Subscriber Line (DSL) é a tecnologia que permite a transmissão de conteúdos multimédia na rede de acesso sobre pares de cobre a altas velocidades, desde centenas *kbits* a alguns *Gbps*, dependendo da escolha do sistema particular DSL [8].

A escolha do sistema depende, também, das características do cobre e da simetria ou assimetria da comunicação (igualdade/desigualdade de velocidade de transmissão no *downstream* e *upstream*).

Do ponto de vista do consumidor, a necessidade de velocidade de *download* é superior, pelo que a maioria dos consumidores subscreve um sistema de comunicações assimétricas. No entanto, os requisitos de simetria existem quando se pretende disponibilizar conteúdos para plataformas empresariais [4], [8].

Para o estabelecimento de uma comunicação xDSL, são tipicamente necessários os seguintes equipamentos: *multiplexer* de acesso, repartidor ou combinador (DSL *splitter*) e *modem* (DSL *Modem*), ambos representados na figura 2.4 [1], [10], [15].

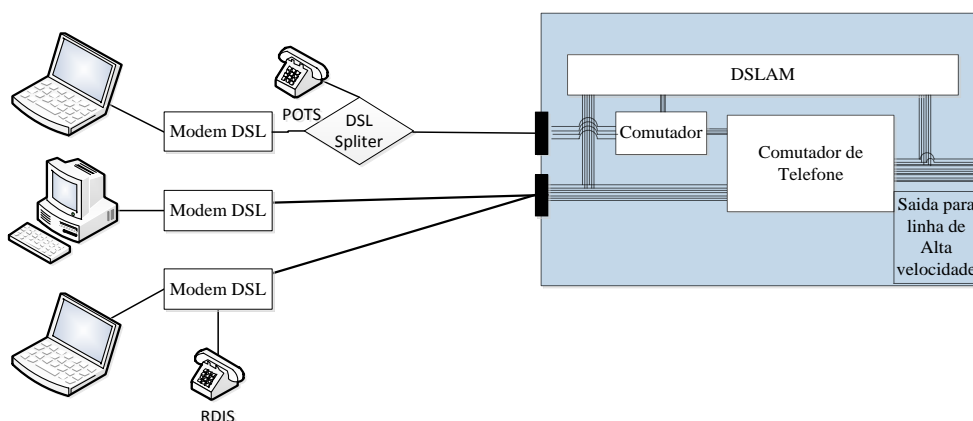


Figura 2.4: Componentes necessários para uma comunicação DSL [13].

O *router* DSLAM, instalado a montante, é responsável pelo *bypass* da rede *core* para a rede de acesso, realizando a comutação do equipamento, a criação, a descodificação e a codificação do sinal DSL [1], [10], [15].

O *spliter* DSL separa e combina o *downstream* e o *upstream* com o circuito telefónico POTS, para circuitos que venham a fornecer ao cliente serviços de telefone em simultâneo com serviços de dados, o que é realizado normalmente perto do cliente [1], [10], [15].

Seguidamente, é ainda necessário o *Modem*, que realiza a descodificação e a codificação dos sinais, para fornecer ao cliente o serviço pretendido, tendo em conta o processo inverso de codificação ou descodificação realizado na linha de acesso [1], [10], [15].

A designação xDSL leva a que cada prefixo ou sufixo utilizado permita designar uma especificação de comunicação. Em Portugal, existem normalmente dois sistemas em funcionamento: o assimétrico (ADSL) e o par único de alta velocidade (SHDSL-Single-pair High-Speed DSL) [15].

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)

O sistema ADSL, o mais comum, permite o suporte de débitos fortemente assimétricos, tendo uma capacidade de transporte que pode exceder os 24 *Mbps* no sentido descendente e 2*Mbps* no sentido ascendente [1], [10], [15]. No entanto, o débito fornecido depende fundamentalmente dos condicionamentos da linha enunciados no capítulo anterior.

O sistema para a separação em ambos os sentidos requer bandas de frequências distintas, sendo utilizados filtros na estação e na receção por parte do cliente, de modo a separar o tráfego, como se pode observar na figura 2.5.

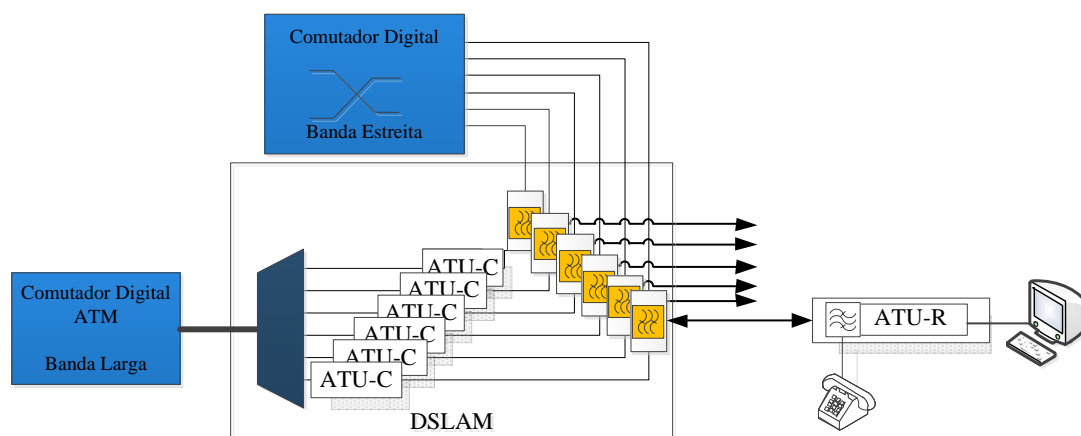


Figura 2.5: Conexão ao DSLAM ATM [1].

O DSLAM ATM é composto por um comutador assíncrono de transferência, que realiza a atribuição aos clientes dos *streams* de comunicação, e por um *Modem* de Estação (ATU-C), num total correspondente, pelo menos, ao número mínimo de clientes [1], [9].

No acesso ADSL, é atribuído ao cliente um *tranceiver* remoto (ATU-R-ADSL *Tranceiver Unit Remote*). Existe ainda a possibilidade de ligação RDIS sobre ADSL, sendo para tal introduzido um microfiltro na saída de cada tomada, que bloqueia todas

as frequências ADSL e permite a utilização da *internet* e telefone de forma independente [1], [9].

A informação transmitida é modulada num conjunto de 256 portadoras separadas a 4,3125kHz, utilizando-se técnicas de *Frequency Division Duplex* (FDD).

Segundo a recomendação G992.1 da ITU, no caso da ADSL POTS, figura 2.6, existem faixas que devem ser mantidas para o sentido ascendente, entre os 26kHz e os 138 kHz (relativo a um número de 7 e as 32 portadoras), com uma densidade espectral de potência que não deve exceder 34,5dBm/Hz [16]

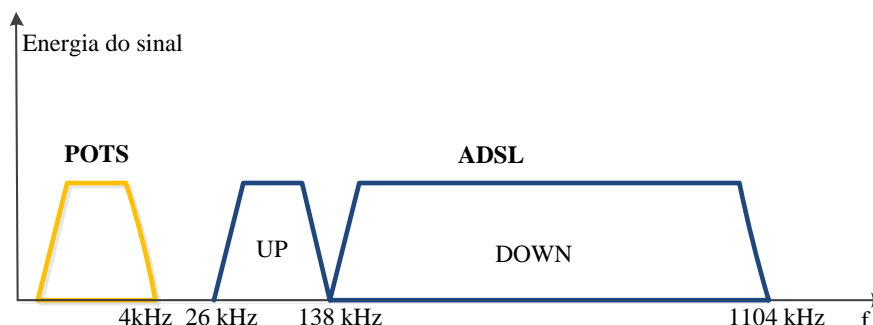


Figura 2.6: Espectro de frequências ADSL POTS [1].

Para o sentido descendente é mantido um número entre as 33 a 256 portadoras, com uma densidade espectral de potência que não deve exceder 36,5 dBm/Hz e uma potência global nominal de 19,9 dBm, sendo a 64ª portadora utilizada para efeitos de sincronização [1], [16].

Com o crescimento de tráfego nos canais ADSL e com as frequências a subirem além de 1MHz, nasceu a necessidade de utilização de técnicas *Discrete Multi-Tone*, (DMT), bem como de esquemas adaptativos de modulação de amplitude em quadratura (n-QAM), figura 2.7 [1], [16].

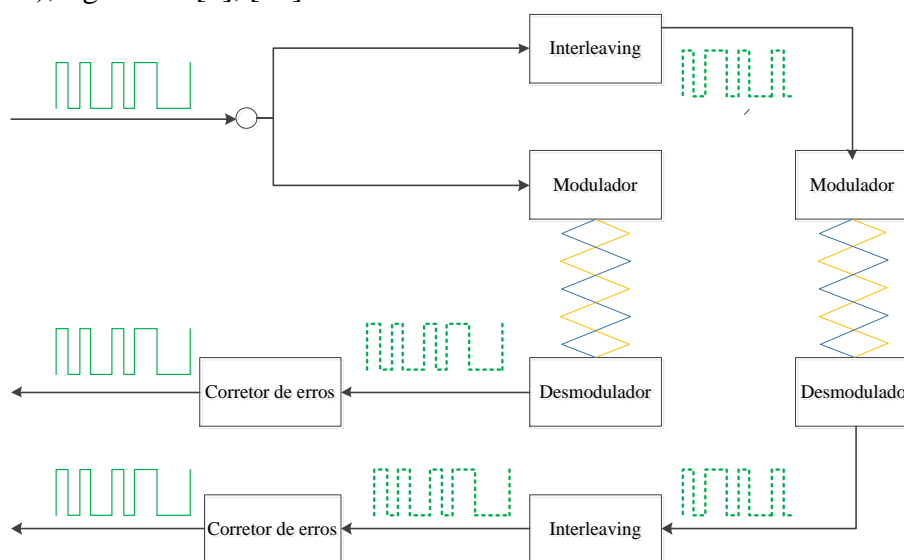


Figura 2.7: Esquema de modulação adotado pela operadora.

No caso da PT, a margem de ruído para este sistema é, por defeito, de 6 dB, e utilizam-se códigos de correção com recurso ao entrelaçamento, nomeadamente Reed

Salomon (RS (255,239)). Ou seja, dos 255 símbolos transmitidos, 16 são gerados no processo de implementação do código de correção, o que corresponde a 6,3% da informação transmitida [1], [4].

Contudo, surgiu ainda a necessidade de melhorar os sistemas ADSL, muito por causa das limitações de débito e de distância. Assim, foram padronizados mais dois sistemas, o ADSL2 e o ADSL2+ (norma G.992.3-4-5 da ITU-T), que estenderam a cobertura da rede até 5,5 Km, com um aumento do *downstream* até 24 Mbps através da inclusão do dobro das portadoras [8], [16].

Single-pair High-Speed Digital Subscriber Line (SHDSL)

O sistema SHDSL, recomendação G991.1 da ITU, está concebido para suportar as necessidades empresariais de débitos iguais, com a particularidade de também implementar um número superior a oito linhas [1].

Esta tecnologia veio permitir o aumento do alcance da rede com a utilização de repetidores, sem a necessidade de inserção de mais pares de cobre e permitiu também sistemas telealimentados [7].

O SHDSL é o sucessor de um sistema anteriormente designado de HDSL. No entanto, este sistema utiliza esquemas de codificação mais eficientes, como os códigos 2B1Q e HDB3 (ver anexo C), o que é espectralmente mais eficiente, funcionando sem aumento dos pares até 1,544 Mbps [1], [10].

Contudo, apesar de o sinal padronizado ser um E1, o SHDSL está definido para poder dar escolha ao operador da quantidade de pares possíveis a implementar, variando entre os 192 kbps e 5696 kbps [1], [10].

Além do mais, o sistema SHDSL não é liberal em termos de espectro, isto é, não suporta a partilha de cabos entre POTS e *Modem*, ocupando o espectro desde dos 0 kHz até aos 400 kHz, o que leva à imposição de vários limites em relação à utilização de potência, normalmente limitada aos 13,5 dBm [1], [10].

A rede da Portugal Telecom alimenta os equipamentos remotamente através de 130 V a 60 mA, assegurando débitos de E1, com espaçamentos de 64 kbps [1].

A rede de acesso em fibra ótica é dedicada a fornecer serviços *triple play* ao cliente, através dos serviços GPON, adotados pela Portugal Telecom como FTTH [17].

Fibre to the home

A ITU-T estabelece, também, os *standards* para as *Fiber-To-The -x*, FTTx, nos quais se incluem: *Fiber-To-The-Node (FTTN)*, *Fiber-To-The-Curb (FTTC)*, *Fiber-To-The-Building (FTTB)*, *Fiber-To-The-Home (FTTH)*. No caso da FTTH, a norma G.984.1 especifica a divisão máxima de 1:128 devido à distorção da fibra [14].

Na figura 2.8, estão representadas algumas das combinações possíveis para o valor máximo de 1:128 entre a OLT - *Optical Line Terminal* e os *Optical Network Unit (ONU)* [4], [14].

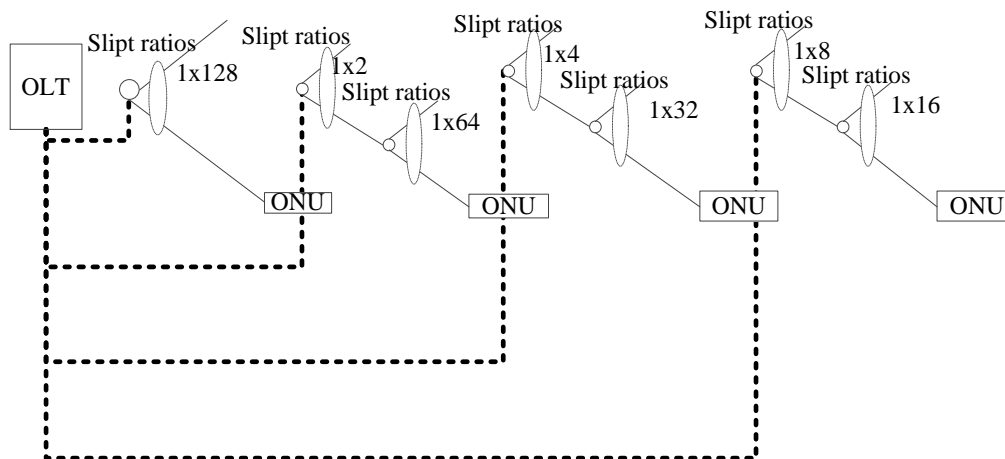


Figura 2.8: Esquema de representação das configurações possíveis para gerar os 1:128 [4].

Com a diminuição do rácio proposto pela ITU-T, a qualidade aumenta e permite um alcance até um máximo de 20 Km, sem afetar o sinal.

As redes GPON suportam o tráfego numa só fibra, com taxas de transmissão até 2,4Gbps para *downstream* e *upstream*. No entanto, têm uma estrutura, incluída numa frame comum, que permite a transmissão dos dados para incorporar as várias subestruturas (figura 2.9).

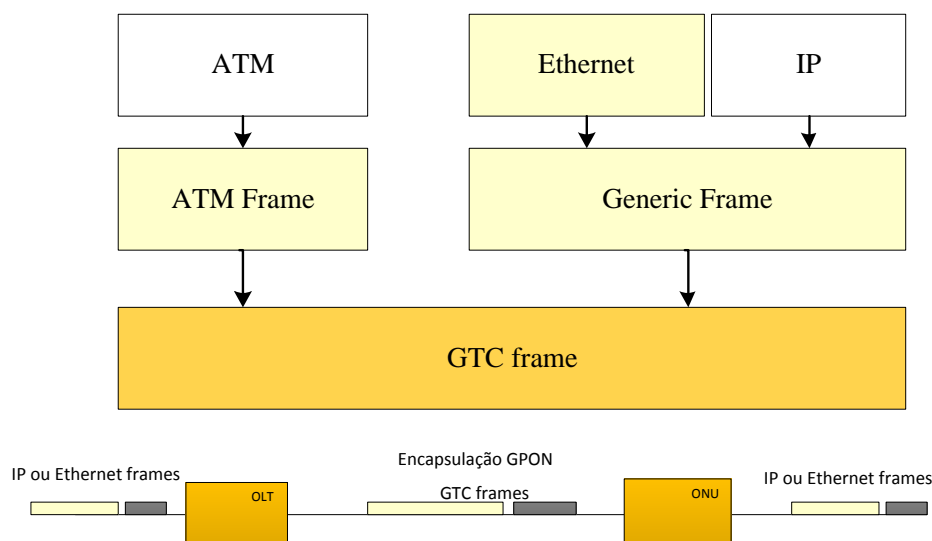


Figura 2.9: Encapsulamento ATM em frame GPON.

O tráfego ATM é incorporado num pacote ATM *FRAME* e o restante tráfego é colocado na *Generic Frame Procedure* (GFP). Por fim, ambos são encapsulados numa frame a que a ITU designou de *GPON Encapsulation Frame* (GEF) [14].

O tráfego GPON pode ainda ser incrementado pelo recurso à técnica WDM, aumentando a largura de banda através da aplicação de *Optical Band-Pass Filters* (OBPF) entre as diferentes unidades de receção e envio da OLT (figura 2.10). Deste modo, a transmissão de dados IP poderá recorrer à transmissão de determinados comprimentos de onda para a transmissão ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) e para a receção ($\lambda_{n+1}, \lambda_{n+2}, \dots, \lambda_{2n}$).

O nó remoto ou ponto de distribuição remoto poderá incorporar um *multiplexer*, o que permitirá endereçar os sinais até aos ONU's, tal como está representado na figura 2.10.

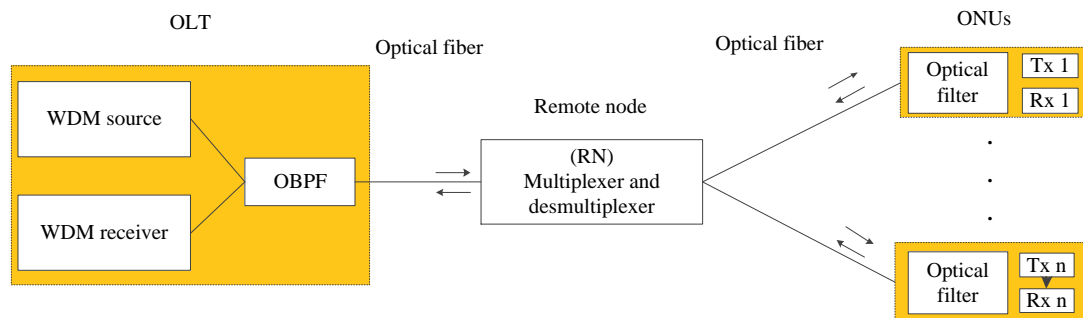


Figura 2.10: Esquema físico de transmissão GPON.

Outro processo, utilizado pela Portugal Telecom, para o envio dos dados recorre ao *broadcast* com encriptação. Este método consiste no envio da informação, para todos os elementos da PON, nos 1490nm, em que cada ONU irá interpretar apenas os seus dados através da codificação previamente estabelecida com a OLT (figura 2.11).

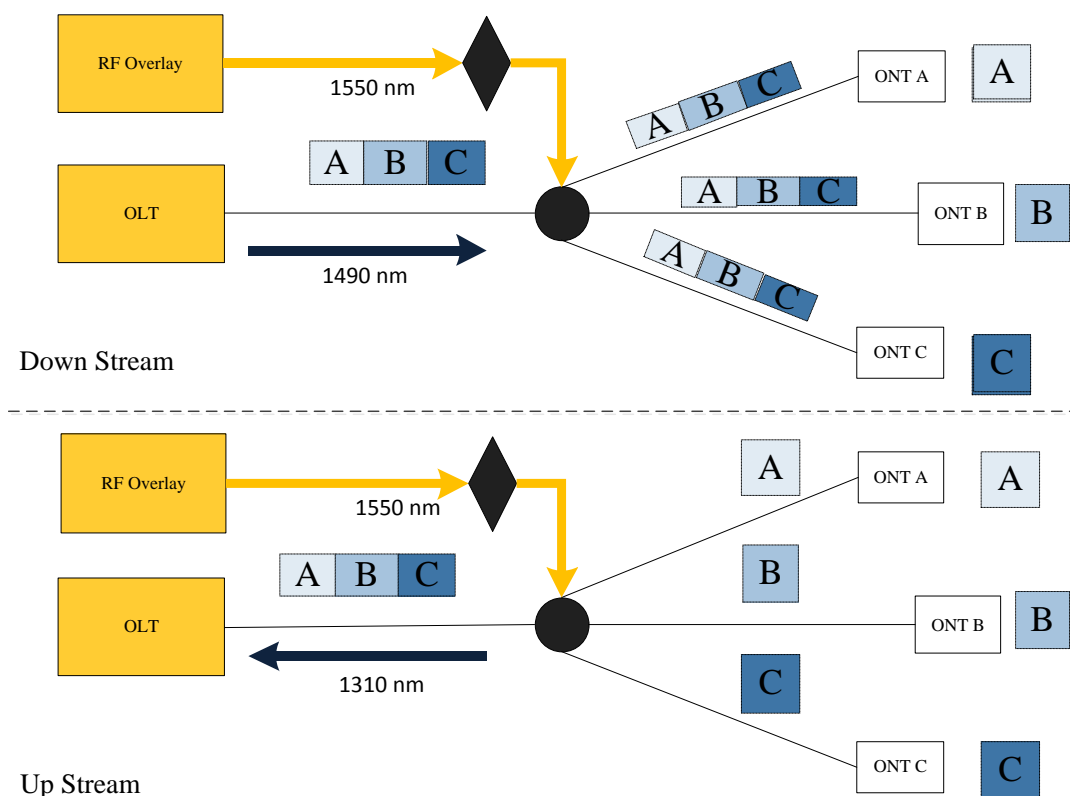


Figura 2.11: Esquema lógico de Transmissão GPON para *upstream* e *downstream* com RF *overla*.

No *upstream*, realiza-se a multiplexagem por *Time Division Multiplexing Access* (TDMA), nos 1310nm. O controlo do tempo de acesso de cada um dos ONT's é efetuado pela OLT, depois do conhecimento das distâncias e dos atrasos de propagação. Estes atrasos, muito embora se trate do meio ótico, contribuem para a limitação da

distância dos elementos e para a referida “*splitagem*”, visto que a atribuição de *time slots* ter de ser precisa.

A PT, com a rede GPON, incluiu, além dos serviços de dados e fornecimento de televisão IP, um fornecimento de televisão por RF *overlay*. Este serviço consiste na introdução dos sinais analógicos de televisão sobre a fibra, através da recombinação *splitter*/combinador dos sinais mencionados, com um outro sinal (TV) [4]. A modulação é realizada em *broadcast* com uma potência de 20,7dBm, nos 1550nm [1], [5].

Para além destes dois métodos, existem ainda outros projetos de redes PON, com alcances possíveis até 120 Km, que se conseguem pela a introdução de um sistema de amplificadores óticos semicondutores (SOA-Semiconductor Optical Amplifier), na secção de alimentação (FS - *Feeder Section*) e pela criação de uma região de derivação por dispositivos óticos passivos, na região de distribuição (DS-*Distribution Section*), como exemplificado na figura 2.12.

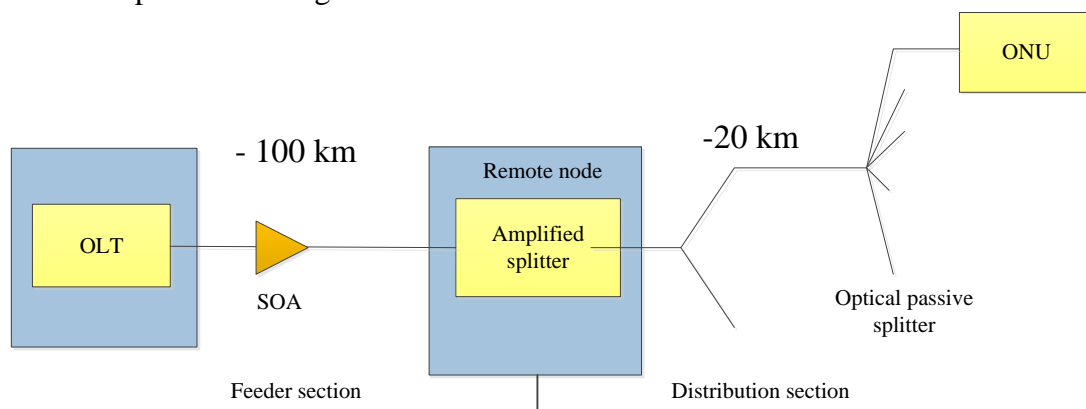


Figura 2.12: Transmissão GPON sobre DWDM para alcances até 120Km.

2.3 Rede core

A rede *core*, em fibra ótica, despontou devido às capacidades e vantagens da propagação – aí teve início o processo de adaptação da rede com a inserção da *Plesiochronous Digital Hierachy* (PDH), na década de 60; posteriormente, a rede evoluiu para o SDH, MPLS e DWDM.

2.3.1 Tecnologia *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH)

A primeira letra da sigla PDH provém do vocábulo *Plesiochronous* que, etimologicamente, resulta da junção de dois elementos gregos (*plesio*, que está próximo e *chronos*, tempo) e significa “quase síncrona”. O PDH é uma tecnologia cujo nome deriva daqui. A multiplexagem dos sinais é realizada com taxas de 2Mbps (E1), 8 Mbps (E2), 34 Mbps (E3), 140 Mbps (E4) e 565 Mbps (E5), utilizando o encadeamento representado na figura 2.13 [4], [18].

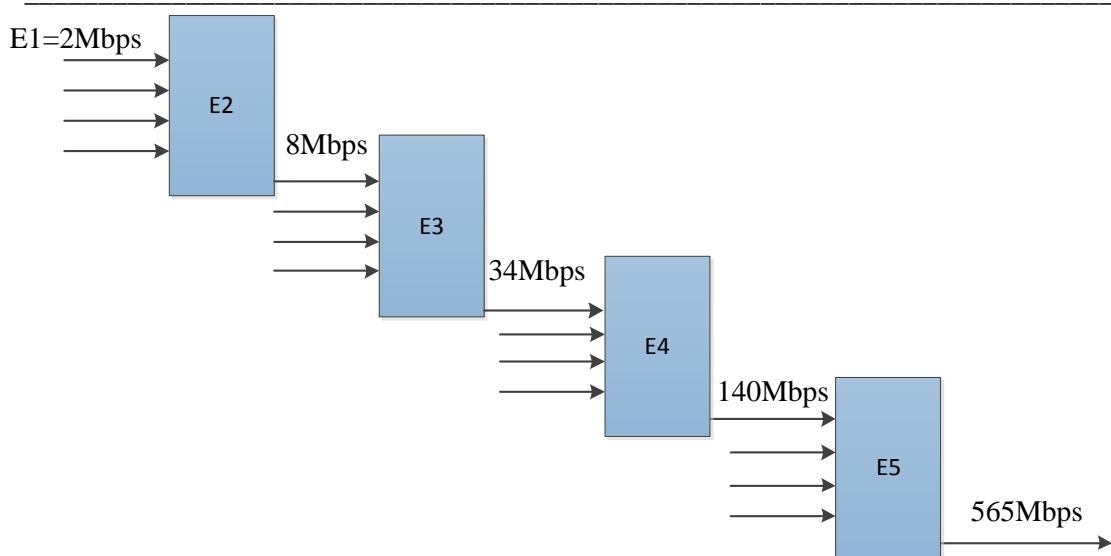


Figura 2.13: Encadeamento das taxas PDH.

Este protocolo permite o envio de dados a uma determinada taxa (E1,E2,E3,E4); contudo, admite variações no sistema que têm de ser compensadas através de *bit stuffing*. O PDH assenta no pressuposto de que dois relógios, exatamente com as mesmas características, não têm garantias de sincronização, existindo uma taxa de deriva. O sistema permite uma ligeira variação, sem ter necessariamente de esperar pelo sincronismo, preenchendo os restantes *bits* em falta de modo a criar uma transição suave [1] , [15].

A evolução da tecnologia contribuiu para que os sistemas PDH fossem substituídos pelo SDH, em grande parte devido a normalizações da ITU-T e às necessidades de taxas de transmissão mais elevadas [13].

2.3.2 Tecnologia *Synchronous Digital Hierarchy (SDH)*

A ITU-T propôs, em 1988, a tecnologia SDH para a utilização de feixes hertzianos, de modo a sincronizar equipamento e transmissão em grandes áreas geográficas [4], [17].

A ITU assegurou a implementação do SDH de forma a suavizar a transição (PDH-SDH) e de forma a permitir uma compatibilidade com os sistemas instalados.

Numa primeira instância, o SDH foi aplicado aos feixes hertzianos, alterando as bandas para valores entre os 4 GHz e os 13 GHz e utilizando 64 ou 128 portadoras QAM, com a capacidade mínima de 155Mbps [4], [17].

Em paralelo, com a introdução do SDH no canal rádio, foi realizada a adaptação dos equipamentos ao meio ótico, acentuando uma concorrência entre o sistema europeu e o sistema americano, o que originou duas tecnologias semelhantes e compatíveis, o SDH e o SONET [6].

Genericamente, existem duas características partilhadas para o funcionamento destes sistemas. A primeira, é a existência de apenas um relógio que controla os tempos

de transmissão (SASE - *Stand-Alone Synchronization Equipment*), fazendo com que todos os dispositivos estejam a trabalhar a elevadas taxas de transmissão na ordem das centenas ou milhares de *megabits*, com baixos atrasos. A segunda característica é a capacidade de multiplexar canais de diferentes velocidades num só canal ótico [6].

A aplicação desta tecnologia, por parte de empresas como a PT, tornou-se imprescindível, visto existir a partilha da rede por sistemas com débitos diferentes a longas distâncias, podendo ser usadas taxas de transferências até dezenas de *Gigabit* por segundo.

O SDH, arquitecturalmente, pode ser descrito através do modelo da figura 2.14.

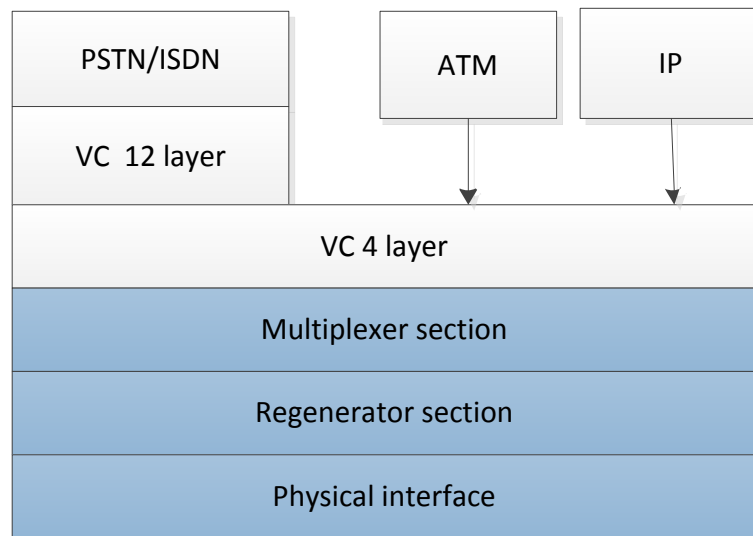


Figura 2.14: Arquitectura SDH.

O modelo consiste na transposição dos passos de agrupamento e processos de transmissão que o SDH utiliza. O meio físico (*Physical Interface*) é composto pela fibra ótica ou pelo canal rádio instalado entre os pontos. A secção de regeneração (*Regenerator Section*) é composta pela ligação entre os regeneradores, inserida aquando da aplicação em sistemas de transmissão a longa distância (por exemplo os cabos submarinos da década de 90).

Por último, a secção de multiplexagem é composta pela distância entre equipamentos *multiplexerers*, que podem ser *cross-connect*, (*ADM-Add/Drop Multiplexer*) ou *Terminal Multiplexer*.

Na figura 2.15 está representada a separação física entre camadas do SDH.

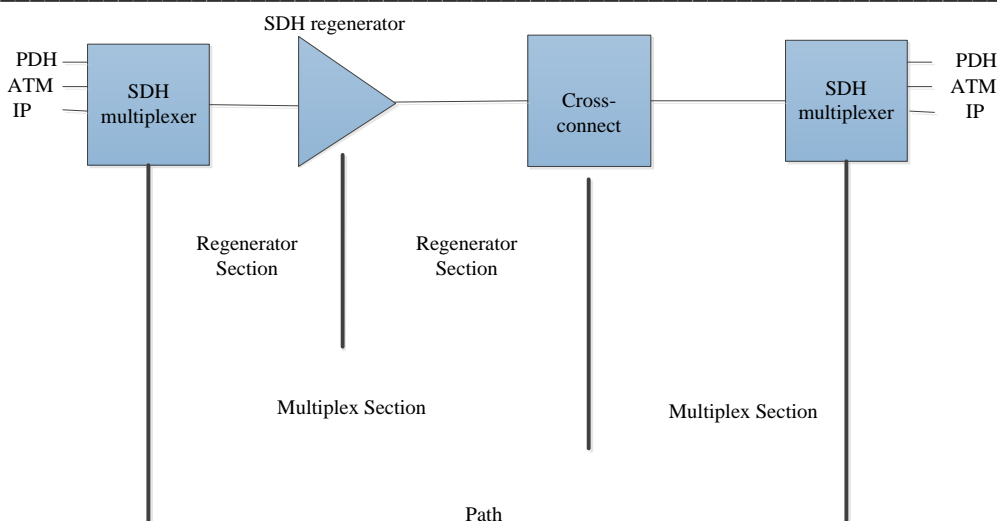


Figura 2.15: Secções para encaminhamento SDH.

Os sistemas *multiplexers* têm aplicação em diversos métodos. Por exemplo, o terminal *multiplexer* é usado para a combinação de ATM e PDH sobre o SDH, criando-se os agregados. Por outro lado, os ADM permitem a inserção ou remoção de dados a baixas taxas de transmissão em linhas de altos débitos (seleção de E1 em linhas STM-1).

Os restantes - *Digital Cross-Conects* (DXC) - os mais funcionais e de maior largura de banda, realizam o mapeamento do PDH em contentores [4], [13], [18]. É de salientar que estes elementos são *software-controlled* e conseguem ser monitorizados e controlados remotamente, uma das vantagens do SDH face ao PDH [18].

No caso europeu – SDH -, a operação é realizada com uma *frame* de 125 μ s conhecida como *Synchronous Transport Module* (STM), cuja base se designa STM-1 (155.520) Mbps [12].

Os valores das unidades STM-n encontram-se descritos na tabela 2.3.

Tabela 2.3: Débitos de transmissão SDH e SONET [15].

Tecnologia:		Taxa (Mbps)		
SDH	SONET	Transmissão	<i>Synchronous payload</i>	<i>Transport overhead</i>
STM-1	OC-3	155.520	150.3366	5.184
STM-4	OC-12	622.08	601.344	20.736
STM-16	OC-48	2488.32	2405.376	84.672
STM-64	OC-196	9953.28	9621.504	331.776
STM-256	OC-768	39813.12	38486.016	1327.104

De acordo com as recomendações da ITU-T supracitadas, o sistema SDH funciona em múltiplos da tecnologia PDH, interligando os tributários numa *frame*, através de métodos de entrelaçamento.

Os métodos de acoplamento para o transporte de tecnologias (PDH, ATM, IP) sobre o SDH realizam o mapeamento de pacotes em estruturas básicas SDH, denominados contentores (C) [18].

Os contentores têm uma capacidade relativamente maior do que o *payload* transportado, o que é deliberadamente utilizado para *bit stuffing* e equalização dos tempos de propagação.

No caso da inserção de um sinal PDH (E4) no SDH, como se pode verificar na figura 2.16, dos 155 Mbps, sensivelmente 5 Mbps são utilizados para informação adicional.



Figura 2.16: Passagem de Débito PDH para SDH através de *Virtual Containers* (VC).

Para além do contentor, é criado o *Path OverHead* (POH), que realiza a monitorização da qualidade e indica o tipo de contentor. O formato do POH depende do tipo de contentor, normalmente assumindo duas configurações diferentes. Em termos de ordem de grandeza dos sinais na Europa E1, E3 ou ATM, figura 2.17 [12], [18], [19].

VC-3/4 POH Higher order Path	J1	Path Indicator
	B3	Quality monitoring
	C2	Container format
	G1	Transmission error acknowledgement
	F2	Maintenance
	H4	Superframe Indication
	F3	Maintenance
	K3	Automatic Connection Monitoring
	N1	Tandem Connection Monitoring
VC-11/12 POH Low order Path	V5	Indication and error monitoring
	J2	Path Indication
	N2	Tandem connection monitoring
	K4	Automatic protection switching

Figura 2.17: Bytes utilizados para identificação das unidades STM-n de ordem elevada.

Cada um dos *bytes* representa um dado de interpretação inserido na formação de cada unidade virtual VC-n. A nível de procedimento, o VC-n consiste na junção do contentor e do POH, que é transportado na rede intacto, como um sinal STM-1, com uma junção de um apontador para o início de cada POH.

Este bloco, formado pelo VC e pelo apontador, é chamado de *administrative unit* (AU-n), ou unidade tributária (UT-n), sendo que várias unidades formam as *Administrative Unit Group* (AUG) ou *Tributari Unit Group* (TUG-n).

A nível de implementação de vários sistemas de débitos diferentes, o SDH, porque permite uma interoperabilidade entre sistemas IP/ATM, PDH, cada um com diferentes débitos, terá de assegurar um esquema universal de funcionamento, como se pode constatar na figura 2.18 [1], [9], [18], [19].

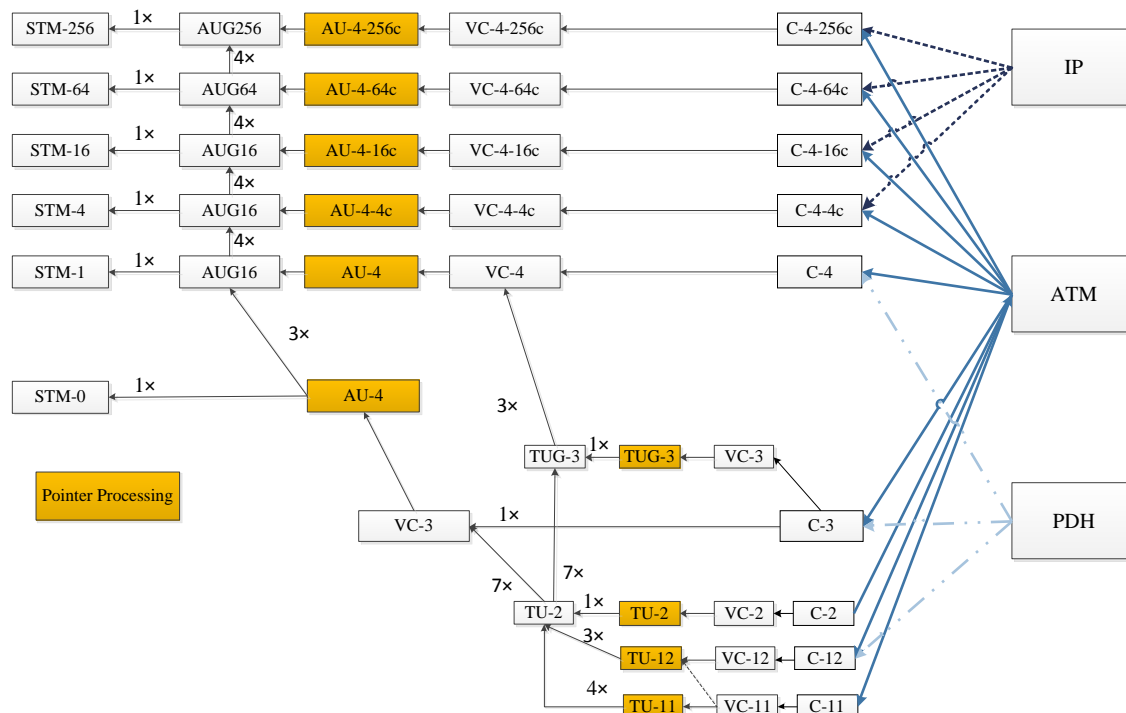


Figura 2.18: Encapsulamento de agregado de modo a prefazer as frames STM-n.

O agregado STM-1 é composto por uma matriz de *bytes* de 9 linhas por 270 colunas e a transmissão é realizada linha após linha, começando pelo *byte* do canto superior esquerdo até ao canto inferior direito. Cada *byte*, da carga útil, representa um canal de 64kbps, sucintamente designado no esquema 2.19 [18].

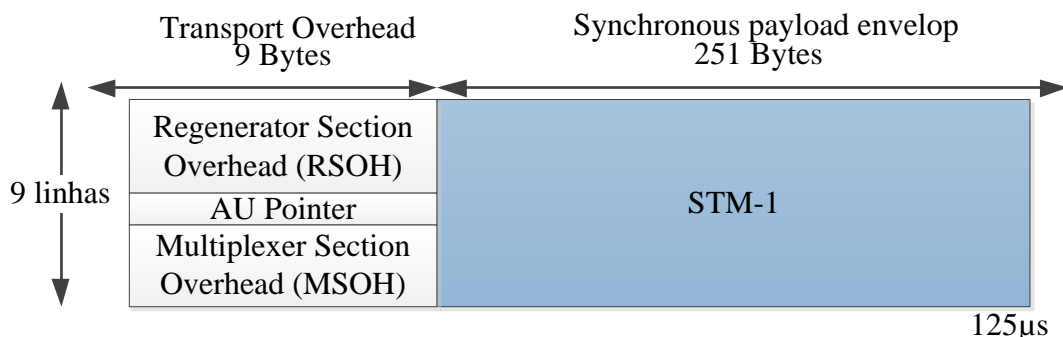


Figura 2.19: Cabeçalho da secção STM-n.

Os primeiros nove *bytes* de cada linha são designados como *Section Overhead* (SOH), pela norma G.707, realizando uma distinção entre a *Regenerator Section*

Overhead (RSOH) e a *Multiplexer Section Overhead* (MSOH), para que os bytes possam ser acoplados [18].

Cada um dos bytes, pertencentes ao *Transporte Overhead* da figura 2.19, adquire, ainda, uma das seguintes descrições tabela 2.4.

Tabela 2.4: Descrição dos bytes do cabeçalho SDH.

Byte	Descrição	Função
A1, A2	<i>Framing detection</i>	Detetar início do pacote STM-n
J0	<i>Regenerator Section (RS) Trace message</i>	Monitorizar a continuidade da conexão
B1	<i>RS bit interleaved</i>	Verificar a transmissão de erros nas secções de regeneração
E1	<i>RS orderwire</i>	Comunicação entre regeneradores
F1	<i>RS user channel</i>	Reservado para o utilizador
D1, D2, D3	<i>RS Data Communications Channel (DCC)</i>	Operação, Manutenção, Administração
MSOH: Multiplex Section Overhead		
Byte	Descrição	Função
B2	<i>Multiplex Section (MS) bit interleaved</i>	Detetar ocorrência de erro numa secção de multiplexagem
K1, K2	<i>Automatic Protection Switching (APS) channel</i>	Sinalização de falha de uma das secções de encaminhamento
D4 to D12	<i>MS Data Communications Channel (DCC)</i>	Controlo, manutenção, aprovisionamento remoto, monitorização, administração e outras necessidades da rede
S1	<i>Synchronisation status message (SSM)</i>	Transporte e sincronização de mensagens
M1	<i>MS remote error indication</i>	Indicação de erro na secção
E2	<i>MS orderwire byte</i>	Controlo do canal de 64 kbit

Relativamente aos bytes apresentados, é possível verificar que a sua monitorização permite, entre alguns aspetos, aplicar controlo na escolha do caminho em função da secção de multiplexagem e a ligação destas informações a um sistema de registo de tráfego.

A nível do sistema de sincronização, devido ao facto da rede SDH ter essência no sincronismo, é de extrema importância que se realize o controlo do relógio de todos os dispositivos, com elevada precisão. Contudo, numa rede tão dispersa, é uma tarefa difícil, pelo que a rede tem de recorrer a equipamentos de denominados de *Stand Alone Synchronization Equipment* (SASE) [1, 5, 15].

A SASE consiste num equipamento composto por um relógio atómico primário (normalmente de cézio com uma taxa de precisão de 1×10^{-11}) e outros sistemas secundários de menor pureza (satélite GPS, relógios internos de menor precisão). As

saídas são enviadas pela rede, a 2MHz, em função da melhor exatidão dos relógios, fornecendo à rede um relógio sincronizado (figura 2.20).

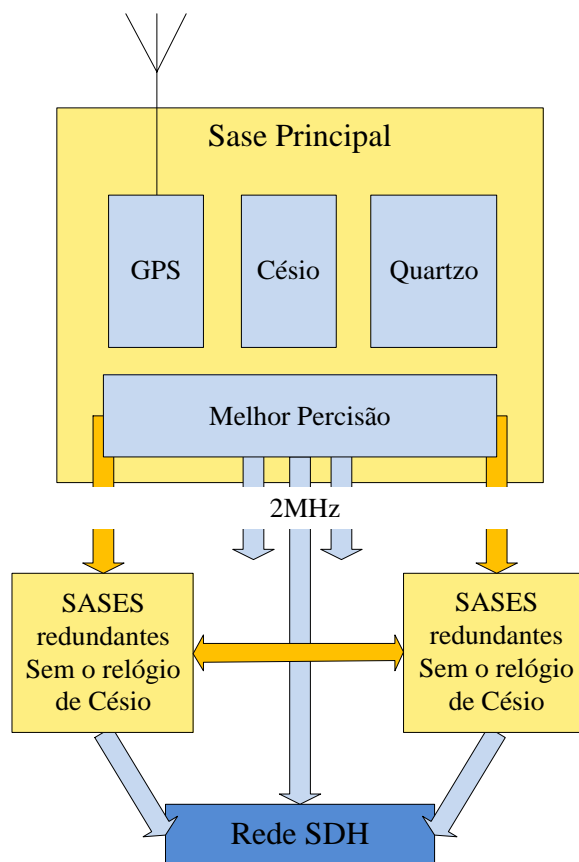


Figura 2.20: Esquema de funcionamento da SASE.

Assim, tanto a inclusão de cada um dos *bytes* salientados, como a utilização de protocolos de *dynamic synchronous transfer mode* (DSTM) sobre o SDH, tornaram a tecnologia uma modernização do PDH e uma das redes mais usadas pelos operadores de telecomunicações, dando suporte a redes IP/MPLS sobre SDH [1], [5].

2.3.3 Tecnologia *MultiProtocol Label Switching* (MPLS)

Com o maior desenvolvimento das redes de fibras óticas e com o aumento das necessidades de débito por aplicações, como a IP TV e os serviços VoIP, tornaram-se necessárias tecnologias que permitissem aumentar capacidades de tráfego [1], [10].

Assim, o MPLS foi criado para fornecer os serviços para encaminhamento de pacotes, através de uma rede ótica – uma proposta inicialmente apresentada pela *Cisco Systems Inc* e adotada pela *Internet Engineering Task Force* (IETF) [19].

O protocolo recorre à implementação de *labels* e à realização de *SWAP* (Substituição da *label* no topo da *stack* por uma nova *label*) para o encaminhamento de tráfego *ethernet* que circula com a informação até ao *Label Switching Router* (LSR), o qual determina o caminho e efetua a troca da *label* para o salto seguinte (*hop*).

Ao pacote IP é adicionado um cabeçalho de 32 *bits*. Os primeiros 20 bits correspondem à *label* e os seguintes 3 *bits* à classe de serviço (CoS – *class of service*), 1

bit S (*Stack*) e 8 bits de tempo de vida do pacote (TTL-*Time to Live*), como se esquematiza na figura 2.21.

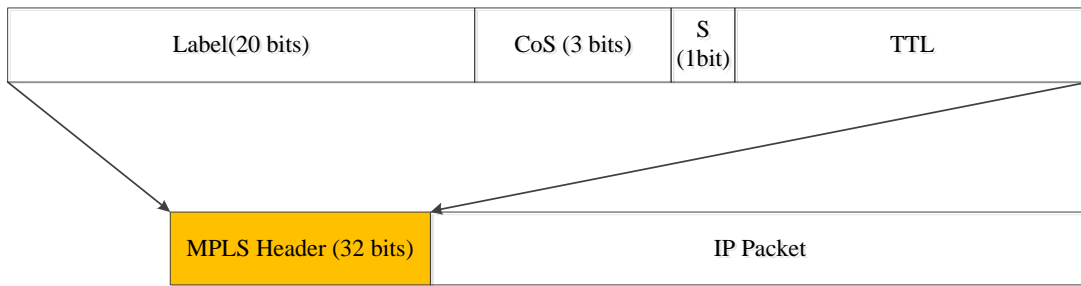


Figura 2.21: Cabeçalho MPLS.

A implementação MPLS difere dos sistemas IP tradicionais pelo facto de se trabalhar com *labels* que vão sendo atribuídas aos pacotes com base nos grupos ou nas classes a que estes pertencem.

A inovação aumenta a rapidez de processamento dos pacotes. Ou seja, quando pertencem à mesma classe, os pacotes recebem o mesmo tratamento, permitindo fluxos ordenados monitorizados e encaminhados segundo os critérios de *encaminhamento*, como é exibido na figura 2.22. Outra das diferenças subjacentes é o facto de a correção de erros de cada pacote, utilizando *Forward Error Correction* (FEC), ser efetuada no início e no fim da transmissão [17].

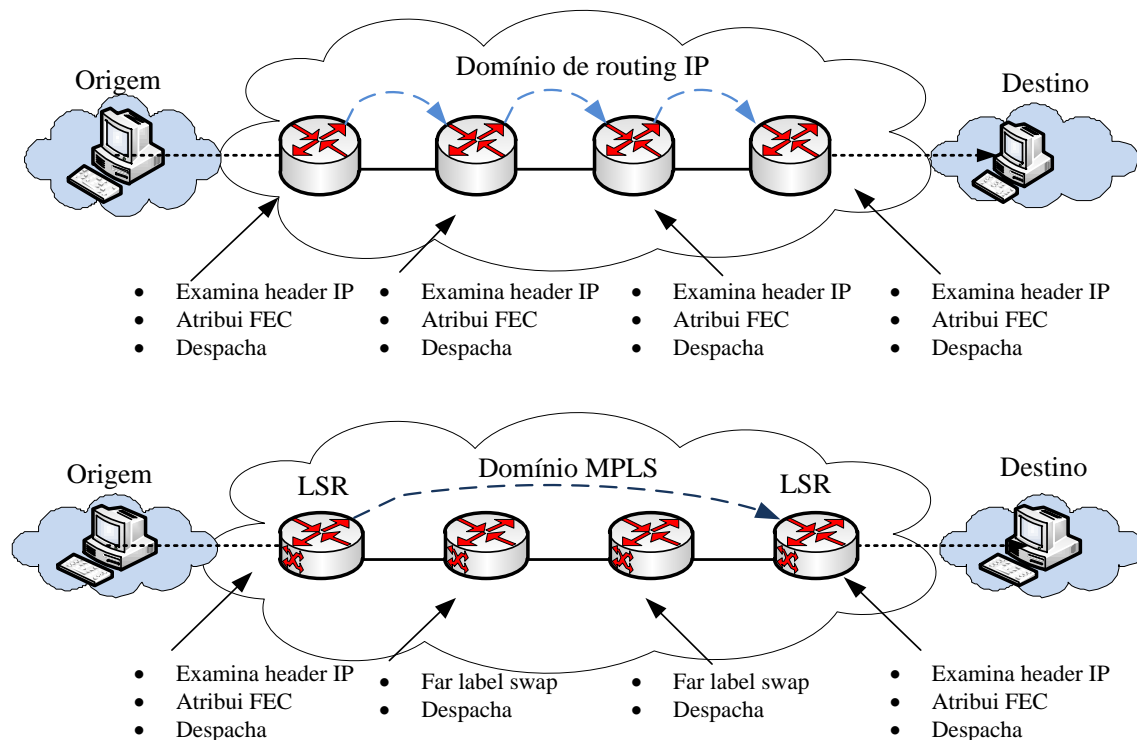


Figura 2.22: Diferenciação entre o domínio de endereçamento IP e endereçamento MPLS.

Uma das formas mais usadas para a utilização das *labels MPLS* - figura 2.23 - consiste na sua atribuição no *downstream*, aquando de um pedido (primeira incidência

do pacote) e na utilização dessa mesma informação para o *upstream* [18].

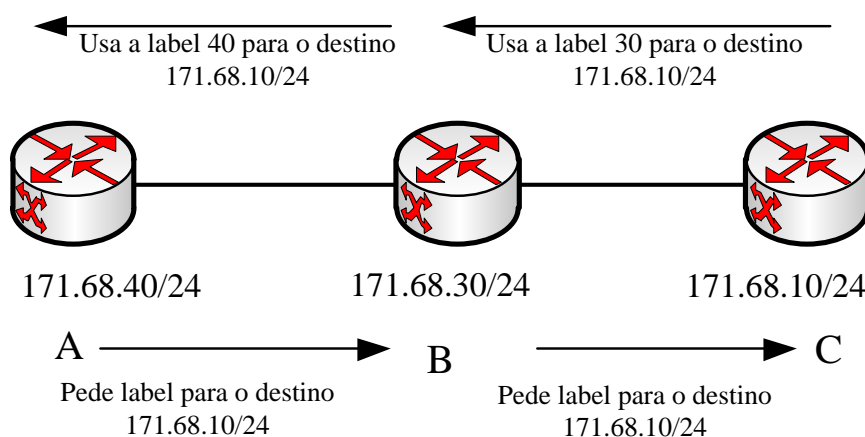


Figura 2.23: Exemplificação da atribuição de labels (*downstream-upstream*).

Como o MPLS define um circuito virtual dependente da rede ou do tipo de *switching* ou *label*, funciona de forma análoga a redes DWDM. Contudo, em vez de usar o comprimento de onda para os dados saberem o seu destino, usa a informação das *Labels* [17], [20].

Uma das variantes do MPLS, denominada de *Generalized* (GMPLS), consiste numa extensão do MPLS ao domínio físico. Embora ainda esteja em evolução, o seu propósito é o suporte de tráfego transparente através da rede DWDM, providenciando controlo, gestão e autodescoberta da rede [17].

A evolução de um sistema, já bastante robusto, para uma multifuncionalidade de suporte de *switching*, leva a crer que esta tecnologia venha a assumir a implementação do SDH até existir uma rede completamente ótica.

Do ponto de vista do operador, o MPLS é uma plataforma que permite instituir uma nova geração de rede completamente ótica – GPON -, permitindo também o controlo do canal através da negociação, conexão e falhas de *link*. Conseguem-se estes resultados através do controlo da frequência de envio, de protocolos de *handshake*, da verificação da conexão, da descoberta de propriedades dos nós adjacentes e do isolamento de falhas [9], [13].

2.3.4 Tecnologia Dense Wave Division-Multiplexing (DWDM)

A tecnologia DWDM pode ser vista como a camada física do modelo OSI pois é transparente aos formatos e protocolos, atuando apenas como um transmissor de *bits* [20].

A transmissão através de vários comprimentos de onda nasceu para gerar um aproveitamento dos canais, aumentando a largura de banda disponível, visto que fisicamente existe um limite para o máximo de dados que um canal pode transmitir num único comprimento de onda.

No caso dos sistemas em fibra ótica, a divisão por comprimento de onda (WDM-*Wave Division Multiplexing*) consiste na transmissão de vários picos de comprimentos de onda em paralelo, numa única fibra (figura 2.24). Esta técnica é semelhante à

Frequency Division Multiplexing (FDM), uma técnica utilizada pelo sistema elétrico de transmissão; todavia, possui a largura de banda da fibra, o que é de alguns Giga hertz [17].

Na figura 2.24 estão representados os seguintes esquemas: uma transmissão simples em fibra ótica, uma comunicação *duplex* através de uma fibra ótica e uma comunicação de múltiplos comprimentos de onda.

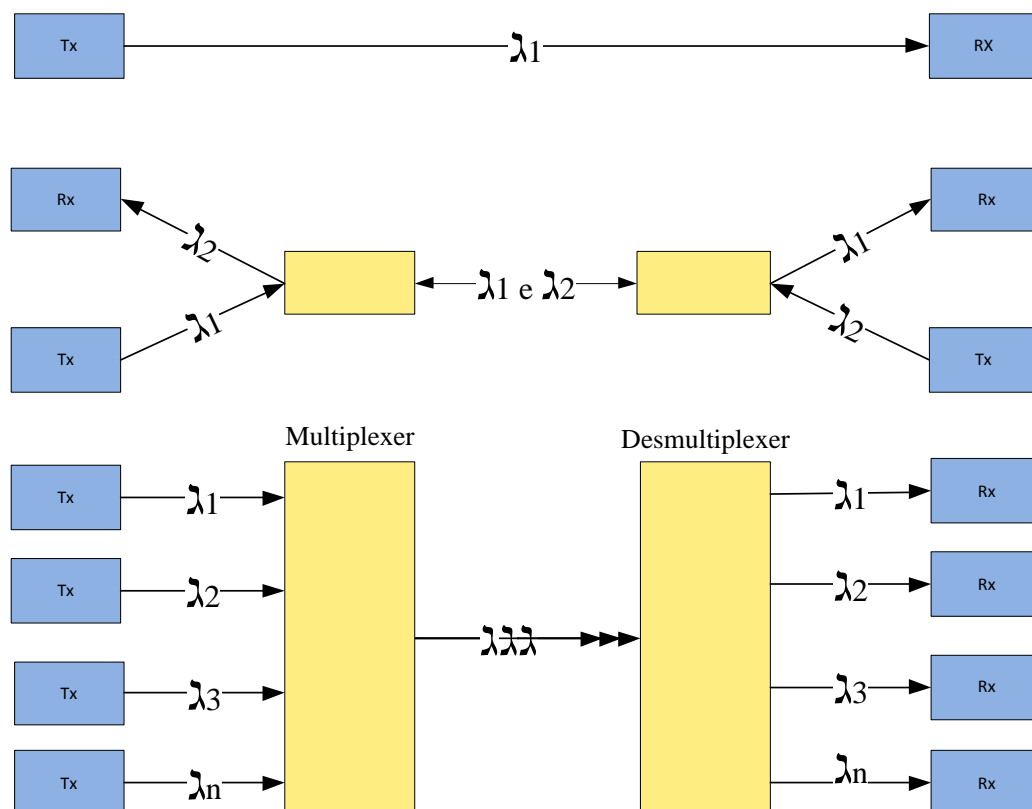


Figura 2.24: Transmissão de WDM em fibra ótica.

O último esquema é aquele que permite retirar o maior partido da fibra ótica, pois utiliza a capacidade disponível sem requerer mais do que um meio físico.

A implementação, levada a cabo com diferentes fontes espectrais e fibras óticas (*single-mode e multimode*), levou a uma diversificação da tecnologia WDM em duas categorias, a *Coarse Wave Division Multiplexing* (CWDM) e a *Dense Wave Division Multiplexing* (DWDM) [18], [20].

As principais diferenças entre ambas residem no facto da modulação CWDM ter um propósito de baixa densidade de informação (até um máximo de 2,5 Gbps por canal a 75 Km), com canais espaçados de 20 nm (segundo recomendação ITU-T G.694.2); pode ser implementada com equipamento economicamente barato e não exige controlo do comprimento de onda [17].

Os sistemas DWDM utilizam espaçamentos menores, de 1,6nm a 0,1nm, dependendo da banda (recomendação G.698.1 ITU-T), o que implica um custo acrescido de componentes e equipamento, mas permite, também, a utilização destes sistemas em aplicações de elevado tráfego [17].

Os sistemas mais avançados, designados como 25 DWDM, permitem a implementação dos canais com uma taxa de 40 Gbps. Esta taxa aumenta as perdas por dependência de polarização (PDL - *Polarization Dependent Loss*), sendo empregues sistemas para diminuir a dispersão cromática e compensação do modo de polarização. Ou seja, os sistemas 25 DWDM permitem uma transmissão de 40Gbps a uma distância de 6250 km, requerem 15 de *Erbium-Doped Fibre Amplifiers* (EDFA's), fibras *nonzero-dispersion-shifted*, fontes de espectro coerente (*Lasers*) e controlo de temperatura devido a potências de 80W [17].

Na figura 2.25 está representado um esquema de transmissão DWDM.

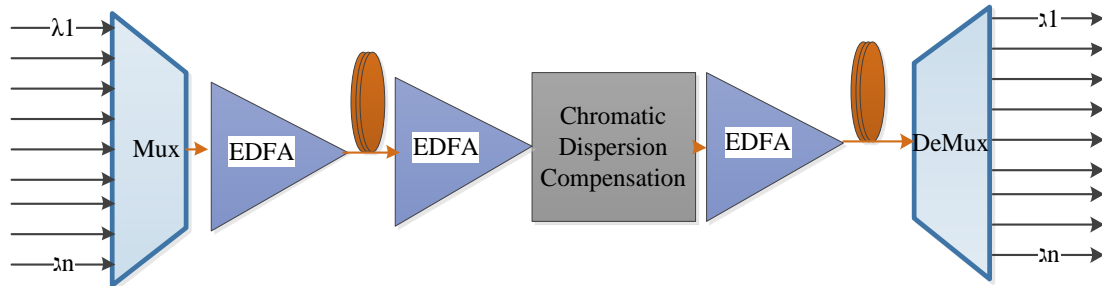


Figura 2.25: Esquema de transmissão DWDM.

Devido à possível evolução e aos débitos teóricos perto dos Tbps, o sistema DWDM tornou-se o mais usado pelas operadoras, para dar resposta a uma crescente necessidade de largura de banda e aproveitamento dos sistemas físicos.

O sistema inicial DWDM foi criado para sistemas de 1550 nm, usando as capacidades dos sistemas já instalados como opção para o aumento da capacidade por fibra, diminuindo o investimento [20].

No entanto, como já foi referido, o aumento do tráfego e das taxas de transmissão, só com o uso combinado de EDFAs e a compensação de dispersão permitem o estabelecimento de sistemas de longo alcance em DWDM devido à utilização de *multiplexers* e *demultiplexers*, como está representado na figura 2.26.

Os sistemas WDM, pelas suas características transparentes, são utilizados como meio de inserção de outras tecnologias, deram origem à designação “x over WDM”.

Um desses casos é o transporte da tecnologia SDH/SONET sobre WDM (figura 2.26). Este método é de longe o mais eficiente devido à utilização de cabeçalhos SDH, que ocupam a largura de banda útil do sistema ótico [20].

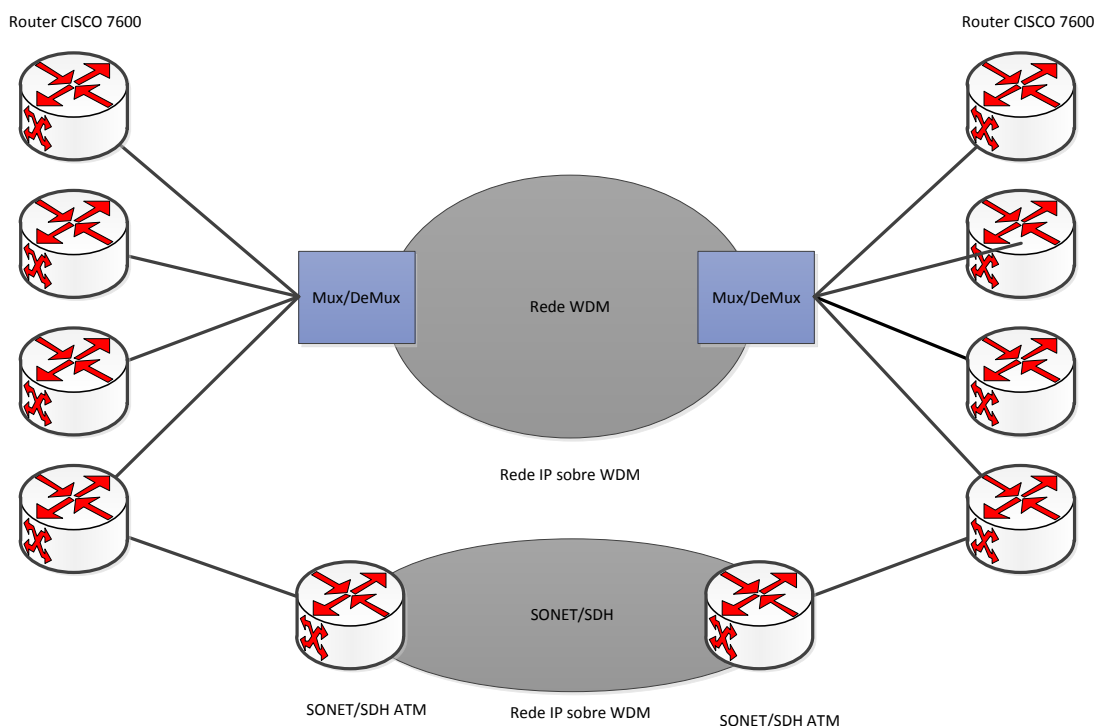


Figura 2.26: Interligação das redes DWDM e IP e a relação com a rede SDH.

O DWDM, para transporte em rede *short haul*, poderá ser implementado de dois modos distintos. O primeiro é o mais simples e é uma abordagem que tem vindo a ser usada por outras tecnologias. O método consiste em dar a continuidade aos sistemas existentes de modo a que a transição seja realizada de forma suave. No entanto, serão necessários sistemas de gestão para cada uma das tecnologias, ou seja, a sobreposição (IP sobre MPLS/ATM sobre SONET/SDH sobre DWDM) [20].

O segundo modo corresponde a uma transição e interrupção da continuidade dos sistemas, com o intuito de melhorar a qualidade do serviço, de diminuir os sistemas FEC, os cabeçalhos e de diminuir o custo de transporte [20]. O principal problema, para esta abordagem radical, é a implementação de um protocolo para detecção destes pacotes *bits*. Com efeito, no contexto ótico, não existe a indicação de início nem de fim de frames, de controlo de erros, de controlo de fluxo, entre outros [20].

2.4 Sumário

Neste capítulo foram apresentadas as tecnologias com as quais se teve contacto ao longo do estágio, referenciando estas com as suas características e normas internacionais.

O agrupamento foi realizado por rede de implementação, rede core ou rede de acesso, sendo realçadas as características predominantes, o que, consiste numa visão periférica das necessidades de supervisão e interligação das tecnologias de *long haul short haul*.

Sem o contacto teórico com estas tecnologias, conhecimento das suas características, não seria possível o contacto com os equipamentos de gestão centralizada, nem a implementação da plataforma final.

3 Soluções tecnológicas usadas para a monitorização da rede

Neste capítulo, é realizado o estudo das soluções tecnológicas usadas na monitorização da rede, baseadas em dois fatores fundamentais: infraestruturas físicas e tecnologias da rede. Ao longo da secção são descritos os pontos monitorizados e a sua importância na rede de telecomunicações, bem como estruturas e ferramentas existentes da Portugal Telecom que foi necessário estudar e trabalhar para a realização deste trabalho.

Sucintamente, a monitorização da rede de telecomunicações é realizada a partir da recolha das informações físicas dos locais, assim como análises de tráfego de todas as redes (desde os equipamentos de transmissão, mas com maior incidência sobre o SDH) e apresenta essas informações para monitorização humana na plataforma informática designada por Sistema de Gestão de Alarmes (SGA). Posteriormente, cabe ao utilizador decidir e atuar conforme a sua experiência, à medida a que os alarmes vão surgindo no SGA [1], [5].

3.1 Equipamentos da rede Portugal Telecom

As infraestruturas físicas da rede PT destinam-se à acomodação de serviços e à aglomeração de dispositivos (ativos e passivos), conectando a rede *core* à rede de acesso.

3.1.1 Estruturas físicas

As infraestruturas físicas de grandes dimensões (Estações ou Subestações) são destinadas ao albergue de equipamentos ativos e têm um contexto histórico relativamente à sua localização e à própria construção.

Atualmente, alguns destes imóveis têm vindo a ser desabilitados, quer por razões de carácter económico, quer por amadurecimento das tecnologias ou mesmo por razões de exposição a intempéries.

Nesta sequência, a PT desenvolveu, igualmente, equipamentos estruturais de menores dimensões e de última geração, denominados por AMS (Armário Multisserviços). Os AMS permitem uma extensão da rede *core* até uma localização mais próxima do cliente, seguindo uma orientação em conformidade com um modelo de redução de custos e compactação para a distribuição da rede DSL e/ou GPON (equipamento DSLAM e OLT mais próximo do cliente, o que diminui a cablagem da rede de acesso).

Ao nível das infraestruturas físicas, especificamente no domínio da arquitetura lógica de fornecimento de serviços, estas dividem-se em duas áreas: área de transmissão e área de comutação.

Na figura 3.1, pode ser observada a distribuição por área de um espaço multisserviços, com a inclusão, também, da parte de conexão à rede de acesso.

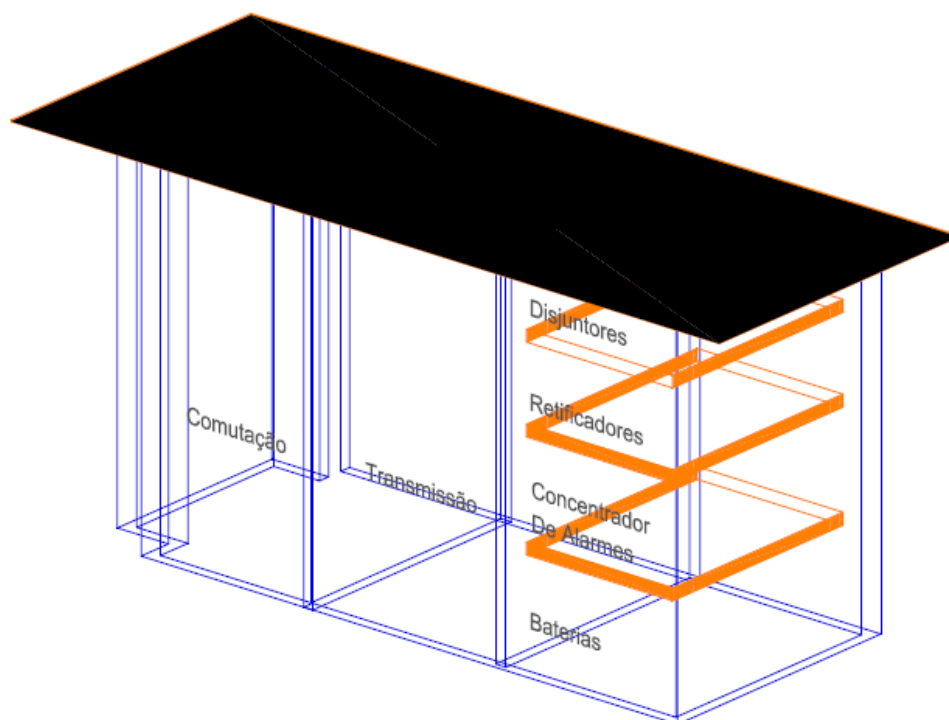


Figura 3.1: Divisão lógica das tecnologias no AMS que se reproduz nas Estações.

A entrada de cabos está confinada à parte inferior do armário, prevenindo a entrada de líquidos e dá-se atenção à colocação dos pontos de conversão e de derivação da alimentação elétrica na parte superior do bastidor. Por uma questão de movimentação de massas de ar quente ascendente, previne-se, assim, a dissipação do calor pelos sistemas de comutação.

A área de transmissão é responsável por assegurar a receção dos sinais da rede *core* nos equipamentos de transmissão e a organização das fibras nos *Optical Distribution Frame* (ODF); assegura a receção da sincronização dos *stand alone synchronization element* (SASE) e a distribuição da rede cobre nos *Digital Distribution Frame* (DDF) e, em alguns locais, assegura a observação das condições da rede de fibra ótica através dos *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR).

A parte de comutação destina-se à realização da transição de pacotes de dados, estando acoplados os sistemas DSLAM, *Digital Logic Units* (DLUs) e *Optical Line Terminal* (OLT).

Sistema de alimentação e ventilação

Um sistema ininterrupto de energia é fundamental a qualquer sistema de telecomunicação. Portanto, é uma necessidade transversal para qualquer estação ou armário a existência de equipamento ativo para fornecimento de energia elétrica.

Os equipamentos nucleares da rede de telecomunicações PT necessitam de uma tensão contínua (DC - *Direct Current*) de -48V, não sendo admitido, na maioria dos casos, o uso de transformadores individuais. Ou seja, os sistemas de alimentação da rede

são compostos por um retificador central e modular e este deve abastecer todas as necessidades dos equipamentos, eliminando falhas singulares de falta de energia, eventuais falhas no reporte de alarmes e carências de manutenção e espaço.

Nos grandes polos de distribuição existem sistemas auxiliares de energia, compostos por grupos geradores entre os 100 kVA e os 450 kVA, dependendo da alimentação requerida (trifásica ou monofásica), com uma colocação no interior ou no exterior do edifício. Estes pontos são ainda abastecidos por sistemas de fornecimento ininterrupto de energia (UPS – *Uninterruptible Power Supply*) para suporte de flutuações e da carga total, momentaneamente.

No caso dos armários, em caso de falha da rede de energia, o abastecimento elétrico é garantido pelo total de oito baterias durante um tempo previsto de três horas. Esta opção, da não inclusão de uma unidade geradora, decorre da qualidade do serviço elétrico e de uma gestão de recursos empresarial.

A alimentação é efetuada de acordo com o esquema da figura 3.2, onde se demonstra o fluxo de alimentação DC em paralelo com a rede AC para os equipamentos auxiliares (ventilação e iluminação).

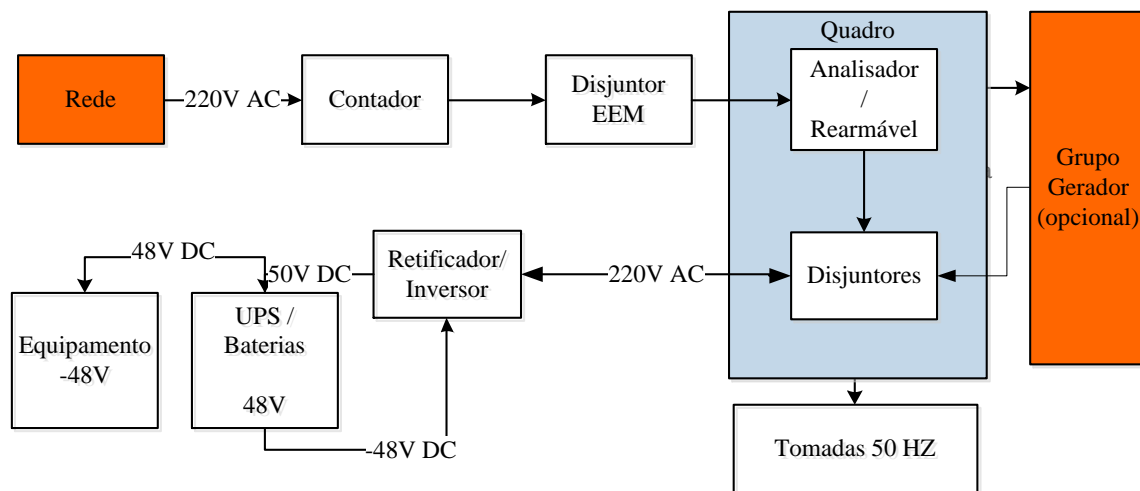


Figura 3.2: Sistema de alimentação usado nas subestações e AMS.

A instalação da operadora começa no disjuntor da distribuidora energética (Disjuntor da Empresa de Eletricidade da Madeira - EEM). A energia é toda encaminhada para um quadro principal e, desse ponto, distribuída para a restante instalação.

O sistema analisador/rearmável consiste num disjuntor diferencial, responsável por detetar eventuais falhas de energia ou sobrecargas, gerando os alarmes para a plataforma SGA, ao mesmo tempo que é ativada a entrada em funcionamento do grupo gerador, quando presente. Aquando da transição, a UPS em configuração *online* é responsável pelo suporte da carga, no caso das estações munidas de UPS.

Para a execução da tarefa de ventilação, existem dois sistemas distintos: o ar condicionado (AC – *Alternate Current*) e o ar forçado. A utilização deste último modelo

promove uma poupança de energia, o que contribui para uma redução da despesa operacional da empresa. No entanto, leva a que haja uma verificação mais detalhada nalguns locais devido aos seus precedentes de aquecimento excessivo.

Cadastro da rede PT

O cadastro da rede assume uma grande importância ao nível da orientação de esforços para um melhor serviço. Uma rede documentada é uma rede organizada em termos de espaço e referência de equipamento [4].

Quando é necessário criar um novo serviço ou o deslocamento de um serviço existente, é realizada a mobilização do equipamento. Para tal, é necessário saber, dentro de cada tecnologia, onde é possível obter espaço virtual e físico para se efetuar as conexões.

Na PT é utilizado um *software master* proprietário, concatenador de várias tecnologias, que funde todos os registos de várias plataformas existentes numa plataforma central. Esta decisão permite atribuir designações e coordenadas posicionais (GPS-*Global Positioning system*), de modo a que todos os utilizadores se refiram ao mesmo local do mesmo modo [1], [5].

O *software* da empresa permite, ainda, aceder a informação mais detalhada dos circuitos, nomeadamente: rede exterior (*outside plant*) e rede interior (*inside plant*). No que se refere à pesquisa georreferenciada exterior, existe uma descrição por troço de cabo utilizada para a identificação de um corte de cabo (alarme de queda de *link* ótico) ou de um Ponto de Distribuição Ótico (PDO).

A designação dos espaços obedece a uma nomenclatura própria da empresa (siglas alfanuméricas), por questões de associação e simplicidade do trabalho. De forma geral, é utilizada uma estrutura de dois algarismos (código local), duas letras (região, por exemplo: Funchal (FX) e, por fim, dois números (ponto de atendimento da área da central).

As plantas dos edifícios são também localizadas nesta plataforma, de modo a que seja possível proceder à visualização dos espaços *inside plant*, livres ou ocupados. Esta opção é útil no caso de esclarecimento para situações de confirmação de localização do equipamento com alarme, para ampliação do espaço ocupado, sem a necessidade de deslocação ao local.

O cadastro pode contemplar, ainda, um sistema adicional centralizado de aquisição periódica das configurações de alguns equipamentos de cruzamento da rede. Por vezes, a redundância dos equipamentos poderá não ser suficiente em caso de falha dupla. Este é um caso raro, mas que poderá acontecer se o equipamento suplente não realizar a devida cópia interna entre cartas de comutação.

3.1.2 Equipamento

Os equipamentos de telecomunicações, empregues nas tecnologias, podem ser vistos como uma estrutura virtual, criada pelos fabricantes, para trabalho remoto. Cada equipamento é composto, de forma modular, por portos, cartas, *slots* e *bastidores*.

O porto é a unidade de amarração dos cabos nos equipamentos com especificação em termos de débito e tecnologia. A carta é o local que alberga os portos e o *slot* o local de instalação da carta. Para cada elemento agregador é especificado ou parametrizado o tipo de elementos compatíveis.

Num contexto de otimização de tempos de resolução de problemas e avarias, a entidade empresarial segue um padrão de uniformização, numerando os equipamentos por *slots* e cartas, como representado na figura 3.3, para o caso do EMILO S14 (Equipamento PT inovação para a tecnologia SDH).

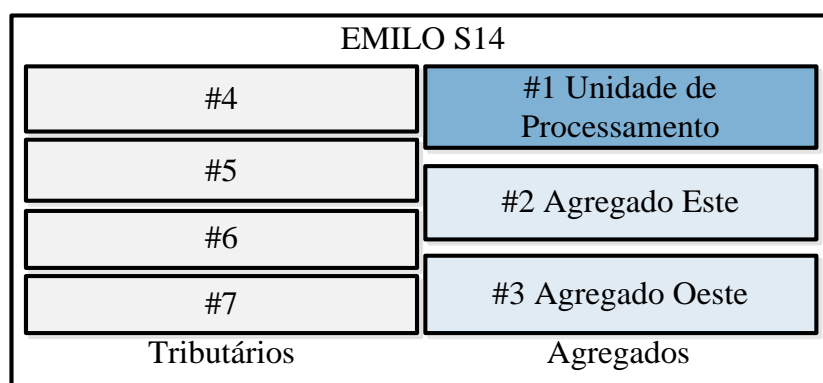


Figura 3.3: Numeração das cartas no EMILO S14.

Os equipamentos virtuais são uma réplica idêntica do modelo físico, fazendo o uso de *labels* descritivas dos circuitos, atribuindo a designação do equipamento de origem, equipamento terminal distribuidor e vice-versa. Estas designações, estipuladas na criação do circuito, irão depois corresponder à entidade do alarme, no caso de existência de problema.

Os bastidores, como unidades abrangentes da estrutura hierárquica dos equipamentos, são a unidade de orientação e localização dentro do ponto de instalação. A identificação do bastidor ocorre através de um marcador com a respetiva designação, permitindo *à posteriori* encontrar o equipamento e, seguidamente, chegar-se à unidade requerida.

Um dos exemplos é a localização, por endereços em termos de linha e coluna, a partir de um código alfanumérico, como exemplificado na figura 3.4.

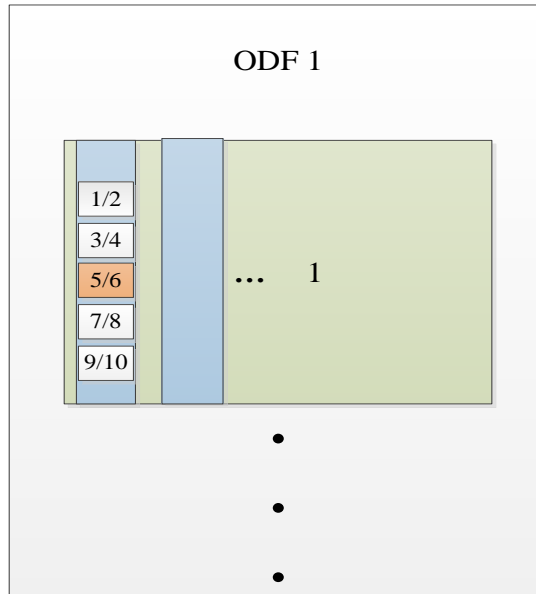


Figura 3.4: Representação da matriz de identificação de um bastidor.

O porto 5/6 (colorido) da carta 1, do *slot* 1, do bastidor ODF1, corresponde ao código alfanumérico ODF1-1-1-5/6.

Teste e recolha de alarmes automáticos em fibra ótica

Os equipamentos de teste permitem realizar um diagnóstico de uma linha com base na interação com a mesma e poderão estar direcionados apenas para uma tecnologia ou para várias tecnologias, tendo em conta as diversas *interfaces* disponíveis e as leituras pretendidas.

O equipamento de monitorização física da rede *core* consiste num equipamento de correlação que verifica o funcionamento dos sistemas, mediante uma comparação de situação inicial com a variação do nível ótico.

O Sistema Gestão e Teste para a Rede de Fibra Ótica (SGTFO) é composto por quatro componentes base: a unidade de teste remota (RTU - *Remote Test Unit*), o comutador ótico (CO), o módulo de acesso local (LAM - *Local Access Module*) e o NTest Fiberwatch™ (Figura 3.5).

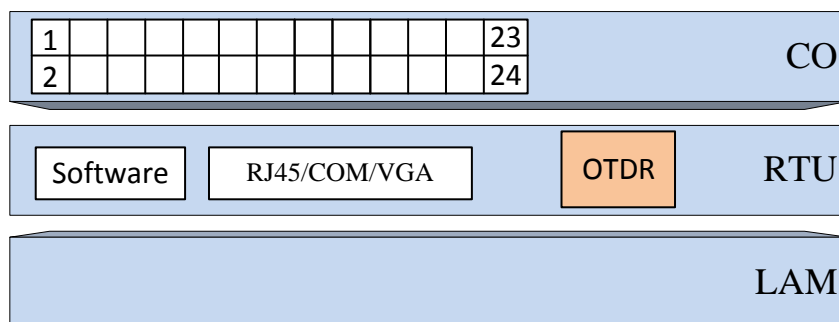


Figura 3.5 Sistema de Gestão e Teste de Fibra ótica (SGTFO).

O RTU é o componente principal do sistema, pois é responsável pela execução dos testes aos diversos circuitos de teste ou monitorização. Este componente é,

basicamente, um processador que executa o *software* de teste de monitorização remoto, atuando sobre um módulo OTDR para execução dos testes aos circuitos de fibra ótica através de *drivers* específicos para controlo do comutador ótico, do LAM e do módulo OTDR. É também a RTU que, através da porta RJ45, permite a intervenção remota e a ligação ao SGA.

O LAM é o componente do sistema que permite o acesso local ao sistema SGTFO. Este componente é constituído por um monitor, um teclado e um *touchpad*, permitindo o controlo local da RTU, sendo também possível executar o *software NTest FiberwatchTM*.

O OTDR é o elemento físico que envia o sinal na fibra e recebe as reflexões óticas, realizando o cadastro do traçado ótico. O comprimento de onda é configurável. No entanto, para operações automáticas, é utilizado um λ de 1625 nm por ser mais sensível a certos eventos, tais como microcurvaturas e reflexões, do que quando comparado com os comprimentos de onda de 1310nm ou 1550 nm. Este sistema é, ainda, capaz de realizar a monitorização em fibra escura ou fibra ativa, podendo ser realocado mediante um estabelecimento prévio de comunicação com um operador para atualização ou configuração de parametrização.

O *software* de teste e monitorização remota, *NTest FiberwatchTM*, é o componente fundamental do sistema, pois é através dele que é possível configurar e monitorizar o sistema SGTFO, bastando para isso ter um PC conectado à rede centralizada de gestão (RCG) ou localmente através do LAM.

O Comutador Ótico está acima do RTU e a ele conectado através da conexão via porta de série (porta COM1 da RTU) e através de um filtro ótico entre o seu porto ótico de entrada (OTDR) e o módulo de OTDR da RTU. O Comutador Ótico tem 24 portos de saída (numerados de 1 a 24 na figura 3.5), o que permite a implementação de 24 circuitos de fibra ótica para teste ou monitorização, com a particularidade dos conectores serem FC-PC.

Os dois SGTFO instalados na Ilha da Madeira dividem duas áreas, Este e Oeste, centralizadas em Machico e Nazaré, como está representado na figura 3.6.



Figura 3.6: Divisão da Ilha pelos dois analisadores óticos [21].

Detetores de alarmes

O sistema de suporte físico de alarmes de estações e/ou armários é um sistema paralelo à rede que tem como intuito efetuar a monitorização de locais privilegiados, atuando de forma atempada em caso de uma mudança de estado. Os alvos de monitorização de uma central de alarmes divergem desde o controlo de acessos não autorizados, às condições de temperatura, humidade e energia.

Nas estações mais completas, o controlo da temperatura é realizado obedecendo a dois parâmetros: a determinação do nível de ativação do sistema e a deteção de ineficácia do sistema (temperatura acima do expectável, usualmente devido a avaria do sistema de refrigeração). Em relação a uma rede maioritariamente DC (-48V), as preocupações com prendem-se com o facto dos aparelhos, principalmente digitais, necessitarem de condições fiáveis de fornecimento de energia sem cavas ou picos de energia. Os alarmes são gerados caso os sensores (rearmável, UPS, gerador, analisador, retificador) detetem qualquer irregularidade ou anomalia da rede.

Além dos sistemas analisadores, os equipamentos possuem pequenos sensores, distribuídos para a monitorização das portas e para deteção de incêndio, que realizam a sua tarefa através da conversão do contacto mecânico em conexão ou desconexão do circuito elétrico.

A complexidade dos circuitos que realizam a leitura dos alarmes está diretamente relacionada com as instalações que se comprometem a monitorizar, cujo elemento mais completo é o concentrador de alarmes, CONCAL. Contudo, elementos da rede, como o DSLAM e o Emilo, são também capazes de realizar a recepção dos alarmes e o seu respetivo encaminhamento.

3.2 Recolha de alarmes SDH

A rede SDH, a mais extensa no contexto particular da PT, utiliza identificadores padronizados internacionalmente (ITU G.783) para a monitorização dos pacotes e da frame.

Os alarmes são monitorizados consoante uma deteção de anomalia, defeito ou falha. Uma anomalia leva a uma degradação do desempenho do sistema; um defeito a uma queda do sistema (causa no *hardware* ou *software*), enquanto uma falha consiste num defeito persistente.

Na tabela 3.1 estão representadas os principais indicadores afetos à rede SDH.

Tabela 3.1: Principais indicadores da rede SDH.

	Identificador	Caracterização	Critério de Deteção
Defeitos	LOS	<i>Loss of signal</i>	Perda de potência ótica e perda de <i>bits</i>
	LOF	<i>Loss of frame</i>	OOF com duração > 3ms
	TIM	<i>Trace identification mismatch</i>	Identificação de circuito não correspondente
	UNEQ	<i>Signal unequipped</i>	Byte V5 = 000 ou 001
Anomalias	LOP	<i>Loss of Pointer</i>	Erro de interpretação do apontador AU-4-4c.
	OOF	<i>Out of Frame</i>	A1 e A2 não detetados num intervalo superior a 625us
	SD	<i>Signal Degrade</i>	Taxa de erros ultrapassa um limiar pré-definido no intervalo de 10×10^{-5} s a 10×10^{-9} s

Em relação aos defeitos da rede SDH, o estado é caracterizado por dois alarmes principais: indicação de alarme (AIS - *Alarm Indication Signal*, sentido direto da comunicação) e indicação de defeito distante (RDI - *Remote Defect Indication*, sentido inverso da comunicação).

Na tabela 3.2 encontram-se representados os alarmes AIS e RDI, frequentemente encontrados na rede SDH.

Tabela 3.2: Indicações de defeitos SDH (ITU-T G783).

	Identificador	Caracterização
AIS	MS-AIS	AIS da secção de multiplexagem
	AU-AIS	AIS da unidade administrativa
	TU-AIS	AIS da unidade tributária
RDI	MS-RDI	RDI da secção de multiplexagem
	HP-RDI	RDI do caminho de ordem superior
	LP-RDI	RDI do caminho de ordem inferior

O exemplo de ocorrência de falha na transmissão SDH pode, por sua vez, ser representado pela figura 3.7. É possível identificar o sentido direto e o sentido inverso da comunicação através do AIS e RDI gerado, assim como verificar o *byte* de alarme do cabeçalho SDH, que indica a ocorrência de defeito na comunicação.

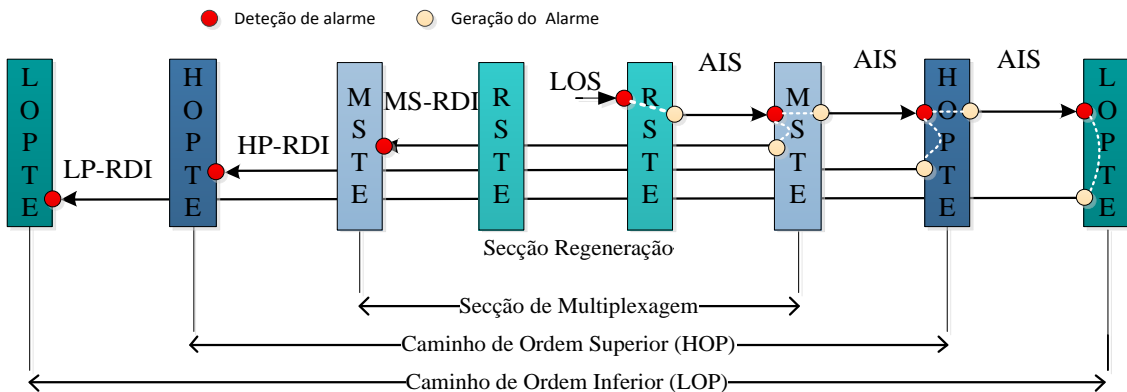


Figura 3.7: Esquema de ocorrência de alarme, SDH.

Os sistemas SDH permitem instituir sistemas de proteção automática com base nestes alarmes, o que pode tornar um alarme numa indicação relevante, mas não necessariamente prejudicial para os clientes.

As estruturas de proteção são automaticamente acionadas pelos *bytes* k1 e k2, podendo adquirir uma configuração linear, em anel ou híbrida [18].

No sistema linear, designado tecnicamente por “1+1”, o elemento de rede (*Network Element*) realiza a comutação da linha automaticamente devido a uma redundância a 100%, implementada nas cartas dos equipamentos [18].

A estrutura em anel fornece mais garantias do que os sistemas lineares, sendo adequada para linhas de elevada largura de banda, como a rede *core*. Por essa razão, é uma das topologias mais usadas para criar redundância (segundo a norma G.841 ITU-T), subdividindo-se em unidirecional e bidirecional [1], [18], [22], [23].

No método unidirecional, existe um circuito para cada um dos sentidos: numa interrupção de uma linha, mantém-se a conexão (figura 3.8 A).

Nos sistemas bidirecionais, existem 4 pares de fibra em cada ligação, o que promove uma maior segurança; obriga, no entanto, a um investimento significativamente mais avultado (figura 3.8 B).

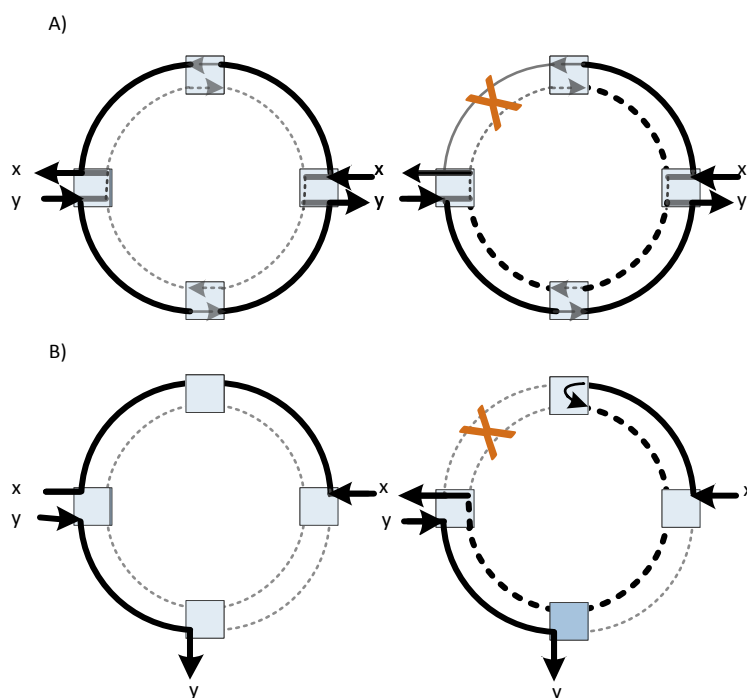


Figura 3.8: Sistemas de proteção em anel: A) unidirecional; B) bidirecional.

No caso da Portugal Telecom, a rede SDH e os seus alarmes são também os indicadores dos alarmes de tráfego de outras redes, nomeadamente no que diz respeito às seções MPLS sobre SDH e SDH sobre DWDM.

Contudo, os equipamentos da rede DWDM, apesar de não verificarem a informação dos tributários STM-n, monitorizam parâmetros de funcionamento dos seus sistemas proprietários e o aspeto físico da transmissão (nível ótico e encapsulamento). Algumas das métricas de AIS são semelhantes ao SDH, mas o fabricante impõe a monitorização e normalmente aplica-a em plataformas próprias.

3.3 Sistema de Gestão de Alarmes (SGA)

O SGA é a plataforma empresarial existente que concentra os dados de toda a rede nacional num único plano. O SGA é a base de trabalho de toda a monitorização efetuada na rede, sediando uma vigilância nos centros de gestão de telecomunicações.

A plataforma existente baseia-se nas indicações supracitadas para a nomenclatura dos objetos e regiões, sendo que o sistema está munido de uma ampla gama de filtros, organizando os dados por colunas, como: gravidade, data, hora, código local, problema, entre outros parâmetros.

O SGA permite, também, a exportação de conteúdos de forma diferida para efeitos de análise e compreensão do estado da rede, por constarem numa base de dados

interna. Ou seja, os alarmes provenientes da rede são armazenados na base de dados do servidor e projetados no *browser* interno SGA, de acordo com a marca temporal.

A aquisição é baseada em três conceitos: ponto de falha, instância do alarme e evento da rede, representados na figura 3.9.

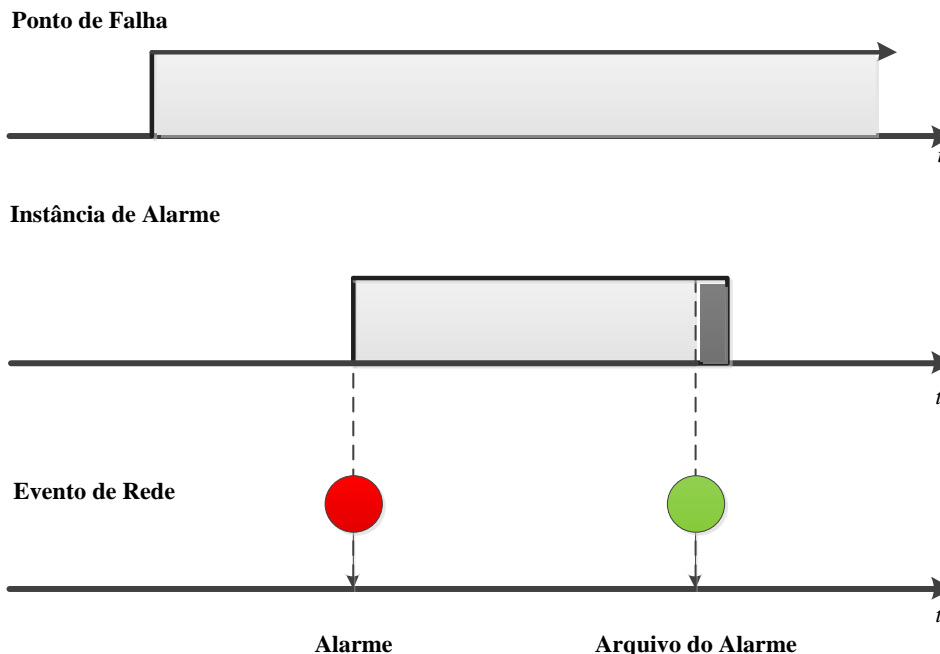


Figura 3.9: Três categorias de eventos na rede.

O ponto de falha representa um acontecimento capaz de originar eventos de alarme, sendo permanente para o SGA e designado por uma marca temporal que identifica também a identidade do problema.

A instância do alarme acompanha a evolução de uma dada situação de alarme, podendo agrupar os vários eventos de rede de modo a simplificar a supervisão de alarmes, implementando registos periódicos até à conclusão desse alarme.

O evento de rede é uma estrutura que os elementos de rede enviam para declarar um regresso ao estado inativo do alarme, ou seja, o sinal que permite a desativação do alerta.

A PT, apesar de comprar diversos equipamentos a empresas multinacionais, tem também equipamentos próprios que interligam plataformas capazes de gerir equipamento e tráfego. Contudo, a magnitude e a diversificação de equipamento ativo leva a que se levantem outros problemas de interoperabilidade, que são sistematicamente resolvidos com a utilização dos protocolos universais: SNMP, CORBA e TMN.

3.3.1 Simple Network Management Protocol (SNMP)

O SNMP corresponde a um modelo de troca de informação dos elementos da rede, permitindo aos administradores realizar operações de gestão desses mesmos elementos. O protocolo foi desenvolvido pelo *Internet Engineering Task Force* (IETF),

baseando-se numa arquitetura cliente/servidor. Ou seja, um elemento central é responsável pela obtenção de informação dos agentes, representando essa informação para o utilizador [19].

O protocolo assenta em três objetivos: o primeiro é a minimização da complexidade de gestão da rede; o segundo é proporcionar sistemas de gestão adicionais de forma a serem expansíveis e o terceiro é ser independente dos fabricantes [19].

Este é, portanto, um protocolo da camada de aplicação que se subdivide em três componentes: gestor, agente e *Management Information Base* (MIB) [23].

O gestor é responsável pelo controlo e monitorização dos anfitriões, através de aplicações que se estendem desde a linha de comandos até elaboradas aplicações gráficas, proporcionando a recolha de dados estatísticos que, por sua vez, através da interferência, levam à deteção de anomalias [19], [23].

O agente é o componente de *software* que é executado no elemento de rede (*router/switch*) e organiza, atualiza e comunica os dados. A MIB é uma base de dados virtual onde é armazenada a informação sobre os objetos geridos (referência textual à variável do sistema gerido e seu significado). Os parâmetros desta base de dados são alterados pelos gestores e guardados nos agentes através de operações *get()* e *set()* entre ambos, representadas na figura 3.10 [20], [23].

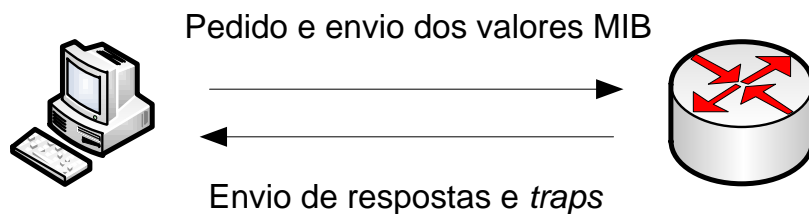


Figura 3.10: Esquema de funcionamento do SNMP.

O acesso do gestor à MIB é realizado através de requisições periódicas “*polling*” ou através do envio de notificações espontâneas assíncronas (*traps*), desencadeadas por eventos pré programados (exemplo: autenticação imprópria; reinicialização; perda de conexão de um nó vizinho). Contudo, as *traps* não são informações tão confiáveis, visto não possuírem um cuidado com sincronizações ou protocolos de *handshake* e foram implementadas com o objetivo de poupar recursos do elemento gerido.

O modelo da informação é definido pela *Structure of Management Information* (SMI), criando várias MIBs, normalmente em árvores compostas por variáveis físicas ou lógicas dos equipamentos a que os agentes têm acesso. Por exemplo, no caso do agente *router*, cada *interface* pode corresponder a um objeto, sendo que a cada objeto é atribuído um *Object Identifier* (OID), identificador esse que pode aparecer na forma textual ou numérica.

O modelo SNMP pode ainda ser subdividido nas versões SNMP v1, SNMPv2c e SNMPv3, pois as *MIB*'s podem ser implementadas de acordo com um determinado protocolo dependente do fabricante. No entanto, cada um destes modelos tem de ser

aprovado pelo IETF. No caso do material da empresa CISCO, o modelo usado é MIB II, descrito na RFC 1213 e RFC 1215 [20], [23].

Em suma, o SNMP é capaz de dar resposta a sistemas TCP/IP, mas consiste num método menos eficiente e menos flexível do que outros modelos abaixo descritos; contudo, ao exigir menos recursos físicos, torna-se competitivo ao nível da implementação [13], [23].

3.3.2 *Common Object Request Broker Architecture (CORBA)*

O CORBA é um sistema distribuído que realiza uma adaptação da rede a uma programação orientada por objetos. Este sistema possui as especificações dos objetos geridos, comunicações e pedidos entre gestores e objetos, e comunicações entre objetos em termos de controlo de acesso, segurança e relações [19].

Esta arquitetura foi desenvolvida pelo *Object Management Group* (OMG), fundado em 1989, que já desenvolveu, pelo menos, 3 versões [23].

Cada elemento de rede é representado por um objeto CORBA e este é definido por uma *interface* de objeto que indica quais os campos acessíveis, podendo-se remotamente definir *interfaces* entre objetos e criar relações lógicas [23].

A arquitetura CORBA é uma arquitetura cliente servidor tal como no SNMP, em que a conexão é estabelecida pelo *Object Request Broker* (ORB) protegendo, assim, a transmissão em termos de posição do *server*, mesmo para pontos remotos.

A arquitetura *Object Management Architecture* (OMA) utiliza o ORB, que encaminha a informação para o cliente apropriado. Os serviços comuns aos objetos (COS – *Comum object Services*) estão sob funções comuns usadas pelo ORB de modo a poderem responder às perguntas dos clientes. As interfaces são, assim, um conjunto de componentes que servem objetivos semelhantes para as COS, mas que só são visíveis para alguns domínios [23].

O ORB fornece operações de gestão para o gestor através do adaptador de objeto, IDL *stub*, efetuando uma tradução entre um objeto particular e um objeto *standard* virtual (figura 3.11).

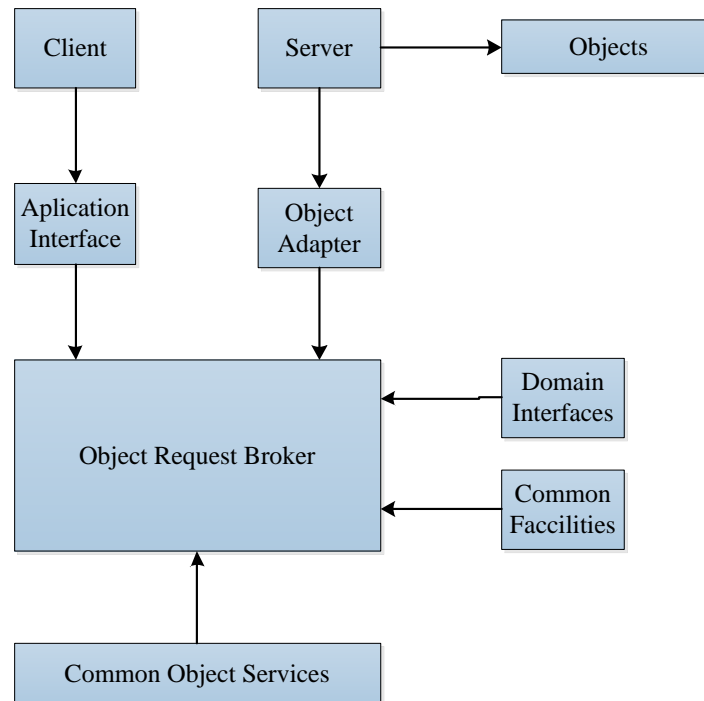


Figura 3.11: Modelo de referência definido pelo *Object Management Group*.

O IDL *stub* fornece os mapeamentos dos formatos dos objetos na aplicação local ORB, fornecendo informação para os conversores de linguagem IDL para linguagem de programação local. A *Dynamic Invocation Interface* (DII) dá acesso direto sem conhecimento dos objetos ao ORB, incluindo uma compilação em linguagem superior/inferior.

No servidor existem outras três componentes que fornecem o acesso dos objetos de acordo com o conhecimento dado pela interface DII.

As comunicações ORB são denominadas por *General Inter-ORB Protocol* (GIOP), com aplicação prática em termos da rede IP, definindo-se como os mecanismos comunicam através dos seguintes pontos:

- As mensagens são enviadas no início ou fim das frames, tornando mais fácil a sua leitura e escrita, tendo como consequência o aumento do tamanho não útil da mensagem;
- Valores inteiros são fornecidos em mensagens com o formato nativo do remetente, informado na *flag*, e este nunca tem que manipular dados;
- Os dados podem, ainda, ser codificados em octogonal, criando *streams* de *bytes* transparentes;

Para além do enunciado, o sistema, nas versões mais recentes, permite também uma comunicação bidirecional numa única conexão.

A nível de frame, é utilizado um cabeçalho comum composto por:

- Quatro *bytes* compostos pela chave “G I O P”, em ASCII;
- Dois *bytes* que indicam a versão;

- Um *byte* que indica o início da mensagem;
- Um *byte* que define o tipo da mensagem (tabela 3.3);
- Quatro *bytes* que definem o tamanho da mensagem [23].

Tabela 3.3: Protocolo de mensagens GIOP.

Tipo de Mensagem	Mensagem	Origem
0	Pedido do cliente para acesso a um objeto CORBA	Cliente
1	Resposta a um pedido	Servidor
2	Cancelamento do pedido	Cliente
3	Localização do Pedido	Cliente
4	Localização da resposta	Servidor
5	Fecho da ligação	Servidor
6	Indicação de erro	Ambos
7	Envio de Fragmento	Ambos

Uma das soluções possíveis para as redes passa por uma solução híbrida de utilização do SNMP, em termos de MIB com a arquitetura CORBA, não tendo que compilar os dados em cada NE. Assim, o CORBA é útil para a medição nos extremos e a restante rede passa a CORBA IDLS, com regras bem definidas que, por sua vez, podem ser utilizadas para construir aplicações CORBA, suportando as MIB's SNMP de vários dispositivos, de diferentes fabricantes [1], [10], [23].

3.3.3 Telecommunications Management Network (TMN) - Interface Q3

A ITU-T definiu o modelo TMN de modo a permitir a homogeneidade da rede e a sua gestão uniforme, global e eficiente. A arquitetura TMN fornece uma estrutura de dados para monitorização, controlo, planeamento e gestão independente do fabricante.

A monitorização está definida como um processo dinâmico, interpretativo e de apresentação de informação de objetos, determinando-se médias variáveis e criando-se estatísticas. O controlo é um processo pelo qual as alterações da rede são realizadas. O planeamento consiste na definição da topologia e tamanho da rede de modo a otimizar as condições de fornecimento dos serviços.

Esta a informação é orientada por objetos, definindo-se as camadas de gestão:

- *Business management layer;*
- *Service management layer;*
- *Network management layer;*
- *Element management layer;*

O *TMN physical architecture* corresponde à especificação física por camadas para a realização de uma arquitetura funcional (figura 3.12). Cada conjunto de blocos físicos torna-se num sistema operativo (OS) e os pontos de referência são transformados em *interfaces*. Entre essas *interfaces* tem-se o Q3, que se situa entre dois OS ou entre um OS e um objeto [23].

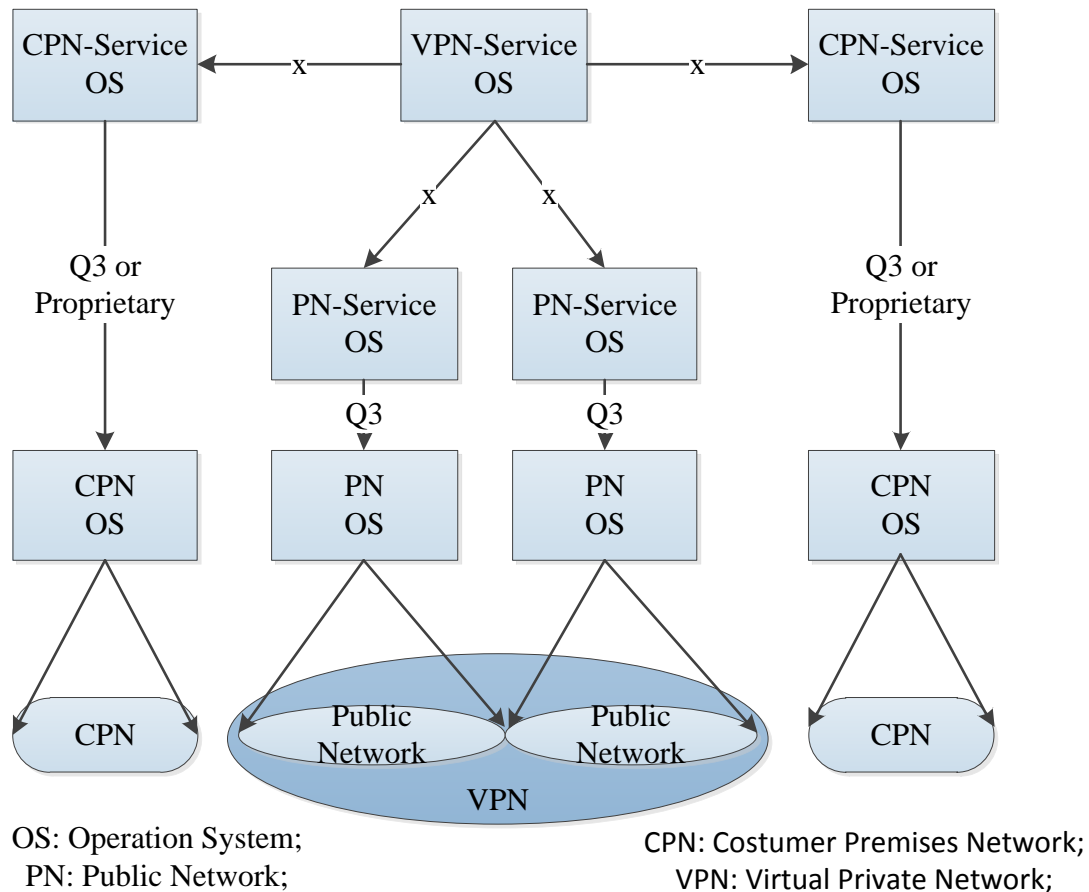


Figura 3.12: Arquitetura de gestão do modelo TMN baseada em VPN.

A *interface* Q3, que dá origem à designação do método de monitorização, considerada a *interface* mediática em termos de necessidade para controlo de topologias, estabelece os protocolos de monitorização de modo a haver uma compatibilidade TMN e SNMP. Todavia, esta é ainda capaz de implementar todas as camadas do modelo OSI sob a recomendação da norma G.773 da ITU-T [17].

Os elementos de rede poderão ser geridos pelo sistema TMN. No entanto, não são fornecidas as capacidades de gestão por elementos não compatíveis com esta arquitetura

3.4 Sumário

Neste capítulo foram apresentadas as soluções utilizadas para a monitorização da rede. Tendo sido apresentado os equipamentos e o seu papel no que concerne à rede de alarmes e à forma como se apresentam na rede de alarmes, quer em importância quer em magnitude numérica.

Foi também mencionado as formas de recolha de alarmes na rede SDH, isto em, termos de frame de cabeçalho e encapsulamento de alarmes.

Por fim, foram apresentados os protocolos base, utilizados pela PT, para recolha dos alarmes dos equipamentos e das tecnologias.

4 Sistema de tratamento e registo de alarmes

Neste capítulo, é realizada a exposição do trabalho desenvolvido para o tratamento e registo de alarmes, segundo o objetivo do trabalho.

Numa primeira fase, o objetivo é descrito focando-se no problema originário. Nos subcapítulos posteriores, são descritos, sucessivamente, os pressupostos iniciais, o planeamento e o trabalho efetuado.

O trabalho desenvolvido neste âmbito do estágio, baseou-se na observação dos padrões de ocorrência dos alarmes e comparação dos alarmes instituídos na plataforma SGA com os alarmes *standart* de cada tecnologia, descritos no capítulo anterior. Somente após o trabalho de compreensão, descodificação, elaboração do processo experimental e verificação do funcionamento deste processo, foi possível a implementação do sistema final de correlação automática e aglomeração de dados de gestão pró-eficiente.

Portanto, toda a análise da rede de telecomunicações e a percepção dos seus alarmes, nomeadamente da rede SDH, contribuíram para a concretização da plataforma.

4.1 Definição do problema referente ao objetivo de tratamento e registo de alarmes.

A vasta dimensão da operadora exige a aplicação de metas e métodos de análise anuais, designadas por auditorias. As auditorias visam avaliar a organização do departamento e a documentação detalhada de eventos, especialmente no que concerne a interrupções de disponibilidade do serviço.

No âmbito deste processo surgiram duas necessidades:

- A realização do tratamento automatizado dos alarmes, em função dos acontecimentos e da difusão dos mesmos pela rede;
- A necessidade de criação de uma plataforma de reporte de eventos em tempo real.

No que diz respeito ao tratamento automatizado dos alarmes, o problema, explicado pelos membros da operadora, consistia no tratamento de um número regional de alarmes semanais situado entre os 6000 e os 40000. Esta tarefa obrigava a um trabalho moroso de cerca de 3 a 4 horas diárias para um dos operadores. O processo ineficiente foi a razão pela qual surgiu o objetivo de criação de um método ágil e significativamente mais rápido de seleção e identificação.

Em relação à criação de uma plataforma de reporte de alarmes, esta devia possuir a capacidade de alertar para falhas ou para outros acontecimentos relevantes para a rede. A constante atualização, a ser realizada por um colaborador dedicado, devia, ainda, proporcionar uma base de dados consistente, de modo a alertar todos os técnicos, em tempo real, para eventuais problemas. Estando apresentado no anexo E, um manual de manutenção.

Em suma, a solução dos dois problemas deveria proporcionar a antevisão de problemas graves na rede, bem como permitir a análise detalhada a longo prazo, contribuindo para uma melhoria das condições de serviço (por exemplo: análise estatística anual).

4.1.1 Pressupostos iniciais e requisitos impostos para a plataforma

A aplicação, de maneira a cobrir os problemas supracitados, tinha de ser implementada de forma remota, num servidor de acesso livre a qualquer utilizador e executável em *browser* interno.

Ao nível da segurança, a aplicação devia assumir dois modos, um de consulta geral e outro de administração. O modo de administração precisava de implementar as opções necessárias para a modificação, atualização e inserção de novos dados.

O modo de consulta tinha apenas de fornecer os aspetos globais da aplicação, assim como algumas opções (não definidas inicialmente) de consulta para utilizadores de outros departamentos.

Em relação às denominações da plataforma e das suas secções (separadores do *browser*), os responsáveis pelo departamento optaram por designar a plataforma de portal DOPM-PGR e as secções de relatório de eventos e de estado da rede. A secção de relatório de eventos corresponde ao tratamento dos alarmes e a secção de estado da rede ao registo dos principais acontecimentos.

4.2 Planeamento da solução

Com o conhecimento da estrutura empresarial, dos métodos de trabalho da equipa e dos elementos da rede, explicados nos capítulos anteriores, procedeu-se à delineação de metas de trabalho presentes no modelo incremental da solução (figura 4.1).

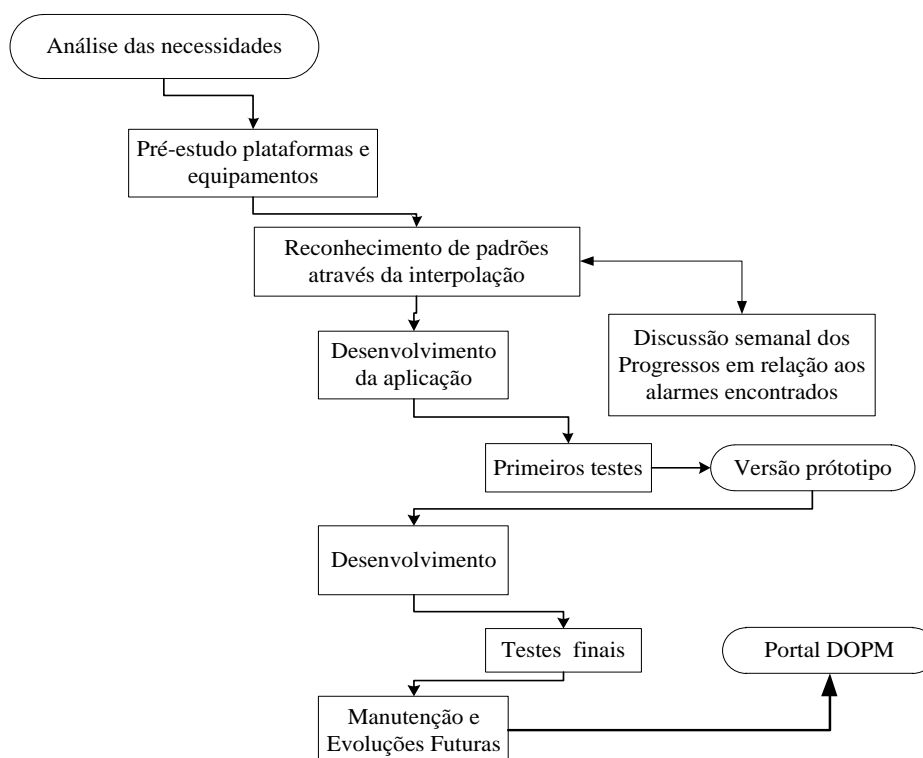


Figura 4.1: Modelo incremental da solução.

O objetivo da implementação faseada, descrita no modelo, prendeu-se com as necessidades de apresentação semanal dos progressos à empresa e do pré-estudo do funcionamento das tecnologias e dos sistemas, nomeadamente ADSL, GPON, WDM, SDH, exploração dos equipamentos, controlo das plataformas de gestão e utilização pró-ativa da plataforma SGA.

4.3 Reconhecimento de padrões através da interpolação dos dados

Após um estudo das plataformas e dos equipamentos pertencentes à rede através da utilização, programação e conhecimento dos mesmos, procedeu-se à identificação dos padrões de alarmes e dos seus contornos.

Numa primeira fase, o objetivo começou por se restringir ao aprofundamento da classificação dos alarmes e ao conhecimento de algumas abreviaturas, designadamente: locais, armários, equipamentos e alarmes. Relembre-se que a plataforma SGA, responsável por relatar os eventos, é composta por um conjunto de siglas que têm como intenção minimizar o tráfego de dados.

Os dados recolhidos e aglomerados nesta fase, fase de exploração e comparação com os alarmes teóricos das tecnologias e das ferramentas, o que contribuiu para uma segunda fase de pré-correlação. Nesta fase juntaram-se todos os alarmes com uma possível causa num problema comum, de seguida explicado ao longo deste subcapítulo.

A ferramenta usada para o efeito foi o Excel®, caracterizando o aglomerado de dados por data, hora, elemento de rede, problema e local.

No gráfico abaixo, estão representados os dados adquiridos para análise, em valores percentuais, demonstrando a distribuição da quantidade de alarmes pelas subsequentes redes.

Distribuição dos alarmes

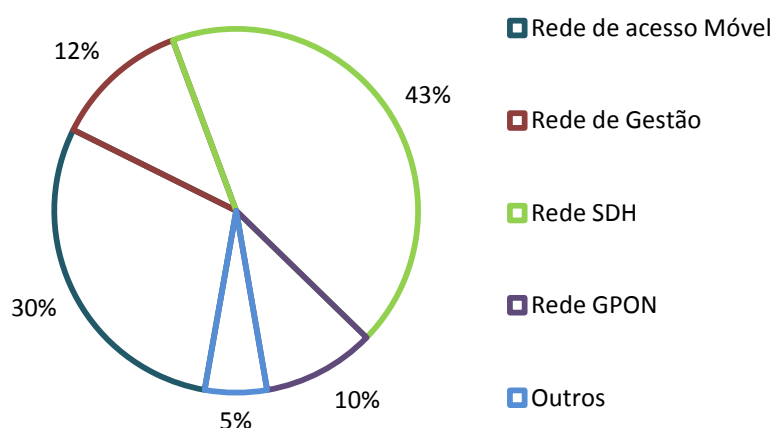


Gráfico 4.1 Dados adquiridos para a análise mensal de reconhecimento.

Os dados referem-se a um total de 65432 alarmes retirados da plataforma SGA ao longo de um mês, repartidos pelas redes: acesso móvel, gestão, SDH e GPON, entre outras.

A rede SDH, com 43% dos alarmes, destaca-se devido à ocorrência, no período em questão, de atualizações em equipamentos nucleares da rede (Emilos: X16, S14). No entanto, tal resultado é também um reflexo da rede *core* PT, maioritariamente composta por equipamentos SDH.

Em relação à rede de acesso móvel, responsável por 30% do total de alarmes, após as 5 semanas de análise, começaram a evidenciar-se algumas questões relativas ao número de alarmes teoricamente não esperados e com ocorrência maioritária no período noturno. Esta questão foi prontamente esclarecida pelo engenheiro responsável pela rede móvel Regional. Isto é, do ponto de vista do operador móvel, na vertente de disponibilização do serviço (rede de acesso móvel), as *Base Transceiver Station* (BTS) estão devidamente configuradas para o lançamento de indicadores na plataforma SGA. Os indicadores são variáveis em função da localização dos sectores emissores e configurados periodicamente. Entre estes indicadores, os dois mais relevantes são: a falta/excesso de clientes (falta/excesso de tráfego) e a queda de chamadas.

Deste modo, entendeu-se que no período noturno (período em que a rede móvel é fortemente influenciada pelos hábitos quotidianos e a maioria das pessoas não está ativa), se torna provável a indicação de falta de tráfego que, apesar de acontecer em número elevado, não é indicador a contemplar. Ainda em relação a estes indicadores, ficou-se a conhecer que para um determinado local os indicadores de excesso de tráfego poderão surgir aquando da ocorrência de um determinado acontecimento que reúna um aglomerado de indivíduos utilizadores da rede móvel PT.

Não obstante os dois casos salientados, os indicadores funcionam como métodos de verificação das condições dos sectores, ou seja, dependendo dos valores obtidos, são requeridas análises ao espectro de radiação e à qualidade do sinal na zona afeta ao caso reportado.

Em relação à rede de gestão, com 12% dos alarmes, tal como o efeito na rede SDH, o elevado número de alarmes é devido ao encerramento e reinício dos sistemas aquando das atualizações acima referidas.

Por fim, dos restantes 15%, os 10% afetos à rede GPON advêm maioritariamente do reporte constante das OLT, tendo como principal causa a desconexão da alimentação das “boxes” pelo utilizador. Este facto é fortemente acentuado em períodos noturnos, consoante os hábitos individuais dos clientes.

Com o processamento dos dados apresentados no gráfico 1, foi possível chegar a alguns padrões de aparecimento dos alarmes, o que permitiu, *a posteriori*, desenvolver a plataforma de processamento automático.

A primeira identificação dos padrões surgiu aquando da comparação do plano diário de manutenção dos sistemas de alimentação e infraestruturas (SAI) com os alarmes registados, seguidamente descrito.

4.3.1 Padrões de rotinas SAI

As rotinas de manutenção SAI têm uma incidência em pontos fulcrais da rede de telecomunicações. A aplicação destes processos preventivos visa assegurar as melhores condições de funcionamento dos geradores, retificadores, disjuntores, cablagem, filtros, estações de ar condicionado/forçado e sistemas de segurança.

Na relação de alarmes encontrada no SGA, verificou-se que a manutenção ou reparação destes equipamentos implica, nos casos mais simples, pelo menos uma abertura de porta. Nos restantes casos, uma intervenção inicia-se com uma porta aberta, dando lugar a sucessivos registos, entre eles: corte de alimentação (corte rearmável), ativação do gerador (tempo mínimo de 15 minutos) e temperatura alta.

Na tabela 4.1, encontra-se um padrão típico de manutenção em edifício, apresentando-se os dados adquiridos do SGA, com a redução a 5 colunas.

Tabela 4.1: Dados selecionados de acordo com a rotina SAI.

Data / hora		Elemento de rede	Problema	Local
Início	Fim			
13/03/2014 10:45:55	13/03/2014 10:49:12	NIC:8120 91CANICAL_1_EX	Porta aberta	91MX02
13/03/2014 12:05:31	13/03/2014 12:26:03	FX [CANICAL] GRUPO DE SOCORRO	FALHA DE SETOR	91MX02 E001P
13/03/2014 12:05:48	13/03/2014 12:28:42	FX [CANICAL] GRUPO DE SOCORRO	AVARIA	91MX02 E001P
13/03/2014 12:05:54	13/03/2014 12:05:55	FX [CANICAL] RETIFICADOR	AVARIA	91MX02 E001P
13/03/2014 12:28:58	13/03/2014 12:28:59	FX [CANICAL] RETIFICADOR	AVARIA	91MX02 E001P
13/03/2014 13:57:54	13/03/2014 13:58:12	NIC:8120 91CANICAL_1_EX	Porta aberta	91MX02

Como se pode verificar na tabela 4.1, durante cerca de 3 horas decorreram 6 alarmes, correspondentes a uma rotina. Segundo o plano de manutenção, esta rotina tinha como objetivo o teste ao gerador, ao retificador, ao rearmável e a observação do gasóleo disponível, do valor dos contadores elétricos e do estado da iluminação.

Importa destacar que, no horário das 10:45:00 às 14:00:00, período em que decorreu esta rotina, ocorreram também 240 alarmes, que foram desprezados “manualmente”, visto serem de outras instâncias da rede que nada têm em comum com a subestação PT em análise.

É de notar que, além de existirem os códigos de local e elemento, os dados reportados pelo retificador também aparecem na forma codificada. Ou seja, o problema “avaria” simboliza o corte e ativação do disjuntor, o que é o procedimento para simulação de falha elétrica. Neste caso verifica-se outro dos indicadores, o tempo mínimo de 15 minutos de funcionamento do gerador (política interna de manutenção).

No âmbito desta aferição “manual”, constata-se que a deteção dos acontecimentos por padrões, neste caso rotina SAI, é passível de ser implementada e consegue fornecer um registo detalhado sobre a sequência das verificações efetuadas.

4.3.2 Padrões de rotinas TDT

As rotinas de manutenção da televisão digital terrestre, a cargo da PT, consistem num conjunto de medições a efetuar localmente, por pessoal especializado, e que têm como objetivo desenvolver um registo de parâmetros que possam depois ser requisitados, gerando-se conclusões ou comparações com os resultados obtidos pela ANACOM.

Na tabela 4.2 encontra-se representado um dos padrões de rotina num dos dias do mês em análise, referente a uma atuação no equipamento TDT.

Tabela 4.2: Dados selecionados de acordo com a rotina TDT.

Data / hora		Elemento	Problema	Local
Início	Fim			
18/03/2014 10:57:07	18/03/2014 11:31:14	[TDT] [PICO A S JORGE] PORTA:SITE TDT	PORTA ABERTA	91SN60
18/03/2014 11:12:51	18/03/2014 11:23:43	[TDT] [PICO A S JORGE] EMISSOR MUX A/2 PL_RS_EXCITER	<i>Exciter Communication Fail</i>	91SN60
18/03/2014 11:27:33	18/03/2014 11:29:41	[TDT] [PICO A S JORGE] EG:GRUPO SOCORRO	EM FUNCIONA- MENTO	91SN60

O trabalho dos técnicos no local é diferenciado da rotina SAI e o modo de atuação em coisas comuns, como a abertura de portas, pode também variar, pois durante toda a operação a porta pode vir a manter-se aberta. Este aspeto é visível na hora de término do alarme de porta aberta, comparativamente aos dados da tabela 4.1.

Em relação ao alarme de funcionamento do gerador (grupo de socorro), um dos intervenientes pressionou o botão de teste do gerador, o que levou ao seu acionamento durante 2 minutos. Esta prática não é comum da rotina TDT. No entanto, fez parte da rotina e ocorreu no período de permanência das instalações.

4.3.3 Padrões de rotinas rede móvel

A rede móvel, enquanto importante setor de mercado da Portugal Telecom, sofre análises sucessivas a métricas de controlo, de modo a serem realizados ajustes em termos de *hardware* e *software*, tal como supracitado.

Em relação aos alarmes globais da rede, o número de reporte de eventos é um reflexo de um grande número de antenas e contentores albergadores de equipamento, o que é sinónimo da exigência de elementos para a cobertura regional.

Na tabela 4.3, encontram-se identificados os alarmes afetos a um exemplo padrão, detetado entre as 10 horas e as 13 horas de um determinado dia do mês em análise, descartando-se os restantes alarmes com outra causa que não a de rotina da rede móvel.

Tabela 4.3: Dados selecionados de acordo com a rotina na rede móvel.

Data / Hora		Elemento	Problema	Local
Início	Fim			
11/03/2014 10:52:24	11/03/2014 10:52:24	PSTCD - 00MA005	PORTA ABERTA	91PO01
11/03/2014 10:56:04	11/03/2014 13:17:44	PSTCD - 00MA005	DISJUNTOR RETIFICADOR ABERTO	91PO01
11/03/2014 11:03:44	11/03/2014 11:08:45	PSTCD - 00MA005	AR CONDICIONADO 1	91PO01
11/03/2014 11:03:45	11/03/2014 11:08:45	PSTCD - 00MA005	AR CONDICIONADO 2	91PO01
11/03/2014 11:08:10	11/03/2014 11:16:37	PSTCD - 00MA005	MMI <i>CONNECTED TO</i> <i>BASE STATION</i>	91PO01
11/03/2014 11:08:55	11/03/2014 11:09:15	PSTCD - 00MA005	DISJUNTOR EDP ABERTO	91PO01
11/03/2014 11:13:25	11/03/2014 11:14:05	PSTCD - 00MA005	TEMPERATURA ALTA	91PO01
11/03/2014 11:17:16	11/03/2014 11:17:54	PSTCD - 00MA005	MMI <i>CONNECTED TO</i> <i>BASE STATION</i>	91PO01
11/03/2014 13:16:54	11/03/2014 13:18:04	PSTCD - 00MA005	PORTA ABERTA	91PO01

Uma vez mais, é passível observar os registos selecionados referentes ao local 91PO01. A seleção permite descrever o exemplo padrão de uma rotina completa (coluna problemas), sendo que as exceções a este padrão ocorrem nos locais onde os sistemas de ar condicionado foram trocados por ar forçado.

4.3.4 Padrões de porta aberta

A abertura de portas, quando não de acordo com os casos supracitados, pode dever-se a algum procedimento técnico ou a frequentes questões de disponibilização de serviços da rede de acesso aos clientes (soluções comerciais).

Nos casos analisados ao longo de todo o referido mês, os padrões encontrados referem-se a ações de vigilância por uma equipa externa. Segundo as informações recolhidas, determinadas zonas da rede têm uma passagem noturna periódica (ronda do segurança), levando a que sejam reportados sucessivos alarmes a horas semelhantes.

Em suma, para estes casos, e avaliando a importância dos alarmes de porta aberta, é uma boa prática indicar, pelo menos, os locais onde se verificaram estes acontecimentos e facultar ao utilizador a opção de verificação dos mesmos.

4.3.5 Padrões de problemas de ventilação

A análise efetuada, no período de adaptação à empresa, coincidiu com o surgimento de alguns problemas de ventilação em equipamentos da rede SDH.

Os equipamentos em questão, por serem de dimensões mais reduzidas, não têm um sistema de alerta de falha de ventilação. Em concreto, a tecnologia empregue nestes dispositivos apenas realiza a monitorização da temperatura dos lasers, o que deixa sem cobertura a falha das ventoinhas que os constituem - os aparelhos óticos são sensíveis ao aumento de temperatura acima dos 60°C, podendo inviabilizar o seu funcionamento através da cegueira no laser.

Durante o processo de reconhecimento dos padrões, detetou-se alarmes de temperatura antecedentes à avaria desses mesmos equipamentos, com uma duração ínfima de 2 segundos, motivo pelo qual não foram identificados em tempo real.

Outra das situações observadas, na análise em Excel®, foi a ocorrência de alguns desses alarmes durante o período noturno, o que torna ainda mais difícil a sua deteção em tempo real, porque existem muito menos pessoas atentas ao SGA. No entanto, estes são indicadores de uma avaria iminente, visto que as temperaturas noturnas são, tendencialmente, inferiores às diurnas.

Esta análise comportamental sugeriu a realização do alerta aos utilizadores para que sejam tomadas medidas em relação ao equipamento de modo a conseguir antever problemas inesperados.

4.3.6 Padrões de deteção de corte de energia

A rede energética regional, em termos de qualidade de serviço, garante anualmente uma disponibilidade que ronda os 100%. No entanto, pequenas variações no fornecimento de energia elétrica ou o seu corte parcial, em termos de sector, são usuais e automaticamente detetados para proteger os equipamentos eletrónicos da rede de telecomunicações.

Nos casos de corte da rede elétrica, de longa duração ou curta duração, onde se inserem também as cavas de tensão, verificou-se genericamente que as ocorrências são idênticas às referenciadas para os casos de rotinas SAI. Contudo, a exceção da não ocorrência do alarme de porta aberta e a ocorrência da indicação expressa de falha de AC, torna evidente o facto da não existência de intervenção humana.

Nos padrões encontrados são diferenciáveis 3 situações:

- Cava de tensão;
- Abertura de disjuntor por fuga;
- Corte na alimentação.

No primeiro caso, as flutuações de pequena dimensão levam a que se gerem alarmes com a duração de alguns segundos, normalmente representados por uma indicação de Falha de AC.

Na tabela 4.4 enuncia-se um dos exemplos encontrados na referida análise.

Tabela 4.4: Dados identificadores de cava de tensão.

Data / Hora		Elemento	Problema	Local
Início	Fim			
19/03/2014 20:25:44	19/03/2014 20:26:14	CAPA - 00MA007	FALHA AC	91RB02
19/03/2014 20:27:55	19/03/2014 20:29:35	CAPA - 00MA007	FALHA AC	91RB02

Neste caso, em particular, verificaram-se duas falhas ao longo do dia 19, com uma duração média de 30 segundos. Tendo em atenção os tempos de resposta a uma avaria por interrupção da rede elétrica, muito superiores aos indicados, conclui-se que esta situação se normalizou sem qualquer intervenção.

Nos dois restantes casos, acima salientados, a intervenção humana é sempre solicitada, pelo que o processo se torna mais moroso. No espaço de tempo de atuação, consoante o local, os grupos de socorro poderão ser colocados em funcionamento, gerando-se, nesta situação, alarmes referentes à ativação.

Na tabela 4.5 apresentam-se dois casos: falha de energia elétrica e atuação do disjuntor diferencial.

Tabela 4.5: Dados identificadores de corte de energia elétrica.

Data / Hora		Elemento	Problema	Local
Início	Fim			
20/03/2014 11:33:04	20/03/2014 13:38:29	91MX01-09 [ARM-AMS CARAMANCHAO] REARMAVEL	BLOQUEADO	91MX01 A021P
20/03/2014 11:33:04	20/03/2014 13:48:16	91MX01-09 [ARM-AMS CARAMANCHÃO] RETIFICADOR/DESCARREG ADOR	AVARIA	91MX01 A021P
12/03/2014 4:42:35	12/03/2014 4:42:35	MASAI - 00MA036	RETIFICADOR PRIORITÁRIO	91FX03
12/03/2014 4:42:35	12/03/2014 5:37:29	MASAI - 00MA036	FALHA AC	91FX03
12/03/2014 4:42:59	12/03/2014 5:37:50	MASAI - 00MA036	[CORR] RETIFICADOR PRIORITÁRIO + FALHA AC	91FX03

Os primeiros três registos da tabela são referentes ao disparo do rearmável, detecção de corrente de fuga e ativação do retificador. Nestas circunstâncias, a proteção instalada abre imediatamente o circuito com o exterior.

A partir desta abertura, a alimentação passou a ser efetuada em modo isolado pelos sistemas auxiliares, neste caso baterias, durante duas horas, até à ativação manual do equipamento.

No padrão de falha de AC por motivos externos - últimas três linhas da tabela 4.5 -, constata-se que não existe desarme do disjuntor diferencial. No entanto, repete-se a receção da notificação de desativação do retificador e falha de AC.

Um dos fatores importantes é, ainda, a hora a que estes acontecimentos ocorreram na rede: entre as 4 e as 6 da manhã. Nas políticas empresariais, tanto da PT como EEM, através da experiência de utilização, notou-se o frequente o uso de períodos noturnos para intervenções na rede, explicado pelo objetivo de redução do número de clientes afetados.

4.3.7 Padrões de deteção de problemas associados aos TTK

A importação de dados do SGA permitiu, também, caracterizar alguns dos problemas ocorridos de forma irremediável, isto é, problemas que levaram ao corte de tráfego momentâneo da rede e que constituem um indício negativo na disponibilidade de serviço. Nestas circunstâncias, é atribuído um valor ao campo *Trouble Ticket* (TTK) pela supervisão, identificando-se o espaço geográfico da avaria e os componentes afetados.

Contudo, após observações referentes a múltiplos problemas, concluiu-se que algumas das avarias teriam ocorrido algumas horas antes. Especificamente num dos casos verificados, a queda do circuito de energia colocou o tráfego sujeito à resiliência das baterias. No entanto, como cada banco de baterias está limitado a cerca de 3 horas de funcionamento, o circuito de tráfego de telecomunicações acabou por ser afetado. Apenas aquando da queda dos circuitos ficou registado um TTK, o que passou a ser um indicador negativo da disponibilidade do serviço. Neste caso, a origem do problema não foi resolvida e causou um desequilíbrio do sistema auxiliar e, por conseguinte, uma queda de parte da rede de transmissão

Num outro caso, verificou-se que a situação, apontada com a numeração de avaria grave TTK, ficou a dever-se a uma tarefa de manutenção realizada 2 horas antes.

Na situação de existência de TTK, os padrões sugerem que se aplique um levantamento de todos os alarmes com epicentro na localização do TTK, com uma marca temporal de 4 horas de antecedência. A não verificação de alarmes naquele período indicará que não existiram quaisquer antecedentes, caso contrário implicará outro acontecimento que poderá ter sido descartado.

4.4 Atribuição de descrição através das conclusões obtidas

O reconhecimento dos padrões e a sucessiva interpretação dos vários dados, exportados do *software* de gestão SGA levou a que pudessem ser discutidos os termos para a classificação de cada aglomerado.

No contexto empresarial, considerou-se a atribuição de uma linha resumo a cada seleção constituinte dos padrões salientados, designando-se por linha Evento. A esta linha foram atribuídos vários campos, seguindo as solicitações da empresa, com o intuito de universalizar a sua descrição, embora ainda tratando os dados em *Excel*®.

A linha Evento deveria proporcionar a descrição dos acontecimentos. No entanto, não deveria ser extensa e deveria proporcionar ao utilizador a informação sintetizada, mas completa.

No âmbito desta descrição, foi considerada a apresentação das seguintes informações: data e hora de início dos acontecimentos; duração; título; descrição geral; entidade responsável por desencadear os acontecimentos; número de alarmes ocorridos e serviços afetados, tal como apresentado na figura 4.2.

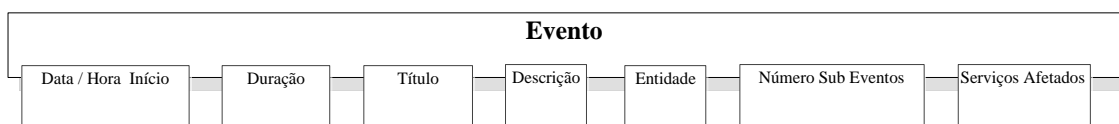


Figura 4.2: Estrutura da linha Evento.

Ainda nesta fase de reconhecimento e de disponibilização da nomenclatura dos eventos, tentou-se uniformizar ao máximo as classificações, tornando possível associar os alarmes através de filtragens básicas, possíveis no *software* SGA. Na tabela 4.6 apresenta-se um dos exemplos de classificação, afeto aos alarmes apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.6: Exemplo de construção da linha Evento.

Data / Hora Início	Duração	Título	Descrição	Entidade	Nº de Subeventos	Serviços Afetados
19/03/2014 20:25:44	0:05:00	Energia Campanário - Falha AC	Cava de Tensão	EEM	2	

Para o preenchimento dos dois primeiros campos indicados, fez-se corresponder a data e hora de início aos dados temporais do primeiro alarme e a duração ao intervalo de tempo entre o último e o primeiro.

Nos restantes campos, atendendo às indicações do departamento, criou-se o título como uma estrutura tripartida, no seguinte formato: infraestrutura (área/tecnologia), local, (-) tipo de evento. Neste caso, o evento pertence à área “Energia”, na localidade de Campanário e está segundo o padrão de cava de Tensão, o que é genericamente uma falha de AC. A entidade responsável é a EEM.

Por fim, o campo de número de Subeventos refere-se ao somatório dos registos submissos à classificação. Neste caso, o sistema não teve nenhum serviço afetado; no entanto, durante a experiência de classificação, este campo assumiu vários valores, sobretudo referentes às tecnologias afetadas, parcial ou totalmente.

Após a inclusão da linha eventos, em relação aos cerca de 65000 alarmes iniciais, passou-se para cerca 100 alarmes representativos dos problemas ocorridos.

Constatou-se, desde logo, que o objetivo de identificação de problemas e o seu agrupamento por causa comum, pode ser alcançado mediante a análise e correlação através dos padrões.

4.4.1 Entidades causadoras dos eventos

Com o aprofundar do estudo, em termos de perceção das entidades envolvidas e visando os interesses empresariais, decidiu-se explicitar as entidades causadoras dos alarmes.

Em consenso com a experiência adquirida e experiência dos membros do departamento, definiu-se 7 entidades, nomeadamente: circuito, EEM, equipamento, manutenção, operação, Cabo de fibra ótica e “Indefinido”.

Na tabela 4.7 apresentam-se alguns dos exemplos de correspondência entre as entidades sugeridas e os problemas encontrados durante a correlação manual de dados.

Tabela 4.7: Exemplo de possíveis causas para as entidades definidas.

Entidade	Exemplos de possíveis problemas
Circuito	Perda de pacotes de tráfego por motivos de configuração.
EEM	Corte de energia, cava de tensão (motivos externos à PT)
Cabo de fibra ótica	Avaria/corte de cabo de fibra ótica.
Manutenção	Rotinas de manutenção.
Operação	Alarmes de perda de tráfego devido a alternância de circuitos.
Equipamento	Avaria de ventoinha, avaria no disjuntor.
Indefinido	(Outro/Desconhecido)

A entidade circuito corresponde, essencialmente, a uma entidade lógica, que tem como papel importante a realização de comutações entre circuitos. Problemas ao nível do circuito poderão levar a perdas de tráfego originando, no caso da rede *core*, alarmes significativos e procedimentos de intervenção imediatos.

Em relação à entidade EEM, contexto regional, os alarmes são exatamente os mesmos verificados para os padrões de corte de Falha de AC.

Nos casos de corte de cabo de fibra ótica, os sistemas identificam a desconexão e a perda de pacotes pelos equipamentos, gerando-se alarmes que poderão ser atribuídos à entidade Cabo de fibra ótica. A ocorrência de trabalhos em ruas perto de condutas, intempéries e incêndios em zonas de traçado aéreo também proporcionam a ocorrência destes alarmes.

As rotinas de manutenção, assim como a operação intensiva de transição de circuitos físicos e lógicos, são duas entidades igualmente usuais, visto serem programadas atividades diárias para o efeito.

O avultado número de equipamentos que a PT possui garante uma fiabilidade elevada; mas como em qualquer outro *hardware*, é normal a ocorrência de avarias. A questão do tempo de substituição, quase imediato, é também severamente relevante. Por estes fatores, a entidade equipamentos aparece de forma distinta, de modo a identificar os alarmes referentes a qualquer avaria nos equipamentos da rede.

Por fim, a criação de uma entidade “indefinido” forneceu a possibilidade de registo de alguns eventos que se excluem das restantes subcategorias. Estes têm uma importância significativa, especificando que algo aconteceu na rede de modo pouco usual ou esporádico e que requer verificação adicional.

4.5 Desenvolvimento da aplicação para tratamento automatizado

Tendo em vista a criação do portal DOPM-PGR para a representação dos relatórios de eventos já automatizados, realizou-se um seccionamento do trabalho. O objetivo da divisão do trabalho foi o da criação de elementos modulares discutíveis, em termos de *layout*, de funcionamento e de disponibilidade, de acordo com os requisitos impostos pelos mentores do portal.

4.5.1 Portal DOPM-PGR

Para a implementação do portal, considerou-se previamente um esquema unânime de apresentação das informações, antes de qualquer implementação em *software*. Nesta discussão, ficou assente a necessidade de mais três pontos de registo de informação de modo a aumentar a visibilidade da plataforma e a sua abrangência.

Estes três pontos complementares integrados foram definidos como:

- Elementos de prevenção;
- Projetos recentes;
- Agenda de trabalhos.

A inclusão destes novos objetivos na meta do departamento, para o portal local, permite focar o máximo de conteúdos imediatos em termos de controlo da rede de telecomunicações. Por seu turno, estes objetivos possibilitam também a criação de uma fonte de informação diretamente relacionada com o tratamento de alarmes. Isto é, em primeiro lugar, possibilitam reunir toda a informação necessária para ativar os meios (contactos e notificações dos técnicos e engenheiros); em segundo lugar, disponibilizam informação de projetos recentes (locais, bastidores, cablagem, cartas, mudanças efetuadas, equipa responsável); por último, permitem o registo da agenda de trabalhos e informações úteis (reuniões, formações de equipamentos, rotinas).

Os elementos de prevenção são os primeiros a serem contactados em caso de necessidade de intervenção. A escala, com rotatividade semanal, percorre todos os membros do departamento, incluindo, no mínimo, um técnico por cada uma das seguintes áreas: rede móvel, feixes hertzianos, transmissão e cabos submarinos.

Em sede de empresa, todas as atividades ou ordens de trabalhos são designadas como projetos. Estes projetos registam as operações a efetuar, que poderão afetar a rede. O caso mais flagrante é o insucesso do trabalho; contudo, em caso de corte de tráfego momentâneo, é importante salientar-se que manobras de operação criaram problemas.

A agenda de trabalho pretendida deveria ter como função a descrição mais geral dos próximos eventos: formação, férias dos intervenientes, isenção de meios, previsões de alertas meteorológicos.

O esquema pretendido para apresentação dos dados ficou assim definido, como se encontra representado na figura 4.3.

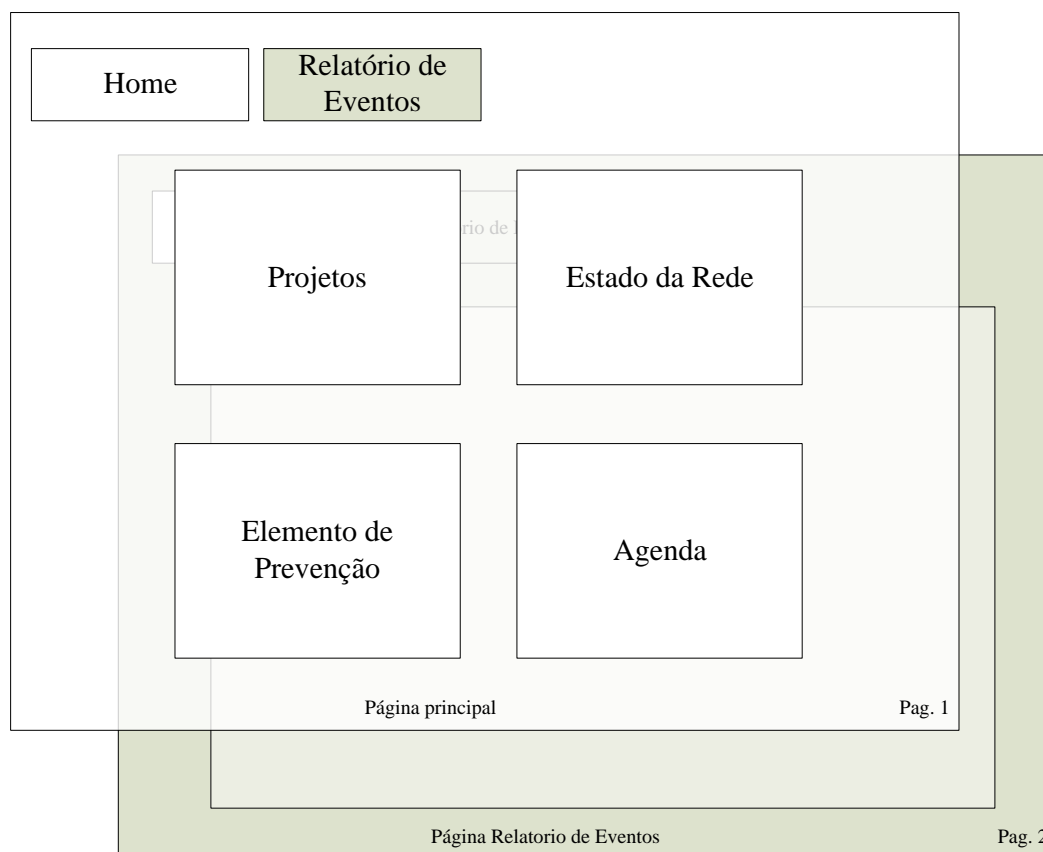


Figura 4.3: Pré-disposição do layout pretendido para o portal DOPM-PGR.

A prévia disposição do conteúdo na primeira página deveria proporcionar a visualização de toda a informação, mas com dois modos de acesso: administrador e utilizador comum. Na página seguinte, (separador superior “Relatório de Eventos”) deveria ser dado acesso aos dados processados de forma automatizada, apenas para administradores do portal.

A solução apresentada à empresa incluiu todas as considerações apontadas, assim como os requisitos ao nível da formatação de texto e coloração da página pretendidos pelo departamento. Neste caso, optou-se implementar, no computador pessoal, *software* gratuito, nomeadamente o MySQL (*Structured Query Language*) e o XAMPP.

A aplicação é apresentada também conforme os requisitos de implementação na vertente *browser*, otimizada para o *Google Chrome*® devido ao desenvolvimento em PHP (*Hypertext Preprocessor*) e HTML5 (*HyperText Markup Language*). Na figura 4.4 encontra-se a plataforma apresentada ao departamento.

The screenshot displays the DOPM PGR Portal Local interface. At the top right, it shows the user's name '10057366' and a 'Logout' option. The navigation menu includes 'Home', 'Contactos', 'Equipa', 'Relatório de Alarmes', 'Projetos', 'Estado da Rede', 'Elemento de Prevencao', 'Agenda', and 'Portais'. The main content area is divided into four panels:

- Projetos a Decorrer/Recentes:** A table with columns 'ID', 'Projeto', and 'Resp.'. It lists three projects with IDs 2014121, 2014000, and 2014000, all assigned to 'FS'.
- Estado da Rede:** A table with columns 'Inicio', 'Fim', and 'Alteracao'. It shows two entries: 'Abertura de Porta FX/08' and 'Custo de DSLAM', both with start and end times.
- Elemento de Prevencao:** A table with columns 'Sem.', 'EQ.', and 'Elemento de Prevencao'. It lists various equipment types (TX, CS/CO, FH, SAI) and their corresponding technician IDs (e.g., tecnico01, tecnico02).
- Agenda:** A table with columns 'Data', 'Hora', and 'Acontecimento'. It shows an event on '2014-08-04' at '21:00:00' titled 'Demonstracao WDM'.

Figura 4.4: Plataforma criada para registo e tratamento de alarmes.

Por comparação visual entre as figuras 4.3 e 4.4, pode-se verificar que existe um compromisso entre o trabalho pretendido pelo departamento e a solução encontrada. Contudo, são notáveis algumas diferenças, que permitiram melhorar a experiência visual do utilizador e a funcionalidade do portal DOPM PGR, nomeadamente a inclusão dos pontos supracitados e a *layout* utilizado.

4.5.2 Autenticação

A autenticação na plataforma - canto superior direito da figura 4.4 (*login*) -, era um requisito para o departamento. O método de autenticação foi criado de maneira a manter o procedimento usado nas restantes plataformas internas da rede PT através do preenchimento do número de colaborador e palavra passe. A janela de autenticação pode ser observada na figura 4.5.

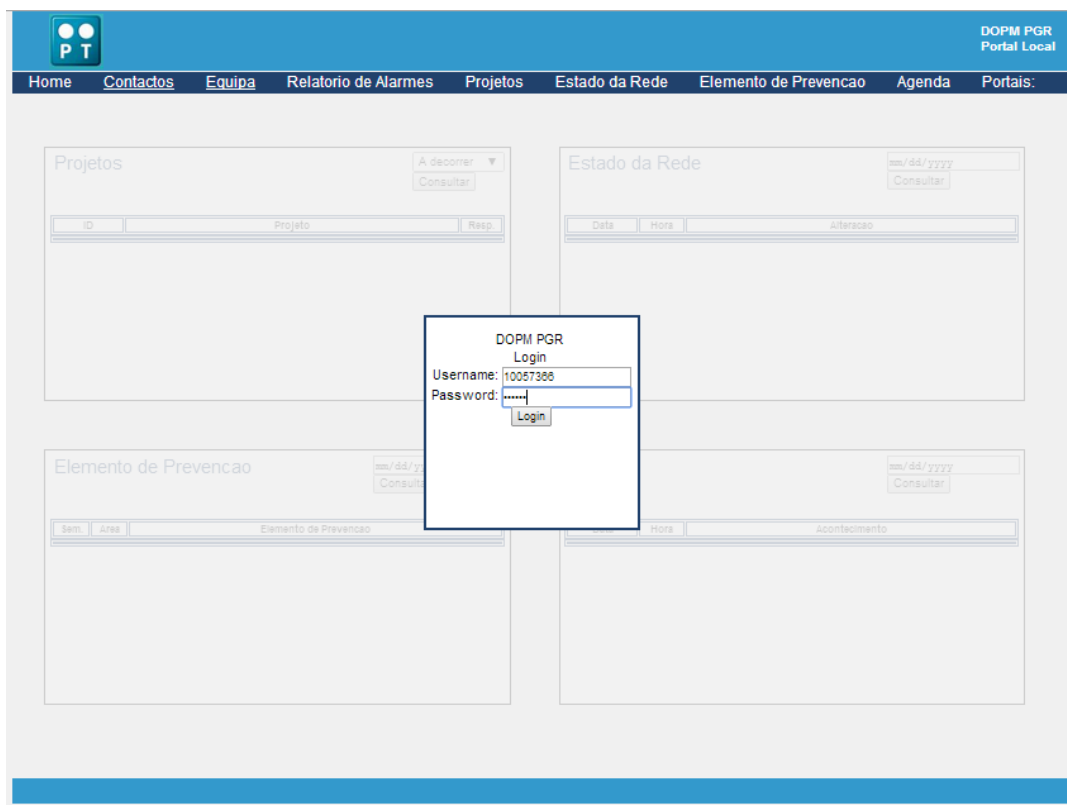


Figura 4.5: Autenticação na plataforma.

A informação inserida pelo utilizador, no campo da janela de autenticação referente à palavra passe, é tratada através da codificação de caracteres, tal como se encontra representado no excerto de código da figura 4.6.

```

<label>DOPM PGR <br>
<label> Login <br>
<form method="post" action="checklogin.php" autofocus >
|
Username: <input name="myusername" type="text" id="myusername" autofocus><br>
Password: <input TYPE=PASSWORD name="mypassword" border="1"; type="text" id="mypassword">
<input type="submit" name="Submit" value="Login" autofocus >

</form>
    
```

Figura 4.6: Implementação do formulário de autenticação.

Na utilização de linguagens de programação de alto nível, como a última versão do HTML, a especificação do formulário com palavra passe (*Type=PASSWORD*) permite a inclusão de marcadores, em vez de caracteres. Estes realizam a codificação dos dados e, por conseguinte, a proteção dos dados em plataformas WEB.

Os dados introduzidos pelo utilizador são comparados, *a posteriori*, num ficheiro *checklogin.php*. Nesse procedimento, é realizada a localização do utilizador na respetiva tabela de colaboradores e após a verificação da existência do registo é efetuada a comparação da palavra passe introduzida com a palavra passe esperada para o referido utilizador.

A autenticação permite ao utilizador abrir todos os campos, sendo visível, em simultâneo, uma mensagem de boas vindas, no cabeçalho do portal, onde consta o número de utilizador autenticado. Caso contrário, é apenas disponibilizado o modo de consulta geral da plataforma, com os campos: *home*, *contactos*, *equipa* e *links* úteis.

A autenticação tem outro papel importante no registo de itens no portal, que é a de simplificação do registo. Deste modo, para qualquer assento de informação, o número de utilizador fica automaticamente registado e, portanto, do responsável pela informação, sem o preenchimento de campos adicionais.

4.5.3 Contactos de colaboradores

Os registos dos contactos dos colaboradores consistem na descrição, organizada por campos de interesse, dos dados pessoais de contacto. Nesta tabela, constam vários campos onde se pretende resumir e organizar os telefones de contacto, *e-mails* e outros dados referentes aos departamentos de trabalho. Na figura 4.7, apresenta-se as colunas de registo para a tabela de colaboradores.

Contactos									
Nº colaborador	Palavra Passe	Departamento	Nome	Iniciais	Nº Telemóvel 1	Nº Telemóvel 2	Nº Telefone fixo	Email	Permissões

Figura 4.7: Campos da tabela de colaboradores.

Para prevenir qualquer alteração sem aviso prévio dos restantes utilizadores, a colocação de informação nesta tabela é sempre realizada de forma manual, isto é, necessita da consulta através da ferramenta MySQL, o que é efetuado somente pelo elemento gestor do portal, bastando para isso remeter um *email* para o mesmo.

O diretório de contactos do portal está apresentado na figura 4.8, onde são visíveis os campos omissos, em relação à tabela de colaboradores.

Em relação ao *layout*, foram incluídos dois aspetos. O primeiro consiste num campo de pesquisa rápida (*select box*), no canto superior direito, por forma a serem selecionadas apenas as áreas de interesse para a consulta. O segundo aspeto consiste numa ligação, através do *click* no correio eletrónico, para o *Outlook®*, ferramenta fortemente utilizada para comunicação entre os colaboradores em questão.

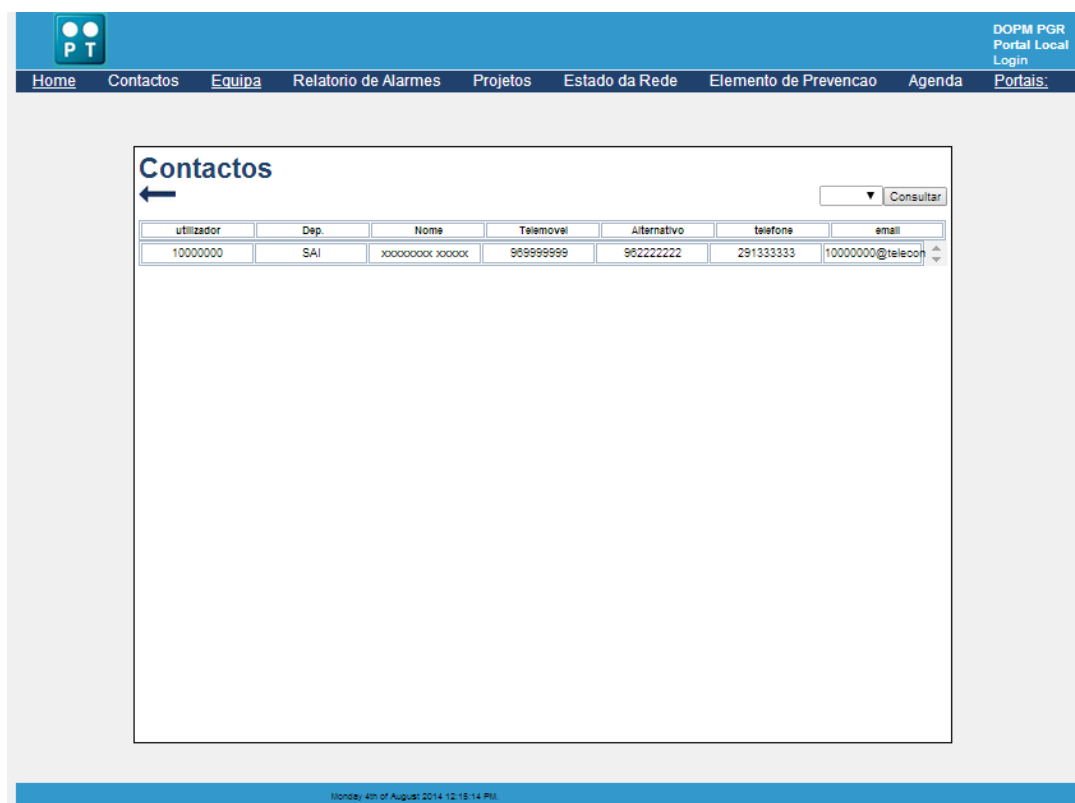


Figura 4.8: Exemplo fictício para o diretório de contactos.

4.5.4 Elementos de prevenção

A secção de elementos de prevenção é composta pelos elementos da tabela de contactos e pela informação da respetiva semana de trabalho. O conteúdo é disponibilizado tanto na parte principal (*home*) do portal, como na parte destinada apenas ao elemento de prevenção.

A estrutura encontrada (figura 4.9) para a apresentação dos dados tem em conta a escala atual, assim como algumas necessidades de expansão a que a empresa, a longo prazo, poderá ser sujeita.

No separador *Home* do portal, os dados são representados de forma semelhante aos da figura 4.8, mas não são admitidas quaisquer operações, além das pesquisas. A visualização do portal *Home* é automaticamente atualizada em função da passagem das semanas, o que equivale a dizer que, em termos de visualização, as primeiras linhas correspondem sempre à presente semana.

A parte do portal afeta aos elementos de prevenção, representados na figura 4.9, permite proceder a atualizações dos dados (editando os dados sobre o campo ID), bem como anexar novos elementos (preenchendo os campos na parte inferior).

Em ambos os casos, os campos são preenchidos através de pedidos à fonte de colaboradores, ou seja, apenas é possível colocar alguém de prevenção aquando do prévio preenchimento dos seus dados, na parte de colaboradores. Esta prática de seleção evita o uso de nomes de forma incorreta, tornando possível criar ligações para os telefones dos contactos através de uma hiperligação.

Na figura 4.9 está indicado um exemplo fictício para a 32ª semana do corrente ano.

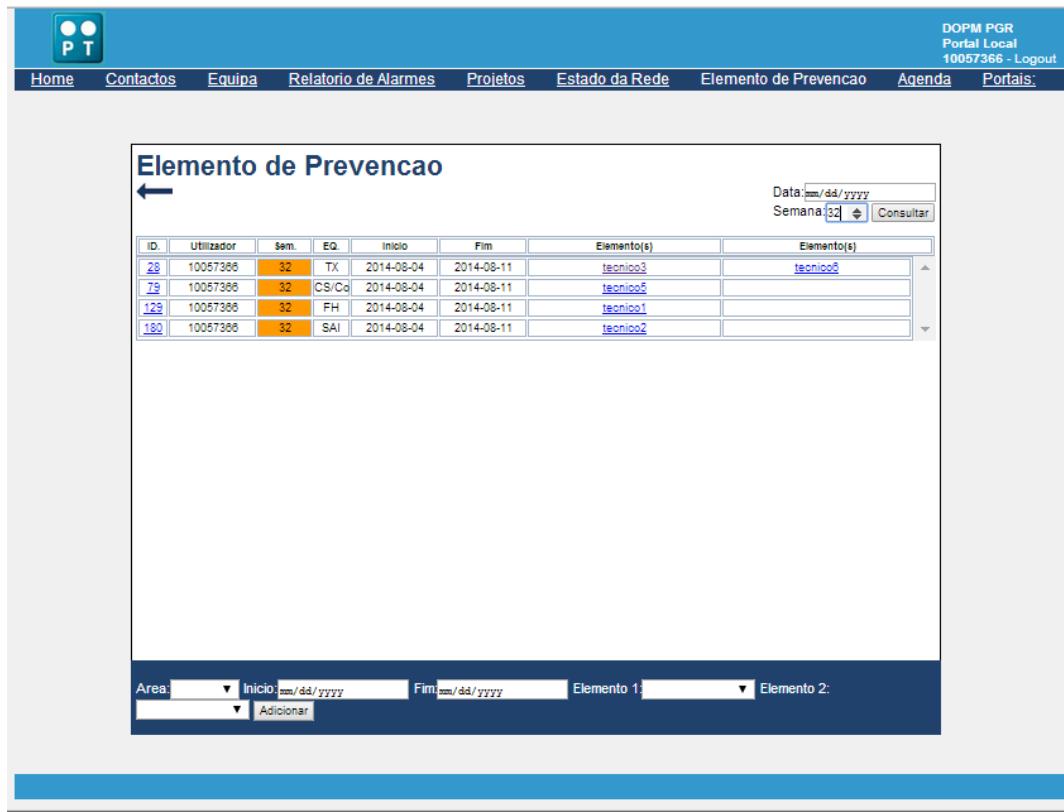


Figura 4.9: Exemplo fictício para o diretório de Elemento de Prevenção.

4.5.5 Projetos

A secção dos projetos necessitou, igualmente, da criação de uma tabela no *software* MySQL. A sua estrutura - figura 4.10 - baseou-se no ficheiro usado até ao momento para a divulgação dos trabalhos a exercer e no seu estado atual.

Os projetos têm como principais características os seguintes itens: o ID Anual, o Sub ID, a passagem por um engenheiro responsável, o estado do projeto (a iniciar; a decorrer; terminado), a data de início, a data de conclusão e a data de entrada ao serviço.

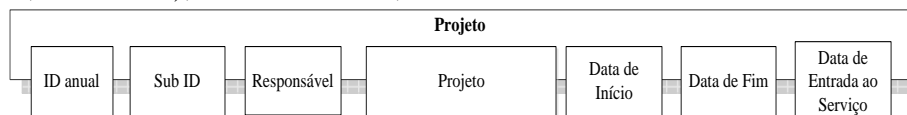


Figura 4.10: Estrutura de dados da tabela de projetos.

Para um mesmo ID anual poderão ocorrer “n” elementos, numerados sequencialmente (1 até n), contemplando o processo atual de lançamento de ordens de trabalho.

Os projetos são assim representados igualmente no portal em dois ambientes: um ambiente de edição (figura 4.11) e um ambiente de consulta simples, inserido no *Home* (figura 4.4).

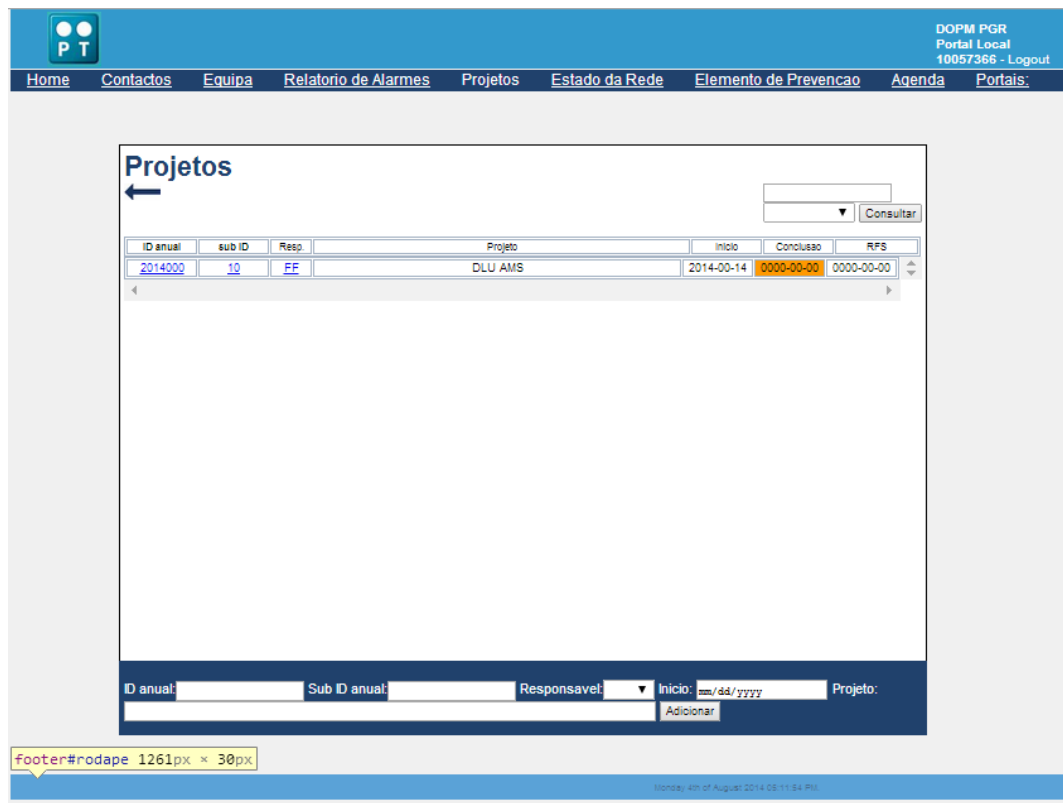


Figura 4.11: Exemplo de conteúdo no diretório de projetos de rede.

Através dos campos de preenchimento (parte inferior da figura 4.11), é possível adicionar novos projetos a que a rede será submetida. O seu registo, em termos de responsável, é novamente realizado em simultâneo com a consulta da tabela de colaboradores do departamento.

A edição é permitida para atualização dos campos de descrição e datas, bastando, para isso, seguir a hiperligação do campo pretendido. No modo de edição criado, é também possível realizar-se o *upload* e *download* de ficheiros afetos ao projeto (nomeadamente em formatos: “.pdf” “.jpg”; “.doc”; “.xls”; “.csv”), como se pode visualizar na figura 4.12.

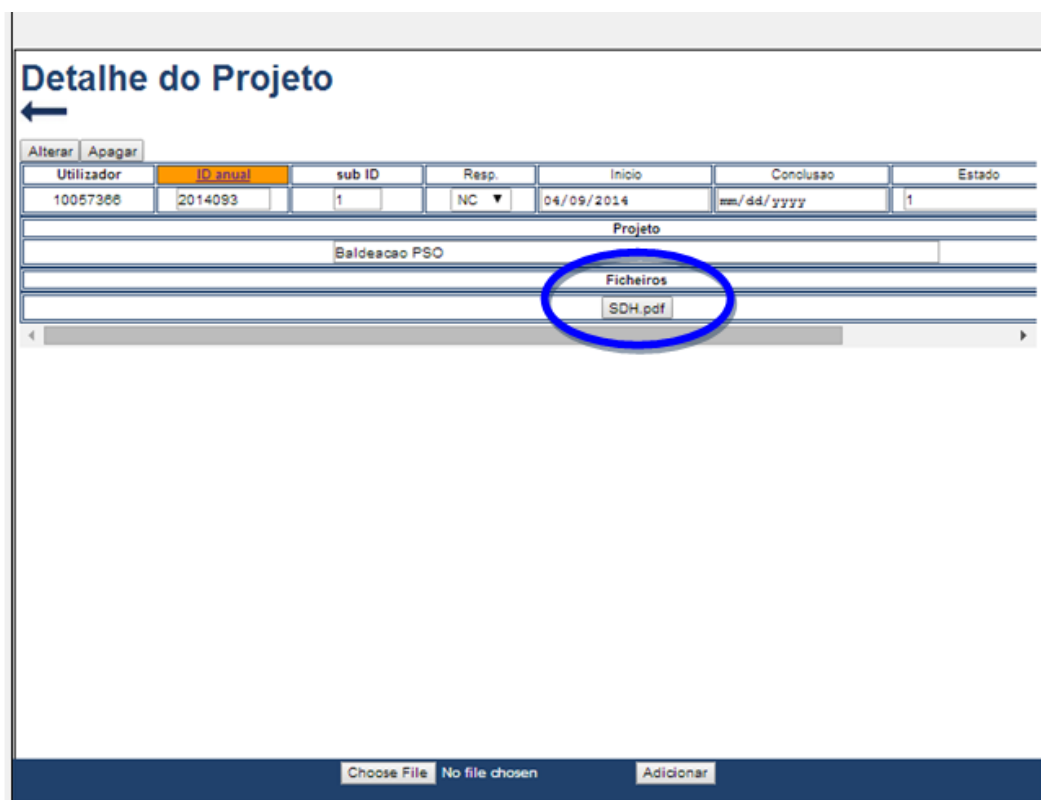


Figura 4.12: Upload e download de ficheiros relevantes.

O *download* é realizado através da seleção do ficheiro (neste caso SDH.pdf) e o *upload* é realizado através do ícone *Choose File*.

4.5.6 Agenda de trabalhos

A agenda de trabalhos precede os acontecimentos que envolvem determinados elementos do departamento ou ocorrências que poderão interessar ao departamento. A criação deste campo promove essencialmente a chegada de informação sem trajetos paralelos (chega a todos os colaboradores do mesmo modo), o que facilita o trabalho de resolução de avarias.

Para este caso, fundamentou-se a organização das tabelas de dados segundo o modelo da figura 4.13.

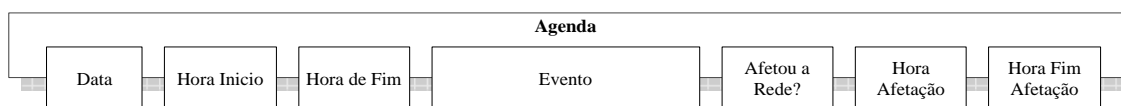


Figura 4.13: Estrutura de dados da tabela agenda de trabalhos

Os últimos três campos representados destinam-se a ser preenchidos aquando da perturbação da rede por uma atividade programada que não conste da lista de projetos, sendo que este preenchimento respeita, também, os campos que são utilizados para a caracterização do estado da rede em termos de alarmes.

Os registos são totalmente introduzidos a partir da secção do portal destinada à agenda (figura 4.14) e, tal como nas secções anteriores, no separador *Home* é representado o resumo da informação.

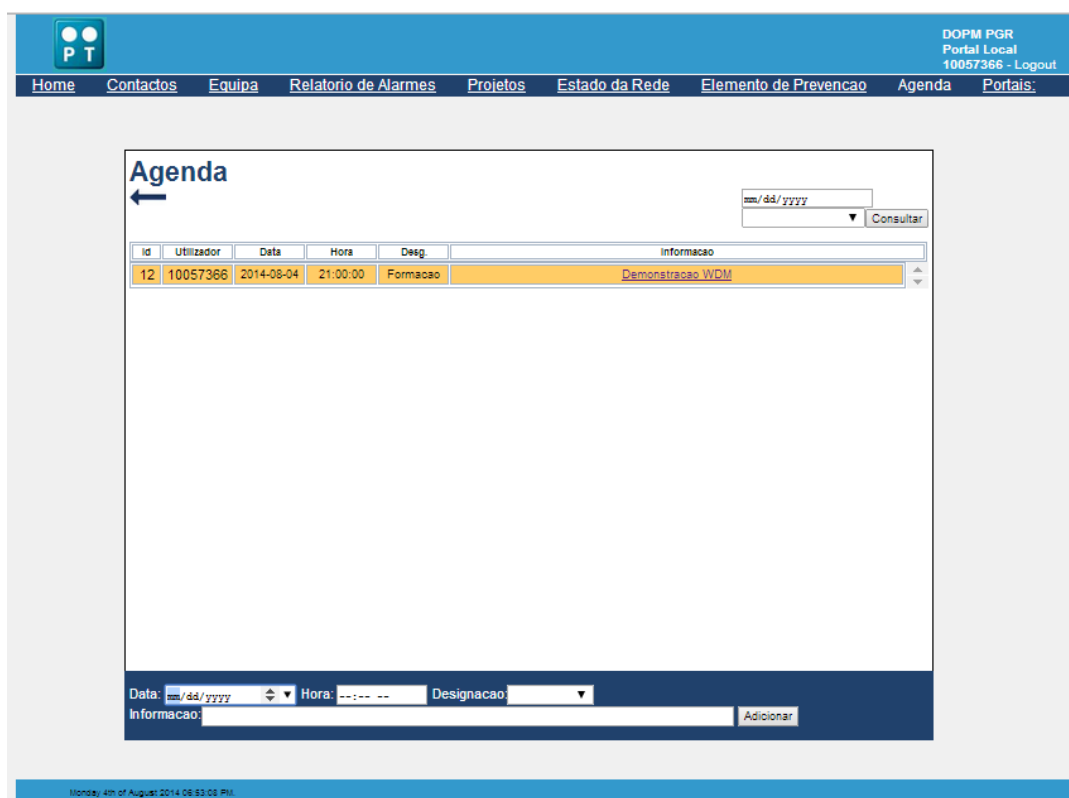


Figura 4.14: Exemplo de conteúdo no diretório de agenda

É de salientar ainda o facto de, quando decorre um acontecimento agendado, este assumir automaticamente uma indicação de coloração laranja, salvo no caso em que exista a afetação da rede. Neste último caso, o evento agendado é transferido para o campo de estado da rede, ficando registado como alarme.

4.5.7 Estado da rede

O registo dos alarmes, designado por estado da rede, deveria proporcionar aos utilizadores uma ferramenta de trabalho, simplificando algumas tarefas de procura de acontecimentos em tempo real.

Para alcançar este objetivo, criou-se uma tabela dedicada para guardar o registo de alarmes detetados, através do modelo da figura 4.15.

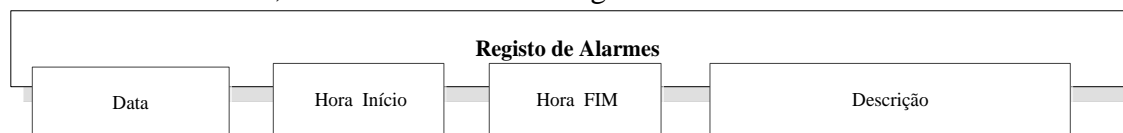


Figura 4.15: Estrutura de dados da tabela Estado da rede.

Os registos têm em conta os dados verificados nos padrões, tendo em consideração os mais importantes, para uma rápida visualização e divulgação do problema. Entre estes campos, destacam-se a data, hora de início, hora de fim e a descrição.

Em relação à apresentação destes dados no *Home* do portal (figura 4.4), pode-se verificar que assume uma coloração diferente para acontecimentos terminados (verde) e

não terminados (vermelho). A mensagem de alerta é, assim, mais intuitiva para o utilizador.

Em relação ao separador estado da rede (figura 4.16), ao local destinado à realização de alterações e de novos registos, o portal segue o mesmo esquema dos separadores acima apresentados, aplicando-se apenas os filtros específicos em termos de datas.

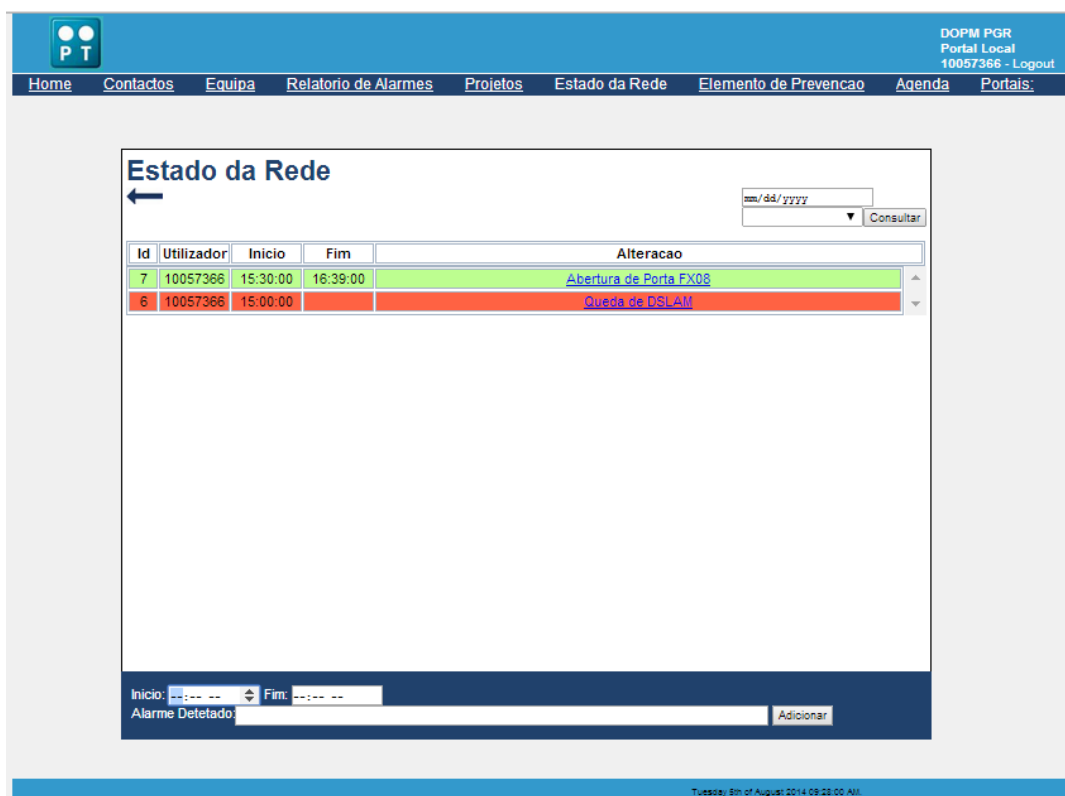


Figura 4.16: Exemplo de conteúdo no diretório de registo de alarmes (Estado da rede).

4.5.8 Relatório de Eventos

A correlação de alarmes, a partir dos padrões identificados no capítulo 4.3, foi implementada tendo em conta uma extensão da base de dados criada para este projeto a par de duas tabelas - uma tabela de correlação de alarmes e uma tabela de padrões.

Na primeira fase de construção das tabelas realizou-se a adaptação das estruturas usadas na análise “manual” a uma plataforma automática de seleção, segundo os critérios sugeridos pelo departamento e os dados adquiridos. Ainda nesta fase, por razões de coerência, decidiu-se identificar os alarmes pertencentes à linha eventos como Subeventos. Na figura 4.17 está representada a estrutura utilizada para o encadeamento de registos da tabela de correlação de alarmes.

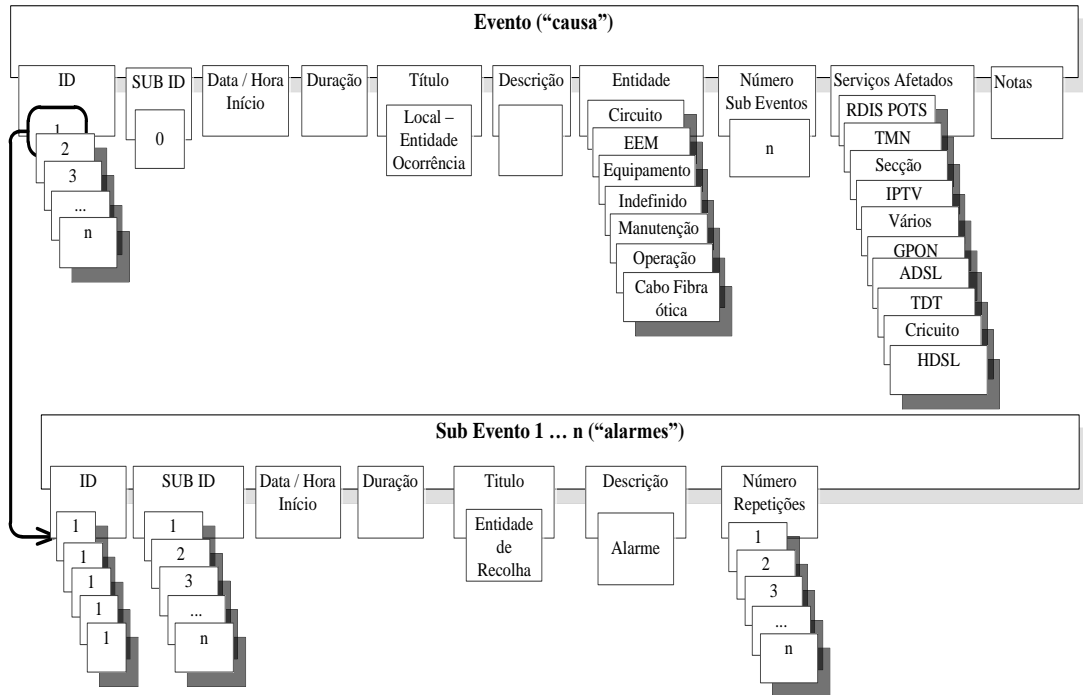


Figura 4.17: Modelo de dados da tabela de correlação de alarmes.

Em comparação com o registo manual efetuado na verificação dos padrões, do subcapítulo 4.3, o modelo da figura 4.17 inclui adicionalmente três campos, dois de identificação (ID anual e Sub ID) e um campo de sugestão para resolução do problema (notas).

Segundo o estipulado empresarialmente, o evento é sempre numerado com o identificador Sub ID “0” e um ID sequencial anual. Em relação aos alarmes produzidos no sistema SGA, a sua seleção é realizada com a incrementação do campo sub ID (de 1 até n) e manutenção do número ID, que o agrupa a uma causa.

Na figura 4.17 é também possível verificar a forma encontrada para o subsequente preenchimento da tabela, com a partilha das colunas; ou seja, a inserção dos elementos segundo um modelo comum a eventos e sobreventos.

Para a tabela de padrões (figura 4.18), registou-se os padrões encontrados de modo a poder ser executada a tarefa de comparação entre campos expectáveis e recebidos.

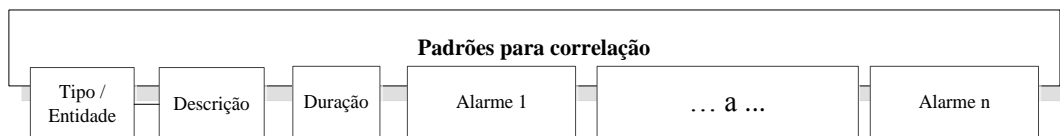


Figura 4.18: Modelo de dados dos padrões esperados.

A cada linha foram atribuídos os possíveis alarmes (de 1 a n), a característica temporal (duração esperada), a respetiva descrição (padrão reconhecido) e a entidade.

A criação desta tabela, com os dados a correlacionar, torna todo o procedimento de correlação muito mais versátil, isto é, antecipa a possibilidade reconhecimento de

novos padrões sem a necessidade de alteração do código fonte, bem como permite uma rápida expansão da aplicação.

Na figura 4.19 é possível observar o fluxograma usado na implementação do processo de correlação de alarmes.

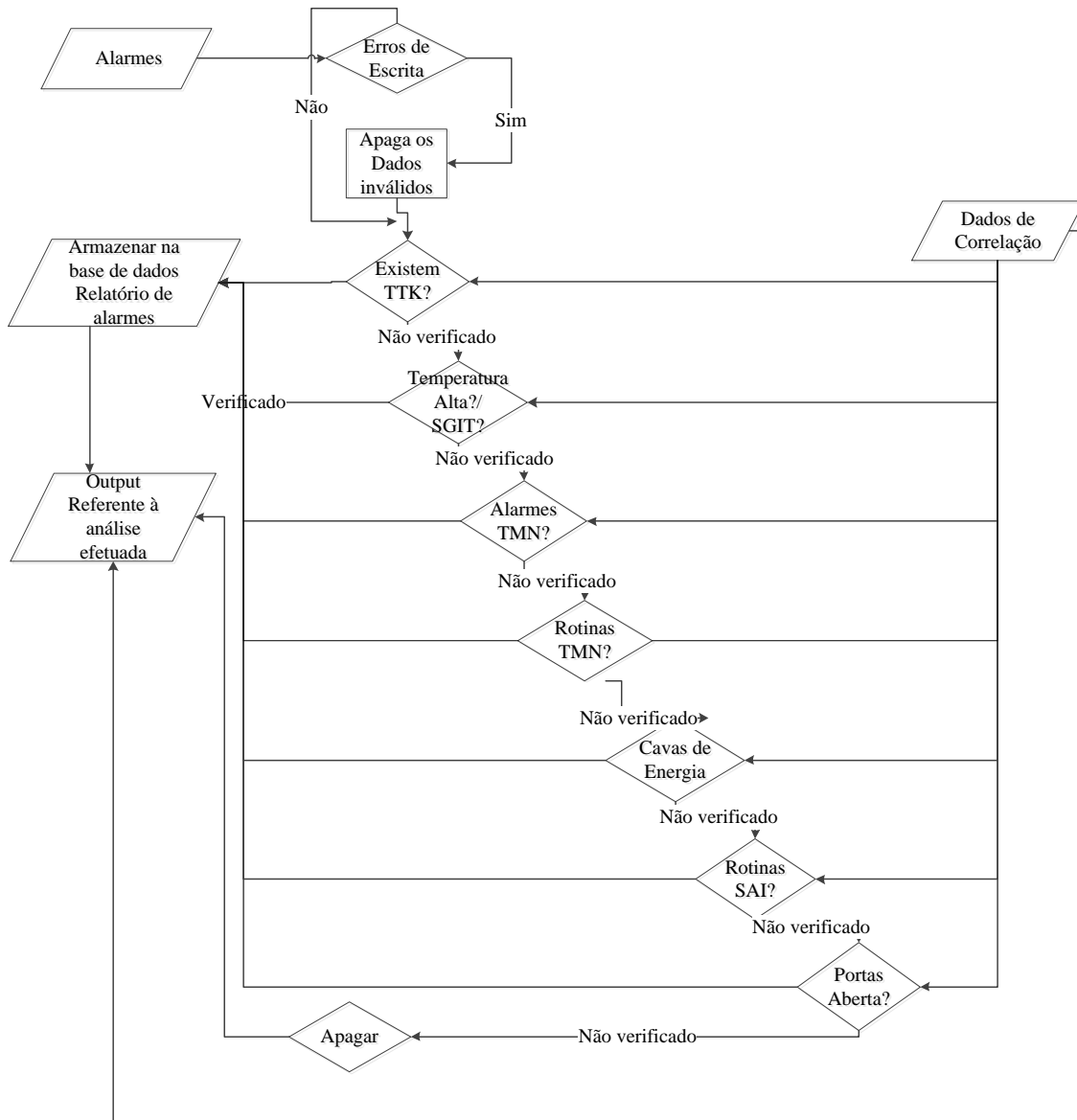


Figura 4.19: Fluxograma de funcionamento do algoritmo de correlação de alarmes.

No primeiro passo, o sistema procede à eliminação de dados que estão a ser colocados para análise e que ainda não estão terminados; ou seja, ocorre a eliminação de alarmes que ainda estão a decorrer (sem data e hora de fim).

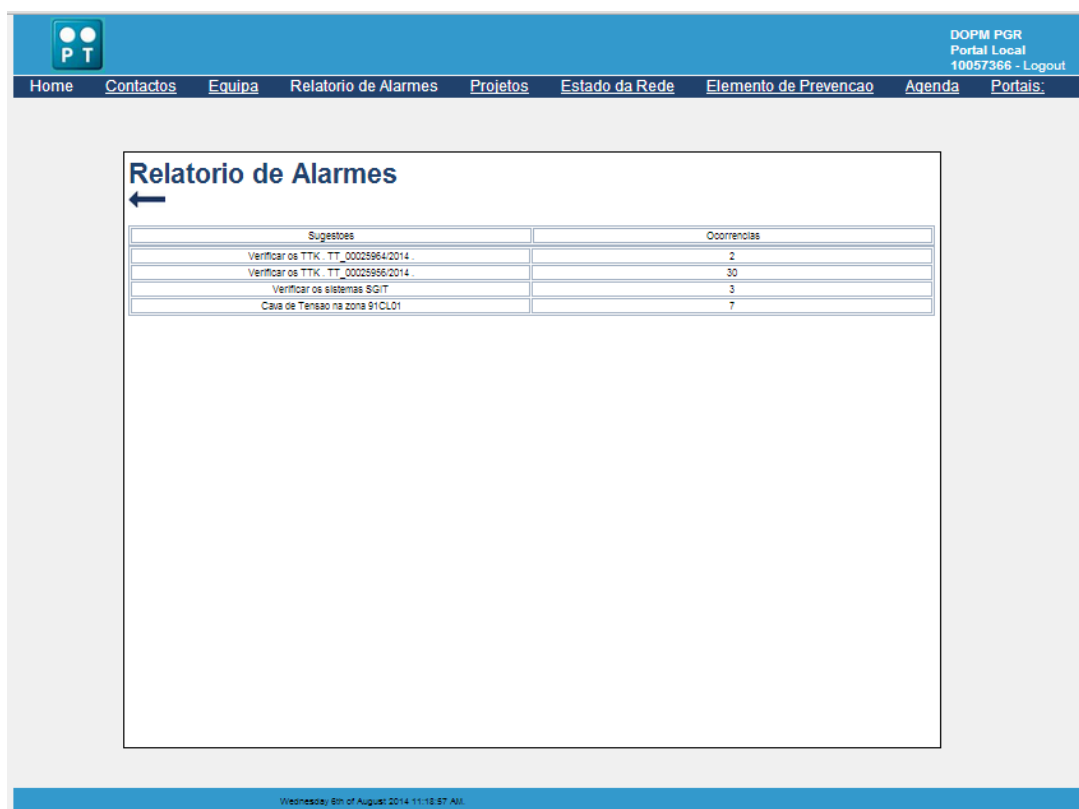
Após a verificação pelo sistema de que não existem dados inválidos, os dados passam para um diretório temporal (uma tabela auxiliar) de modo a concatenar a informação e de modo a que se possa fazer uma segunda análise dos dados.

A segunda análise dos dados permite já a anexação de todos os elementos encontrados, segundo os padrões acima referidos.

A aplicação em *browser* executa automaticamente a procura dos elementos da forma descrita, anexando devidamente os resultados aos existentes na tabela de correlação.

Em relação ao preenchimento dos campos da linha de identificação da causa, linha evento, o algoritmo implementado realiza a pesquisa das informações comuns aos alarmes selecionados a fim de efetuar o preenchimento das características discutidas no ponto de atribuição de identidades, nomeadamente o local, a duração, o número de Subeventos (número de alarmes), os serviços afetados e notas.

Após a verificação e o registo na tabela de correlação, o utilizador é confrontado com uma informação sintetizada (figura 4.20) referente às notas criadas, com indicações e sugestões para evitar problemas graves. Este último destaque de alarmes tem o objetivo de salientar os aspetos de violação da segurança que possam ter ocorrido sem a notificação dos respetivos responsáveis, assim como alertar para eventos de TTK ou avarias detetadas.



The screenshot displays a web application interface for 'Relatorio de Alarmes'. The top navigation bar includes links for Home, Contactos, Equipa, Relatorio de Alarmes, Projetos, Estado da Rede, Elemento de Prevencao, Agenda, and Portais. The user is logged in as 'DOPM PGR Portal Local 10057366 - Logout'. The main content area features a table with the following data:

Sugestoes	Ocorrencias
Verificar os TTK. TT_00029964/2014.	2
Verificar os TTK. TT_00029966/2014.	30
Verificar os sistemas SIGIT	3
Caixa de Tensao na zona 91CLO1	7

The footer of the page indicates the date and time: 'Wednesday, 6th of August 2014 11:18:57 AM'.

Figura 4.20: Relatório da seleção automática de 1100 Alarmes.

Por fim, o utilizador é endereçado para a visualização dos dados no separador relatório de eventos (figura 4.21), após pressionar a hiperligação relatório de alarmes.

The screenshot displays the 'Relatorio de Alarmes' interface. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and user information on the right: 'DOPM PGR Portal Local 10057366 - Logout'. Below the navigation bar, there are menu items: Home, Contactos, Equipa, Relatorio de Alarmes, Projetos, Estado da Rede, Elemento de Prevencao, Agenda, and Portais. The main content area is titled 'Relatorio de Alarmes' and features a search bar with a 'Consultar' button. Below the search bar is a table with the following data:

ID	Sub	mm/dd/yy: 08/05/20:	DUR.	TITULO	DESCRICAO	Entidade	#	Serv. Afet.	NOTAS
0		2014-03-10 15:24:51	01:40:00	Porto Santo -Trabalhos energias	Rotinas de Energia TMN	Man. Preventiva	3		Equipas destacadas para o PXO
1		2014-03-10 15:24:51	00:16:00	PXO- XXX	DISJUNTOR RECTIFICADOR ABERTO		1		
2		2014-03-10 16:08:06	00:20:00	PXO- XXX	AR CONDICIONADO 1		1		
3		2014-03-10 16:59:12	00:10:00	PXO- XXX	RECTIFICADOR NAO PRIORITARIO		1		

An 'exportar' button is located in the top right corner of the table area. The footer of the page shows the date and time: 'Tuesday, 5th of August 2014 12:20:59 PM'.

Figura 4.21: Exemplo de conteúdo no diretório de relatório de Eventos, para a seleção “Id=2”.

A plataforma permite, ainda, além da consulta por filtragem em vários campos, a exportação dos dados para uma diretoria à escolha (*download* do ficheiro *.csv*). Através do ícone no canto superior direito (exportar), são retirados da base de dados os alarmes presentes na visualização escolhida pelo utilizador. Isto é, o utilizador tem a possibilidade de exportar os dados da correlação automatizada, de acordo com a sua visualização, sendo uma mais-valia ao nível do potencial da plataforma, em discussões ou análises estatísticas a criar futuramente.

4.6 Implementação em servidor

Para a implementação em servidor, levou-se a cabo um levantamento dos recursos de largura de banda necessários, as soluções empresariais existentes e o espaço em disco adequado para o registo anual, de forma a proporcionar a ligação representada no esquema da figura 4.22.

Uma das vantagens da sintetização da informação da rede de alarmes em *browser* interno é poder aceder-lhe de forma remota, munindo os técnicos do departamento de uma ferramenta de trabalho, facilmente consultável através do PDA que possuem. Este processo é facultado através de uma prévia ligação à VPN da empresa, via uma ligação à *internet*.

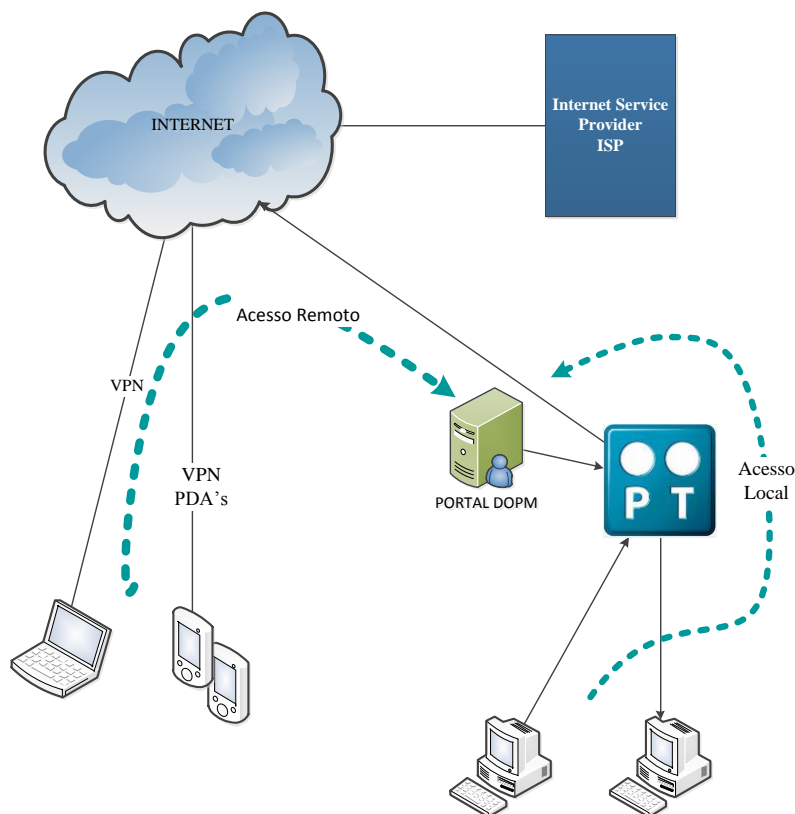


Figura 4.22: Acesso ao portal DOMF por ligação local ou remota.

Em relação à largura de banda para cada utilizador, estimou-se um de pico de 3 Mbps (aquando da atualização), através da análise de fluxo de informação, em procedimentos de consulta ou atualização automática de dados. Esta métrica, obtida através dos dados do *browser* (*Google Chrome Timeline*), permite chegar à conclusão de que, em termos de largura de banda interna (100 Mbps disponíveis), a aplicação é eficiente e não retira demasiados recursos aos restantes processos.

Para o servidor, optou-se pelo *Windows Server 2003 Enterprise 1*. Para esse efeito, foi requerido um espaço em disco de 20GB e um espaço RAM de 2GB. Os 20GB de espaço em disco foram estipulados como sendo um limite expansível no futuro. No entanto, garantem espaço suficiente para uma atualização diária de 45 KB (20 Eventos e seus Subeventos e ficheiros), correspondente a um total de 17 MB anuais. Este valor, relativamente baixo, deixa ainda margem para evolução da plataforma a longo prazo e capacidade para guardar vários anos de informação estatística.

4.7 Resultados obtidos após a interpolação dos padrões de alarmes e implementação do método automático

Os resultados obtidos em relação aos objetivos propostos estão diretamente relacionados com os requisitos impostos pelo departamento para o qual se realizou o trabalho da Portugal Telecom.

No Anexo F está apresentada a avaliação dos orientadores externos, do trabalho realizado para o projeto e a respetiva avaliação do funcionamento deste portal.

Em relação aos resultados obtidos para o objetivo nuclear do estágio - tratamento dos alarmes - a nível qualitativo é possível adiantar-se que o sistema efetua a seleção e a correlação mediante os parâmetros encontrados como padrão, num tempo médio de um minuto (avaliação efetuada em vários testes com alarmes entre os 5000 e os 2000 alarmes para o mês de junho).

A poupança de tempo é uma garantia alcançada, visto que atualmente é necessário, em média, 1 minuto para a seleção de 1000 alarmes e para a caracterização dos eventos. Anteriormente, um utilizador experiente realizava estas tarefas em cerca de 2 horas, com a ferramenta Excel®.

As sugestões encontradas pela análise automática efetuada à rede são indicadoras de que o sistema funciona como planeado e alerta o utilizador para situações graves da rede. Por exemplo, embora só existisse uma ocorrência de temperatura alta no mês de junho, o sistema prontamente alertou utilizador no *output* realizado.

No entanto, o tratamento de alarmes é um objetivo a longo prazo e terá um maior impacto na rede quanto maior for o número de dados processados. Portanto, espera-se que o agrupamento de um número avultado de dados leve a mudanças na segurança e estabilização da rede e que revele necessidades específicas de cada local. Esta análise deverá ainda promover intervenções conjuntas para a solução de problemas externos à PT que têm um carácter repetitivo na rede.

Em relação aos restantes conteúdos anexos ao portal, a sua utilidade e viabilidade é clara na redução do tempo de consulta e de atuação, em caso de necessidade, nomeadamente em consultas do elemento de prevenção a uma determinada área, o que é uma ocorrência frequente.

A utilização do portal está disponível a todos os utilizadores desde o mês de junho. Desde aí já se receberam algumas sugestões (introdução de algumas colunas na representação da informação) e recolheram-se dados para a atualização de informações dos colaboradores, prontamente considerados. Estas informações foram prontamente cedidas pelos serviços de contacto, via correio electrónico, localizadas na página principal e na página de contactos do portal.

Outra das funcionalidades verificadas é a informação ao nível da ausência dos elementos para férias nas condições de Agenda. Ou seja, a notificação poupou tempo na resolução de avarias, pois apesar de cada elemento ter uma área de intervenção/especialização, na ausência destes a abordagem é realizada por outro elemento preparado para tal.

4.8 Sumário

Neste capítulo foi focado o trabalho realizado em termos da plataforma de tratamento de alarmes. O trabalho começou desde o conhecimento das tecnologias, passando pela detecção dos padrões de alarmes reportados e culminando no resultado final de triagem automática e concentração de informação dispersa, numa única plataforma empresarial.

5 Sistema protótipo de recolha de alarmes

Neste capítulo, procede-se à descrição do trabalho efetuado para a recolha de alarmes em armários exteriores, segundo as especificações dos equipamentos da rede ADSL e do espaço físico. É igualmente realizado o estudo dos sistemas a implementar, em conformidade com o trabalho desenvolvido no capítulo anterior, padronizando o sistema para a implementação em vários locais.

A fim de encontrar a solução, é realizada a adoção de técnicas semelhantes às existentes na PT para os AMS e adaptação aos equipamentos DSLAM-IP, com a inclusão e programação de um sistema de recolha e alerta de temperatura.

5.1 Definição do problema do protótipo de alarmes

A modernização da rede e a adaptação de infraestruturas são duas tarefas constantes quando se pretende oferecer um serviço de qualidade aos clientes.

A PT tem vindo, pois, a progredir neste âmbito pela adaptação das estruturas fixas mais antigas da rede, com a sua remodelação física e renovação do equipamento de transmissão. Neste propósito, surgiu a necessidade de criação de um protótipo de recolha de alarmes a implementar num destes locais, de modo a criar uma cobertura do espaço.

Segundo os requisitos da empresa, o sistema devia seguir as seguintes ordens de trabalhos:

- Integrar-se na estrutura de transmissão colocada no local para reporte de alarmes ao SGA;
- Proceder à recolha dos alarmes mais importantes;
- Ser um protótipo *standard* e facilmente replicável para os restantes locais.

Para a implementação do sistema e de modo a dar continuidade à apresentação de trabalho semanal, abordou-se a questão igualmente segundo um modelo incremental, como mostra a figura 5.1.

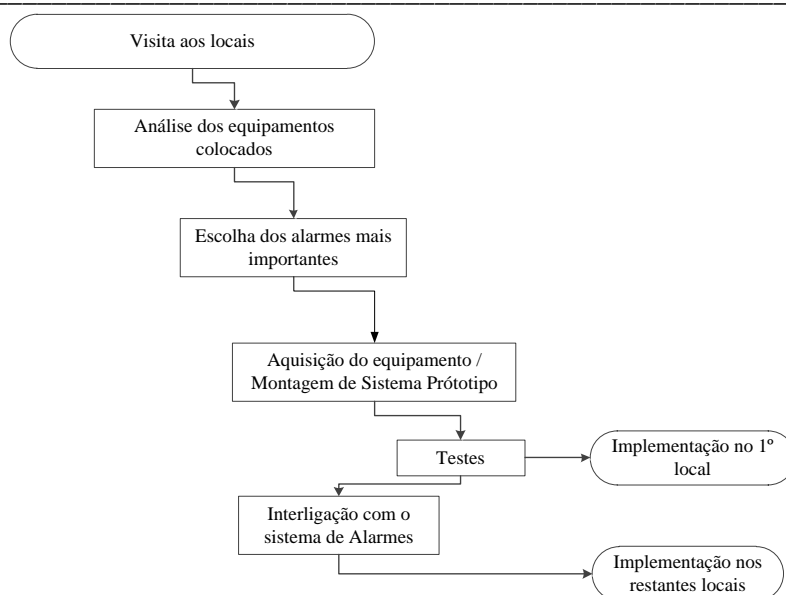


Figura 5.1: Modelo incremental para solução do problema.

De modo a averiguar os locais onde seriam colocados os equipamentos, decidiu-se organizar uma visita às instalações e só depois se procederia à análise dos equipamentos colocados e dos alarmes a contemplar no protótipo.

5.2 Estudo de caso para o protótipo

Os locais a instalar o sistema protótipo para tratamento de alarmes são designados por casinhotos. Este é o termo que designa tecnicamente um armário de dimensões superiores a um AMS, com espaço térreo à volta dos 5m² e de constituição em alvenaria ou betão armado.

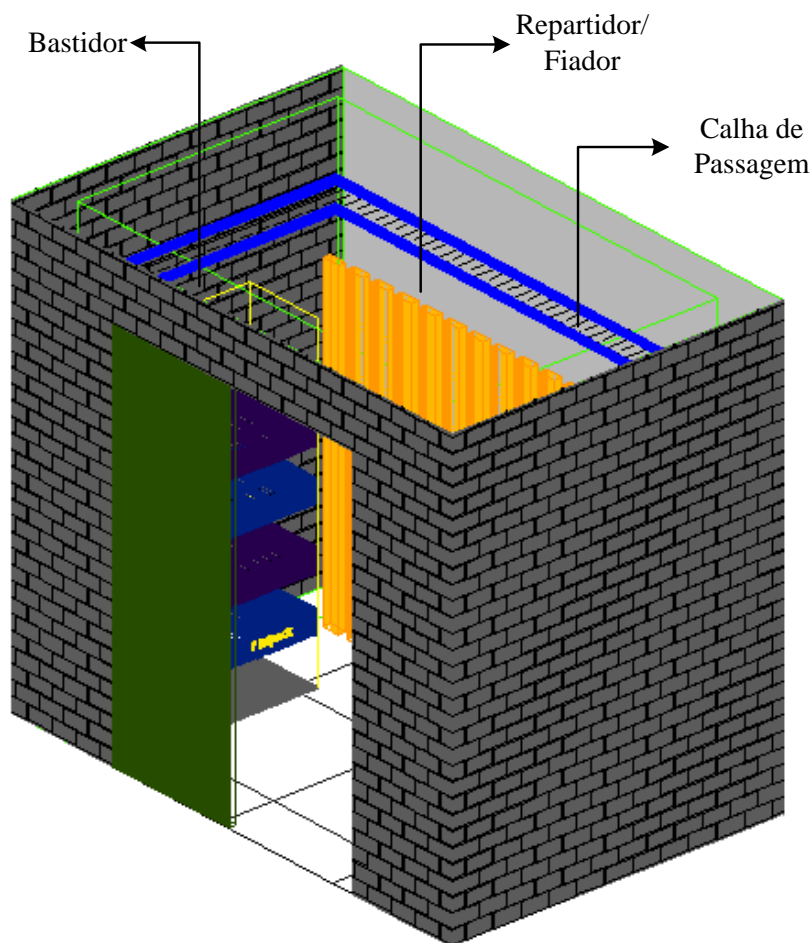


Figura 5.2: Representação tridimensional de um casinhoto.

A disposição dos casinhotos em estudo é semelhante ao apresentado na figura 5.2. Em todos os casos visitados, existe um bastidor responsável por albergar os equipamentos elétricos e de transmissão, colocado na parte lateral da infraestrutura.

No plano de fundo destas edificações, estão dispostas várias colunas que realizam a conexão dos cabos exteriores com os cabos que partem do bastidor e que fazem o seu traçado pelos caminhos de cabos superiores.

Os casinhotos são compostos por duas portas, ambas na parte dianteira do espaço, sem qualquer entrada de ventilação exterior além das grelhas, também colocadas nas portas. Para além do mais, neste espaço não existem sistemas de ventilação por ar forçado e/ou ar condicionado.

5.2.1 Localização

Em termos de localização física dos espaços, a maioria destes locais encontra-se na periferia do Funchal, entre a cota 40 e a cota 300, o que, em termos de condições ambientais, segue o mesmo padrão das condições da baixa da cidade (anexo D).

O mesmo acontece em termos de avisos meteorológicos, não sendo diferenciável em termos de área geográfica.

5.2.2 Equipamentos existentes

A atualização da rede, levada a cabo pela PT, colocou nestes espaços equipamentos de transmissão designados por IP-DSLAM, ligeiramente diferentes dos DSLAM ATM citados no capítulo 2, como se pode verificar na figura 5.3.

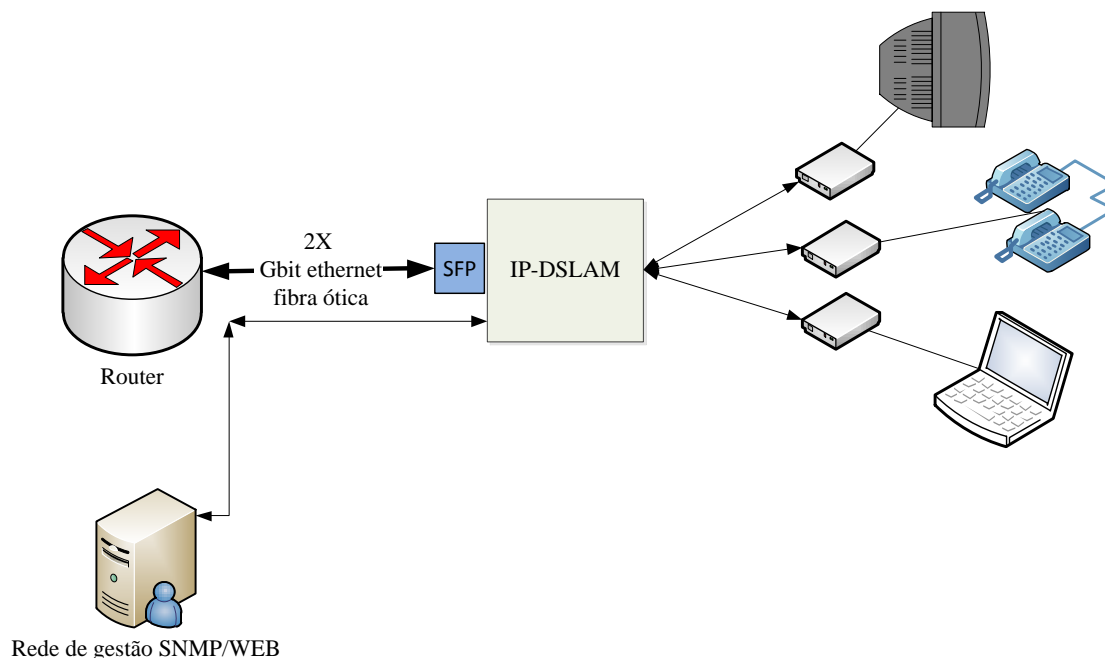


Figura 5.3: Ligação do IP-DSLAM.

O *router* IP-DSLAM possui a mesma função que os equipamentos DSLAM ATM: a criação das linhas de acesso, a decodificação e a codificação do sinal xDSL [13]. No entanto, a ligação (rede *core* ao DSLAM) é realizada em IP/MPLS, usufruindo das capacidades da rede em termos de velocidade e redução dos pares de cobre, neste sector.

Apesar das diferenças ao nível de blocos constituintes e saídas, o processo ocorre de igual forma e a partir deste equipamento são conectados os cabos para a rede de acesso.

A conexão interna do equipamento leva a que se ative o sinal de alarme na plataforma SGA através da inclusão dos pacotes SDH reservados para o *bit stuffing* e encapsulamento da frame em unidades tributárias, como salientado nos capítulos 2 e 3.

Contudo, apesar da elevada capacidade destes equipamentos comparativamente aos anteriores e apesar de permitirem uma integração na rede ótica e de gestão SNMP/WEB, conseguem apenas reportar até 5 alarmes (exteriores ao equipamento). Estes dispositivos, adquiridos pela PT, dispõem de uma interface simples, onde se realiza a conexão de um ponto por alarme - para o sistema receber o alarme, está dotado de uma entrada que aciona o seu envio, ativada através da ligação à massa.

A ligação à massa é, por sua vez, acionada através do contacto físico de um dos sensores, tal como está representado no exemplo da figura 5.4.

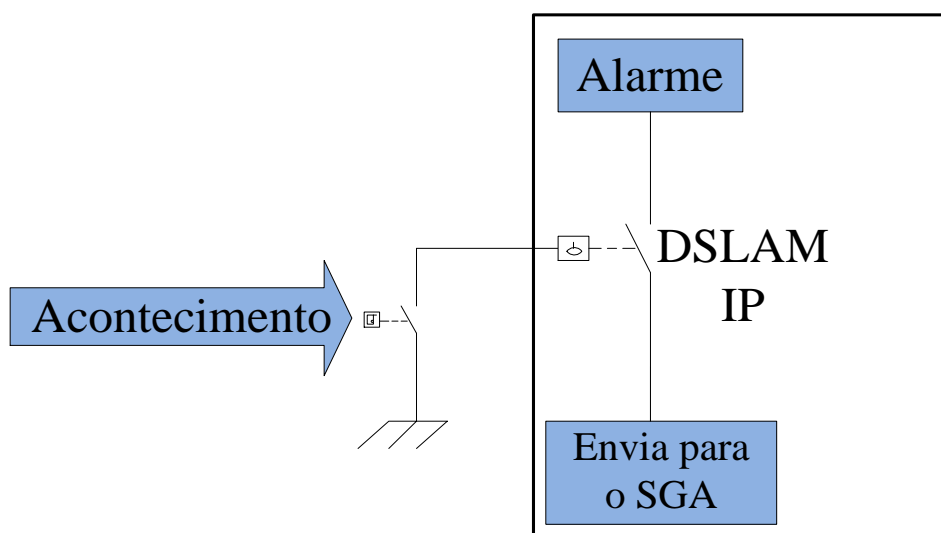


Figura 5.4: Exemplo de funcionamento da recolha de alarmes pelo DSLAM IP.

Para além do DSLAM, ao nível de equipamentos ativos, os casinhotos são ainda cobertos pelos retificadores, que se ocupam das condições do fornecimento de energia, conjuntamente com o grupo de baterias. Na verdade, a rede energética é totalmente a 48V, excetuando-se a iluminação do espaço interior dos locais.

Os retificadores usados para este fim, adquiridos a outras empresas, são estruturas modulares (*Module Power Supply Unit MPSU's*) e proprietárias que podem ser divididos em duas partes lógicas: módulo de monitorização e controlo (*MCU-Monitor and Control Unit*) e módulo de energia (*PSU - Power Supply Unit*), como esquematizado na figura 5.5.

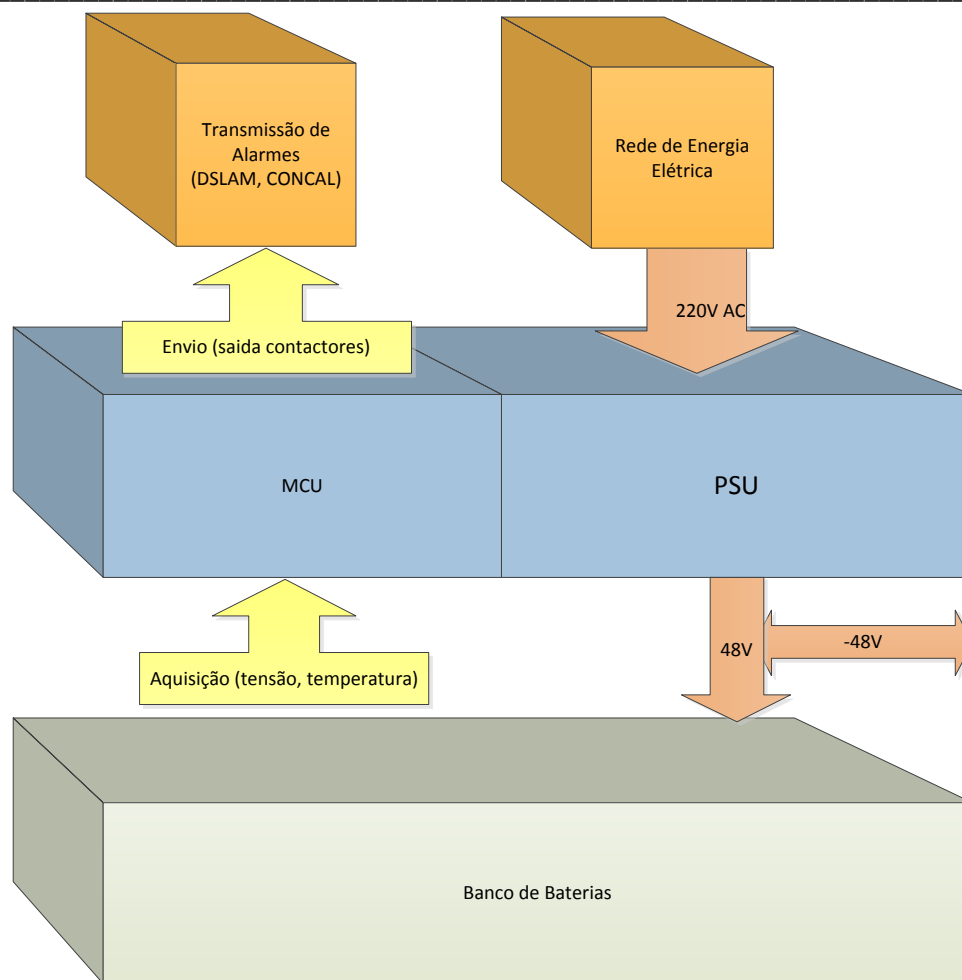


Figura 5.5: Estrutura modular do retificador e interações externas.

As unidades instaladas nos casinhotos fornecem, através do módulo de controlo, várias opções de monitorização da rede elétrica, totalmente configuráveis, nomeadamente: monitorização da rede elétrica, avaria do equipamento (fusíveis, anomalia interna), temperatura das baterias e tensão DC baixa/alta (nível configurável para alarme).

O seu funcionamento decorre mediante a entrada comum da massa do local e uma saída composta, ativa aquando do fecho automático do relé por *software* mediante os parâmetros configurados, como está presente no exemplo da figura 5.6.

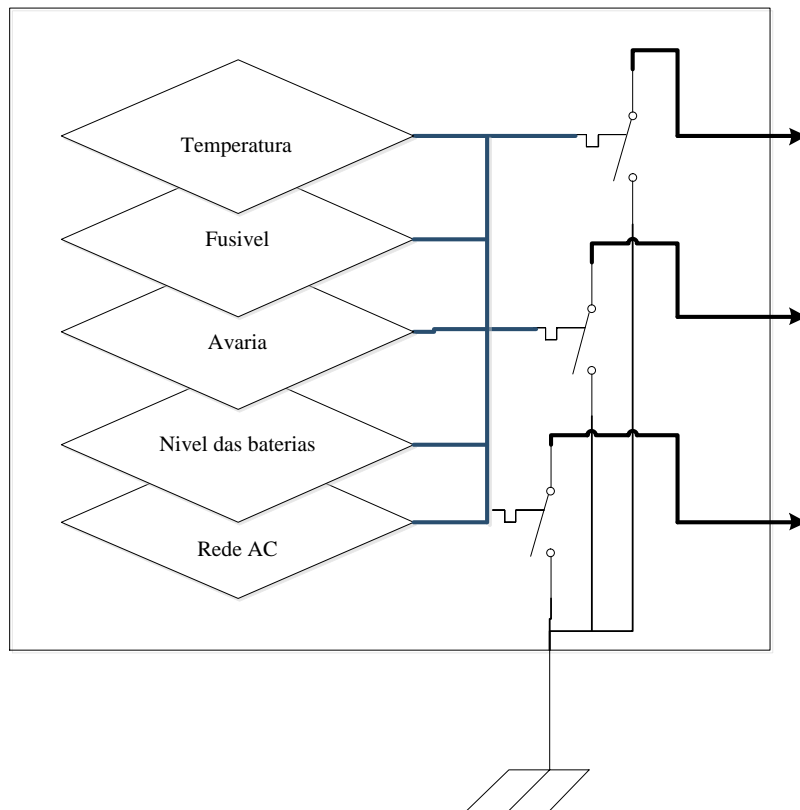


Figura 5.6: Esquema de ligação dos alarmes do retificador.

A limitação encontrada para a gama de equipamentos instalados é a não correspondência do número de saídas para as opções de alarmes possíveis, tal como está representado na figura 5.6. Com efeito, existem apenas 3 saídas disponíveis, pelo que o utilizador tem de escolher quais os alarmes convenientes para a aplicação desejada – assim se cumpre um dos objetivos deste trabalho.

5.3 Desenvolvimento do protótipo

No desenvolvimento do protótipo teve-se em conta todos os alarmes processados para o primeiro objetivo do trabalho, assim como o levantamento das características dos dispositivos físicos.

5.3.1 Seleção dos Alarmes

A partir do trabalho realizado ao longo dos meses de permanência na empresa, desenvolveram-se algumas considerações sobre a rede de alarmes implementada e as infraestruturas existentes.

Neste âmbito, pode-se descrever os AMS como uma evolução dos casinhotos. A implementação da rede de alarmes destes equipamentos é adaptada ao meio, pelo que consiste também numa boa base de trabalho a transportar para os casinhotos. Os alarmes usados nestes equipamentos contemplam o controlo das portas, a monitorização da rede elétrica, a monitorização do retificador e o estado das baterias. O *upload* dos alarmes é realizado através de uma CONCAL ou Emilo, tendo como condicionantes o número de *uploads* possíveis.

Para responder às preocupações de segurança das instalações, definiu-se como indispensável o controlo do estado da porta (aberta/fechada). Os sensores implementados para este problema foram os *Hinge Roller Lever A-20GV2-B*, detentores de características passivas que consistem em sistemas de contacto mecânico (normalmente aberto), o que é o pretendido [24].

Nesta temática teve-se em atenção a ocorrência de abertura de porta dupla ou singular (combinação das duas portas abertas ou abertura de uma delas). Para a resolução destas combinações, decidiu-se ligar dois equipamentos em série (figura 5.7) de modo a que, na abertura de porta, o contacto seja imediatamente fechado, ou seja, se estabeleça ligação: terra, comum do *switch*.

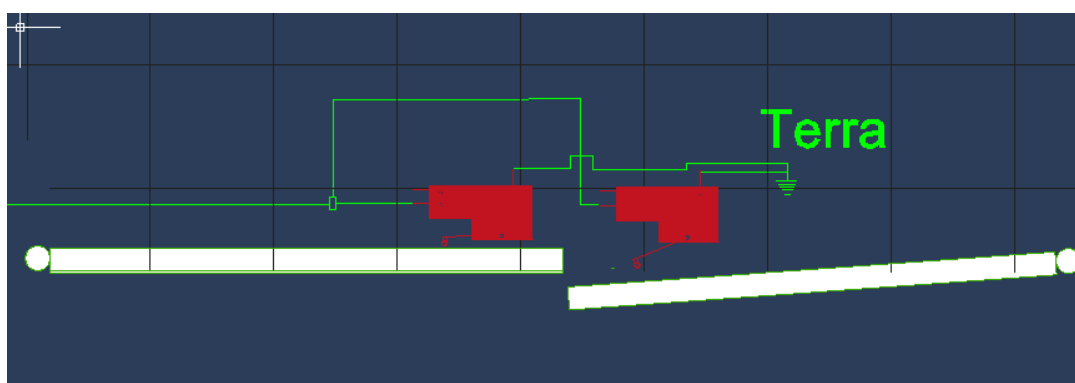


Figura 5.7: Esquema de ligação utilizado para os sensores de porta.

Após a contemplação dos alarmes de segurança para estes espaços e visto não haver outras entradas possíveis, procedeu-se à consideração dos alarmes de energia a adicionar às 4 opções de aquisição ainda disponíveis.

No caso dos casinhotos, a inexistência de um rearmável é comum a ambos, e porque este dispositivo é de elevada fiabilidade, decidiu-se solicitar a colocação de um destes equipamentos no local.

O rearmável escolhido para o protótipo - *Gewiss Series 90* - é um equipamento com um custo superior a uma centena de euros, cujo objetivo é proteger as instalações das sobrecargas. A sua integração permite rearmar automaticamente a rede elétrica em caso de descarga para a terra e possibilita, também, a ativação de relé interna para a comutação à massa em caso de disparo com não rearmamento (avisando que não existe rede elétrica). A ligação a efetuar está representada na figura 5.8 [25].

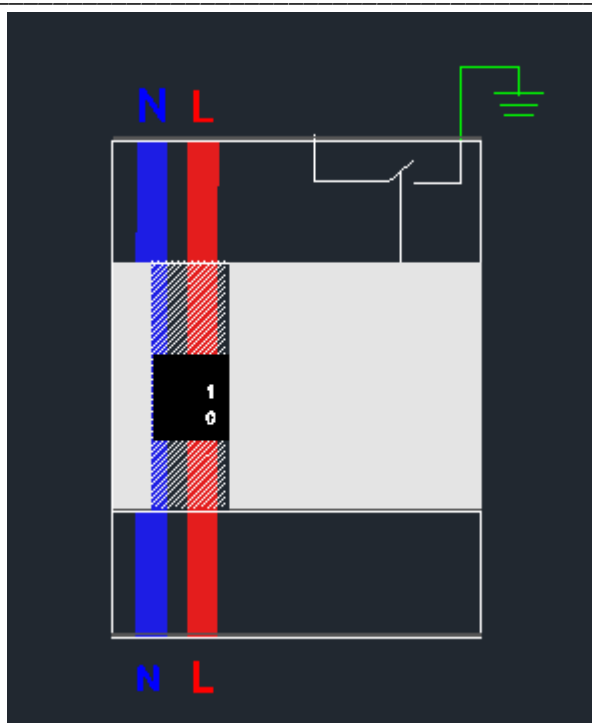


Figura 5.8: Esquema de ligação do Reármável (N: Neutral; L: Load).

Para os restantes alarmes, decidiu-se optar pela monitorização da tensão das baterias (de modo a criar um aviso quando a informação indicar valores abaixo dos 48V); pela monitorização de avarias do retificador e pela monitorização das condições de temperatura do espaço.

Para a monitorização da bateria e monitorização das condições de funcionamento, programou-se a interface do retificador para ativar as saídas em função dos níveis utilizados nos AMS existentes. O acesso ao modo de controlo foi realizado através da interação pela porta série, definindo-se o nível de alarme de tensão para 48 V, para a primeira porta de saída, e a anomalia de funcionamento para a segunda. Ambos os alarmes passaram a ser gerados com a ativação dos relés de saída.

Os alarmes escolhidos, de acordo com a análise apresentada no capítulo 4, permitem, numa primeira instância, saber se existe a iminência de uma queda dos circuitos suportados pela bateria; num segundo caso, permite tirar conclusões de maneira a poder compreender a causa do problema (rede ou retificador desativo), que tem impacto direto na disponibilização de serviço.

Para a última aquisição de alarme, aceite pelo DSLAM, decidiu-se implementar um pequeno módulo em *hardware*, de modo a criar um sistema de controlo da temperatura no interior da sala. Esta opção foi implementada porque os sensores existentes no mercado não adquiriam a temperatura de forma passiva. Ou seja, não atuavam em conformidade com um *switch* e não assumiam versatilidade de configuração da temperatura de *threshold*.

O pequeno módulo implementado é capaz de realizar a medição da temperatura no espaço adjacente ao bastidor, traduzindo essa temperatura através do atrancamento de um relé incorporado no módulo e, assim, sensibiliza para a crescente temperatura da sala.

Ao nível da implementação, verificou-se que os equipamentos DSLAM estão preparados para trabalharem sem qualquer anomalia entre os 40°C e os 65°C. No entanto, os equipamentos de retificação instalados seguem a norma (ETSI EN 300 019-2-1 *Class 1.2*), pelo que estão limitados aos 40°C. Deste modo, definiu-se 40°C como a temperatura máxima de funcionamento.

Para o efeito de controlo, programou-se um microcontrolador ATMEGA 328 com a respetiva conexão a um sensor de temperatura (SHT11), a um relé (G6JU-2FS-Y) e um *display* (Hitachi HD44780) [26], [27], [28].

SHT11

O Sensor de temperatura da *Sensirion* necessita de uma alimentação entre os 2.4 e os 5V, sendo conectado ao Arduino através de um sinal DATA (canal digital bidirecional) e de um sinal de relógio (*Clock*) (configuração, figura 5.9). Nestas condições, o sensor é adequado, fiável e preciso.

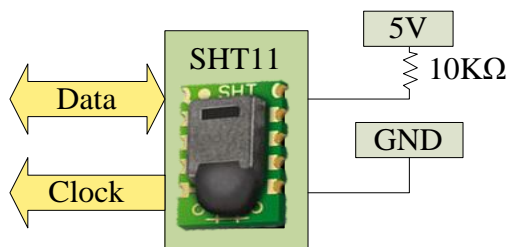


Figura 5.9: Esquema de ligação do SHT11.

O valor da temperatura é obtido através da biblioteca existente para o dispositivo (SHT1x.h), disponível no *playground* Arduino, onde se realiza a conversão através da seguinte equação,

$$\text{Temperatura (}^{\circ}\text{C)} = \text{leitura} \times 0,01 - 40 \quad (5.1)$$

Onde a *leitura* corresponde ao valor transferido pelo canal DATA.

Relé G6JU-2FS-Y

O relé a utilizar para este efeito tinha apenas de realizar a condução da terra até ao dispositivo, pelo que a escolha do relé não tinha qualquer restrição em termos de corrente de suporte.

A escolha recaiu, assim, sobre a limitação máxima de interação com o Arduino (ativação até um máximo de 5V), o material existente e a temperatura de funcionamento.

O equipamento escolhido - relé G6JU-2FS-Y -, de entre as características que possui para a utilização requerida, pode ser ativado entre os 3V e os 12V, pois é um equipamento de funcionamento por impulsos alternados até uma temperatura ambiente

de 85°C. A montagem é também adequada para placa de circuito impresso, reduzindo o espaço a ocupar no protótipo.

O esquema de montagem utilizado encontra-se representado na figura 5.10.

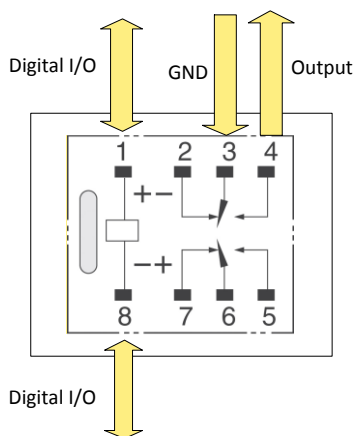


Figura 5.10: Esquema de ligação do relé G6JU-2FS-Y.

As portas digitais do Arduino realizam a comutação alterada para a polarização dos pinos 1 e 8 (figura 5.10).

LCD Hitachi HD44780

O LCD Hitachi HD44780 possui uma dimensão de 16x2 caracteres e, apesar de ser um suplemento, dá a informação do correto funcionamento do sistema e a temperatura atual da sala. Para a sua interligação com o Arduino, são utilizados 6 pinos digitais, e os restantes são utilizados para a alimentação e ajuste do brilho do ecrã (figura 5.11) [29].

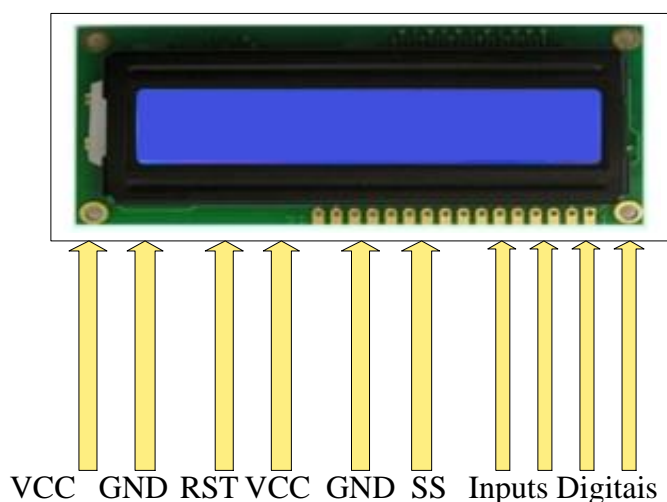


Figura 5.11: Esquema de ligação do LCD Hitachi HD44780.

A colocação do LCD e a sua remoção realiza-se pela desconexão dos *headers* colocados, aumentando a versatilidade do sistema e a diminuição do consumo energético. Ao nível da programação para a criação de caracteres ASCII, o

microcontrolador utiliza bibliotecas existentes possibilitando, uma criação de um interface quase imediato, semelhante ao monitor da porta série.

ATMEGA 328

O microcontrolador ATMEGA 328 é um Atmel de 8 *bits*, que se destaca pelas suas características ao nível da elevada performance, da memória *flash* de 32 kB, das duas interfaces SPI, da tensão de funcionamento (dos 1,8 V aos 5,5 V) e da possibilidade de programação com o Arduino *playground*.

A escolha deste ATMEGA foi ao encontro da possibilidade de expansão futura do sistema protótipo de recolha de alarmes, da fácil substituição do módulo em questão, e também da agilidade de programação através do *socket* do Arduino UNO. A robustez do microcontrolador, que é elevada, acrescenta também fiabilidade ao sistema, para além de garantir o processamento necessário à aplicação (16 MHz).

O fluxograma do código implementado está representado na figura 5.12.

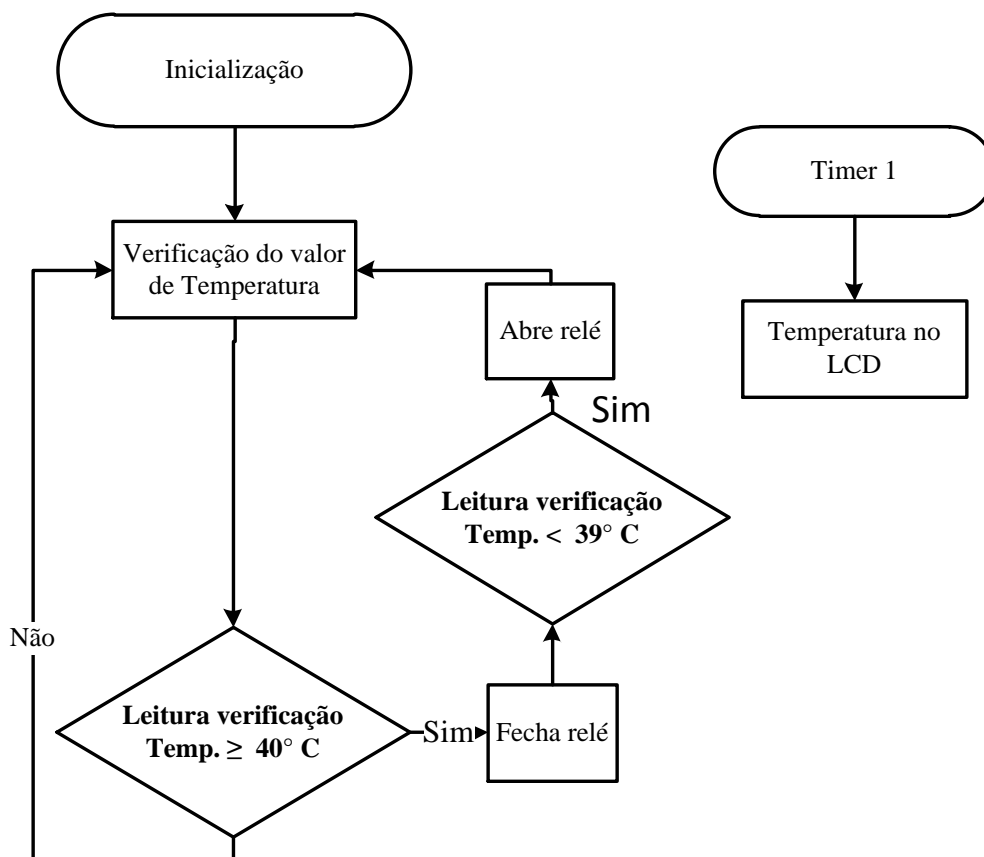


Figura 5.12: Fluxograma do código implementado para solução do problema.

Placa de circuito impresso PCB

A placa de circuito impresso usada para o agrupamento do sistema realiza a concentração dos equipamentos sob as pistas, evitando o mau contacto ou erros de ligações, comprimindo o espaço necessário para a instalação do sistema.

Na figura 5.13, está representado o sistema modular para monitorização da temperatura, constituído pelos elementos acima enunciados.

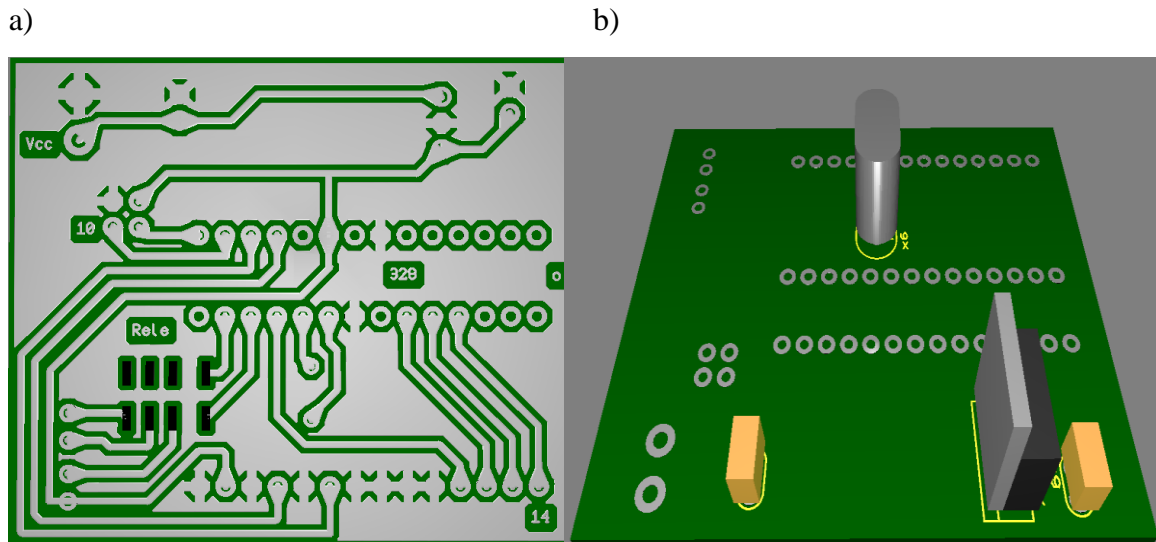


Figura 5.13: Circuito tridimensional da placa de circuito impresso: a) visão inferior; b) visão superior.

A alimentação do circuito é realizada mediante uma entrada de tensão entre os 5V e os 7V, através de um transformador comercial, sendo utilizado o componente LM7805 para a regulação. O valor final produzido é 5 V, com uma tolerância de 0.20V, o que se situa dentro das características admissíveis para o Arduino [30].

5.3.2 Ligação para *upload* de alarmes

O fabricante do DSLAM IP presente nos casinhotos a que este protótipo se resume obriga à conexão dos alarmes através de uma ficha DB-15. Isto é, os equipamentos dispõem de uma ficha fêmea, cujos 5 primeiros *pins* estão habilitados para a receção dos alarmes para a base de dados.

Neste âmbito, foi necessário recorrer a uma solução, muitas vezes implementada no ambiente empresarial (verificada nos AMS), para a concentração da recolha de alarmes, pela utilização de um bloco KRONE.

A colocação de um bloco KRONE permite a criação das ligações entre as unidades de aquisição de alarmes e a ficha para *upload* de alarmes.

Para a ordem de ligação dos alarmes, decidiu-se, também, utilizar uma diretiva da PT nacional (correspondência: cor do elemento condutor - alarme) de modo a transpor os elementos utilizados nos armários multisserviços para os casinhotos, continuando o processo de modernização da rede.

Na figura 5.14, estão representados os respetivos alarmes para os 5 primeiros pinos da ficha DB-15 e numeração do bloco KRONE.

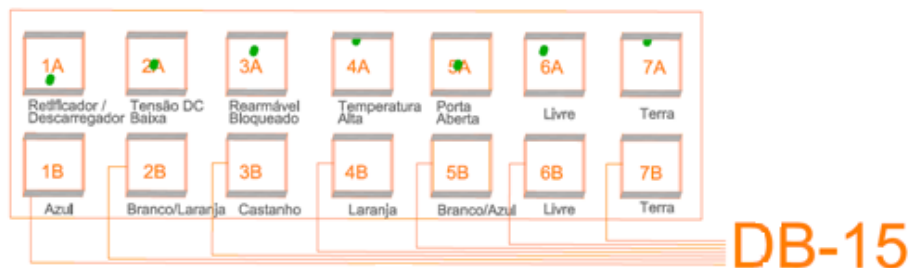


Figura 5.14: Ligação do bloco KRONE.

Na figura, podem ser vistas as cores da referida diretiva, potenciando assim uma universalização do protótipo para montagem e alteração em qualquer instante, por qualquer pessoa afeta à empresa.

5.3.3 Protótipo final

O produto final, afeto a este objetivo, está representado na figura 5.15.

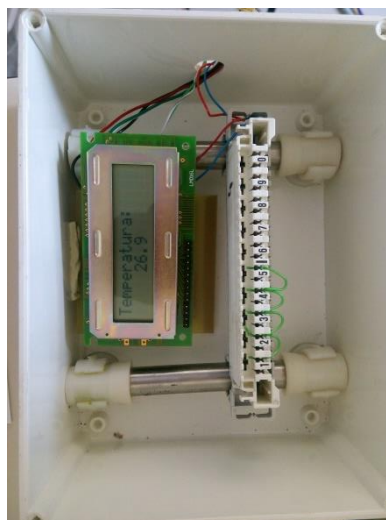


Figura 5.15: Protótipo implementado para recolha de alarmes via DSLAM .

Na figura, pode-se observar o bloco KRONE com as ligações ao cabo para conexão ao DSLAM IP, assim como a ligação ao módulo de verificação da temperatura. A disposição de todo o material numa caixa permite uma imobilização dos elementos, bem como permite agrupar as junções para a não dispersão dos cabos, formalizando o protótipo.

Em relação ao custo do equipamento desenvolvido, valor importante para uma implementação em escala, estimou-se o valor total do material em 30 euros (caixa de suporte, *hardware* e cablagem).

5.4 Resultados obtidos após o estudo e implementação da solução

Em relação ao protótipo de recolha de alarmes, os requisitos iniciais da empresa foram cumpridos. Até à data da elaboração deste relatório, o protótipo esteve em funcionamento durante cerca de um mês, não mostrando qualquer ineficiência. O comportamento do protótipo decorreu como o previsto, tendo sido efetuada uma visita com periodicidade semanal para ativação manual dos sistemas e verificação do seu correto funcionamento.

Na figura 6.1 encontra-se a representação de um desses testes de verificação para o elemento protótipo (designação atribuída [TESTE_MAD]), obtido na plataforma SGA.

	registro	arquivo	últ. alteração	início	últ.início	últ.fim	#	dominio	tipo entidade	entidade	problema
	03/09/14 10:36:46	03/09/14 10:51:25		03/09/14 10:36:06	03/09/14 10:44:18	03/09/14 10:44:21	4	AMB	LOCAL	(TESTE_MAD) SL3.1 AMB:TEMPERATURA ALTA	TEMPERATURA ALTA
	03/09/14 10:38:50	03/09/14 10:44:56		03/09/14 10:37:51	03/09/14 10:37:51	03/09/14 10:38:47	1	EG	LOCAL	(TESTE_MAD) REARM 1.DISPARO	DISPARO
	03/09/14 10:54:28	03/09/14 11:02:21		03/09/14 10:54:19	03/09/14 10:54:19	03/09/14 10:55:52	1	AMB	LOCAL	(TESTE_MAD) SL3.1 AMB:TEMPERATURA ALTA	TEMPERATURA ALTA
	03/09/14 10:39:00	03/09/14 10:41:56		03/09/14 10:38:09	03/09/14 10:38:09	03/09/14 10:38:22	1	EG	LOCAL	(TESTE_MAD) RETIFICADOR:FALHA DE RETIFICADOR	AVARIA
	03/09/14 10:39:05	03/09/14 10:44:56		03/09/14 10:38:28	03/09/14 10:38:28	03/09/14 10:38:34	1	EG	LOCAL	(TESTE_MAD) RETIFICADOR.TENSAO BAIXA (DC)	TENSAO DC BAIXA
	03/09/14 10:38:59	03/09/14 10:41:56		03/09/14 10:37:59	03/09/14 10:37:59	03/09/14 10:38:22	1	SG	LOCAL	(TESTE_MAD) CTRL.ACESSO.PORTA ABERTA	PORTA ABERTA

Figura 5.16: Exemplo de funcionamento do protótipo elaborado.

Nos registos retirados da plataforma SGA é possível observar os problemas associados a cada entidade, identificadas no capítulo 5. Para o sistema de temperatura alta, o teste refere-se ao aumento da temperatura em dois momentos.

5.5 Sumário

Neste capítulo foca o trabalho realizado opara a solução de um problema encontrado pelo departamento da Portugal Telecom. O estudo do equipamento alusivo à recolha de alarmes em casinhotos envolveu o contacto com os fornecedores do material, bem como a aplicação de técnicas de controlo e desenvolvimento de software para o microcontrolador Arduino.

O trabalho realizado está concebido para a ligação dos casinhotos na rede de gestão, através do equipamento da rede empresarial ADSL, decrescendo o valor de um módulo a adquirir em cerca de 70 %.

6 Conclusões

A realização deste estágio permitiu a interação com a área das telecomunicações, em expansão mundial, num contexto empresarial e tecnologicamente avançado.

O trabalho desenvolvido proporcionou obter um ponto de vista claro sobre o equipamento afeto a cada tecnologia e à forma como se procede à interligação entre tecnologias usadas na rede *core*.

No estudo realizado, envolveu-se o conhecimento das causas propulsoras de uma empresa internacional, no ramo das Tecnologias de Informação e Comunicação. No que se refere à aplicação normativa ou de recomendação, este trabalho cumpriu os requisitos em vigor, tanto para os traçados em pares de cobre, como para os traçados em fibra ótica, do ponto de vista do operador.

Em relação aos aspetos de transmissão, destacou-se os ambientes propícios à sua ocorrência, assim como um conjunto de padrões, identificados pela *Internacional Telecommunication Union* e pela *Internet Engineering Task Force*, o que permitiu compreender a origem dos alarmes, nomeadamente em relação à rede derivada de equipamentos Emilos, da Portugal Telecom Inovação.

O conhecimento de alguns pontos da rede, decorrente de visitas efetuadas, tornou possível compreender o funcionamento de um conjunto de sensores implementados por motivos de segurança, assim como os *outputs* recolhidos pelo Sistema de Gestão de Alarmes.

À medida que aumentava a familiarização com as siglas alfanuméricas utilizadas pela Portugal Telecom, foi possível registar que também o procedimento se tornou mais ágil e rápido, permitindo encontrar os padrões para a correlação dos dados e a devida construção do portal DOPM-PGR.

As necessidades e as dificuldades encontradas ao longo do período de permanência na empresa e o conseqüente desenvolvimento de competências de análise permitiram encarar a possibilidade de dilatar os objetivos iniciais para a inclusão de outros campos, nomeadamente a introdução dos elementos a atuar em primeiro plano, num cenário de avaria; a introdução de projetos recentes com intervenção na rede e, ainda, a inserção de possíveis assuntos agendados.

A introdução de *software* de desenvolvimento (MySQL, PHP e HTML5) e os requisitos impostos pela empresa permitiram a construção de um conjunto de tabelas dinâmicas, intercaladas em termos estruturais e perfeitamente concentráveis num servidor empresarial, favorecendo os interesses empresariais.

O aumento da capacidade de processamento, bem como a rapidez de uma tarefa de correlação, anteriormente morosa, permitirão, a longo prazo (ao fim de um ano), retirar dados estatísticos para melhoria das condições de fornecimento aos clientes.

Com efeito, a exploração deste sistema desenvolvido na área das telecomunicações já demonstrou a sua viabilidade no que concerne à deteção de alarmes

de temperatura de curta duração e a sua relação com certos elementos, permitindo a identificação de causas para estes alarmes.

Em relação ao sistema protótipo elaborado, verificou-se que o trabalho a efetuar pelo módulo pode ser facilmente replicado e que este, por ser semelhante às abordagens usadas pelos técnicos noutros pontos da rede, também fornece as condições de montagem e utilização ideais. No que concerne ao preço mencionado, para uma empresa de grandes dimensões, o custo pode ser reduzido, realizando uma encomenda de maior volume a empresas primárias.

Em termos de trabalhos futuros, a aplicação Portal DOPM-PGR será certamente expandida, realizando o tratamento estatístico anual e incorporando as sugestões afetas a uma utilização periódica, inicializada em junho de 2014.

A anexação de outros campos afetos aos alarmes e ao departamento, nomeadamente a inclusão de dados até agora tratados em outros ficheiros, está em estudo.

Em suma, a oportunidade de estágio e o desenvolvimento de trabalho conjunto com o operador PT permitiu um conhecimento detalhado das tecnologias e da sua implementação, em especial da rede SDH e das infraestruturas de apoio à rede *core*.

Bibliografia

- [1 PT Portugal SA, *TXD, Tecnologias XDSL*. Portugal, 2011.
]
- [2 ANACOM. (2014) ANACOM Autoridade Nacional de Comunicações. [Online].
] <http://www.anacom.pt/>
- [3 Portugal Telecom, *Manual de Manutenção dos Cabos Submarinos*, 2009.
]
- [4 PT Portugal, SA, *TXB : Tecnologias Backbone*. Portugal, 2011.
]
- [5 Rogério Santos. (1999) *História das Telecomunicações em Portugal*. [Online].
] <http://www.bocc.ubi.pt/esp/autor.php?codautor=151>
- [6 Prakash C. Gupta, *Data Communications and Computer Networks*.: Prentice Hall, 2006.
]
- [7 Thomas Starr, Massimo Sorbara, Jhon Cioffi, and Peter Silverman, *DSL Advances*. USA:
] Prentice Hall, 2003.
- [8 Curt White, *Data Communications and Computer Network: A Business User's Approach*, 7th
] ed. Boston , USA: Course Technology, 2013.
- [9 John Turnbull and Simon Garret, *Broadband Applications and the Digital Home*, The
] Institution of Engineering and Technology, Ed. London, UK, 2008.
- [1 Roger L. Freeman, *Fundamentals of Telecommunications*, John Proakis, Ed. NY, USA: John
0] Wiley & Sons, Inc., 1999.
- [1 ETSI - European Telecommunications Standards Institute. (n.d.) ETSI - European
1] Telecommunications Standards Institute. [Online]. <http://www.etsi.org/>
- [1 James Downing, *Fiber Optic Communications*. NY: Thomson Delmar Learning, 2005.
2]
- [1 V. S. Bagad, *Optical Communications*.: Technical Publications Pune, 2009.
3]
- [1 Internation Telecommunication Union. OTN - SDH & SONET Related Recommendations and
4] Standards. [Online]. <http://www.itu.int/ITU-T/2001-2004/com15/otn/SDH-rec.html>
- [1 Chris Hellberg, Dylan Greene, and Truman Boyes, *Broadband Network Architectures:
5] designing and deploying triple play services*. Boston, USA: Pearson Education, Inc, 2007.

Bibliografia

- [1 International Telecommunication Union. G.992.1 Asymmetric digital subscriber line (ADSL) 6] transceivers. [Online]. <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.1>
- [1 John M. Senior, *Optical Fiber Communications - Principles and Practice*, 3rd ed. Harlow, UK: 7] Prentice Hall Europe, 2009.
- [1 JDS Uniphase Corporation. (2013) SDH - Synchronous Digital Hierarchy. 8]
- [1 J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin. (1990) A simple network management 9] protocol (SNMP). [Online]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>
- [2 Ashwin Gumaste and Tony Antony, "DWDM Network Designs and Engineering Solutions," 0] *Cisco Press*, Dezembro 2002.
- [2 PT Portugal, SA. (2012) Manual de gestão e operação do SGTFO. Documento. 1]
- [2 Internation Telecommunication Unio. Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) 2] equipment functional blocks. [Online]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.783/en>
- [2 Sebastian Abeck et al., *Network Management Know It All*. Oxford, UK: Elsevier, 2009. 3]
- [2 LLC Omron Electronic Components. (2014) A-20GV2-B Datasheet - Omron Electronics LLC. 4] [Online]. <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/333062/OMRON/A-20GV2-B.html>
- [2 GEWISS. (2008, Setembro) Pro gewiss / Serie 90 Restart / Autotest Pro. [Online]. 5] <http://pro.gewiss.com/irj/go/km/docs/FILE/ZMN/74268780.pdf>
- [2 Atmel Corporation. (2009, Outubro) AVR Datasheet ATmega328. [Online]. 6] <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>
- [2 SENSIRION AG. (2011, Dezembro) Datasheet SHT1x. [Online]. 7] http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf
- [2 Omron Electronic components. (2014, Maio) Surface-mounting Relay G6J-Y. [Online]. 8] http://www.omron.com/ecb/products/pdf/en-g6j_y.pdf
- [2 Hitachi, Ltd. (1998) HD44780U (LCD-II). [Online]. 9] <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf>
- [3 UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD. UTC LM78XX LINEAR INTEGRATED CIRCUIT. [Online]. 0] http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet_pdf/unisonic-

Bibliografia

[technologies/LM7805_to_LM7818.pdf](#)

[3 IPMA. (2014, Agosto) IPMA-009. [Online].

1] <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/009>

[3 Perambur Neelakanta, *ATM Telecommunications: Principles and implementation*. USA: CRC

2] Press, 2000.

[3 Behrouz A. Forouzan and Sophia Chung Fegan, *Protocolo TCP/IP*, 3rd ed. Portalegre: Mc

3] Graw Hill, 2010.

Anexos

Nesta parte do trabalho apresentam-se alguns dados utilizados internacionalmente e que complementam o trabalho, assim como algumas características da modulação ADSL.

Anexo A

Na tabela A.1 estão colocadas as designações internacionais para diferenciação entre condutores de pares de cobre, utilizadas para a implementação da rede do operador.

Tabela A.1: Classificação dos cabos em relação aos Condutores

Material dos condutores	Designação	Flexibilidade dos condutores	Designação
Cobre macio		Rígidos	
Cobre duro	K	Flexíveis	F
Liga de cobre	1K	Extra-flexíveis	FF
Condutores bimetálicos	W		
Alumínio	L	Material do isolamento	
Liga de alumínio	1L	Papel	P
		Composição de elastómeros	B
Blindagem		Policloreto de vinilo	V
Comum	H	Polietileno	E
Individual	1H	Polietileno celular	1E
Em Z	2H	Geleia de petróleo	G
Material da BAINHA		Acabamento e reforço mecânico	
Chumbo	C	Juta interior	
Alumínio	L	Juta exterior	J
Elastómeros não especificados	B	Trança têxtil	T
Policloropreno	N	Trança de cobre	Q
Policloreto de vinilo	V	Trança de ferro galvanizado	1Q
Polietileno	E	Armadura de 2 fitas de aço	A
Polietileno celular	1E	Armadura de fio de aço	R
		Armadura de barrinhas de aço	M
Indicações diversas		Armadura não magnética	1A, 1R ou 1M
Condutores dispostos paralelamente	D	Armaduras duplas	AA, RR, etc.
Cabos Auto suportados	S		

Anexo B

Na tabela B.1 estão colocadas as designações internacionais para diferenciação entre cabos de Fibra ótica, utilizadas para a implementação da rede de operador.

Tabela B.1: Caracterização do cabo de fibra ótica do operador [PT].

Caracterização exterior do cabo	Designação	Caracterização interior do cabo	Designação
Enchimento de geleia.	G	<i>Loose</i> (solta)	L
Blindagem estanque.	1H	<i>Tight</i> (apertada)	T
Elemento de reforço em fibra plástica ou Aramida	Z	<i>Slottedcore</i> (núcleo ranhurado)	S
Bainha em polietileno.	E	<i>Ribbon</i> (fita)	R
Armadura em fita de aço	A	Monomodo	U
Armadura de aço corrugado.	2A	Multimodo	M
Proteção balística.	2Z	Primeira (850nm)	P
Bainha em PVC	V	Segunda (1310nm)	S
Tensor de cabo aéreo metálico	S	Terceira (1550nm)	T
Tensor de cabo aéreo não-metálico	1S	Primeira e Segunda (850/1310nm).	PS
		Segunda e Terceira (1310/1550nm)	ST
		Elementos adicionais	Designação
		Número de condutores de cobre	nC
		Número de elementos cegos	nE

Anexo C

Neste anexo apresenta-se as diferenças entre os Códigos HDB3 e 2B1Q comparativamente ao código binário.

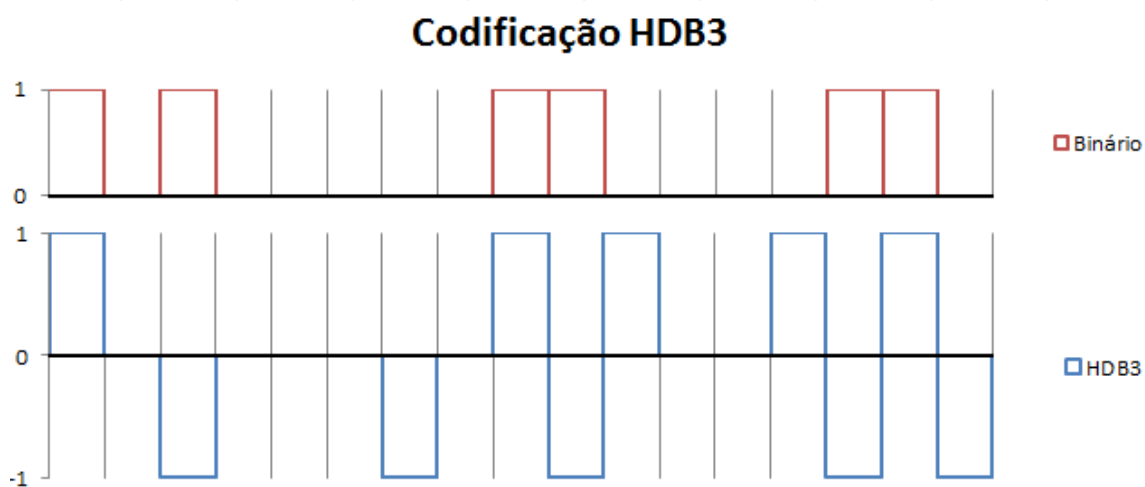


Figura C.0.1: Codificação HDB3

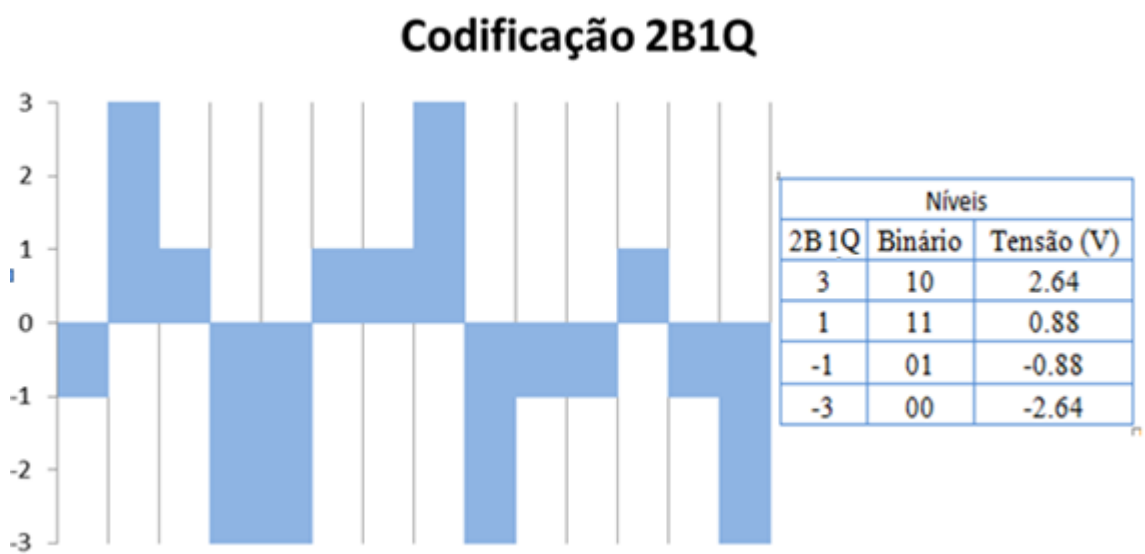


Figura C.0.2: Codificação 2B1Q

Anexo D

Condições ambientais normais para a cidade do Funchal, registadas desde 1981 até 2010, com destaque para a variação das temperaturas máximas médias entre os valores de 25.9°C, e com um valor máximo de 38.4°C.

Estação: sinóptica; Número: 522; Localização: Lat.: 32°38'N; Lon.: 16°53'W; Alt.: 58m; Período de funcionamento: 1949 até à data.

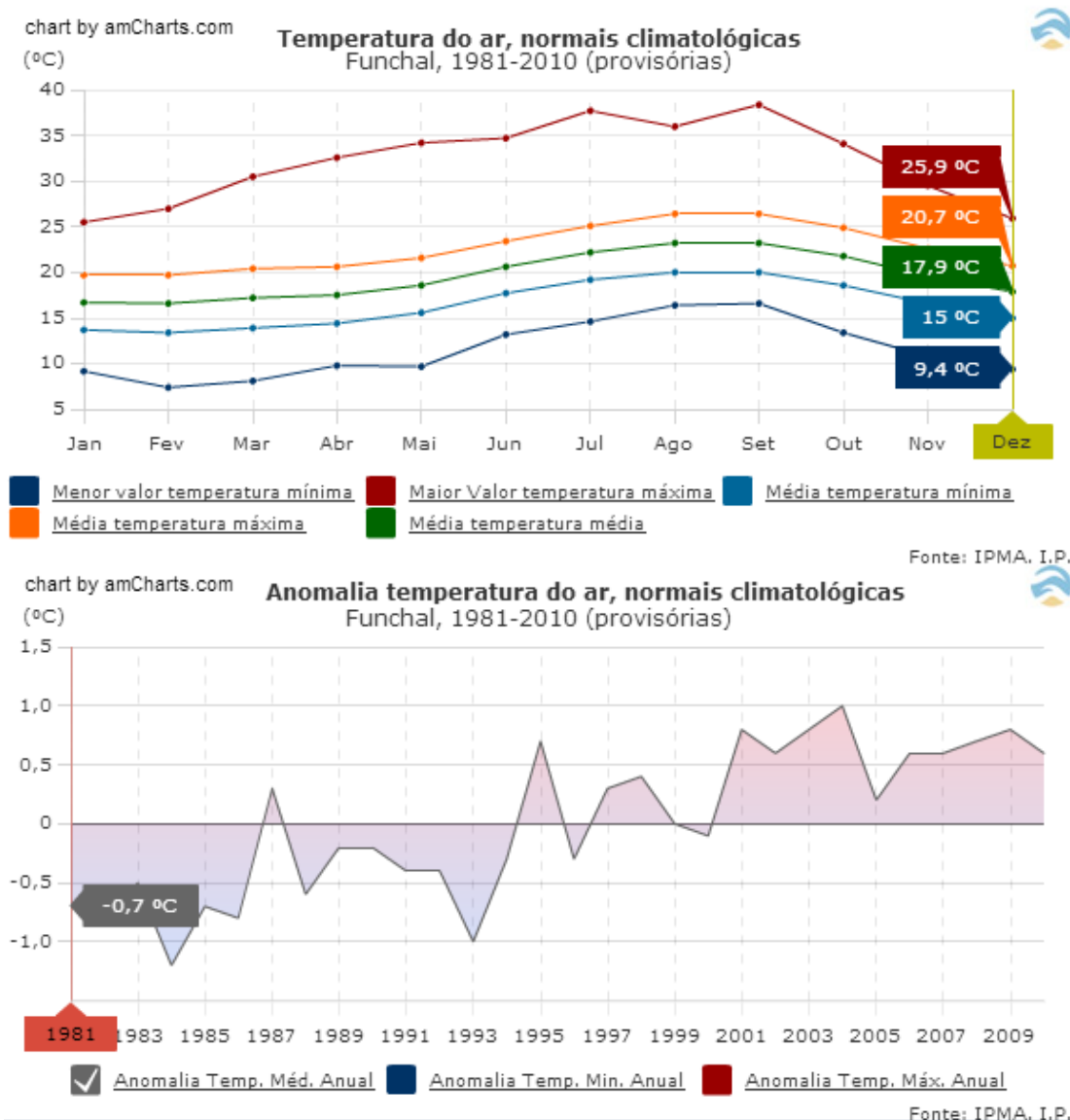


Figura D.0.1: Dados Normais Climatológicas - 1981-2010 – Funchal [31].

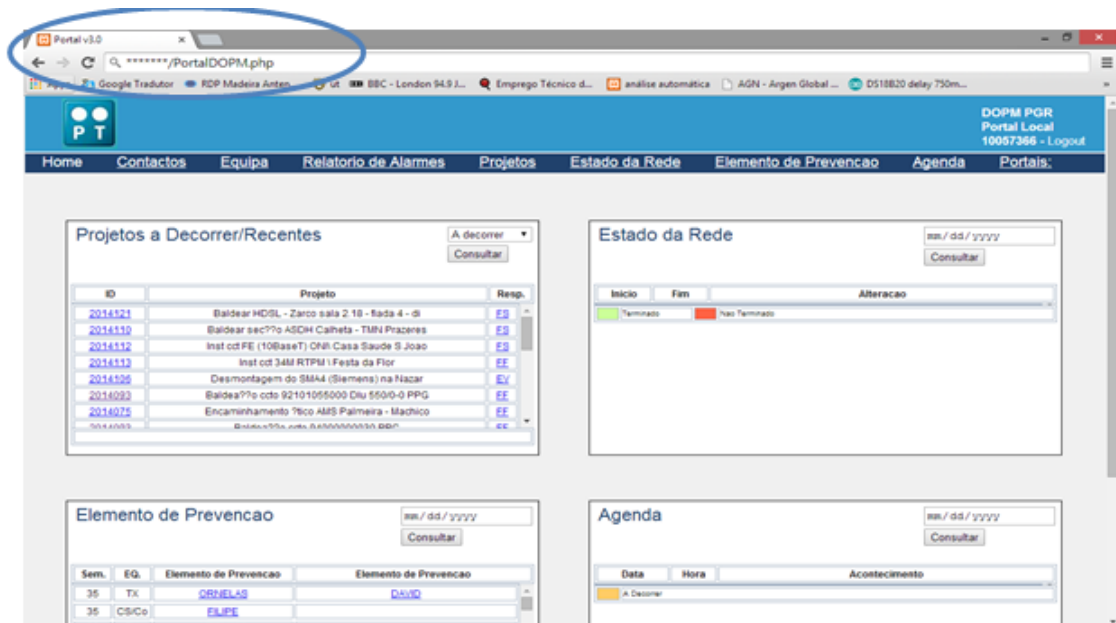
Anexo E

Neste anexo apresenta-se o guião de manutenção do portal DOPM-PGR. O mesmo foi requisitado pelos orientadores externos e necessário para eventuais alterações e expansões futuras.

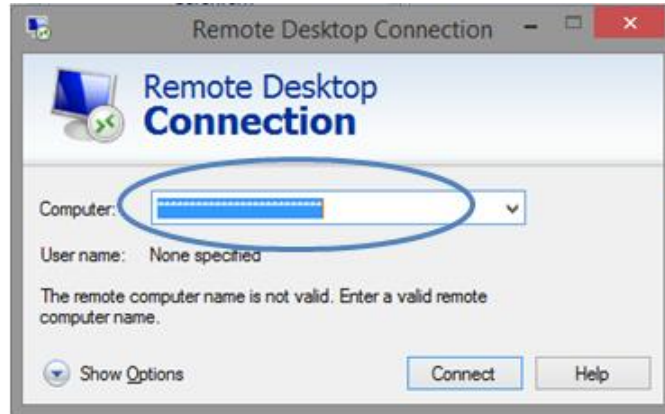
Guião de manutenção do portal DOPM – PGR

Instalação e acesso ao servidor para manutenção.

- *Software* necessário para o computador com ligação à rede interna PT:
 1. Windows XP (ou versão mais recente);
 2. XAMPP;
 3. MySQL;
 4. Microsoft Office®;
- Acesso ao portal:
 1. Estabelecer ligação com a rede interna PT;
 2. Aceder ao *browser* Google Chrome®;
 - 3.



- Acesso ao servidor para ligação ao ambiente de trabalho remoto:
 1. Estabelecer ligação local à rede interna PT.
 2. Aceder à linha de comandos mstsc.
 3. :



- Acesso à base de dados:
 1. Depois de aceder ao servidor;
 2. Entrar no domínio MyPHPAdmin;
 3. Digitar utilizador: *****
 4. Palavra-Passe: *****

- Mapeamento das tabelas de dados:

Tabela E.2: Correspondência entre as tabelas (A, B, C, D, E, F) e os conteúdos.

Letra	Dados	Descrição do Conteúdo
A	Utilizadores	Informações pessoais dos utilizadores
B	Elemento de Prevenção	Designação das datas e dos elementos de prevenção
C	Projetos	Informação das alterações efetuadas na rede
D	Estado da Rede	Acontecimentos registados sobre a rede
E	Agenda	Trabalhos e outros acontecimentos programados
F	Relatório de Eventos	Tratamento dos alarmes da rede

- Colunas da tabela utilizadores (A)

Tabela E.3: Correspondência das colunas da tabela A e os dados.

Letra	Dados
AA	Nº de utilizador
AB	Palavra passe
AC	Área de Trabalho
AD	Nome
AE	Iniciais
AF	Código
AG	Nº de Telemóvel 1
AH	Nº de Telemóvel 2
AI	Nº de Telefone
AJ	<i>E-mail</i>
AK	Privilégios

- Colunas da tabela elemento de prevenção (B)

Tabela E.4: Correspondência das colunas da tabela B e os dados.

Letra	Dados
BA	Nº de Utilizador
BC	Semana
BD	Área
BE	Data de início
BF	Data de Fim
BG	Elemento 1
BH	Elemento 2

- Colunas da tabela projetos (C)

Tabela E.5: Correspondência das colunas da tabela C e os dados.

Letra	Dados
CA	Nº de Utilizador
CB	Nº de Projeto
CD	Nº de Subprojeto
CE	Projeto
CF	Responsável
CG	Data de início
CH	Data de conclusão
CI	Estado
CJ	Data de entrada ao serviço

- Colunas da tabela Estado da Rede (D)

Tabela E.6: Correspondência das colunas da tabela D e os dados.

Letra	Dados
DA	Nº de Utilizador
DB	Data e Hora de Início
DC	Data e Hora de Fim
DD	Alarme Verificado
DE	Data e Hora de Registo

- Colunas da tabela Agenda (E)

Tabela E.7: Correspondência das colunas da tabela E e os dados.

Letra	Dados
EA	Nº de Utilizador
EB	Data
EC	Hora
ED	Acontecimento Agendado
EF	Hora de afetação a rede
EG	Fim de afetação da rede
EH	Acontecimento

- Colunas da tabela Relatório de Eventos (F)

Tabela E.8: Correspondência das colunas da tabela F e os dados.

Letra	Dados
ID	Identificador do evento
Sub ID	Sub Identificador do evento
Início	Início dos alarmes do evento
Fim	Fim dos alarmes do evento
Duração	-
Título	Designação do evento
Descrição	-
Entidade Descrição	Entidade afeta
Ocorrências	Nº de alarmes afetos ao evento
Serv	Serviços afetados
Notas	Observações/Sugestões

Anexo F

Neste anexo apresenta-se a apreciação do trabalho realizado. O mesmo foi elaborado pelos orientadores externos e resume a funcionalidade do trabalho e a descrição dos objetivos propostos.



O Nuno Duarte Abreu Carreira, aluno do Mestrado de Telecomunicações e Redes de Energia da Universidade da Madeira, realizou um estágio curricular na Portugal Telecom, entre 20/01 e 5/09/2014, tendo desenvolvido a sua atividade na área da gestão da rede de telecomunicações.

Do programa de estágio constava uma primeira fase de observação e acompanhamento das operações no terreno e da respetiva alarmística que é recolhida no Sistema de Gestão de Alarmes, tendo como base de trabalho a realização de um portal, em forma de *logbook*, em que fosse possível registar os alarmes e eventos correlacionados.

A implementação deste portal veio de encontro a uma necessidade sentida no seio da organização de Operações da Rede de Telecomunicações da PT na Madeira, com vista a permitir um acesso generalizado da equipa a um conjunto de informação atualizada sobre o estado da rede, associando-o às atividades e eventos que estão a decorrer, facilitando desta forma a correlação dos acontecimentos, numa lógica de causa/efeito.

O resultado alcançado corresponde à expectativa inicial e constitui uma mais-valia nas ferramentas da equipa operacional e o seu desenvolvimento foi conseguido através de uma metodologia participada em que o estagiário necessitou de contactar com as diferentes áreas tecnológicas, de forma a perceber a sua interdependência funcional. Foi também importante o acompanhamento das operações no terreno, assim como o conhecimento das várias infraestruturas existentes, para perceber a atividade na rede e os diferentes níveis de redundância e consequente disponibilidade e qualidade de serviço.

Para a segunda fase do estágio foi proposta a implementação de um protótipo para recolha e concentração de alarmes externos em instalações cujos sistemas de alimentação, segurança e ambiente não o disponibilizam.

A realização deste protótipo foi pensada para resolver uma lacuna que existe em algumas instalações não standard (designadas por casinhotos). O protótipo foi implementado com sucesso e a sua simplicidade e baixo custo apresentam vantagens face às soluções disponíveis no mercado.

O orientador do estágio

Paulo Machado
Consultor Sénior