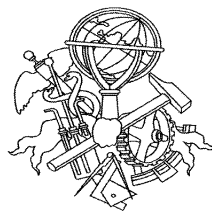


# PROJECTO, OPTIMIZAÇÃO E GESTÃO DE REDES MAIS

Pedro Miguel da Costa Araújo



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização de Telecomunicações

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2011



Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de  
Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de  
Computadores

Candidato: Pedro Miguel da Costa Araújo, Nº 1060416, 1060416@isep.ipp.pt  
Orientação científica: Pedro João De-Francesco Resende Fortuna Assis, pfa@isep.ipp.pt

Empresa: Portugal Telecom Inovação

Supervisão: Bruno Daniel Malha, bruno-d-malha@ptinovacao.pt



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Área de Especialização de Telecomunicações

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

15 de Novembro de 2011



Aos meus pais e família



## *Agradecimentos*

Neste momento em que termina uma fase importante da minha vida e a partir do qual anseio por novos projectos e desafios para uma progressão ainda maior no conhecimento, é tempo de olhar para trás e relembrar as pessoas que tornaram este momento possível.

Quero agradecer ao professor Pedro Assis, por todo o apoio prestado no decorrer deste trabalho, visando a sua melhoria.

Não posso deixar de agradecer ao Eng. Bruno Malha pela ajuda, paciência, pelos conselhos e oportunidade de realizar este trabalho, o qual foi uma pequena parte do conhecimento que adquiri no âmbito do estágio realizado na PT Inovação.

A todos os colegas e amigos do departamento onde fui acolhido no decorrer deste trabalho. Sem a sua ajuda o tempo ali passado teria sido mais monótono e algumas questões ainda estariam sem resposta.

A toda a minha família pela compreensão e apoio que me deram durante o meu percurso académico.



## *Resumo*

Actualmente serviços e aplicações de nova geração fazem uso de diversas tecnologias associadas às redes móveis, eventualmente algumas ainda em fase de implementação. O que conduz à necessidade de oferecer maior largura de banda nas redes de transmissão. Surge assim a necessidade de modernizar a rede de transporte para fazer face a tais requisitos.

Este trabalho aborda as opções actualmente disponíveis para concretizar tal modernização. De entre estas destaca-se, por ser a mais vantajosa, a optimização da largura de banda existente recorrendo a equipamentos com funcionalidades de agregação e optimização de tráfego. Neste contexto o sistema MAiS (*Mobile Access and Optical Integration System*), estudado ao longo deste trabalho, apresenta-se como uma solução técnica viável para suportar a integração de redes móveis e de acesso.

Ao longo deste trabalho realizou-se o estudo da família de equipamentos MAiS, quer a nível de *hardware*, quer ao nível do seu funcionamento interno, como também a análise de diversos fluxos de tráfego. Para isso, foram estudadas as tecnologias necessárias para uma boa compreensão dos pontos mais importantes deste equipamento.

Relativamente à análise do desempenho dos sistemas de optimização, foram desenvolvidas aplicações que se revelaram úteis para a agilização e automatização das tarefas associadas às análises. As aplicações desenvolvidas também disponibilizam relatórios e alarmes (associados ao desempenho das interfaces de optimização), podendo ser utilizadas como medida preventiva em cenários de maior instabilidade. As aplicações foram validadas em ambiente laboratorial, com diversas funcionalidades e em diversas versões de *firmware* diferentes, tendo-se atingido a uma solução multi-versão.

### ***Palavras-Chave***

Optimização, Redes de transmissão, Redes móveis, Suporte e Gestão de Redes.



## *Abstract*

Currently new generation services and applications make use of various technologies associated with mobile networks, some eventually in implementation phase. This leads to the need to offer higher transmission networks bandwidth. Thus arises the need to modernize the transmission network to meet these requirements.

This discusses the options currently available to implement such modernization. Among these stands out, as the most advantageous, the bandwidth optimization using existing equipment with features of traffic aggregation and optimization. In this context the system MAiS (Mobile Access and Optical Integration System), studied in this, presents itself as a viable technical solution to support the mobile and access networks integration.

Throughout this was carried out the study of MAiS equipments' family, both in terms of hardware level, as in terms of its internal operations, as well as the analysis of several traffic flows. For this, have been studied the technologies required for a proper understanding of the major points of this equipment.

About the optimization system's performance, applications have been developed that have proven to be useful for speeding and automating the tasks associated with the analysis. These applications also provide reports and alarms (linked to the optimization interfaces' performance) and can be used as a preventive measure on scenarios of greater instability. The applications were validated in laboratory environment, using numerous features and several firmware versions, and it was achieved a multi-version solution.

### ***Keywords***

Optimization, Transmission Networks, Mobile Networks, Network Management and Support.



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2. OBJECTIVOS.....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	2
<b>2. ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>3</b>
2.1. ARQUITECTURA NETB@ND.....	3
2.2. REDES DE TRANSPORTE .....	4
2.3. TDM .....	7
2.4. PDH .....	8
2.5. INTERFACE E1 .....	11
2.6. SDH .....	14
2.7. STM .....	16
2.8. ATM .....	22
2.9. IMA.....	29
2.10. DCME.....	30
2.11. TECNOLOGIAS DE REDES MÓVEIS.....	31
<b>3. SISTEMA MAIS</b> .....	<b>35</b>
3.1. FUNCIONALIDADES .....	37
3.2. ENQUADRAMENTO E PRINCIPAIS CLIENTES .....	38
3.3. AGREGAÇÃO E OPTIMIZAÇÃO.....	39
3.4. PLACA TRIBUTÁRIA MAiS-T .....	43
3.5. PLACA AGREGADORA MAiS-AG.....	44
3.6. MAiS1 E MAiS2 .....	46
3.7. MAiS16.....	49
3.8. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA MAiS .....	51

<b>4. PROJECTO &amp; ANÁLISE DE CENÁRIOS DE REDES MAIS.....</b>	<b>63</b>
4.1. PROJECTO DE UMA REDE MAIS .....	63
4.2. LIGAÇÃO ENTRE UM REMOTO MAIS1 E UMA UNIDADE CENTRAL MAIS16.....	73
4.3. PILOTO LABORATORIAL.....	74
4.4. ANÁLISE CONCEPTUAL DOS PERCURSOS DOS FLUXOS DE TRÁFEGO .....	77
4.5. ANÁLISE FUNCIONAL DOS BLOCOS INTERVENIENTES NOS PERCURSOS DOS FLUXOS DE TRÁFEGO....	81
<b>5. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES DE DIAGNÓSTICO E SUPORTE PARA EQUIPAMENTOS MAIS .....</b>	<b>89</b>
5.1. APLICAÇÃO RECOLHA INFO MAIS .....	90
5.2. APLICAÇÃO ALARMES OPT MAIS .....	92
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>103</b>
6.1. REVISÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO.....	103
6.2. CONTRIBUIÇÕES RELEVANTES .....	104
6.3. TRABALHO FUTURO.....	104
<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....</b>	<b>105</b>

## *Índice de Figuras*

Figura 1	Arquitectura netB@nd [1].....	4
Figura 2	Segmentos [1].....	4
Figura 3	Segmento Residencial/Empresarial [1] .....	5
Figura 4	Segmento de Acesso [1].....	6
Figura 5	Segmento de Agregação/Metro [1] .....	6
Figura 6	Segmento de core (1).....	7
Figura 7	Processo de multiplexagem [3] .....	8
Figura 8	Diagrama representativo da multiplexagem PDH [7] .....	9
Figura 9	Sincronização da multiplexagem PDH [7].....	9
Figura 10	Add and Drop plesiócrono [3].....	10
Figura 11	Estrutura da trama E1 .....	11
Figura 12	Estrutura de uma multitrama E1 .....	12
Figura 13	Estrutura do Time Slot 0 .....	12
Figura 14	Estrutura do Time Slot 16 .....	12
Figura 15	Transmissão do bit E [9] .....	14
Figura 16	Transmissão do bit A [9].....	14
Figura 17	Arquitectura de um sistema SDH.....	16
Figura 18	Estrutura de uma trama STM-1 .....	17
Figura 19	Estrutura de multiplexagem SDH [40].....	19
Figura 20	Representação da transmissão de alarmes ao longo de um caminho [17].....	20
Figura 21	Diagrama de sincronização [17].....	21
Figura 22	Modelo de referência ATM [7] .....	23
Figura 23	Ligações lógicas ATM .....	24
Figura 24	Estrutura geral da célula ATM .....	24
Figura 25	Estrutura do cabeçalho ATM .....	25
Figura 26	Mapeamento ATM em VC-4 [40].....	29
Figura 27	Diagrama representativo da transmissão de uma interface IMA [47].....	30
Figura 28	Representação da constituição de uma interface IMA .....	30
Figura 29	Interface de transmissão entre BTSs e respectiva BSC [21] .....	31
Figura 30	Interligação entre Nós B e respectivo RNC [6].....	32
Figura 31	Arquitectura WIMAX [29].....	33
Figura 32	MAiS na Arquitectura netB@nd [1] .....	38
Figura 33	Principais clientes dos equipamentos MAiS [2].....	39
Figura 34	Diagrama representativo de Agregação e Optimização .....	40

Figura 35	Exemplo de uma agregação de tráfego num equipamento .....	40
Figura 36	Vista de uma placa tributária MAiS-T .....	43
Figura 37	Diagrama de blocos de uma placa tributária MAiS-T [34] .....	43
Figura 38	Vista de uma placa agregadora MAiS-AG .....	45
Figura 39	Diagrama de blocos de uma placa agregadora MAiS-AG [34] .....	46
Figura 40	Vista frontal de uma unidade MAiS1 .....	47
Figura 41	Vista frontal de uma unidade MAiS2 .....	47
Figura 42	Vista posterior de uma unidade MAiS1 ou MAiS2 .....	48
Figura 43	Diagrama de blocos de uma unidade MAiS2 [34] .....	48
Figura 44	Vista frontal de uma unidade MAiS 16 .....	49
Figura 45	Vista posterior de uma unidade MAiS 16 .....	50
Figura 46	Janela principal do AgoraNG .....	52
Figura 47	O Agora-NG na arquitectura netB@nd (1) .....	52
Figura 48	Âmbito de um domínio de gestão .....	55
Figura 49	Domínio gerido com mapa .....	55
Figura 50	Circuito estabelecido, com protecção .....	57
Figura 51	Terminal CLI de um equipamento MAiS .....	58
Figura 52	Janela de mapeamento de Domínio Gerido em IP .....	59
Figura 53	Janela de Descoberta de equipamentos por endereço IP .....	59
Figura 54	Janela de Inserção de equipamentos de rede .....	59
Figura 55	Janela de configuração dos parâmetros de inserção de um equipamento .....	60
Figura 56	Representação de equipamento MAiS no <i>Assure Pack</i> .....	61
Figura 57	Janela Equipamento MAiS no <i>Assure Pack</i> .....	62
Figura 58	Janela de carta tributária .....	62
Figura 59	Diagrama representativo da rede completa .....	64
Figura 60	Análise do equipamento em SITE 1 .....	65
Figura 61	Representação da ocupação do equipamento em SITE 1 .....	67
Figura 62	Análise do equipamento em SITE 2 .....	68
Figura 63	Representação da ocupação do equipamento em SITE 2 .....	70
Figura 64	Análise do equipamento em SITE 3 .....	71
Figura 65	Representação da ocupação do equipamento em SITE 3 .....	72
Figura 66	Cenário ligação MAiS1 remoto a MAiS16 central .....	73
Figura 67	Cenário 4 MAiS1 ligados a um MAiS16 central .....	75
Figura 68	Montagem em laboratório para análise do cenário instalado em campo .....	75
Figura 69	Montagem em laboratório tendo em conta os equipamentos de teste .....	76
Figura 70	Popup de erro de inserção de equipamento no AgoraNG .....	76
Figura 71	Percurso de tráfego 3G .....	77
Figura 72	Percurso de tráfego 2G .....	77
Figura 73	Percurso de tráfego 3G .....	78

Figura 74	Percurso de tráfego 2G .....	78
Figura 75	Percurso de tráfego 3G .....	78
Figura 76	Percurso de tráfego 2G .....	79
Figura 77	Percurso de tráfego 3G .....	79
Figura 78	Percurso de tráfego 2G .....	79
Figura 79	Percurso de tráfego 2G, 3G ATM e 3G Ethernet .....	80
Figura 80	Percurso de tráfegos 2G, 3G e Ethernet .....	80
Figura 81	Percurso de tráfegos 2G 3G ATM e Ethernet .....	81
Figura 82	Entrada de tráfego 2G na carta MAiS-T .....	82
Figura 83	Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-AG .....	83
Figura 84	Entrada de tráfego 3G na MAiS-T e saída na carta MAiS-AG .....	84
Figura 85	Entrada e saída de tráfego 3G pela carta MAiS-AG .....	85
Figura 86	Entrada de tráfego 2G numa carta MAiS-AG .....	85
Figura 87	Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-AG .....	86
Figura 88	Entrada e saída de tráfego 3G pela carta MAiS-AG .....	87
Figura 89	Entrada de tráfego 2G pela carta MAiS-AG .....	87
Figura 90	Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-T .....	88
Figura 91	Janela principal da aplicação Recolha Informações MAiS .....	91
Figura 92	Diagrama da aplicação Recolha Informações MAiS.....	92
Figura 93	Interfaces de optimização e <i>links</i> respectivos num equipamento MAiS .....	93
Figura 94	Diagnóstico de um <i>link</i> referente a uma interface de optimização.....	94
Figura 95	Janela principal da aplicação Alarmes OPT MAiS .....	94
Figura 96	Janela de alarmes da aplicação Alarmes OPT MAiS .....	95
Figura 97	Janela de opções de configuração da aplicação Alarmes OPT MAiS.....	96
Figura 98	Mensagem de erro relativa a problema de ligação com o equipamento remoto .....	96
Figura 99	Diagrama da aplicação Alarmes OPT MAiS.....	97
Figura 100	Mensagem de erro relativa à inserção de caracteres ilegais nos campos da janela da aplicação Alarmes OPT MAiS .....	98
Figura 101	Mensagem de erro relativa a equipamento não suportado .....	98
Figura 102	Popup de erro relativo ao socket se encontrar aberto .....	99
Figura 103	Popup informativo sobre o fim de análise.....	99
Figura 104	Popup de erro relativo ao estabelecimento de socket.....	99
Figura 105	Ficheiro de texto gerado pela aplicação Alarmes OPT MAiS .....	100
Figura 106	Ficheiro CSV gerado pela aplicação Alarmes OPT MAiS .....	101
Figura 107	Hierarquia de pastas utilizadas pela aplicação Alarmes OPT MAiS.....	101



## *Índice de Tabelas*

Tabela 1	Hierarquia digital plesiócrona .....	9
Tabela 2	Conteúdo dos bits do Time Slot 0 ao longo de uma multitrama .....	13
Tabela 3	Ordens de VCs num STM-1 .....	18
Tabela 4	Ordens da hierarquia STM-N .....	18
Tabela 5	Payload Type .....	25
Tabela 6	Classes de serviço ATM [7] .....	27
Tabela 7	Parâmetros de tráfego relativos aos serviços ATM .....	29
Tabela 8	Comparação das opções disponíveis para a expansão da rede [2] .....	36
Tabela 9	Interfaces E1 de entrada no equipamento em SITE 1 .....	65
Tabela 10	Comparação das interfaces E1 em SITE 1 .....	66
Tabela 11	Comparação da ocupação da interface STM-1 de saída em SITE 1 .....	66
Tabela 12	Interfaces E1 de entrada no equipamento em SITE 2 .....	68
Tabela 13	Comparação das interfaces E1 em SITE 2 .....	69
Tabela 14	Comparação da ocupação da interface STM-1 de saída em SITE 2 .....	69
Tabela 15	Interfaces E1 de saída do equipamento em SITE 3 .....	71
Tabela 16	Comparação das interfaces E1 em SITE 3 .....	72



## *Acrónimos*

AAL	–	ATM Adaptation Layer
AMR	–	Adaptative Multi Rate
ANSI	–	American National Standards Institut
ATM	–	Asynchronous Transfer Mode
BSC	–	Base Station Controller
BTS	–	Base Transceiver Station
CapEx	–	Capital Expenditure
CCC	–	CDMA Cluster Controller
CDMA	–	Code Division Multiple Access
CET	–	Carrier Ethernet Transport
CLI	–	Command Line Interface
CODEC	–	Codificador/Descodificador
CRC	–	Cyclic Redundancy Check
CSV	–	Comma Separated Value
DSL	–	Digital Subscriber Line
DSP	–	Digital Signal Processor
EDGE	–	Enhanced Data-rates for GSM Evolution
EFR	–	Enhanced Full Rate

FCAPS	–	Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security
FISU	–	Fill In Signal Unit
FPGA	–	Field-programmable gate array
FR	–	Full Rate
GPON	–	Gigabit Passive Optical Network
GPRS	–	General Packet Radio System
GSM	–	Global System for Mobile Communications
HDB3	–	High Density Bipolar of order 3 code
HDLC	–	High-Level Data Link Control
HR	–	Half Rate
IMA	–	Inverse Multiplexing for ATM
IP	–	Internet Protocol
ITU	–	International Telecommunication Union
ITU-T	–	ITU – Telecommunication Standardization Sector
LTE	–	Long Term Evolution
MAiS	–	Mobile Access and Optical Integration System
MPLS	–	Multiprotocol Label Switching
MPLS-TP	–	MPLS – Transport Profile
MSOH	–	Multiplex Section Overhead
NMS	–	Network Management System
NP	–	Network Processor

OAM	– Operations, Administration & Maintenance
OpEx	– Operational Expenditure
PDH	– Plesiochronous Digital Hierarchy
POH	– Path Overhead
PPC	– PowerPC
PT	– Portugal Telecom
QoS	– Quality of Service
RJ-45	– Registered Jack - 45
RNC	– Radio Network Controller
RSOH	– Regenerator Section Overhead
SDH	– Synchronous Digital Hierarchy
SFP	– Small Form-factor Pluggable
SID	– Silence Insertion Descriptor
SNMP	– Simple Network Management Protocol
SS7	– Signaling System #7
STM	– Synchronous Transport Module
TDM	– Time Division Multiplexing
TDMA	– Time Division Multiple Access
TMN	– Telecommunications Management Network
TRX	– Transceiver (Transmitter + Receiver)
UMTS	– Universal Mobile Telecommunications System

- VC – Virtual Circuit (ATM), Virtual Container (SDH), Virtual Channel (ATM)
- VCI – Virtual Channel Identifier
- VP – Virtual Path
- VPI – Virtual Path Identifier
- W-CDMA – Wide-Band CDMA
- WIMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access
- WP – Wintegra Winpath

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho decorre de uma candidatura a um estágio na PT Inovação promovido pela associação Inova-Ria (<http://www.inova-ria.pt>). A proposta de trabalho insere-se no estudo e avaliação de cenários de utilização de equipamentos da família MAiS. Este equipamento da PT Inovação encontra-se em fase de instalação e realiza a integração e optimização da largura de banda de fluxos provenientes de redes móveis e de redes de acesso. A nível pessoal esta proposta de estágio revela o meu desejo em integrar uma equipa multidisciplinar num ambiente de suporte às redes de transmissão de telecomunicações, como também o gosto pelo conhecimento das tecnologias de redes móveis.

O trabalho foi desenvolvido em regime de estágio, tendo o mesmo decorrido na empresa PT Inovação, pólo de Aveiro. O estágio decorreu ao longo de um período com a duração total de 6 meses, entre 1 de Fevereiro e 31 de Julho de 2011, tendo sido enquadrado no grupo de Fornecimento, Instalação e Configuração de Soluções do departamento de Industrialização e Instalação de Sistemas de Rede. Durante este período foi desenvolvido um conjunto de tarefas, como por exemplo: o estudo da documentação relativa ao funcionamento do equipamento em estudo, um aprofundamento do conhecimento das tecnologias necessárias ao progresso deste trabalho, o desenvolvimento das aplicações de suporte e o teste e validação das mesmas.

## **1.2. OBJECTIVOS**

Este trabalho teve por objectivo principal o estudo do sistema MAiS e a análise e projecto de redes com este tipo de equipamento, com enfoque na análise de desempenho da optimização de largura de banda em redes móveis de 2ª e 3ª geração.

Surgiu também a possibilidade de desenvolver, no âmbito do objectivo principal, aplicações computacionais para auxiliar a análise de desempenho da optimização de largura de banda. Uma das aplicações desenvolvida permite a recolha automatizada de informações dos equipamentos estudados. A segunda aplicação realiza a análise dos valores recolhidos, nomeadamente os que são relativos às interfaces de optimização, permitindo a elaboração de relatórios onde figuram também alarmes sobre a sua integridade.

Finalmente, foram efectuados em ambiente laboratorial simulações, com recurso a equipamentos de testes, de diversos cenários de optimização, tendo como base as soluções implementadas ou em fase de implementação nos clientes da PT Inovação, assim como o acompanhamento da implementação deste tipo de soluções.

## **1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO**

Este documento está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo é feita uma apresentação da motivação e dos objectivos deste trabalho, são apresentados o enquadramento e os principais contributos deste trabalho e a estrutura do documento. No segundo capítulo são descritas algumas das tecnologias cujo conhecimento foi necessário para a realização deste trabalho e alguns conceitos que facilitam a compreensão deste documento. No terceiro capítulo são descritos todos os conceitos relativos ao sistema MAiS, nomeadamente a família de equipamentos, funcionalidades de agregação e optimização associadas aos equipamentos em estudo e o modo de configuração dos mesmos. No quarto capítulo irão ser abordados diversos cenários de rede, entre os quais um projecto de uma rede de optimização usando equipamentos MAiS e onde é feita a representação de vários fluxos de tráfego através do diagrama interno das placas. No quinto capítulo são apresentadas e explicitadas as aplicações desenvolvidas ao longo deste trabalho e finalmente no sexto capítulo são apresentadas os pontos conclusivos e o trabalho a desenvolver futuramente.

## 2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo são descritas diversas tecnologias cujo conhecimento foi necessário para a realização deste trabalho. São também apresentados alguns conceitos que facilitam a compreensão deste documento.

### 2.1. ARQUITECTURA NETB@ND

A arquitectura netB@nd (ver Figura 1) é constituída por um conjunto de soluções tecnológicas vocacionadas para todos os segmentos da rede de transporte (apresentados na secção 2.2).

Com créditos firmados em soluções para a rede fixa ou móvel, orientada no passado para tecnologias baseadas em comutação de circuitos, o portfólio netB@nd tem vindo a evoluir para produtos de próxima geração baseadas em comutação de pacotes.

A linha de produtos netB@nd é concebida e desenvolvida de acordo com uma arquitectura baseada no princípio de estratificação por camadas, característico das redes NGN (*Next Generation Networks*) que implementam a norma Y.2011 definida pelo ITU-T [35].

Um factor determinante em que assenta a arquitectura netB@nd reside na conciliação a nível de transporte entre tecnologias *legacy*, ao nível do ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) e PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*),

e as linhas tecnológicas a desenvolver, como comunicações ópticas avançadas, tecnologias de transporte CET (*Carrier Ethernet Transport*), *routing* IP/MPLS (*Internet Protocol/Multiprotocol Label Switching*), comunicações rádio no segmento de *backhaul*, agregação e otimização, QoS (*Quality of Service*) e DSL (*Digital Subscriber Line*).

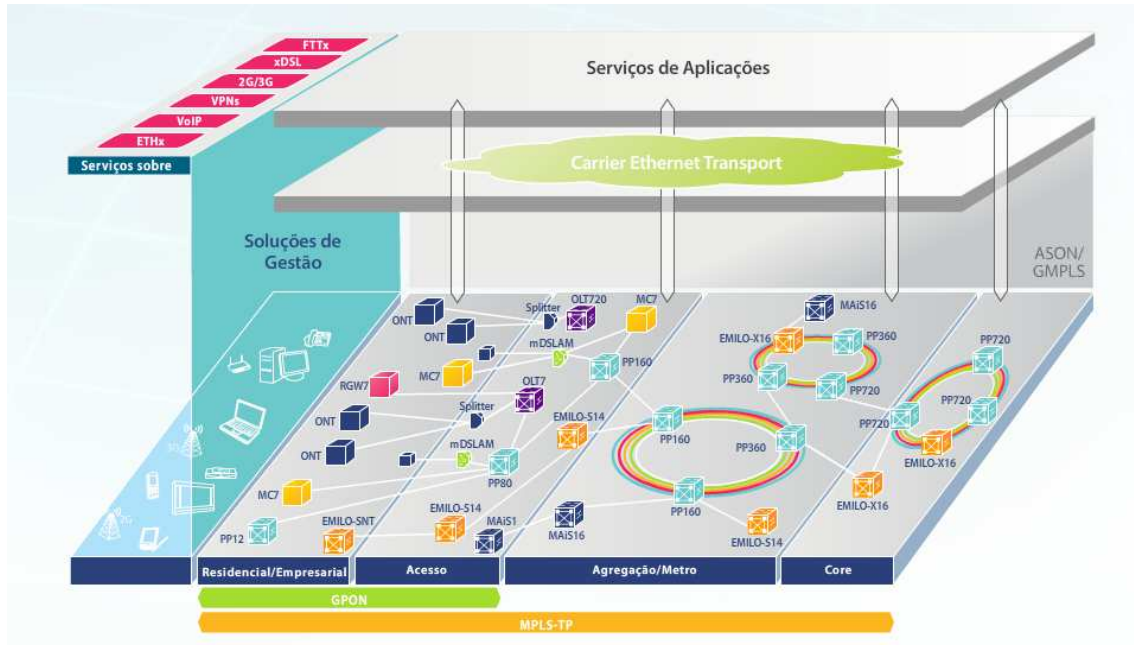


Figura 1 **Arquitetura netB@nd [1]**

## 2.2. REDES DE TRANSPORTE

Na Figura 2 representam-se os segmentos existentes nas redes de transmissão e a interligação entre os mesmos. Seguidamente cada um destes segmentos será apresentado com maior detalhe.



Figura 2 **Segmentos [1]**

- Residencial/Empresarial

Este segmento de rede é o mais próximo do utilizador, onde é estabelecida a ligação que permite ao utilizador aceder à rede a partir da sua residência ou empresa. Neste segmento o *cluster netB@nd* possui um conjunto amplo de soluções que suportam diversas tecnologias (Figura 3), tais como: MPLS-TP (*Multiprotocol Label Switching – Transport Profile*), GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*), SDH, PDH, ATM, CET, e DSL.

Os equipamentos utilizados neste segmento são: plataformas MPLS-TP (PP12), EMILO (EMILO-SNT), Soluções GPON (ONT, RGW7 – *Home Gateway*) e MC7.



Figura 3 Segmento Residencial/Empresarial [1]

- Acesso

Este segmento de rede é responsável por efectuar a ligação dos utilizadores ao seu fornecedor de serviços. As soluções netB@nd para este segmento pretendem dar resposta às mais variadas necessidades do utilizador. Consequentemente, os produtos destinados a este segmento abrangem uma ampla gama de tecnologias (Figura 4), tais como: MPLS-TP, GPON, SDH, PDH, ATM, CET e DSL.

Os equipamentos utilizados neste segmento incluem: plataformas MPLS-TP (PP80 e PP160), EMILO (EMILO-S14), Soluções MGPON (OLT 720 e OLT 7), MAiS (MAiS1) e MC7.



Figura 4 Segmento de Acesso [1]

- Agregação/Metro

Este é o segmento responsável pela agregação de tráfego *upstream* e pela comunicação entre o segmento de acesso e o segmento core que:

- possibilita a comunicação entre a rede de acesso e a rede de core;
- agrega o tráfego *upstream*, distribuindo-o no sentido *downstream*.

O *cluster* netB@nd possui diversos produtos destinados a este segmento de rede, baseados em várias tecnologias (Figura 5), tais como: MPLS-TP, SDH, IP/MPLS, ATM e CET.

Os equipamentos incluídos neste segmento são: plataformas MPLS-TP (PP160, PP360, PP720), EMILO (EMILO-X16, EMILO-S14), MAiS (MAiS16). Estes equipamentos têm como principais funções a otimização da eficiência da rede de transporte.



Figura 5 Segmento de Agregação/Metro [1]

- Core

O segmento de core é partilhado por diversas redes de acesso. É a parte central de uma rede de telecomunicações:

- transmite-se um elevado volume de tráfego de forma fiável e rápida;
- faz-se a recuperação de falhas com um mínimo de custo para o utilizador;

- são proporcionados diversos serviços ao cliente (QoS, redundância, entre outros).

O *cluster* netB@nd desenvolveu um conjunto de soluções vocacionadas para este segmento de rede. Os equipamentos desenvolvidos são baseados em diversas tecnologias de elevada capacidade e têm como principal objectivo agregar o tráfego com garantias de redundância (Figura 6). As tecnologias utilizadas neste segmento de rede são: MPLS-TP, SDH, IP/MPLS e CET; e nos equipamentos utilizados destacam-se as plataformas MPLS-TP (PP720) e EMILO (EMILO-X16).



Figura 6 Segmento de core (1)

### 2.3. TDM

A multiplexagem consiste na transmissão simultânea de múltiplas comunicações de diferentes tributários num único canal físico. O dispositivo que realiza esta operação chama-se multiplexador (*multiplexer* ou apenas *mux*), sendo um dos modos de a implementar conhecido por TDM (*Time Division Multiplexing*).

Na multiplexagem por divisão no tempo (TDM) o tempo de transmissão de um canal é dividido em pequenas fracções (iguais ou de acordo com uma proporção estatística), atribuindo-se uma fracção a cada um dos vários tributários que estão a transmitir.

Os fluxos de dados são transmitidos sequencialmente, e são posteriormente desmultiplexados na recepção (*demultiplexer*), como se demonstra na Figura 7.

A taxa de transmissão mede-se em bits por segundo (bit/s) ou seus múltiplos, tais como, kilobits por segundo (kbit/s) ou megabits por segundo (Mbit/s).

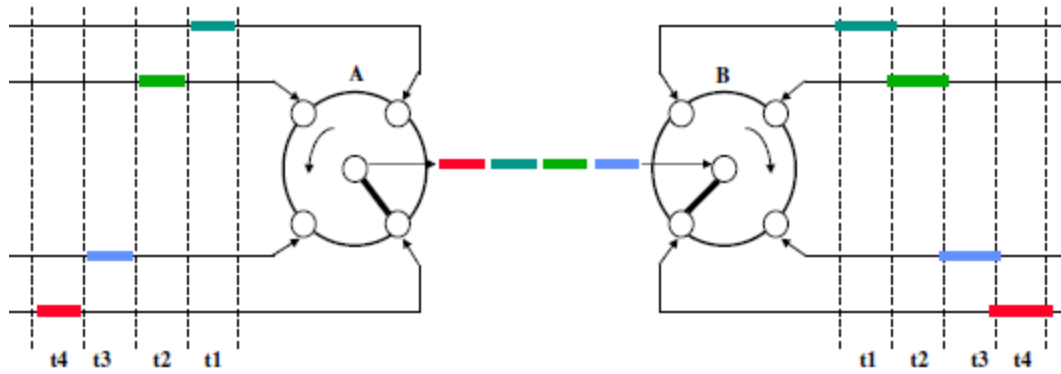


Figura 7 Processo de multiplexagem [3]

## 2.4. PDH

O PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) é uma tecnologia de hierarquia digital de transporte de informação. Esta faz uso dos conceitos introduzidos pelo TDM. Esta evolução do esquema de multiplexagem original resulta de diferentes factores, nomeadamente às imperfeições do canal, como também devido às respectivas taxas de transferência de cada canal poderem ser ligeiramente diferentes (o que explica a denominação adoptada).

Os canais da hierarquia PDH são agrupados por forma a criar um conjunto de níveis hierárquicos superiores. Assim, 32 canais de 64 kbit/s formam um canal com 2,048 Mbit/s, via intercalação sequencial de bytes, compondo assim um canal de hierarquia de primeira ordem. Este canal, denominado por E1, irá ser tratado seguidamente com maior incidência dado ser comum a sua utilização.

Combinações de canais de hierarquia de primeira ordem compõem canais de hierarquia de segunda ordem. Quatro canais de 2 Mbit/s formam um canal de segunda ordem de 8 Mbit/s, denominado por E2. Quatro destes formam a terceira ordem, de 34 Mbit/s (E3), por sua vez, formam a quarta ordem, de 140 Mbit/s (E4), chegando-se seguidamente à quinta ordem, de 565 Mbit/s (E5).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo da hierarquia digital plesiócrona e na Figura 8 é representado o modo de multiplexagem nos diferentes níveis da hierarquia.

Tabela 1 Hierarquia digital plesiócrona

Nível na Hierarquia	Velocidade de transmissão (Mbps)	Portadora	Número de DS0 / canais de 64 kbps
Primeiro	2,048	E1	32
Segundo	8,448	E2	128
Terceiro	34,368	E3	512
Quarto	139,264	E4	2048
Quinto	565,148	E5	8192

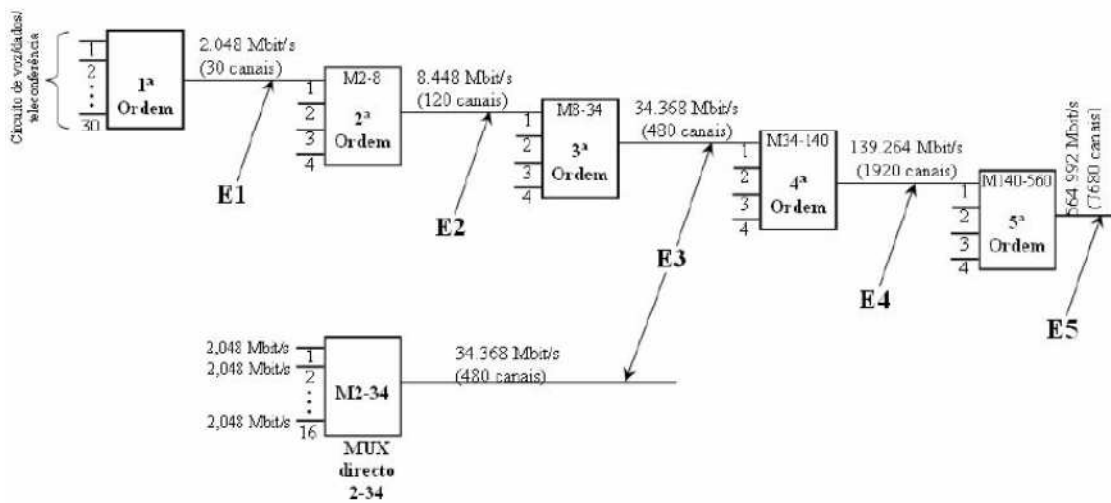


Figura 8 Diagrama representativo da multiplexagem PDH [7]

A Figura 9 apresenta um diagrama representativo da adição de informações de controlo e de alinhamento para assim sincronizar os canais. Desta adição resulta que a taxa binária da saída multiplexada não é igual à soma das taxas binárias dos canais de entrada.

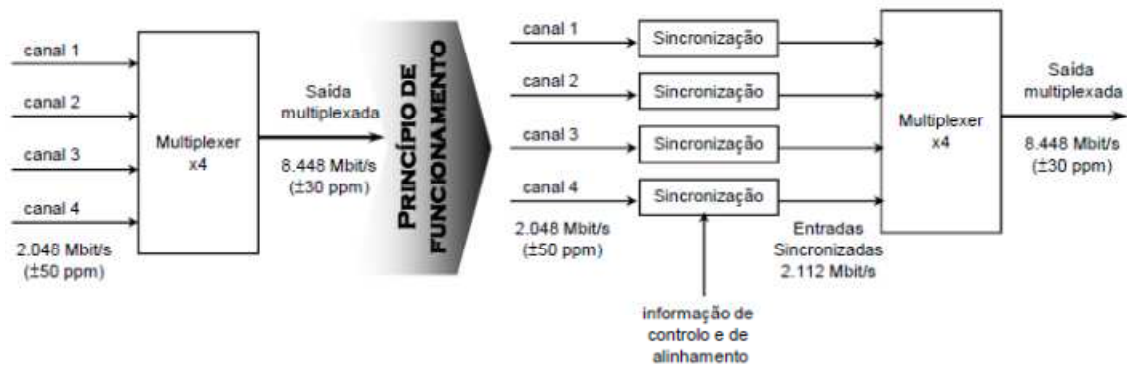


Figura 9 Sincronização da multiplexagem PDH [7]

### 2.4.1. DESVANTAGENS DO PDH

Algumas das desvantagens do PDH são as que se listam a seguir:

- Os sinais tributários só podem ser acedidos no nível aos quais foram multiplexados.
- A distribuição do sinal ao cliente (Figura 10) implica que todos os restantes canais sejam desmultiplexados (até ao nível de multiplexagem em que o sinal foi inicialmente inserido).
- Falta de flexibilidade, é difícil usar o equipamento PDH para funções de inserção / remoção de canais.
- Não há normalização para débitos superiores a 140 Mbps.
- Incompatibilidade de equipamentos de diferentes fabricantes.
- Difícil monitorar o desempenho dos canais ao longo da transmissão.
- Capacidade muito limitada para funções de gestão centralizada (não há canais nas tramas destinadas a esta função).
- Não há interfaces normalizadas a nível óptico (ex. definição dos códigos a usar, do nível de potência, da largura de linha das fontes, etc.).

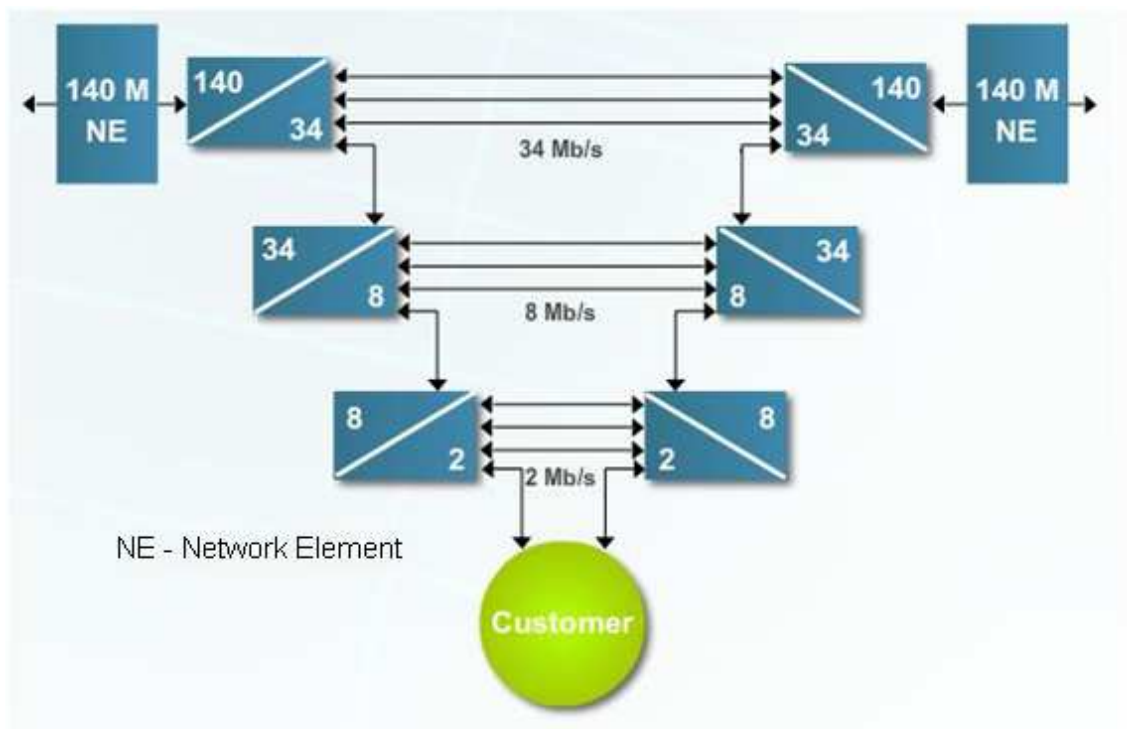


Figura 10 Add and Drop plesiócrono [3]

## 2.5. INTERFACE E1

A interface E1 é o canal de hierarquia de primeira ordem do sistema PDH. Esta interface de transmissão pode ser utilizada de dois modos distintos: no modo não estruturado, e no modo estruturado.

### 2.5.1. MODO NÃO ESTRUTURADO

Neste modo de funcionamento, de acordo com a norma ITU-T G.703 [37], a transmissão é realizada directamente sobre a interface física (usando o código de linha HDB3), tendo uma estrutura transparente, onde toda a largura de banda é usada para a transmissão binária (de 2,048 Mbps).

Neste modo de funcionamento não se beneficia de qualquer mecanismo de verificação de erros e de sinalização de alarmes, existentes no modo estruturado do PDH.

### 2.5.2. MODO ESTRUTURADO

Neste modo de funcionamento, de acordo com a norma ITU-T G.704 [38], o tráfego é transportado em todos os intervalos de tempo à excepção de dois (*time slots* 0 e 16), destinados ao alinhamento, sincronismo e sinalização, o que leva o débito útil a ser menor que no modo não estruturado mas obtendo maior granularidade (múltiplos de 64 kbps, até um máximo de 1,920 Mbps).

#### Estrutura da Trama E1

Na Figura 11 representa-se a estrutura de uma trama E1. Podem ser observados os 32 *time slots*, cada um com 8 bits, dos quais 30 podem ser utilizados como canais de voz. Uma trama E1 é transmitida em 125  $\mu$ s.

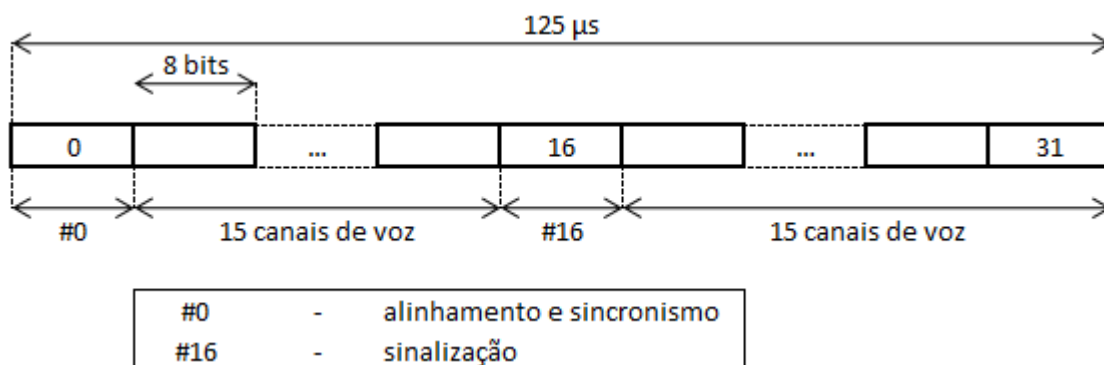


Figura 11 Estrutura da trama E1

As tramas E1 são depois transmitidas segundo uma organização em multitrama, tal como representado na Figura 12. Esta organização em multitramas (de 0 a 15) é necessária pois a sinalização referente a todos os 30 canais só concluída após o fim de cada multitrama. A sinalização é dada pelo *time slot* 16 de cada trama, e o último canal (canal 30) só ao fim da 16ª trama é que é invocado.

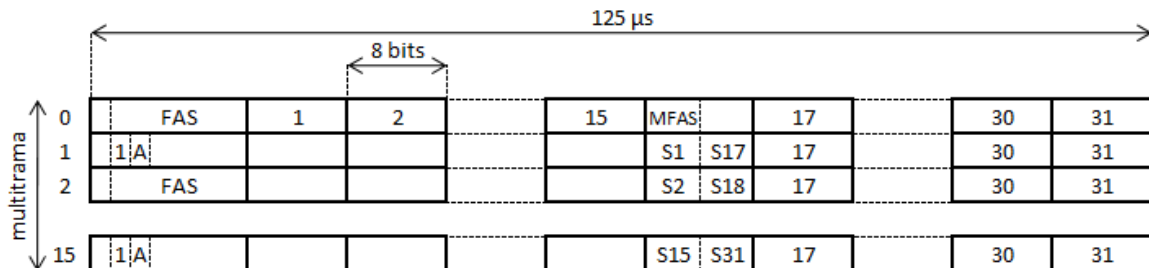
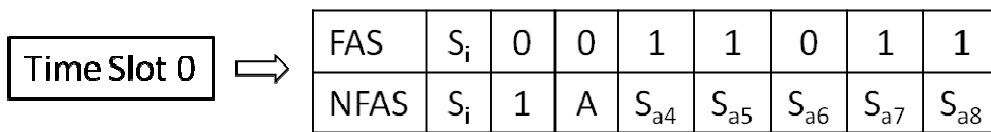


Figura 12 Estrutura de uma multitrama E1

As tramas pares contêm a palavra de alinhamento de trama (FAS) e as tramas ímpares contêm bits de alinhamento, alarmes e outra informação (NFAS). É representado na Figura 13 o conteúdo do *time slot* 0.



FAS – Frame Alignment Signal  
NFAS – Not Frame Alignment Signal

$S_i$  – Reservado para uso internacional  
 $S_{ax}$  – Alarme não urgente (0=Alarme)  
A – Alarme Remoto (1=Alarme Urgente)

Figura 13 Estrutura do Time Slot 0

Na Figura 14 representa-se o conteúdo do *time slot* 16 ao longo de uma multitrama.

Time Slot 16 da trama 0	Time Slot 16 da trama 1		Time Slot 16 da trama 2		...	Time Slot 16 da trama 15	
0000xyxx	abcd canal 1	abcd canal 16	abcd canal 2	abcd canal 17	...	abcd canal 15	abcd canal 30

cada canal numerado corresponde a um canal de voz  
abcd - correspondem a um canal de 500 bps para sinalização de um canal  
x - bits não usados  
y - informação de alarme

Figura 14 Estrutura do Time Slot 16

## CRC4 e Alarmes

O CRC-4 é uma variante do CRC (*Cyclic Redundancy Check*) que corresponde a um método de verificação de erros em dados transmitidos e que é usado em ligações E1. O CRC-4 é estruturado numa multitrama (multitrama E1), que é então dividida em duas sub-multitramas (denominadas sub-multitrama 1 e sub-multitrama 2), constituídas por oito tramas. Cada sub-multitrama contém quatro bits CRC-4, designados C1, C2, C3, e C4. Através de processos matemáticos, os bits CRC-4 enviados em cada sub-multitrama são comparados entre si. No caso de haver correspondência entre esses bits então a trama é considerada correcta (ou sem erros).

Na Tabela 2 apresenta-se o conteúdo dos bits do *time slot 0* ao longo de uma multitrama. Observa-se que os bits referentes ao CRC4 são o 1º bit de cada trama par.

Os dois bits E, transmitidos nas duas últimas tramas ímpares, indicam erros detectados pelo CRC4. O primeiro bit E refere-se a erros na sub-multitrama 1 e o segundo bit E refere-se a erros na sub-multitrama 2.

Tabela 2 Conteúdo dos bits do Time Slot 0 ao longo de uma multitrama

Trama	Bits 1 a 8 do Time slot 0 ao longo da multitrama							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	C1	FAS						
1	0	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
2	C2	FAS						
3	0	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
4	C3	FAS						
5	1	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
6	C4	FAS						
7	0	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
8	C1	FAS						
9	1	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
10	C2	FAS						
11	1	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
12	C3	FAS						
13	E	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
14	C4	FAS						
15	E	1	A	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>

Em caso da correspondência matemática não ser correcta, cada *multiplexer* sinaliza o emissor, através do bit E, da presença de erros, tal como representado na Figura 15.

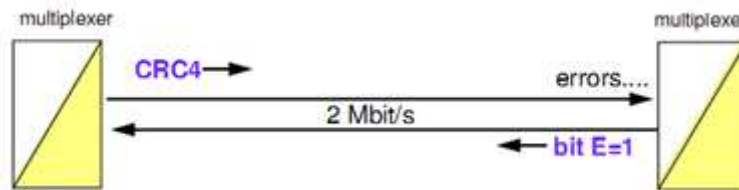


Figura 15 Transmissão do bit E [9]

Os bits A (representados na Tabela 2) são utilizados na gestão de alarmes. Este bit de alarme é utilizado para indicar falha de alimentação, perda de sinal na recepção, perda de alinhamento de trama ou uma taxa de erro de bit muito alta (superior a  $10^{-3}$ ) que não permita a recuperação dos canais. Representa-se na Figura 16 esta situação de alarme. Neste caso existe a perda de sinal na recepção, pelo que o receptor envia um alarme ao emissor através do bit A.

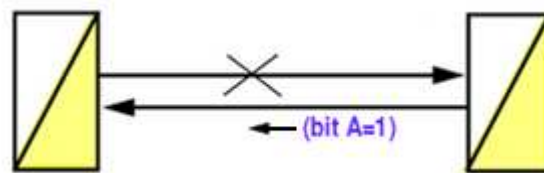


Figura 16 Transmissão do bit A [9]

Os bits S (representados na Tabela 2) são reservados para os operadores que queiram implementar protocolos de gestão e manutenção de desempenho. Em caso de não serem usados, ou em transmissões internacionais, devem ser definidos a “1”.

## 2.6. SDH

Da necessidade de normalizar os vários componentes ópticos, as arquitecturas, equipamentos, códigos de linha, formatos de multiplexagem e procedimentos de manutenção dos sistemas de transmissão ópticos de alta capacidade, que até então eram proprietários, surge nos Estados Unidos da América uma norma ANSI (*American National Standards Institut*) denominada SONET (*Synchronous Optical Network*).

De modo a promover o uso dessa norma internacionalmente, o ITU (*International Telecommunication Union*) adoptou a norma submetida pela ANSI sob a designação SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). O SDH aparece com o objectivo de ultrapassar os

problemas do PDH, alcançando taxas de transmissão mais elevadas (da ordem de Gbps) e melhorando os mecanismos OAM (*Operations, Administration, and Maintenance*). Esta norma foi concebida para transportar voz em vez de dados e cobre a camada 2 do modelo OSI (*Open Systems Interconnection*).

### **2.6.1. VANTAGENS DO SDH**

Das vantagens do SDH destacam-se as seguintes.

- Adequada para as redes de transporte: existem normas até 10 Gbps.
- Compatibilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes e entre hierarquias europeias e americanas.
- Função de inserção/extracção simplificada; a tecnologia síncrona facilita a identificação dos canais de ordem inferior.
- Gestão centralizada e simples; a trama SDH dispõe de um número elevado de octetos para comunicação entre os elementos de rede e um centro de gestão centralizada, usando o sistema TMN (*Telecommunications Management Network*).
  - Potentes ferramentas de gestão e de administração da rede.
  - Simplificação das tarefas de exploração.
  - Monitorização permanente do desempenho da rede.
- Elevada disponibilidade permitindo uma provisão rápida dos serviços requeridos pelos clientes. Tal deve-se ao facto do SDH fazer uso intensivo de software, em contrapartida com o PDH cuja funcionalidade reside no hardware.
- Elevada fiabilidade. As redes SDH usam mecanismos de protecção que permitem recuperações rápidas a falhas (da ordem dos 50 milissegundos), quer das vias de comunicação, quer dos nós da rede.
  - Mecanismos automáticos de protecção;
  - Topologias de redes específicas;
  - Auto regeneração de falhas, sem repercussões no utilizador.
- Normalização das interfaces ópticas (definindo os códigos a usar, os níveis de potência, as características dos lasers e das fibras, etc.).
- Possibilidade de monitorar o desempenho dos diferentes canais.
- Plataforma adequada para diferentes serviços.
- Flexibilidade:
  - Rede constituída por elementos flexíveis e versáteis;

- Fácil configuração da rede;
- Resposta rápida às solicitações do utilizador.

### 2.6.2. SISTEMA SDH

Representa-se na Figura 17 a arquitectura de um sistema SDH. Nesta é possível observar-se os blocos constituintes de um sistema SDH: *switches*, *multiplexers*, repetidores e *demultiplexers*.

O sistema SDH é definido com base numa hierarquia de dois níveis: nível de trajecto ou caminho e nível de secção (secção de regeneradores e secção de multiplexagem). Cada um destes níveis dispõe de uma banda para OAM, disponível no cabeçalho da estrutura de transporte de informação do SDH.

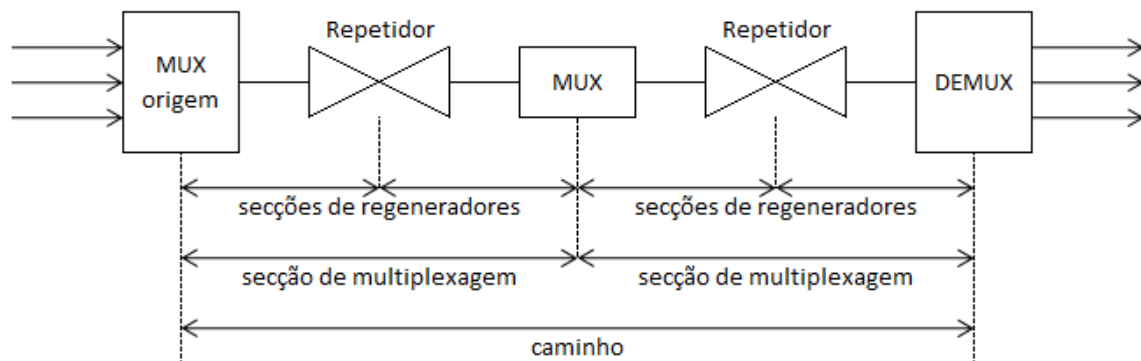


Figura 17 **Arquitectura de um sistema SDH**

Designa-se por caminho (ou *path*) a ligação entre a origem e o destino. Uma secção de multiplexagem (ou *Multiplexer Section*) é a ligação entre dois *multiplexers* (possivelmente entre repetidores). Uma secção de regeneradores (ou *Regenerator Section*) é a ligação entre quaisquer dois equipamentos (ponto-a-ponto).

### 2.7. STM

Na norma SDH é definida uma estrutura básica de transporte de informação denominada Módulo de Transporte Síncrono-1 (*Synchronous Transport Module-1*, ou STM-1), com taxa de 155,5 Mbit/s. Esta estrutura define o primeiro nível de hierarquia e as taxas binárias dos níveis superiores são múltiplas inteiras da taxa do STM-1.

O SDH pode ser transmitido através de tramas STM-1, que podem ser multiplexadas e mapeadas em tramas STM-N (ver Figura 19), que são normalmente transmitidas por fibra óptica.

### 2.7.1. ESTRUTURA DA TRAMA STM-1

Representa-se na Figura 18 a estrutura de uma trama STM-1, onde se pode observar os campos respeitantes à informação útil (*payload*) e o cabeçalho (*header*). Esta trama tem o tamanho de 270 bytes que, tal como a trama E1, são transmitidos em 125  $\mu$ s.

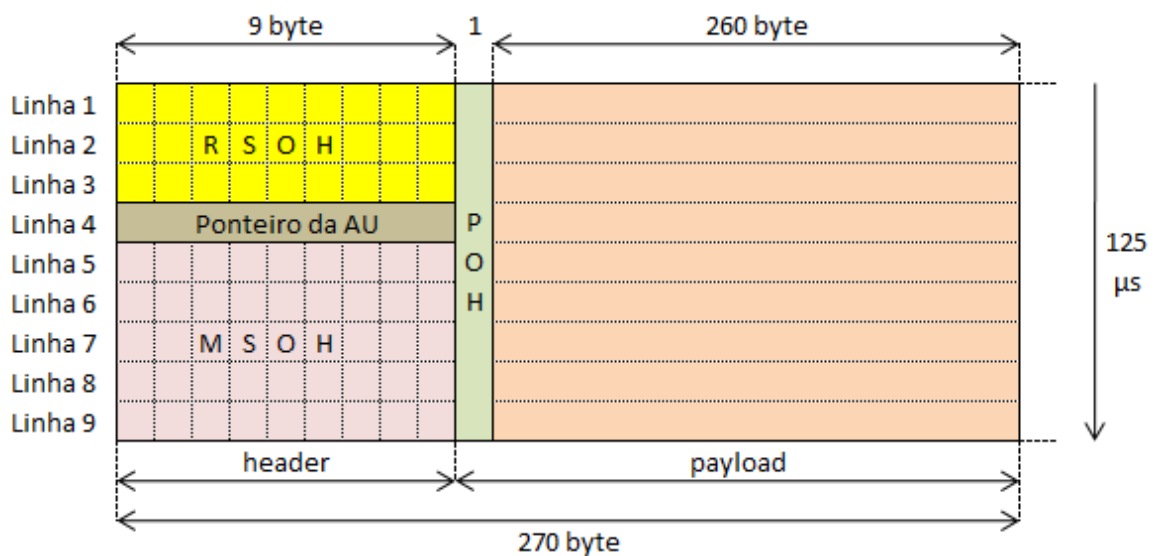


Figura 18 Estrutura de uma trama STM-1

#### **RSOH (Regenerator Section Overhead) e MSOH (Multiplex Section Overhead)**

Os cabeçalhos de secção possuem campos que asseguram diversas funcionalidades importantes no sistema SDH, entre as quais:

- Alinhamento de trama (só no RSOH)
- Monitorização de sinais STM-1 (só no MSOH)
- Comunicação de dados de gestão ou supervisão
- Comunicação de voz de manutenção
- Comutação automática de protecção (só no MSOH)

#### **POH (Path Overhead)**

O cabeçalho de caminho possui campos que asseguram as seguintes funcionalidades:

- Monitorização de erros e verificação da integridade do canal

- Comunicação de dados de gestão ou supervisão
- Comunicação do utilizador
- Indicadores de multitrama para canais que necessitam de várias tramas

### 2.7.2. HIERARQUIA E MAPEAMENTO DO PAYLOAD NUM STM-1

Um *multiplexer* SDH mapeia sinais em *containers*, aos quais é adicionado um POH, originando um VC (*Virtual Container*). Tal procedimento pode ser observado na Figura 19.

A tabela seguinte representa as hierarquias de VCs que podem existir num STM-1.

Tabela 3 Ordens de VCs num STM-1

Esquema de numeração de VCs		
Ordem na Hierarquia	Velocidade de transmissão	Ordem do VC
1ª Ordem	2 Mbps	VC-12
2ª Ordem	8 Mbps	-
3ª Ordem	34 Mbps	VC-3
4ª Ordem	140 Mbps	VC-4

### 2.7.3. HIERARQUIA E MAPEAMENTO DO PAYLOAD NUM STM-N

Podem ser transportados vários VCs (*Virtual Containers*) por STM. O *payload* pode ser aumentado por multiplexagem de vários VCs, oferecendo débitos em STM-4, STM-16 ou STM-64, tal como se encontra representado na Figura 19. Estes sinais de ordem superior são obtidos por multiplexagem síncrona de módulos STM-1, não sendo necessária informação de controlo adicional, tal como era requerido no sistema PDH (ver Figura 9).

Na Tabela 4 são apresentadas as ordens da hierarquia STM e respectivas velocidades de transmissão, tal como descritas pela norma ITU-T G.707 [40].

Tabela 4 Ordens da hierarquia STM-N

STM-N	Taxa (Mbit/s)
STM-1	155,5
STM-4	622,1
STM-16	2488,3
STM-64	9953,3

Além destas taxas, surgiu a necessidade de ser definida uma estrutura de trama com capacidade de transmissão mais baixa que a do STM-1, com o objectivo de utilização em sistemas de rádio e satélite. Essa estrutura possui uma taxa de 51,8 Mbit/s e é denominada STM-0, não sendo considerado um nível hierárquico da SDH.

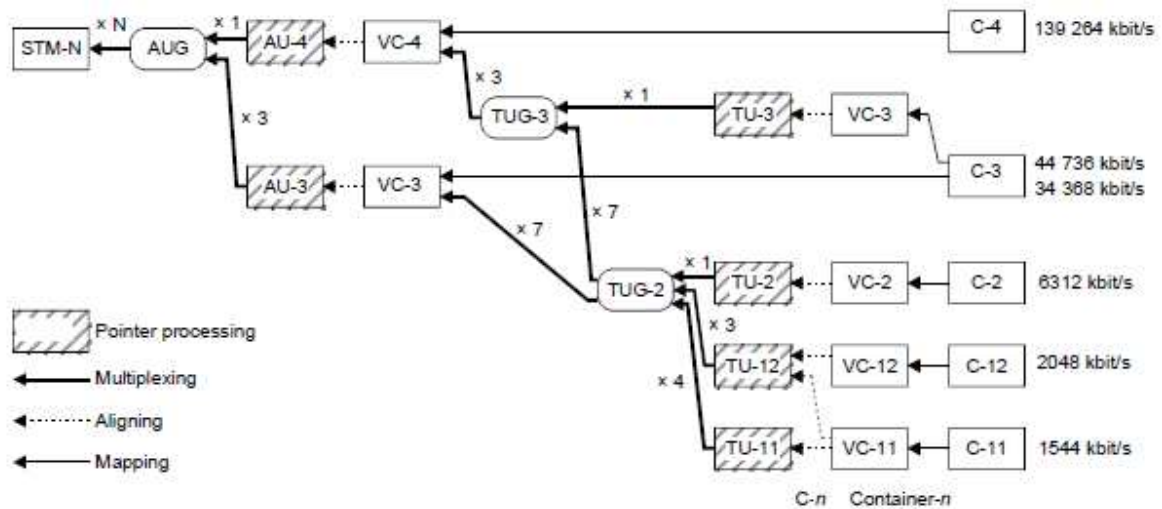


Figura 19 Estrutura de multiplexagem SDH [40]

Faz parte integrante das redes SDH um grande número de mensagens de alarmes e de erros que são conhecidos por, respectivamente, defeitos, anomalias e falhas. Estas informações são fornecidas pelos campos dos cabeçalhos das tramas SDH.

Um alarme é um sinal de manutenção usado na rede digital para alertar o equipamento a jusante (*downstream*) da detecção de um defeito ou da falha de um equipamento a montante. Ocorre uma anomalia como consequência de erros e das respectivas indicações remotas. A ocorrência de uma anomalia não constitui uma interrupção da capacidade de executar qualquer acção. Fala-se de defeitos quando a densidade de anomalias atingiu um nível no qual a capacidade para executar uma determinada acção foi interrompida (perda de sinal, perdas de alinhamento de trama e outras) e de falhas quando esses defeitos persistem para além de determinado limite de tempo.

A vantagem desta informação é ilustrada da seguinte maneira: um problema num circuito resulta, por exemplo (ver Figura 20), num alarme LOS (*Loss Of Signal*) no elemento de rede que o devia receber. Este alarme dispara uma cadeia completa de mensagens subsequentes na forma de AIS (*Alarm Indication Signal*). O elemento transmissor é informado da falha enviando para trás um alarme RDI (*Remote Defect Indication*) que informa que o defeito foi detectado. As mensagens de alarme são transmitidas em bytes

fixos no SOH ou POH. Por exemplo, o byte G1 é usado para o alarme HP-RDI (*High order Path Remote Defect Indication*).

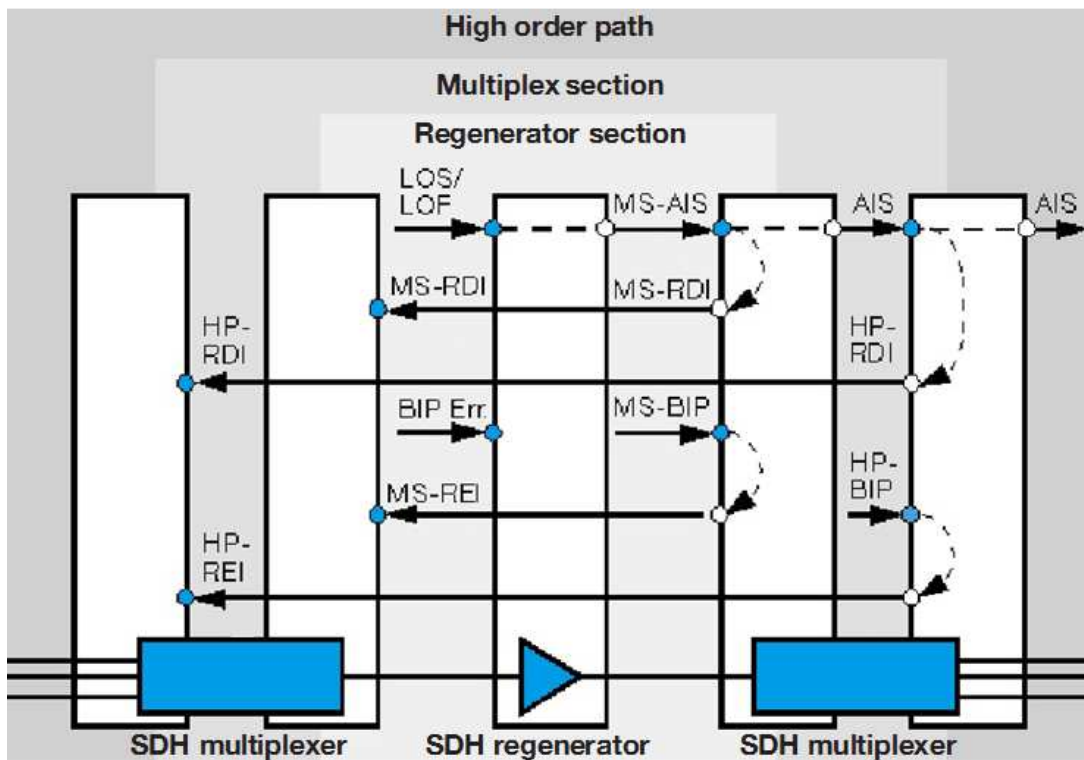


Figura 20 Representação da transmissão de alarmes ao longo de um caminho [17]

Se o sinal recebido contiver erros haverá uma indicação de erros BIP (*Bit Interleaved Parity*). Uma vez que não é a mesma coisa do que uma avaria completa do circuito, o alarme aqui é referido como uma anomalia que é indicada para trás. A mensagem de retorno designa-se por REI (*Remote Error Indication*).

#### 2.7.4. SINCRONIZAÇÃO

A sincronização num sistema SDH é, evidentemente, fundamental. Se a sincronização não for garantida, haverá uma considerável degradação na função da rede, podendo mesmo resultar numa avaria que afecta a totalidade da rede. Para evitar esta possibilidade todos os elementos de rede são sincronizados por um relógio central.

Este relógio central é constituído por um relógio de referência primária (PRC), de alta precisão, de acordo com a recomendação G.811 [19] da ITU que especifica uma precisão de  $1 \times 10^{-11}$ . Este sinal de relógio deve ser distribuído através de toda a rede.

Para isso usa-se uma estrutura hierárquica: o sinal é passado por unidades SSU (*Subordinate Synchronization Supply Units*) de fornecimento de sincronização subordinadas e por relógios SEC (*Synchronous Equipment Clocks*) de equipamentos síncronos.

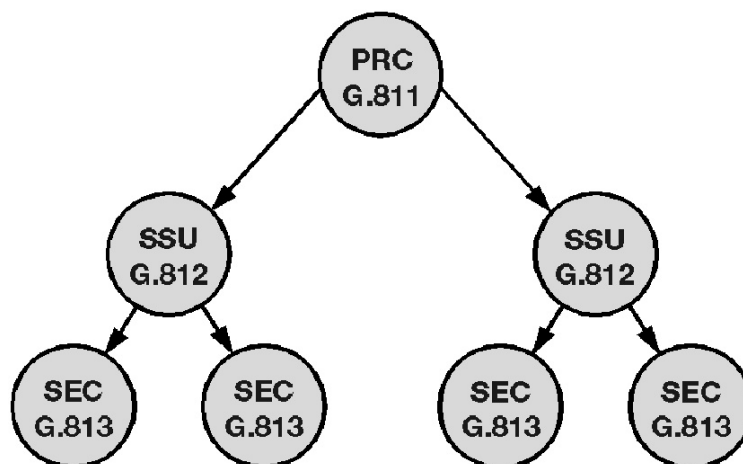


Figura 21 Diagrama de sincronização [17]

Os caminhos a percorrer pelos sinais de sincronização podem ser os mesmos que os que são utilizados para as próprias comunicações SDH.

O sinal de relógio é regenerado nas SSUs e SECs com a ajuda de PLLs. Se o relógio de alimentação falha, o elemento de rede afectado comuta para outra fonte de relógio com a mesma ou menor qualidade ou, se isso não for possível, comuta para o modo de espera (*hold-over*). Nesta situação, o sinal de relógio é mantido dentro de uma relativa precisão através do controlo do oscilador por aplicação dos valores armazenados de correcção de frequência das horas precedentes e, tendo em conta a temperatura do oscilador.

Deve ser evitado a todo o custo o aparecimento de “ilhas” de relógio, porque originariam, com o tempo, desvios de sincronização que poderiam mesmo resultar numa falha grave. Tais ilhas são evitadas sinalizando os elementos de rede com a ajuda de mensagens SSM (*Synchronization Status Message*) que são parte do byte S1 da trama SDH. A mensagem SSM informa o elemento de rede vizinho sobre o estado do relógio e é parte do cabeçalho.

## 2.8. ATM

As redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) foram desenvolvidas em meados dos anos 80. Estas são orientadas às ligações, ou seja, antes da troca de dados ter lugar é necessário estabelecer um percurso, ou seja uma *Virtual Connection* (VC), através da rede ATM.

Esta tecnologia faz uso de um serviço de comutação de células a alta velocidade, que transportam voz, dados, vídeo e multimédia com qualidade de serviço. As células apresentam tamanho fixo, o que introduz diversos benefícios, tornando esta tecnologia mais rápida e flexível que as anteriormente abordadas.

### 2.8.1. VANTAGENS DO ATM

Destacam-se das vantagens da tecnologia ATM as seguintes.

- Simplifica a infra-estrutura e gestão da rede através da utilização de um único modo de transferência.
- Garante uma consistência de serviço através da atribuição de uma largura de banda dedicada.
- O ATM oferece o potencial de uma solução ponto-a-ponto, possibilitando a utilização dessa tecnologia em LANs (*Local Area Networks*), MANs (*Metropolitan Area Networks*) ou WANs (*Wide Area Networks*).
- Não apresenta limitações de distâncias.
- Atributos de qualidade de serviço permitem transferir voz, dados e vídeo, tornando esta tecnologia adequada para uma rede de serviços integrados.
- A tecnologia ATM é compatível com a maioria das tecnologias existentes.
- As características de um VC (*Virtual Circuit*) são definidas antes do seu estabelecimento;
- Pode ser atribuída ao VC uma largura de banda fixa, ou pelo menos um mínimo;
- A utilização de VCs para fluxos de dados otimiza a utilização de buffers;
- Os VCs simplificam o processo de construção de comutadores mais rápidos.

## 2.8.2. DESVANTAGENS DO ATM

A principal desvantagem desta tecnologia é o seu elevado custo de implementação, mas também o elevado *overhead* introduzido pelas células ATM.

## 2.8.3. MODELO DE REFERÊNCIA

O modelo de referência (Figura 22) consiste em 3 planos que se passam a enumerar.

- Plano de utilizador – responsável pela transferência de informação do utilizador, controlo de fluxos e recuperação de erros.
- Plano de controlo – apresenta como principal funcionalidade o estabelecimento, gestão e libertação das sessões.
- Plano de gestão – responsável pela gestão de todos os planos.

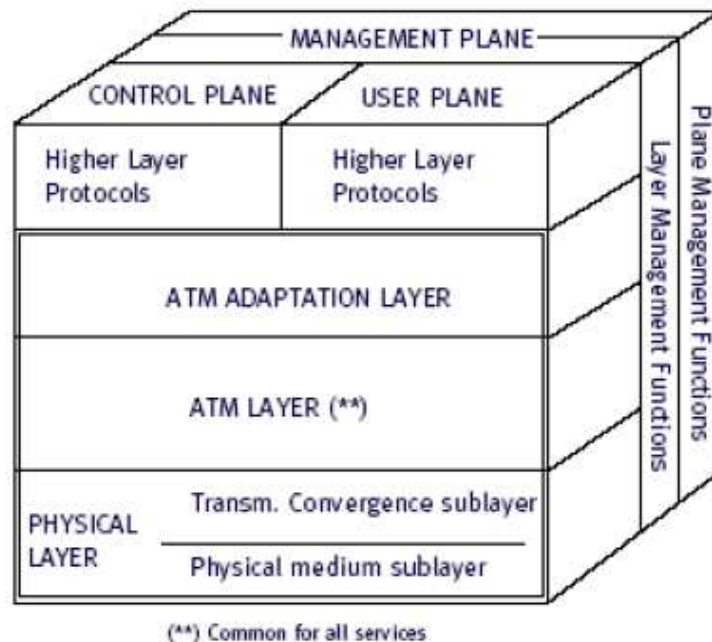


Figura 22 Modelo de referência ATM [7]

Os protocolos do plano de controlo e do plano do utilizador são constituídos por três camadas:

- Camada física – responsável pela transmissão e recepção de bits sobre qualquer meio físico. As suas principais funções consistem em efectuar a delimitação da célula e o seu mapeamento no sistema de transmissão utilizado (SDH, PDH, etc.), gerar os bits de controlo de erro bem como detectar e corrigir erros nos cabeçalhos.
- Camada ATM – possui como principais funcionalidades o controlo de fluxo de informação, a inserção/extracção do cabeçalho e a mudança dos identificadores da

célula no caso de comutação da célula de uma ligação física para outra ou num *switch* ATM. Esta alteração pode-se reflectir nos campos VPI (*Virtual Path Identifier*) e VCI (*Virtual Channel Identifier*) ou apenas num deles.

- Camada de adaptação ATM – adapta as características dos serviços suportados, como por exemplo emulação de circuitos, vídeo, áudio ou IP, às características da tecnologia ATM.

#### 2.8.4. VIRTUAL PATH (VP)/VIRTUAL CHANNEL (VC)

A tecnologia ATM oferece dois tipos de ligação de transporte que se completam: *Virtual Path* (VP) e *Virtual Channels* (VC). Um *Virtual Channel* representa um acesso unidireccional que resulta da concatenação de uma sequência de elementos de ligação. Um *Virtual Path* consiste num grupo de *Virtual Channels* (ver Figura 23).

Cada *Virtual Path* e *Virtual Channel* possuem um identificador associado: VPI (*Virtual Path Identifier*) e VCI (*Virtual Channel Identifier*). Estes correspondem a campos que são transportados no cabeçalho ATM (ver Figura 25) e que identificam, de forma única, o circuito virtual numa interface física, ou seja, uma ligação individual entre dois pontos (identificado pelo VPI) contendo um ou mais canais (identificados pelos VCIs).

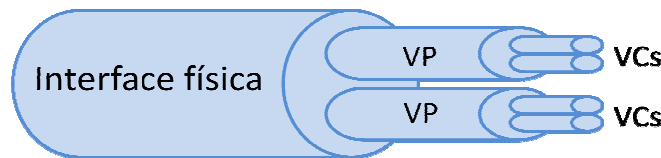


Figura 23 Ligações lógicas ATM

#### 2.8.5. ESTRUTURA DA CÉLULA ATM

Na Figura 24 representa-se a estrutura de uma célula ATM.

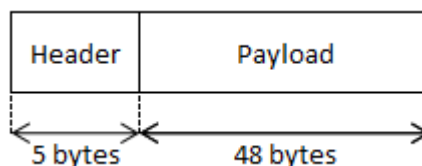


Figura 24 Estrutura geral da célula ATM

O cabeçalho desta célula varia de acordo com a interface onde é transmitida (NNI ou UNI), como é explicitado na Figura 25.

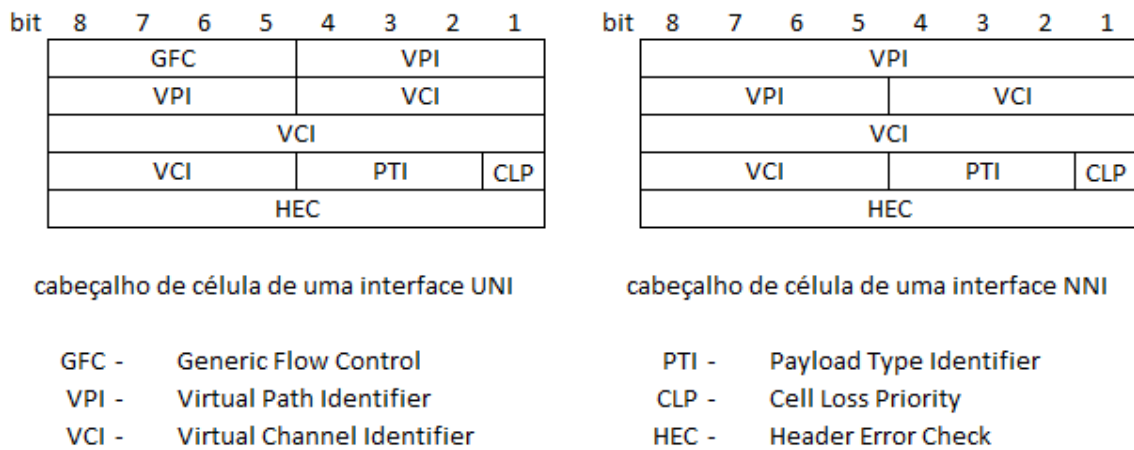


Figura 25 Estrutura do cabeçalho ATM

### Controlo de fluxo

O mecanismo de controlo de fluxo (GFC) só existe nas células da interface UNI e serve para controlar o fluxo das células no ponto de referência UNI. Tal é necessário no caso de existirem configurações com múltiplos utilizadores, controlando o acesso destes utilizadores à rede. Nos casos em que o campo GFC não é necessário, este é aproveitado para aumentar o comprimento do campo VPI.

### Payload Type

Os bits PTI indicam o tipo de informação contida na célula. Na Tabela 5 são apresentados os valores que o campo identificador de tipo de dados (PTI) pode assumir.

Tabela 5 Payload Type

Código PTI	Significado
000	Dados de utilizador, sem congestionamento, SDU tipo 0
001	Dados de utilizador, sem congestionamento, SDU tipo 1
010	Dados de utilizador, com congestionamento, SDU tipo 0
011	Dados de utilizador, com congestionamento, SDU tipo 1
100	Célula associada a segmento de OAM da rede
101	Célula associada a OAM
110	Célula de gestão de recursos
111	Reservado

SDU - *Service Data Unit*

OAM - *Operations, Administration and Maintenance*

## **Controlo e correcção de erros – HEC**

Este mecanismo permite a correcção de bits isolados com erro, como também a detecção de bits errados em rajada (*burst*). O valor deste campo é calculado, e preenchido, pelo transmissor, através de uma expressão matemática de correlação de valores. Na recepção é verificada a existência de erros no cabeçalho e, caso existam: ou são corrigidos os bits errados ou todas as células com erros no cabeçalho são desprezadas.

## **Células de adaptação de débito – *Cell Rate Decoupling***

São células inseridas ou removidas pelo nível físico para adaptar o fluxo de células da interface entre o nível físico e o nível ATM, à capacidade de transmissão do meio.

### **2.8.6. NÍVEL DE ADAPTAÇÃO ATM**

Este adapta os níveis superiores das características específicas do nível ATM, mapeando os PDU (*Protocol Data Unit*) dos níveis superiores nos payloads das células ATM e vice-versa.

No sub-nível de Segmentação e Reassemblagem é efectuada a subdivisão dos PDU das camadas superiores em blocos de informação de 48 bytes passíveis de serem transportados por várias células e a reassemblagem da informação recebida em várias de forma a obter os PDU dos níveis superiores.

O sub-nível de Convergência oferece aos níveis superiores um ponto de acesso aos diferentes serviços do AAL (*ATM Adaptation Layer*).

### **2.8.7. CLASSES DE SERVIÇO**

Na Tabela 6 apresentam-se as classes de serviço definidas no ATM. Estas têm em conta diversos parâmetros de caracterização do tráfego tais como: necessidade de uma relação temporal entre emissor e receptor, a utilização de débito constante ou variável e modo de ligação orientado às ligações ou não.

Tabela 6 Classes de serviço ATM [7]

Parâmetros de serviço	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Compensação temporal	Necessária		Não é necessária	
Débito	Constante	Variável		
Modo de ligação	Orientado às ligações			Não orientado às ligações
Tipos de AAL	AAL1	AAL2	AAL3/4 ou AAL5	AAL3/4 ou AAL5
Alguns exemplos	T1, E1, n * 64kbps	Pacotes de vídeo ou áudio	Frame Relay, X.25	IP, SMDS

### 2.8.8. CATEGORIAS DE SERVIÇO

A camada ATM fornece serviços para o transporte de células entre pontos extremos da rede que relacionam tipos de tráfego e qualidade de serviço diferenciados.

Os Serviços ATM (ATM Forum - Categorias de serviço) são:

- CBR – *Constant Bit Rate* ( $20 < \text{PCR (células)} < 40000$ )
- VBR – *Variable Bit Rate* ( $20 < \text{PCR (células)} < 40000$ )
- UBR – *Unspecified Bit Rate* ( $100 < \text{PCR (células)} < 353207$ )

De seguida, oferece-se uma descrição mais detalhada sobre cada tipo de serviço.

#### Serviço CBR (*Constant Bit Rate*)

Para este serviço a rede garante, durante o tempo de vida da conexão, a largura de banda suficiente para o ritmo de emissão de células da fonte. É equivalente a um circuito tradicional, pelo que a QoS é garantida, isto é, o tempo de atraso e sua variação, como também a taxa de células perdidas têm limites rígidos.

Este serviço é usado para aplicações com requisitos rígidos de tempo real: voz, vídeo, emulação de circuitos, etc.

#### Serviço VBR (*Variable Bit Rate*)

Este serviço é usado para aplicações em que existe algum conhecimento prévio das características de rajada (*burst*) do tráfego. A rede vê esta fonte como uma fonte ON/OFF: emissão a um ritmo constante durante o período de ON e silêncio no período OFF.

Existem dois tipos de serviços VBR:

- **rt\_VBR**

Garante um limite rígido nos parâmetros de atraso e algum controlo na taxa de células perdidas. Adequado para aplicações de tempo real: vídeo VBR, voz em pacotes, etc.

- **nrt\_VBR**

Apenas limita a taxa de células perdidas. Adequado para aplicações sem requisitos de tempo real: Frame Relay, SMDS, etc.

### **Serviço UBR (*Unspecified Bit Rate*)**

Este tipo de serviço reflecte o melhor esforço, não garantindo qualquer QoS: se existirem recursos na rede então o tráfego deste tipo será escoado; por outro lado, se existir congestionamento então o tráfego poderá ser amortecido em *buffers*, podendo sofrer atrasos elevados e, em último caso, poderá ser perdido. Este serviço não exige o conhecimento prévio das características do tráfego, pois para este serviço a rede funciona tal e qual a Internet. Este serviço é ideal para aplicações de baixa prioridade (e de baixo custo), como por exemplo Email, WWW, ftp públicos, etc.

### **2.8.9.       PARAMETRIZAÇÃO DO SERVIÇO**

Existem diversos parâmetros de tráfego, que têm de ser configurados para cada serviço (ver Tabela 7), nomeadamente:

- PCR (*Peak Cell Rate*): Taxa máxima (valor de pico) de emissão de células da fonte. Esta tem de ser menor do que a velocidade do canal de transmissão.
- SCR (*Sustained Cell Rate*): Representa a taxa média de chegada de células num determinado intervalo (tipicamente um segundo).
- MBS (*Maximum Burst Size*): Número máximo de células transmitidas em PCR, mantendo a conformidade com o SCR.

Tabela 7 Parâmetros de tráfego relativos aos serviços ATM

	CBR	VBR	UBR
PCR	x	x	x
SCR		x	
MBS		x	

NOTA: O valor SCR tem de ser inferior ao valor PCR.

### 2.8.10. MAPEAMENTO ATM EM SDH

Na Figura 26 representa-se o mapeamento de células ATM num VC-4, que posteriormente poderá ser enviado através de interfaces STM.

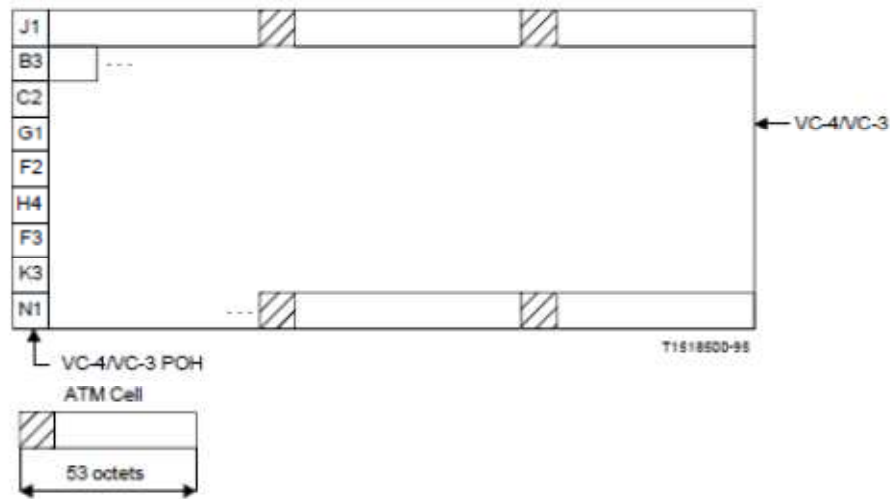


Figura 26 Mapeamento ATM em VC-4 [40]

## 2.9. IMA

Quando se pretende maior largura de banda as interfaces E1 podem ser agrupadas em grupos IMA (*Inverse Multiplexing over ATM*): as células ATM são divididas em partes e estas são transmitidas por cada uma das interfaces do grupo, sendo reconstruídas no receptor, tal como representado na Figura 27. Um grupo IMA para estar activo necessita de ter associada uma interface ATM.

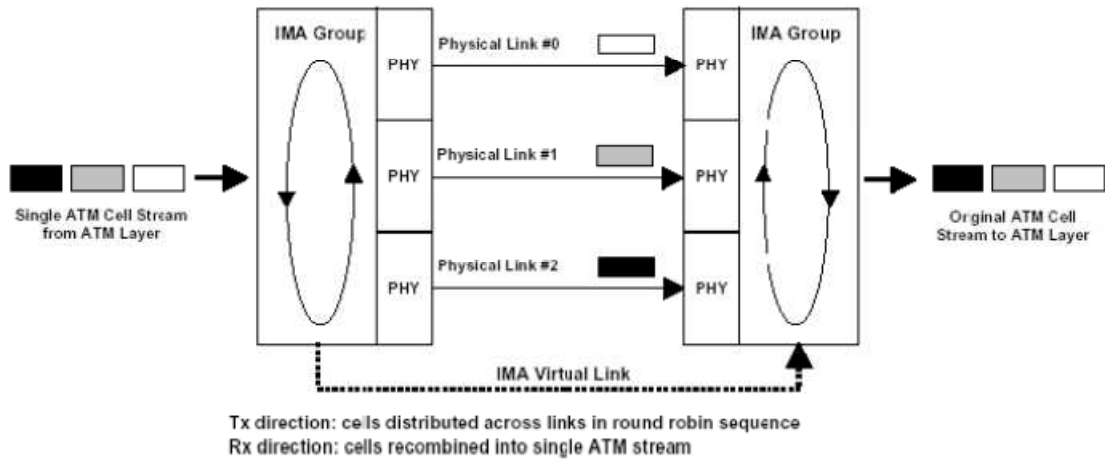


Figura 27 Diagrama representativo da transmissão de uma interface IMA [47]

A Figura 28 esquematiza a constituição de uma interface IMA. Sobre os níveis de adaptação AAL surge a camada ATM ao qual é associada uma ligação E1 ou um conjunto de ligações E1, ao qual se chama interface IMA. Na figura é representada uma interface IMA para transmissão UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), na qual são utilizadas ligações em AAL2 e AAL5.

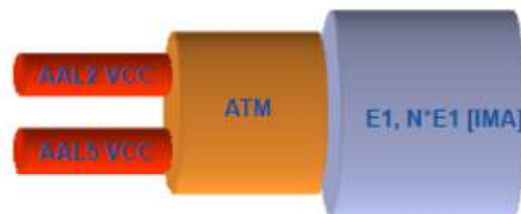


Figura 28 Representação da constituição de uma interface IMA

## 2.10. DCME

Um DCME (*Digital Circuit Multiplication Equipment*) [22] é um tipo de equipamento de compressão de voz instalado nos extremos de uma ligação de longa distância (e.g. ligações satélite) cujas funcionalidades são usadas para fazer a transcodificação do CODEC. Tal operação é preconizada pela norma ITU-T G.711 [24], a 64 kbps, para CODECs de menor débito (por exemplo, a 5.3 kbps ou a 6.3 kbps), como preconizado pela norma ITU-T G.723 [25], permitindo ganhos até 12:1, mesmo sem considerar os ganhos estatísticos.

## 2.11. TECNOLOGIAS DE REDES MÓVEIS

### 2.11.1. GSM

O GSM (*Global System for Mobile Communications*) é uma das tecnologias de segunda geração das redes móveis e é vocacionada para transmissão de voz digital. Faz uso de TDMA (*Time Division Multiple Access*), o que permite que um determinado número de utilizadores móveis partilhem uma portadora comum, ou um canal radioelétrico, por atribuição de “time slots” na portadora.

Representa-se na Figura 29 uma parte da arquitectura desta tecnologia e as diferentes interfaces de transmissão referentes à mesma. As BTS (*Base Transceiver Stations*) representam a interface com os terminais móveis dos clientes e englobam as antenas, o equipamento para transmissão e recepção de sinais de rádio, e o equipamento para a comunicação com o equipamento central, que é representado pela BSC (*Base Station Controllers*). Este último actua como um concentrador das diversas BTS na sua área, tal como se pode verificar na Figura 29.

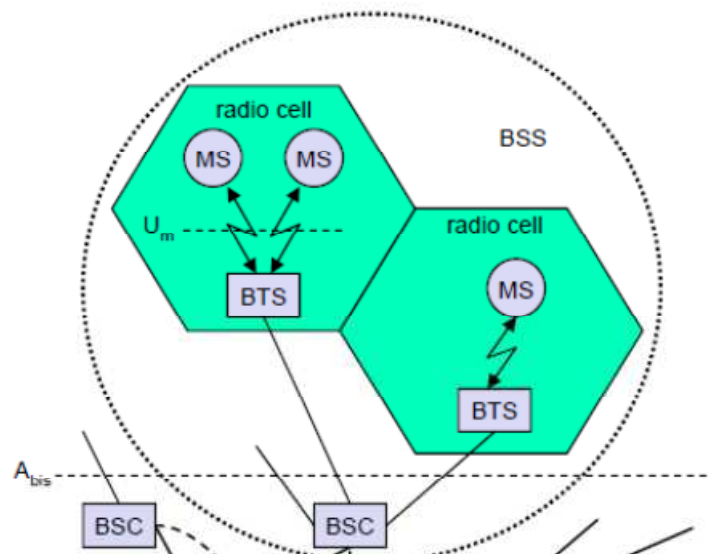


Figura 29 Interface de transmissão entre BTSs e respectiva BSC [21]

A ligação entre as BTS e as BSC é efectuada através de uma interface Abis, como se pode verificar na Figura 29. Esta interface é transmitida em PCM 30 em ligações E1.

### 2.11.2. 1xEVDO

1xEVDO (*Evolution-Data Optimized*), originalmente *Evolution Data Only*, é uma tecnologia de terceira geração, baseada em CDMA (*Code Division Multiple Access*), utilizada para o transporte de dados, a operar numa portadora de 1,25MHz (dedicada apenas para dados), ocupando o mesmo espectro face aos sistemas CDMA anteriores (cdmaOne, cdma2000 1x). Esta tecnologia usa uma rede baseada em IP para fornecer uma maior velocidade e maior capacidade de serviços de dados, suportando aplicações como *streaming* de vídeo e *download* de ficheiros de maior tamanho.

### 2.11.3. UMTS

O UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) é uma tecnologia de terceira geração, que faz uso de W-CDMA (*Wide-Band CDMA*) e que acrescenta, às gerações anteriores, uma componente multimédia, transmitida sob a forma de pacotes.

Representa-se, na Figura 30, parte da arquitectura desta tecnologia e as diferentes interfaces de transmissão. A nível da interface com os terminais móveis do cliente, essa função é assegurada pelos Nós B, que são o equivalente às BTS do sistema GSM. Os equipamentos centrais de agregação de Nós B são denominados RNC (*Radio Network Controller*).

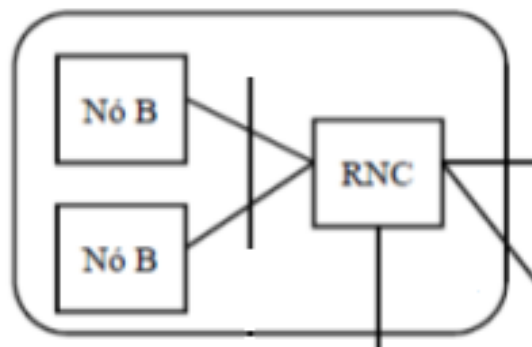


Figura 30 Interligação entre Nós B e respectivo RNC [6]

As ligações entre Nós B e os RNC utilizam a tecnologia ATM como rede de transporte (em interfaces Iub, em AAL2 e AAL5), suportando circuitos com débitos entre 4 kbit/s e 2 Mbit/s, ou seja, circuitos com débitos variáveis.

#### 2.11.4. WIMAX

O WIMAX é uma tecnologia de acesso sem fio para redes metropolitanas. A principal vantagem desta tecnologia é a disponibilização de serviços de qualidade similar aos oferecidos actualmente numa área alargada, podendo com baixo custo abranger locais sem viabilidade de instalação de cablagem.

Na Figura 31 apresenta-se parte da arquitectura da tecnologia WIMAX. Neste esquema pode-se observar que a transmissão de dados é realizada através de redes e interfaces IP.

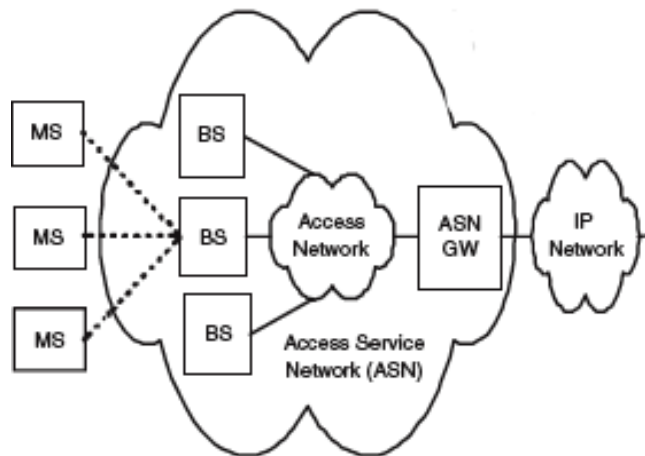


Figura 31 Arquitectura WIMAX [29]



### 3. SISTEMA MAIS

As redes móveis começaram por usar tecnologias baseadas em TDM (*Time Division Multiplexing*) sobre circuitos alugados. Com a introdução do serviço 3G, e também a migração em alguns operadores de CDMA para GSM, a ineficiente utilização dos recursos de transmissão traduzia-se num elevado custo para a rede de acesso móvel. Esta ineficiência era não só devida à rigidez na atribuição fixa da capacidade de transmissão a cada canal, como também devido à natureza estatística da utilização dos circuitos de dados.

Actualmente os serviços e aplicações exigem maior largura de banda das redes de transmissão. Tal exigência traduz-se na existência de diversas tecnologias associadas às redes móveis, que se complementam, tais como o CDMA, GSM e UMTS, e novas tecnologias em fase de implementação, tais como o 3G IP e LTE (*Long Term Evolution*).

Face a tais requisitos e disponibilidade tecnológica, os operadores de telecomunicações têm várias opções para modernizar as suas redes de acesso adequando-as às necessidades sentidas. Este investimento deverá seguir critérios tecnológicos, como também o retorno de investimento esperado para os mesmos. Assim, é comum os operadores considerarem diferentes soluções, nomeadamente: ligações rádio, circuitos alugados, fibra óptica ou a optimização da rede já existente. No quadro seguinte é apresentado um resumo dos pontos a ter em conta na escolha de uma destas opções.

Tabela 8 Comparação das opções disponíveis para a expansão da rede [2]

	Microondas Rádio	Circuitos alugados	Fibra óptica	Optimização da rede
Área de cobertura	Média (difícil para cobrir todos os locais)	Elevada (possível aumentar a capacidade em todos os locais)	Baixa (investimento muito elevado para a totalidade dos locais)	Elevada (todos os locais ou concentradores podem ser interligados)
Tempo de implementação	Geralmente 60 dias, dependendo da complexidade da ligação	De 40 a 90 dias, de acordo com a disponibilidade técnica	Mais de 6 meses	Geralmente 30 dias
OAM	In house	Fornecedor, obedecendo a um SLA ( <i>Service Level Agreement</i> )	In house	In house
Questões técnicas	Capacidade das torres, disponibilidade do espectro de rádio, questões paisagísticas	Responsabilidade do fornecedor	Autorizações para colocação da fibra	Sem alterações na rede
Tipo de despesas	CapEx	OpEx	CapEx	CapEx
Dimensão do investimento	Baixo a médio	Taxas mensais dispendiosas	Muito alto	Médio

Pela análise da Tabela 8 constata-se as vantagens da optimização da rede face às restantes soluções apresentadas. O indicador mais desfavorável de cada solução é indicado na tabela com uma cor diferenciada. A solução MAiS (*Mobile Access and Optical Integration System*) foi desenvolvida com o objectivo de ser uma opção para a optimização das redes.

A solução MAiS apostou na compressão por canal das interfaces TDM, como GSM e CDMA, e posterior mapeamento em IP para agregação com os serviços 3G resultando em ganhos combinados elevados de compressão e multiplexagem estatística. Na área da voz fixa, o MAiS executa a recodificação dos canais de 64kbps para CODECs (Codificadores/Decodificadores) com taxas binárias mais baixas, tais como 5.3 ou 6.5 kbps, definidas pela norma ITU-T G.703 [37].

Actualmente a solução MAiS em funcionamento suporta os seguintes serviços:

- GSM (Abis e Ater)
- DCME
- W-CDMA e 1x/EVDO
- 3G/ATM
- 3G/Ethernet
- Wimax
- Interfaces A (voz fixa)

### **3.1. FUNCIONALIDADES**

A família de equipamentos MAiS baseia-se em tecnologia avançada de processamento de rede IP, e oferece aos operadores de telecomunicações uma solução completa que permite reduzir os custos de operação das redes RAN (*Radio Access Network*) e core.

Os equipamentos MAiS realizam a agregação de fluxos de dados de múltiplas proveniências com ganhos estatísticos, conduzindo, de diferentes formas, à optimização das interfaces de transmissão suportadas:

- Ethernet (UMTS/W-CDMA)

Optimização através do encapsulamento das tramas em datagramas IP, promovendo a emulação do serviço (PWE Ethernet).

- ATM (UMTS/W-CDMA)

Optimização através da simples comutação ATM ou encapsulamento em IP (PWE3 ATM) com remoção dos cabeçalhos ATM (~10%).

- TDM (GSM Abis/Ater)

Optimização por compressão sem perdas, especialmente eficaz para os canais momentaneamente livres e em silêncios, atingindo ganhos médios de 40% a 60%, sem contar com os ganhos de *time slots* não usados.

- ATM (CDMA)

Optimização através do transporte IP, usando compressão sem perdas com ganhos, permitindo assim ganhos médios de 30%, mas sem diferenciação de tráfego.

- HDLC e outras (CDMA, TDMA)

Optimização usando remoção de tramas *idle* e aplicação de compressão sem perdas, permitindo ganhos até 30%.

- PCM (Interfaces A/E)

Optimização através da compressão de circuitos de voz digital G.711 [24] para G723.1b [25], ou outros CODECs, na interligação de comutadores, permitindo ganhos de 8 a 16 vezes no número de circuitos necessários.

### 3.2. ENQUADRAMENTO E PRINCIPAIS CLIENTES

O equipamento MAiS enquadra-se nas redes de Acesso e Agregação/Metro na arquitectura netB@nd (ver Figura 32), as quais foram explicadas anteriormente na secção 2.1, e que fazem a interligação entre as redes Residencial/Empresarial e de core.

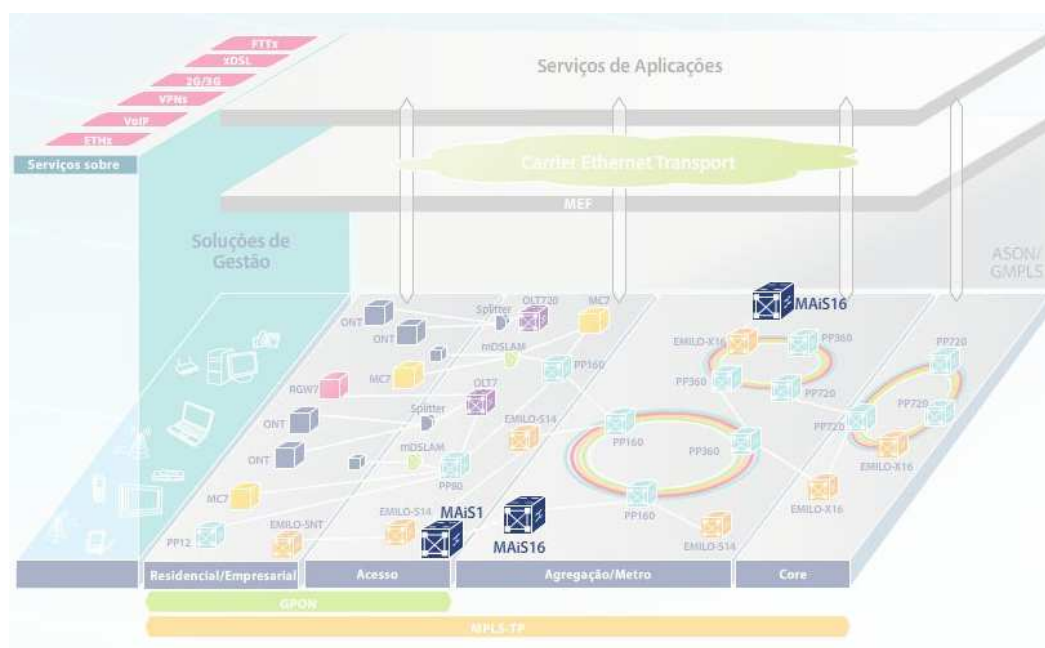


Figura 32 MAiS na Arquitectura netB@nd [1]

Os principais clientes dos equipamentos MAiS encontram-se representados na Figura 33, incluindo referências de algumas das tecnologias utilizadas em cada local. Em alguns locais, onde a distância entre as BTSs e as BSCs é muito grande, são utilizadas ligações satélite para efectuar a transmissão de tráfego entre as mesmas. Nesse caso, a optimização é muito vantajosa, devido ao elevado custo e baixa disponibilidade dessas ligações.

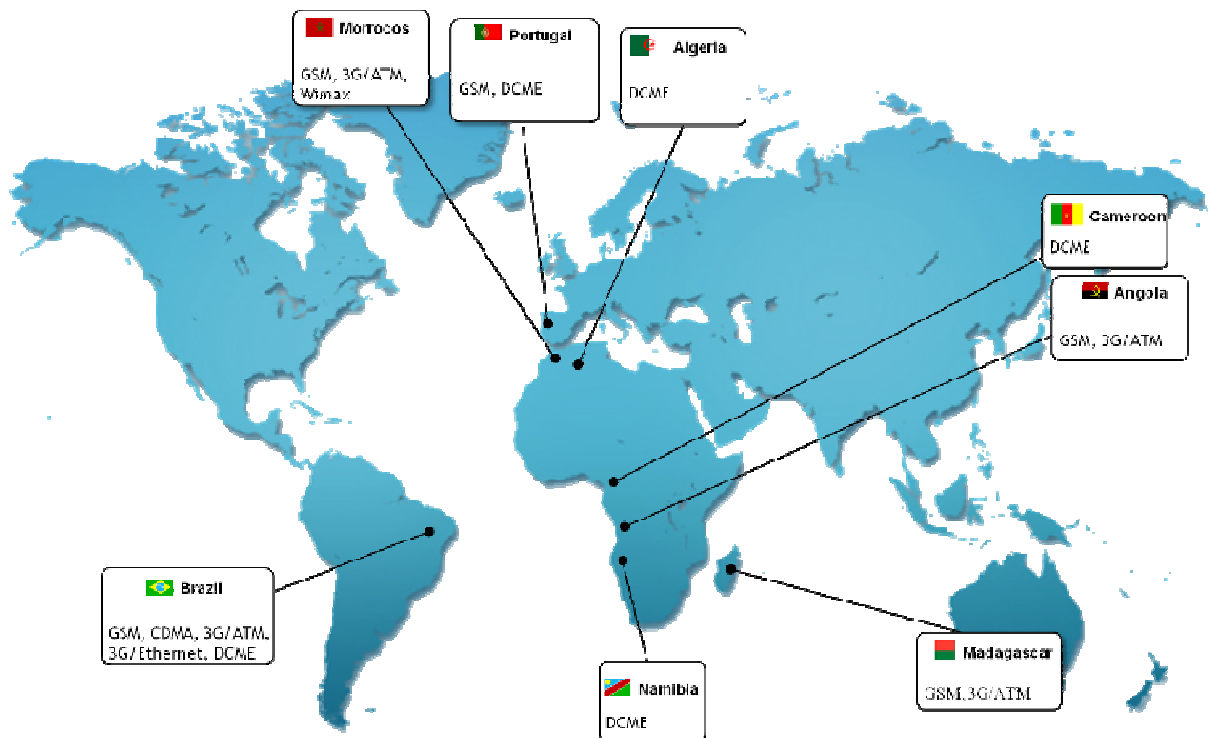


Figura 33 Principais clientes dos equipamentos MAiS [2]

A família MAiS consiste em 3 equipamentos: MAiS1, MAiS2 e MAiS16, adequados, respectivamente, para uma densidade de circuitos crescente.

O primeiro (MAiS1) foi idealizado para locais remotos ou centrais de baixa densidade, o segundo (MAiS2) para locais centrais de baixa densidade, e o terceiro (MAiS16) vocacionado para locais centrais de média e alta densidade, devido à sua maior capacidade.

O sufixo do nome do equipamento indica o número de placas tributárias (placas responsáveis pela optimização, em mais detalhe na secção 3.4) suportadas pelo mesmo, ou seja, um equipamento MAiS1 admite apenas uma carta tributária, ao passo que um equipamento MAiS16 admite até 16 cartas tributárias.

### 3.3. AGREGAÇÃO E OPTIMIZAÇÃO

Nesta secção são apresentados os conceitos de agregação e de optimização no contexto dos equipamentos MAiS.

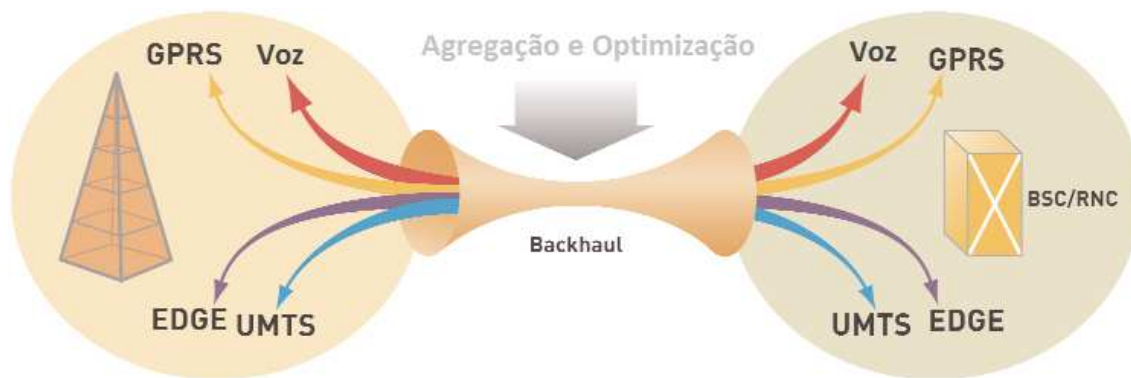


Figura 34 Diagrama representativo de Agregação e Otimização

### 3.3.1. AGREGAÇÃO DE TRÁFEGO

Na Figura 35 representa-se a operação de agregação de tráfego, na qual o equipamento agregador representado tem três interfaces E1 como entrada. Cada uma destas entradas apenas faz uso de alguns *time slots* (a primeira com 14 *time slots* ocupados, a segunda com 9 e a terceira com apenas 6). Na saída apenas existe uma única interface E1, que transmite a soma dos *time slots* de entrada, ou seja, 29. Neste caso pode-se entender que existe uma poupança de interfaces de transmissão, apenas devido a agregação de tráfego.

A agregação de tráfego deste tipo tem como base o estudo estatístico do tráfego num determinado cenário de rede. Este exemplo pode ser considerado como o caso de tráfego suportado nas interfaces de entrada sem perdas.

Se o tráfego aumentar de intensidade, e a interface de saída não puder acomodar a soma dos *time slots* utilizados das interfaces de entrada, ocorrem descartes na transmissão (na interface de saída).

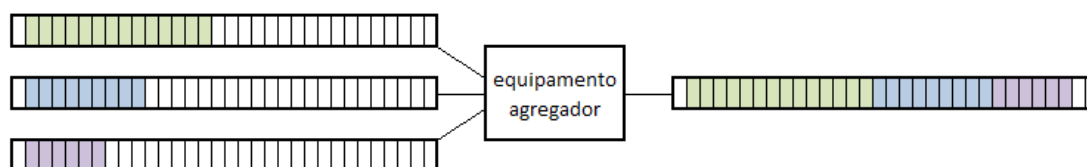


Figura 35 Exemplo de uma agregação de tráfego num equipamento

A agregação de tráfego pode também ser feita através do mapeamento de interfaces lógicas em interfaces físicas, tais como: ATM sobre SDH, E1 sobre SDH, ETH sobre SDH, etc.

Por exemplo, no caso do mapeamento de E1 sobre STM-1, numa única interface física (STM-1) podem ser mapeadas até 63 interfaces lógicas E1, transportando-se assim a mesma informação. Tal é vantajoso devido à redução das interfaces físicas necessárias para o transporte da informação.

### 3.3.2. OPTIMIZAÇÃO DE TRÁFEGO GSM

É suportada, no equipamento MAiS, a optimização de tráfego das interfaces Abis e Ater do GSM 2G e 2.5G. O processo de optimização incide sobre os seguintes aspectos.

- Passagem transparente, sem compressão, das tramas de voz GSM
- Supressão de tramas *idle* e de silêncio
- Extração e passagem das tramas de sinalização SS7 e HDLC
- Auto-configuração do mapeamento Abis nas interfaces E1
- Monitorização, em tempo real, da utilização dos canais TRX
- Compressão sem perdas
- Auto-configuração dinâmica do mapeamento da interface
- Suporte de todos os CODECs Abis/Ater, GPRS e EDGE: FR, EFR, HR (8 kbps e 16 kbps), AMR FR e AMR HR (8 kbps e 16 kbps).
- 2 níveis automáticos de QoS: sinalização ou voz e dados
- Gestão do congestionamento, eliminando pacotes alternadamente entre chamadas activas, sem que ocorra degradação significativa das mesmas ou a sua perda.

De modo a atingir ganhos que oscilam entre 25% e 70%, é utilizado um conjunto de técnicas. É possível atingir, mais concretamente, um ganho de até 70% em tráfego GSM puro e cerca de 30% em tráfego CDMA. Estes ganhos representam a relação entre as capacidades das interfaces de entrada e das interfaces de saída necessárias.

De entre as várias técnicas aplicadas destacam-se o descarte de quadros de silêncio, onde tramas *idle* e SID (*Silence Insertion Descriptor*) são descartados evitando a transmissão de informação desnecessária, o mapeamento automático de *time slots* úteis, onde existe descarte de *time slots* não utilizados e reconfiguração dinâmica dos *time slots* úteis, e finalmente a multiplexagem estatística, na qual quanto maior o número de meios de transmissão a serem optimizados maior a optimização devido ao perfil de utilização das redes.

### **3.3.3. OPTIMIZAÇÃO DE TRÁFEGO CDMA**

Ao contrário da interface Abis do GSM, a interface das BTS CDMA não se encontra normalizada. Por este motivo, os algoritmos de otimização através de inspecção dos canais de tráfego não se aplicam a esta tecnologia. Para estes casos são utilizados mecanismos diferenciados, tais como a eliminação de canais não usados e a otimização através da comutação por pacotes e multiplexagem estatística.

A eliminação de canais não usados baseia-se na selecção dos intervalos de tempo efectivamente usados pela BTS CDMA e o mapeamento desses intervalos no E1 da rede de transmissão para a central. Os intervalos de tempo não usados não são mapeados, constituindo assim um importante ganho. O ganho de otimização neste mecanismo depende dos intervalos de tempo usados na BTS.

Na otimização através de comutação por pacotes e multiplexagem estatística, os canais CDMA são amostrados e a informação é colocada em pacotes ATM, que depois são enviados através da rede de transmissão. Nesse processo, os padrões repetitivos de bits, como os encontrados nos canais idle e bits de preenchimento, são reconhecidos e substituídos por um código. Na outra extremidade do circuito, esse código é novamente substituído pelo padrão de bit original tornando esta solução totalmente transparente.

O tráfego das interfaces das BTS não é alocado nos *time slots* TDM do E1 de forma estática; esse tráfego é transformado em pacotes e transportado como ATM VBR (*Variable Bit Rate*) através da rede de transmissão. Isto permite uma redução extra da largura de banda devido a multiplexagem estatística. Ganhos com multiplexagem estatística são especialmente significativos nos casos de grande agregação de tráfego de um mesmo local, que tende a concentrar um conjunto de BTS com diferentes distribuições de tráfego diário, períodos de pico em diferentes horas do dia e carga da BTS.

### **3.3.4. COMPRESSÃO DE VOZ PCM**

Para as interfaces do tipo A ou E que transportam canais de voz G.711, a otimização do MAiS tem as seguintes características.

- Compressão usando os CODECs G.729 ab, G.723.1 e AMR, com débito variável
- Supressão de silêncio e SDI
- T.30 FAX Relay (V29/V27ter/V17)

- Modem Relay (V32/V32bis/V22/V22bis)
- Transporte de sinalização SS7 com otimização (*spoofing* de FISU)
- Verificação, detecção e regeneração de tons de continuidade extremo-a-extremo
- Monitorização em tempo real da utilização dos canais de voz
- Cancelamento de eco

### 3.4. PLACA TRIBUTÁRIA MAIS-T

Esta carta é a responsável pela otimização das diversas tecnologias, possuindo igualmente a capacidade de comutação IP, ATM e PDH.



Figura 36 Vista de uma placa tributária MAIS-T

#### 3.4.1. DIAGRAMA DE BLOCOS

Uma placa MAIS-T é constituída por diversos módulos com funções diferentes. A Figura 37 representa o diagrama de blocos simplificado de uma placa MAIS-T.

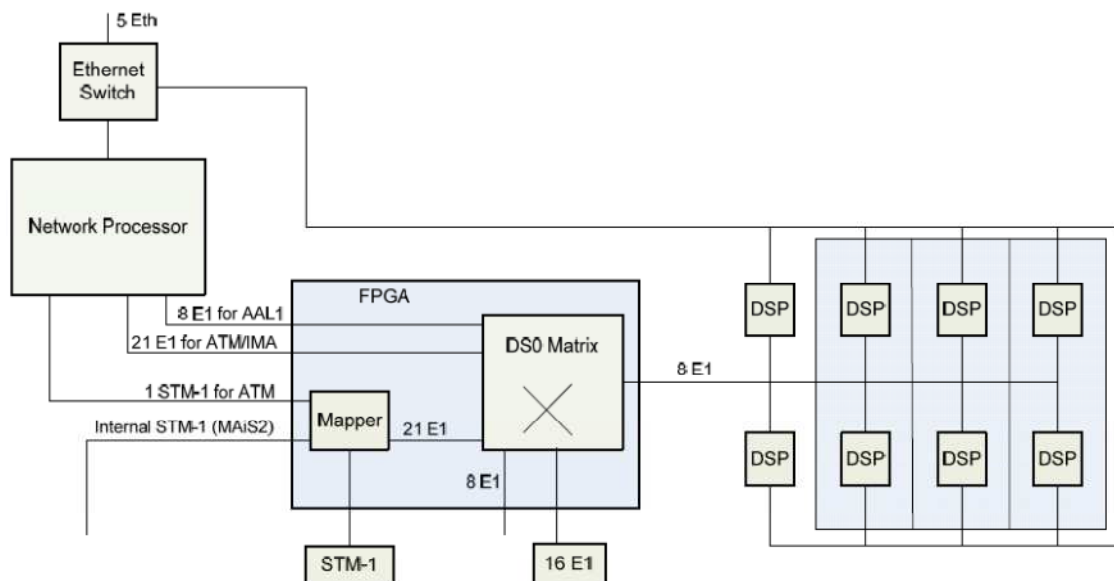


Figura 37 Diagrama de blocos de uma placa tributária MAIS-T [34]

As funções de cada bloco são as que sumariamente se apresentam a seguir.

- Network Processor (NP) é o responsável pelo processamento ATM e IP. Realiza o encapsulamento IP do tráfego Abis proveniente do DSP.
- DSP é o bloco responsável pela optimização Abis, CDMA e A/E. Cada um dos 8 blocos DSP (*Digital Signal Processor*) suporta uma interface E1.
- Ethernet *Switch*, realiza a comutação entre as várias interfaces Ethernet existentes numa placa MAiS-T.
- DS0 Matrix, esta matriz é a responsável pela comutação de *time slots* das interfaces E1. Estes são encaminhados, consoante a respectiva aplicação, para os DSPs respectivos ou o NP.
- Interface STM-1, nos equipamentos MAiS1 e MAiS2 esta interface é externa ao equipamento, sendo disponibilizada através de um módulo SFP.

Quando a placa é usada num equipamento MAiS16 uma interface Ethernet e um grupo de 8 interfaces E1 permitem a comunicação interna com a placa agregadora MAiS-AG. Por outro lado, num equipamento MAiS2 existe uma interface STM-1 interna para comunicação entre as duas placas MAiS-T.

### **3.5. PLACA AGREGADORA MAiS-AG**

Nos equipamentos MAiS16 a função principal desta placa é permitir a interligação a outros equipamentos MAiS (1, 2 ou 16) através de interfaces de alto débito, como a interface STM-1. Esta placa tem a capacidade de comunicar com cada uma das placas MAiS-T do equipamento.

A placa agregadora MAiS-AG presente no slot 11 (secundária) funciona em redundância com a MAiS-AG presente no slot 9 (principal). Em caso de falha todas as configurações da carta principal são adquiridas pela carta secundária e esta assume o controlo. Todas as interfaces físicas são multiplexadas electricamente, pelo que são todas interligadas à nova carta.



Figura 38 Vista de uma placa agregadora MAiS-AG

### 3.5.1. DIAGRAMA DE BLOCOS

Em conjunto com a carta MAiS-AG, é necessária a utilização de uma ou duas cartas MAiS-AG-IO, colocada(s) no painel posterior (*backplane*) (ver Figura 39). Esta carta tem comunicação interna com a carta MAiS-AG e apenas disponibiliza as interfaces físicas da carta agregadora.

A MAiS-AG possui as seguintes interfaces: 12 interfaces ópticas STM1 (6 em cada MAiS-AG-IO, sendo 2 delas partilhadas com a interface Ethernet), 7 interfaces Gigabit Ethernet (uma interface frontal e 1 RJ45 + 2 SFP em cada carta MAiS-AG-IO). Esta carta possui também 4 interfaces de sincronismo (2 em cada carta MAiS-AG-IO) e 1 porta de alarmes disponível no painel frontal, que não se encontram representados na figura.

A Figura 39 representa, simplificada, o diagrama de blocos de uma placa agregadora MAiS-AG, onde são representadas as interfaces descritas no parágrafo anterior.

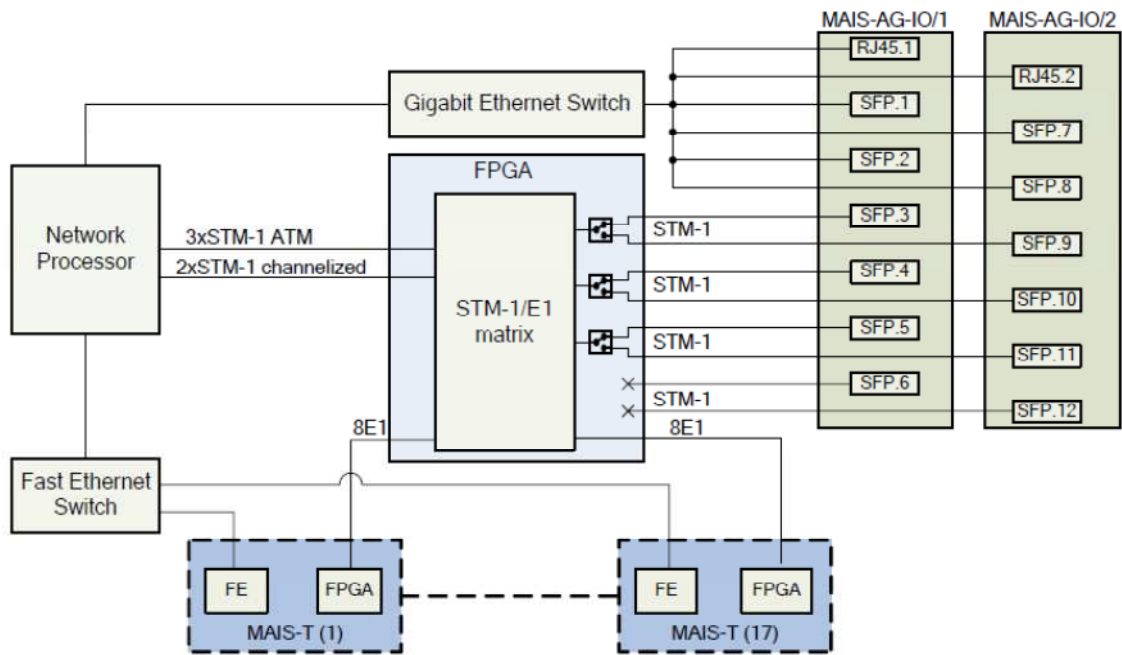


Figura 39 Diagrama de blocos de uma placa agregadora MAiS-AG [34]

Posteriormente (na secção 4.5) serão apresentados os diagramas de fluxo de tráfego para diferentes casos de estudo.

### 3.6. MAiS1 E MAiS2

Os equipamentos MAiS1 e MAiS2 diferenciam-se apenas pelo número de cartas tributárias que incluem.

Cada unidade é constituída por:

- Uma caixa metálica que já inclui um *backplane* (painel posterior) aparafusado na parte posterior da caixa. É neste *backplane* que são colocados os conectores para posteriormente ligar as restantes cartas;
- Um módulo amovível de ventilação;
- Uma placa amovível de tributário MAiS-T para o MAiS1, e duas placas para o MAiS2.

A alimentação de -48V faz uso de dois conectores e duas fontes, suportando assim redundância de alimentação.

As interfaces existentes no MAiS1 e MAiS2 são as que se passam a listar.

- Interfaces E1, disponibilizadas em conectores SMB, SMZ ou mini-Siemens (1.0/2.3). São utilizadas para Abis, Iub (ATM/E1 ou IMA) ou interligação (ATM/E1 ou IMA). O MAiS1 suporta 16 interfaces E1, enquanto o MAiS2 suporta 24 (12 para cada placa MAiS-T) a 75Ω ou 32 (16 para cada placa MAiS-T) a 120Ω.
- 4 Interfaces ethernet 10/100BaseT, disponibilizadas em conectores RJ-45, uma delas no painel frontal. Estas interfaces podem ser utilizadas, por exemplo, para gestão do equipamento, ou para transmissão de tráfego HSPA (através da ligação a um modem xDSL externo).
- 1 Módulo SFP opcional (2 no MAiS2), que pode ser configurado como:
  - 1 interface Ethernet 100bLX
  - 1 Interface STM-1
- 1 Interface de sincronismo, disponibilizada em conectores SMB, SMZ ou mini-Siemens (1.0/2.3).
- Interface de alarmes, para sinalização de alarmes de avaria e serviço no bastidor, disponibilizada no painel posterior através de um conector RJ-45.
- Uma interface de gestão RS-232 de gestão, situada no painel frontal
- Opcionalmente, um conector SMA para GPS, no painel frontal
- 2 conectores de alimentação -48V
- 1 conector DB25 para interface V.35



Figura 40 Vista frontal de uma unidade MAiS1



Figura 41 Vista frontal de uma unidade MAiS2

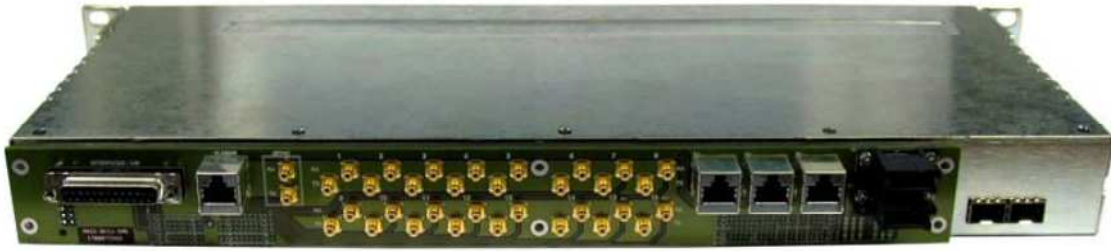


Figura 42 Vista posterior de uma unidade MAiS1 ou MAiS2

### 3.6.1. DIAGRAMAS DE BLOCOS

O diagrama de blocos de um equipamento MAiS1 é a representação de uma carta tributária (Figura 37), visto esta ser a única presente no equipamento. Já o diagrama de blocos de um equipamento MAiS2 resulta da interligação de duas cartas tributárias, tal como é representado na Figura 43.

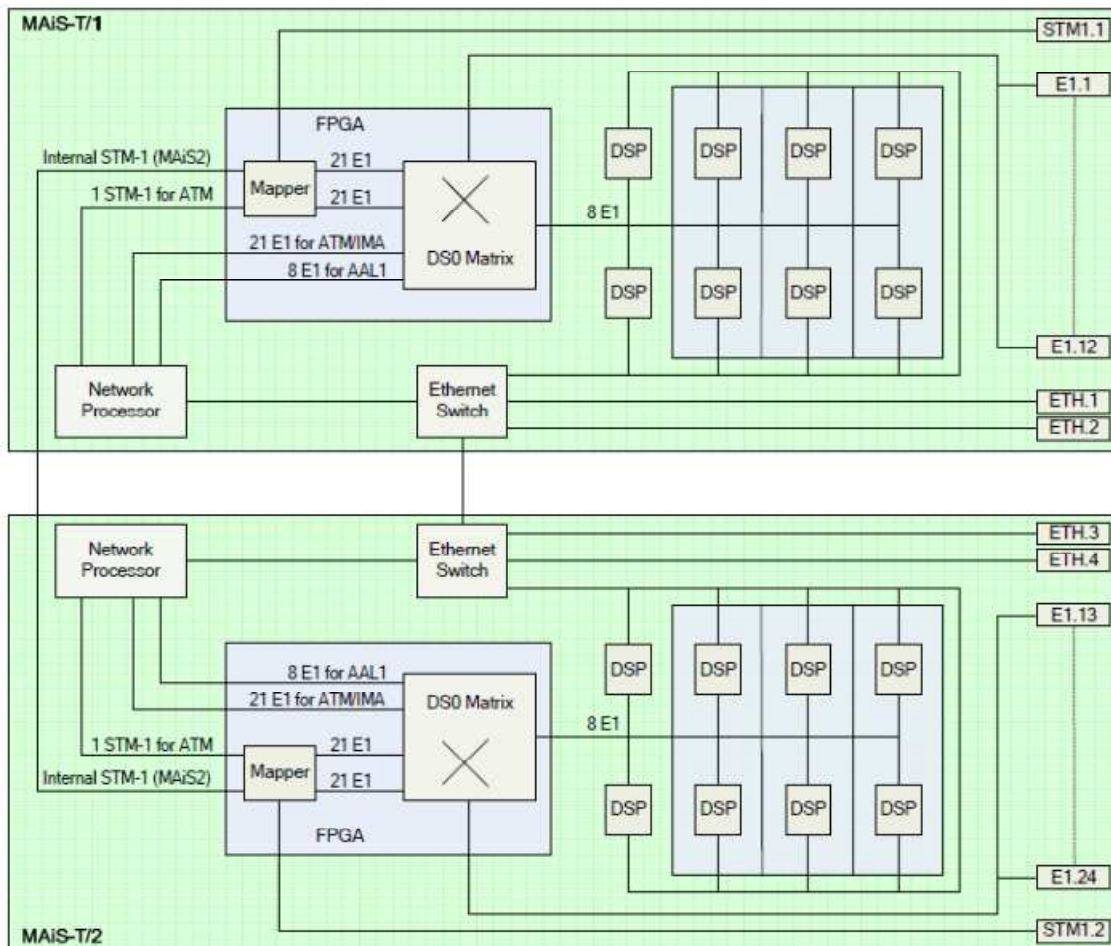


Figura 43 Diagrama de blocos de uma unidade MAiS2 [34]

### 3.7. MAiS16

O MAiS16 é o equipamento da família dos equipamentos MAiS que tem a maior capacidade, possuindo até 16 placas tributárias. Assim, é o indicado para (grandes) estações centrais.

Podem ser inseridas, na parte frontal, placas de tributário ou de agregado, e na parte posterior, placas de conectores e de alimentação. Cada carta frontal tem ligação com uma placa do painel traseiro, onde estão posicionados os conectores, onde se poderão ligar as interfaces necessárias.

O sistema é alimentado a -48V, podendo haver duas placas de alimentação. Cada placa tem duas fontes independentes, suportando assim redundância de alimentação.

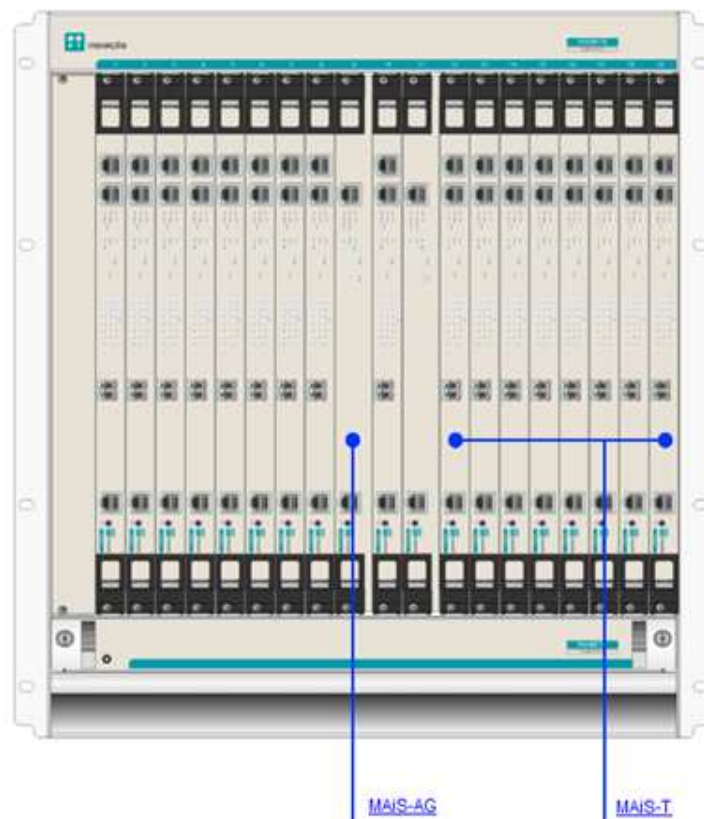


Figura 44 Vista frontal de uma unidade MAiS 16

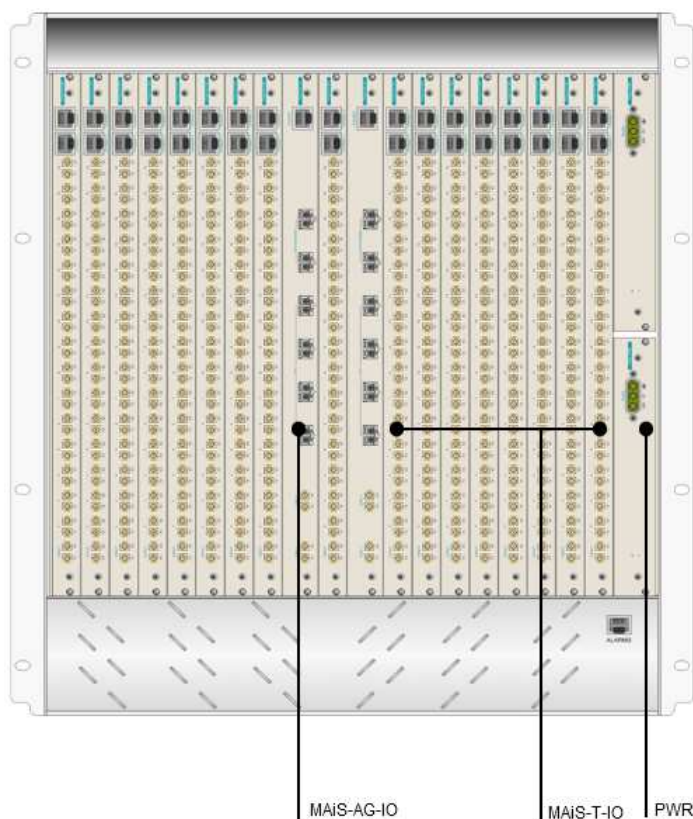


Figura 45 Vista posterior de uma unidade MAiS 16

Este equipamento pode ser composto pelas seguintes unidades.

- No painel frontal:
  - 1 ou 2 placas agregadoras (MAiS-AG), com interfaces:
    - Gigabit Ethernet, para interligação ou gestão;
    - STM-1 não estruturado ATM, para interface de interligação ou Iub;
    - STM-1 estruturado (63 VC12) para ATM, para interface de interligação ou Iub;
    - STM-1 estruturado (63 VC12) simples, para interface Abis, CDMA ou PCM.
  - Até 16 placas MAiS-T;
  - 1 placa MAiS-T para implementar a redundância 16:1 das placas MAiS-T.
- No painel posterior:
  - 1 ou 2 placas MAiS-AG-IO constituídas, cada uma, por:
    - 1 interface Ethernet 10/100/1000BaseT;
    - 2 módulos SFP opcionais que suportam interfaces Gigabit Ethernet ou STM-1;

- 4 módulos SFP opcionais que suportam interfaces STM-1;
- 2 interfaces de sincronismo.
- Até 16 placas MAiS-IO, cada uma disponibilizando 16 interfaces E1;
- 1 placa MAiS-RED-IO;
- 2 placas de alimentação.

### **3.8. CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA MAiS**

Os procedimentos de configuração (como por exemplo os necessários para colocar em operação, a modificação das características ou capacidade das ligações), os procedimentos de diagnóstico (como por exemplo a detecção de falhas e análise de alarmes), e os procedimentos de manutenção (como por exemplo a gestão de utilizadores, recolha de indicadores de desempenho, etc.) podem ser realizados utilizando o sistema de gestão integrado com uma interface homem-máquina amigável e de treino rápido, ou através da CLI (*Command-Line Interface*). Estes sistemas de gestão são descritos sumariamente nas secções que se seguem.

#### **3.8.1. SISTEMA DE GESTÃO – AGORANG**

A PT Inovação tem disponível para os seus clientes um sistema de gestão, o AgoraNG (Figura 46), que simplifica o processo de configuração e gestão do equipamento. Este consiste numa solução que permite a gestão centralizada de redes multi-tecnologia e multi-utilizador.

Esta ferramenta permite gerir soluções de telecomunicações PT Inovação, incluindo equipamentos com tecnologias de comutação de circuitos n\*64k, ATM, xDSL e SDH.

Este sistema aberto é baseado numa arquitectura modular, escalável e multi-utilizador, que faz uso das mais recentes propostas de arquitectura de sistemas de gestão distribuídos, baseados em tecnologias Web, J2EE e CORBA, de forma a permitir uma gestão integrada da rede de acesso, num ambiente multi-vendedor e multi-tecnologia. Assim sendo, permite facilmente a integração com outros sistemas de gestão/informação via interfaces CORBA e/ou SNMP.



Figura 46 Janela principal do AgoraNG

A Figura 47 enquadra a solução AgoraNG (como parte de uma das soluções de gestão) na arquitectura netB@nd. Estas soluções de gestão abrangem a totalidade das famílias de equipamentos fornecidas pela PT Inovação.

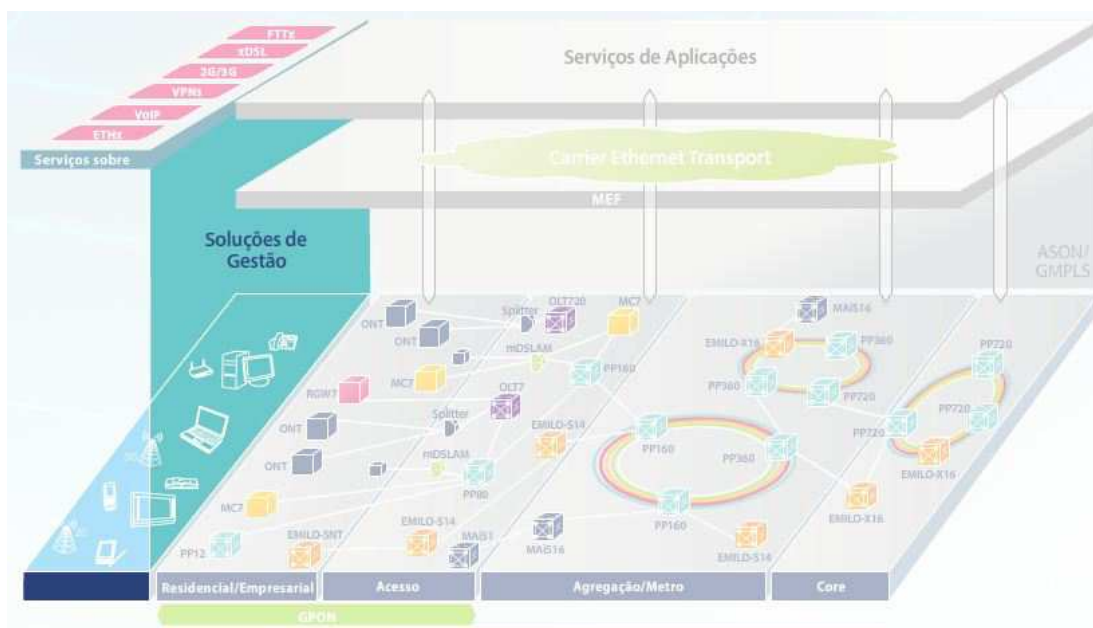


Figura 47 O Agora-NG na arquitectura netB@nd (1)

## Objectivos

A aplicação de gestão AgoraNG pretende oferecer um sistema de supervisão para a rede de acesso, tendo em conta a grande diversidade de tecnologias nela instaladas e em operação.

Tem como objectivos principais:

- Gerir equipamentos multi-tecnologia e multi-vendedor;
- Centralizar a “alarmística” num ponto (estado de integridade de equipamento);
- Efectuar configuração remota e automatizada de equipamentos;
- Disponibilizar informação de cadastro de equipamento (existências, localização, constituição, etc.);
- Armazenar históricos de informações de alarmes e de desempenho;
- Ser um sistema multi-utilizador com suporte simultâneo de várias sessões gráficas;
- Suportar diferentes perfis de acesso com validação do utilizador;
- Fazer uso de interfaces IP para interligação dos componentes do sistema;
- Proporcionar interfaces abertas para interligação a outros sistemas de gestão/informação.

## Funcionalidades

O AgoraNG implementa os níveis de *Elemento, de Rede e de Serviço*, do modelo de referência TMN, nas vertentes funcionais de gestão, configuração, falhas, desempenho e de segurança (áreas funcionais de gestão tal como são preconizadas pela ISO: FCAPS). Estas estão integradas em dois pacotes, o *Assure Pack* e o *Provision Pack*, que se passam a apresentar.

### *Assure Pack*

O *Assure Pack* é essencialmente um pacote de gestão de equipamentos e da sua topologia de interligação. É disponibilizado através de uma aplicação Java, que é executada nos clientes e comunica por CORBA/IIOP com o servidor. Não necessita de instalação manual de software nos clientes, todo o software aplicacional é colocado no servidor httpd e, utilizando a tecnologia Java Web Start, é automaticamente efectuado o *download* para os clientes. Sempre que exista uma nova versão de software apenas é necessário actualizar o software no servidor, dado que o cliente quando arranca de novo detecta automaticamente que existe uma nova versão no servidor e actualiza-se a “ele próprio”.

Este implementa os níveis de responsabilidade TMN de Elemento e de Rede. Cobre as seguintes funcionalidades.

- Gestão de Configuração
  - Configuração remota de elementos de rede.
  - Detecção automática de novos equipamentos na rede.
  - Informação cadastral de equipamento (existências, localização, constituição, etc.).
  - Visão topológica da rede.
  - Configuração de *links*.
  - Relatórios de cadastro configuráveis.
  - Configuração Administrativa.
  - Suporta partição da rede em domínios geridos (Figura 48).
  - Suporta múltiplos utilizadores com diferentes perfis de acesso.
- Gestão de Falhas
  - Gestão de alarmes centralizada, com filtros de alarmes por domínio gerido, tipo de alarme, gravidade, etc.
  - Localização rápida de falhas facilitada, com possibilidade de efectuar *loops* em interfaces e testes remotos.
  - Parametização de alarmes por tipo de alarme, tipo de equipamento e equipamento.
  - Relatórios de alarmes configuráveis.
- Gestão de Desempenho
  - Recolha de dados de desempenho de interfaces PDH e SDH, segundo normas aplicáveis.
  - Parametização de intervalos de medida e de limiares de erros.
  - Relatórios de desempenho configuráveis.
- Gestão de Segurança
  - Controlo de acessos por senha e perfil de utilizador.
  - Permissões de acesso de administração, configuração, operação e consulta.

Na Figura 48 representa-se uma janela referente a um domínio de gestão, onde se pode observar todos os equipamentos pertencentes a esse domínio e as interligações existentes entre eles.

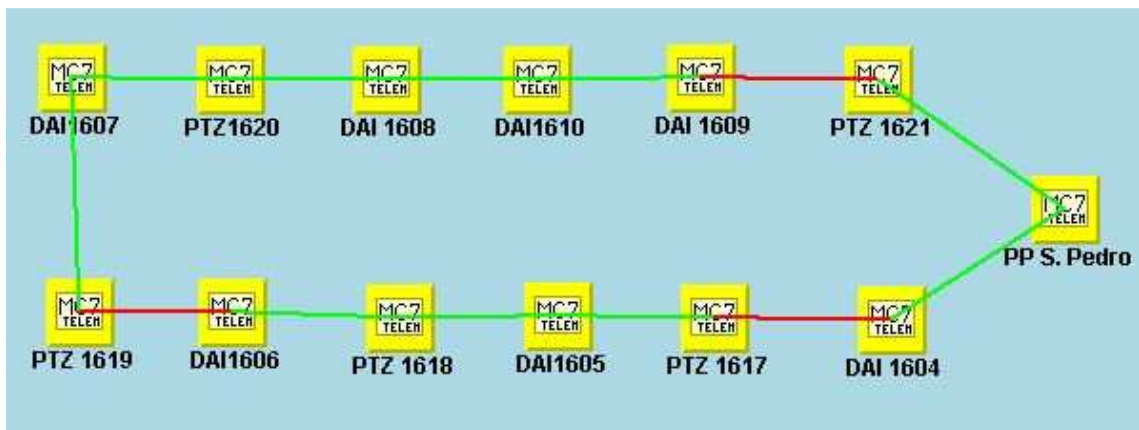


Figura 48 Âmbito de um domínio de gestão

Existe também a possibilidade de incluir um mapa (diagrama ou imagem do *Google Maps*, por exemplo) como fundo de uma janela de domínio gerido (Figura 49). Esta funcionalidade facilita a percepção da localização física dos equipamentos.

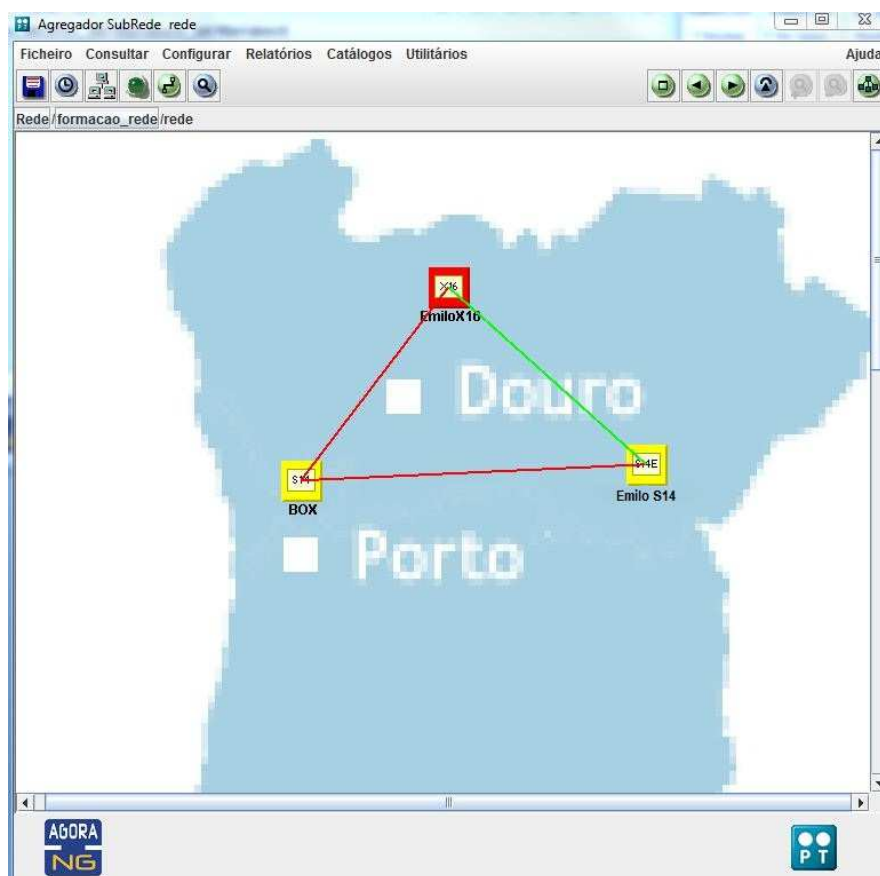


Figura 49 Domínio gerido com mapa

Neste módulo são efectuadas as configurações necessárias ao nível do equipamento. O estabelecimento de circuitos deve ser feito no módulo *Provision Pack*.

## ***Provision Pack***

O *Provision Pack* é essencialmente um pacote de gestão de circuitos. Este pacote é disponibilizado através de um portal. Implementa o nível de Serviço, do modelo de referência TMN, nas vertentes funcionais de configuração, falhas, desempenho e de segurança (áreas funcionais de gestão tal como são preconizadas pela ISO: FCAPS).

- Gestão de Configuração
  - Provisão de circuitos TDM de 2M e n\*64k
  - Estabelecimento automático de circuitos, dados os pontos de terminação, com possibilidade de definir protecção (Figura 50).
  - Consulta de pontos de terminação de rede.
  - Remoção automática de circuitos seleccionados.
  - Agregação de circuitos por cliente ou serviço
  - Cadastro de Circuito (com relatórios).
- Gestão de Falhas
  - Sinalização de circuitos afectados por correlação de alarmes detectados em equipamentos.
  - Possibilidade de efectuar *loops* em pontos intermédios dos circuitos.
  - Relatórios de alarmes por circuito e cliente.
  - Execução de testes em circuitos.
- Gestão de Desempenho
  - Visualização de dados de desempenho nos pontos intermédios e de terminação do circuito.
  - Disponibilidade do circuito.
  - Relatórios de desempenho por circuito e por cliente, durante um período a pedido.
- Gestão de Segurança
  - Controlo de Acessos.

Na Figura 50 apresenta-se o diagrama de um circuito, utilizando a tecnologia Ethernet, estabelecido entre dois equipamentos (Diagrama Ethernet). Foi definida protecção para este circuito, logo são estabelecidos e representados dois caminhos (Diagramas *Paths*): um para o funcionamento normal (*vc4\_path.1*) e outro para o caso de falha do primeiro (*vc4\_path.2*).

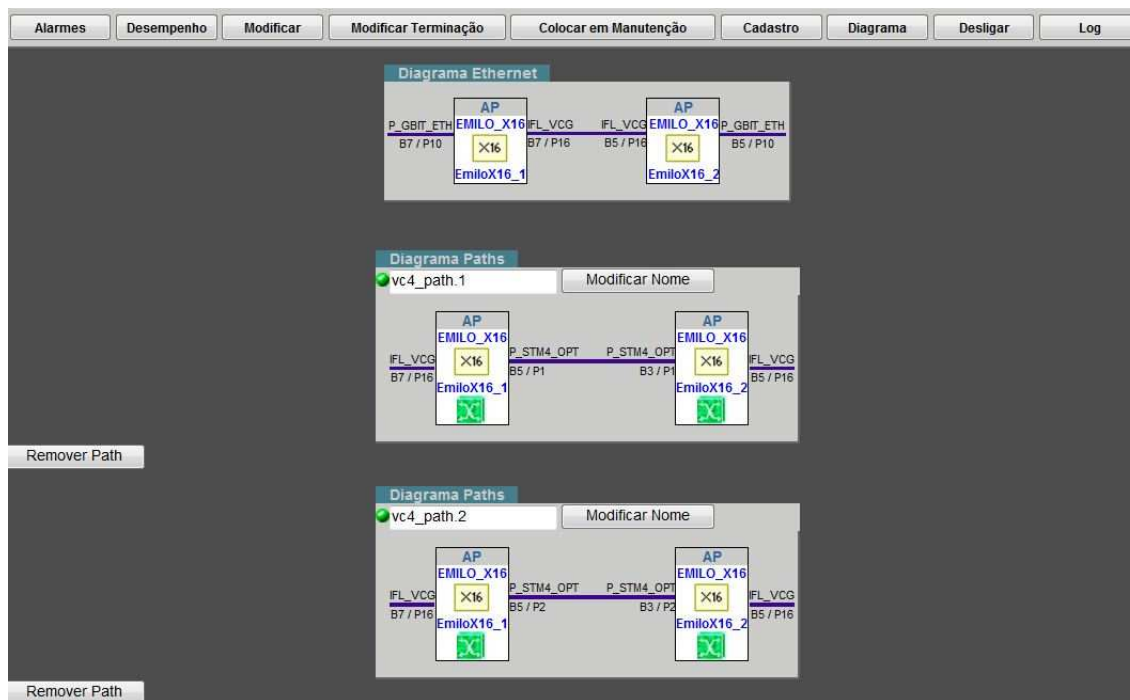


Figura 50 Circuito estabelecido, com protecção

### 3.8.2. CLI (COMMAND-LINE INTERFACE)

Os equipamentos MAiS podem também ser operados localmente ou remotamente através de uma aplicação de gestão em modo linha de comando, utilizando para tal a ligação à porta 100BaseT dos mesmos ou à porta série. Esta última está sempre disponível, o que é uma mais-valia no caso de o equipamento ter configurações IP erradas ou indefinidas.

Este modo de gestão (CLI) consiste numa *shell* (um terminal tradicional) que aceita um conjunto de comandos (modo texto) que permitem a configuração e operação destes equipamentos. Os comandos estão organizados sob a forma de uma hierarquia de menus. Os parâmetros necessários dependem do comando e do menu em que o comando se encontra.

Na Figura 51 apresenta-se a resposta ao comando que permite visualizar as interfaces de optimização configuradas no equipamento. A resposta obtida é a listagem das interfaces de optimização configuradas no equipamento, em conjunto com diversos parâmetros referentes a essas interfaces (e.g. *time slots* configurados em cada interface).

Index	Type opt	Sig Index	Sample Rate (ms)	Time Frame (ms)	Link	IfIdx	Timeslots						Type	DSP Ch	Dcme Cat	Admin Status		
							0	1	2	3								
opt.1.2	XPRESS CENT	---	5	0	1	el.22	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	1	---	Up	
opt.2.2	XPRESS CENT	---	5	0	2	el.23	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	2	---	Up	
					1	el.24	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	1	---	Up
opt.3.1	XPRESS CENT	---	5	0	2	el.25	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	2	---	Up	
					1	el.26	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	1	---	Down
opt.3.2	XPRESS CENT	---	5	0	2	el.27	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	2	---	Up	
					3	el.28	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	3	---	Up	
opt.4.1	XPRESS CENT	---	5	0	5	el.29	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	5	---	Up	
					6	el.30	XXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XX	Dynamic	6	---	Up	
opt.5.1	XPRESS CENT	---	5	0													Up	
opt.5.1	XPRESS CENT	---	5	0														Up

Figura 51 Terminal CLI de um equipamento MAiS

### 3.8.3. INSERÇÃO DE UM EQUIPAMENTO NO AGORA NG (ASSURE PACK)

Passa-se agora a demonstrar o procedimento para a inserção de um equipamento no sistema de gestão central. O sistema utilizado para este exemplo foi um equipamento MAiS16.

Para que o equipamento tenha comunicação com a aplicação de gestão AgoraNG é necessário efectuar algumas configurações iniciais através da interface de gestão em modo linha de comandos (CLI), visto que inicialmente é a única interface disponível. Estas são enumeradas seguidamente.

1. Definir o estado administrativo da interface Ethernet de gestão como “ligado”

```
#eth admin eth.3 up
```

2. Confirmar que a gestão está definida para ser efectuada pelo CLI

```
#sys get control
```

3. Verificar a entrada lo.x com o endereço IP do equipamento ou criá-la caso não exista.

Esta interface será definida com o endereço IP do equipamento na gama de endereços da rede onde está inserido.

```
#ip port sh
#ip port new lo.3 10.112.106.63/16
```

4. Verificar a não existência de qualquer interface de gestão definida

```
#sys manager sh
```

5. Definição da interface de gestão para comunicação com o sistema de gestão

```
#sys manager new 10.112.106.121 10.112.106.63
lo.3
```

6. Definir a gestão pelo protocolo SNMP

```
#sys set control SNMP
```

A partir deste ponto as configurações podem ser realizadas através da interface gráfica do Agora-NG. Passa-se a enumerar os procedimentos necessários para inserir um equipamento MAiS na base de dados do sistema de gestão.

### 1. Mapeamento IP/DG

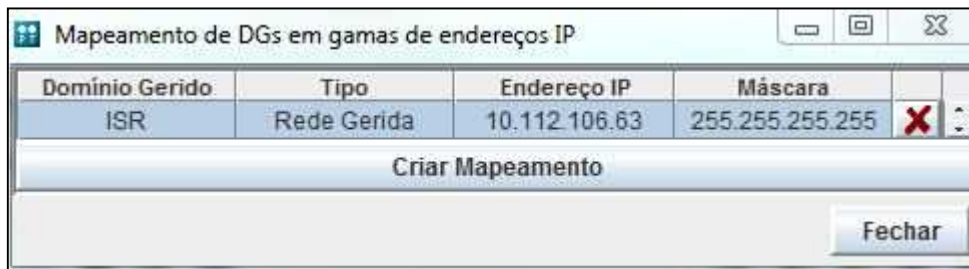


Figura 52 Janela de mapeamento de Domínio Gerido em IP

### 2. Descoberta do equipamento por endereço IP



Figura 53 Janela de Descoberta de equipamentos por endereço IP

### 3. Janela de Inserção de equipamentos de rede

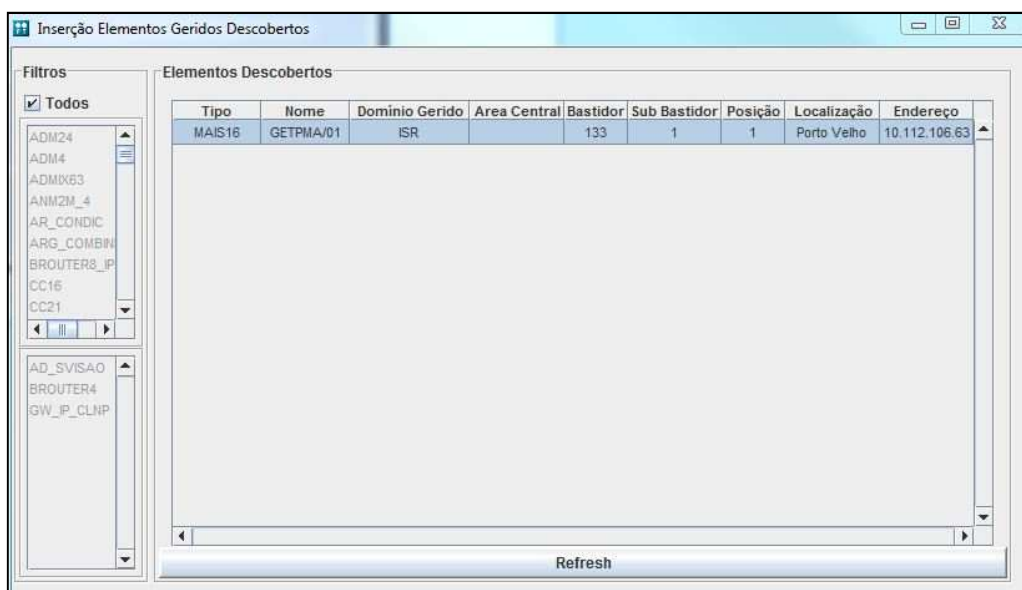


Figura 54 Janela de Inserção de equipamentos de rede

#### 4. Configurar os parâmetros de acordo com as informações do equipamento

Identificação:	
Tipo de Equipamento:	MAIS16
Nome:	Nome
Data de Instalação:	31-5-2011

Características:	
Fornecedor:	desconhecido
Modelo:	desconhecido
Marca:	desconhecido
[Modificar]	
Versão:	V3
Numero de série:	100012
Versão de Firmware:	naisag_V5.3t0B16_base
[Actualizar]	

Localização:	
Domínio Gerido:	ISR
Área de Central:	
[Modificar]	
Localização:	Localizacao
Bastidor:	1
Sub Bastidor:	1
Posição:	1

Gestão:	
Tipo de Acesso:	SNMP
Endereço IP:	10.112.106.63
[Alteração IP]	

[OK] [Cancelar]

Figura 55 Janela de configuração dos parâmetros de inserção de um equipamento

Na Figura 56 é representado o equipamento que foi inserido utilizando os procedimentos anteriores.

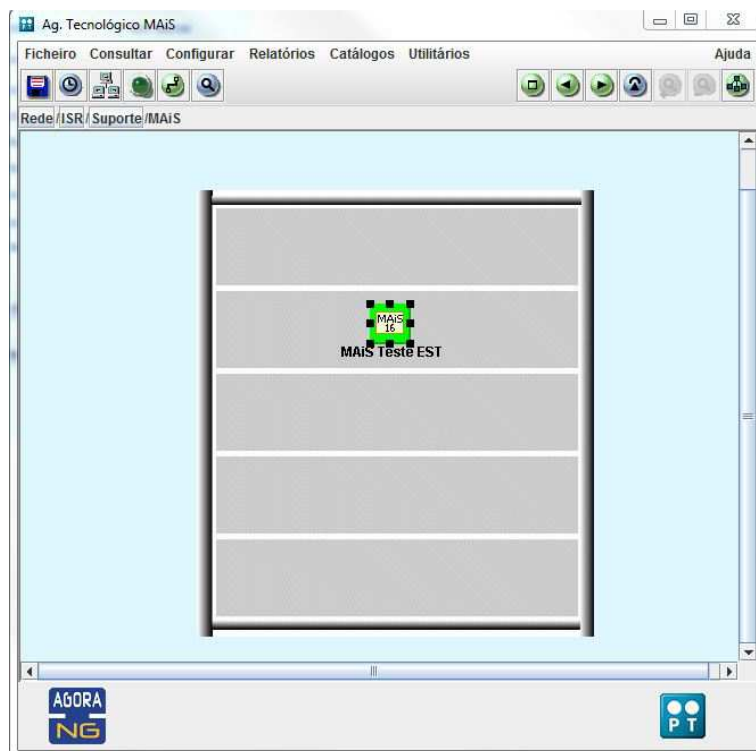


Figura 56 Representação de equipamento MAiS no *Assure Pack*

As configurações das cartas do equipamento MAiS podem ser feitas nas cartas existentes, passando pela colocação de portas em funcionamento, criação e estruturação de interfaces lógicas, etc. As cartas existentes no equipamento são representadas tal como na Figura 57. Neste caso estão inseridas no equipamento duas cartas tributárias (nas *slots* 1 e 2) e uma carta agregadora (na *slot* 9).

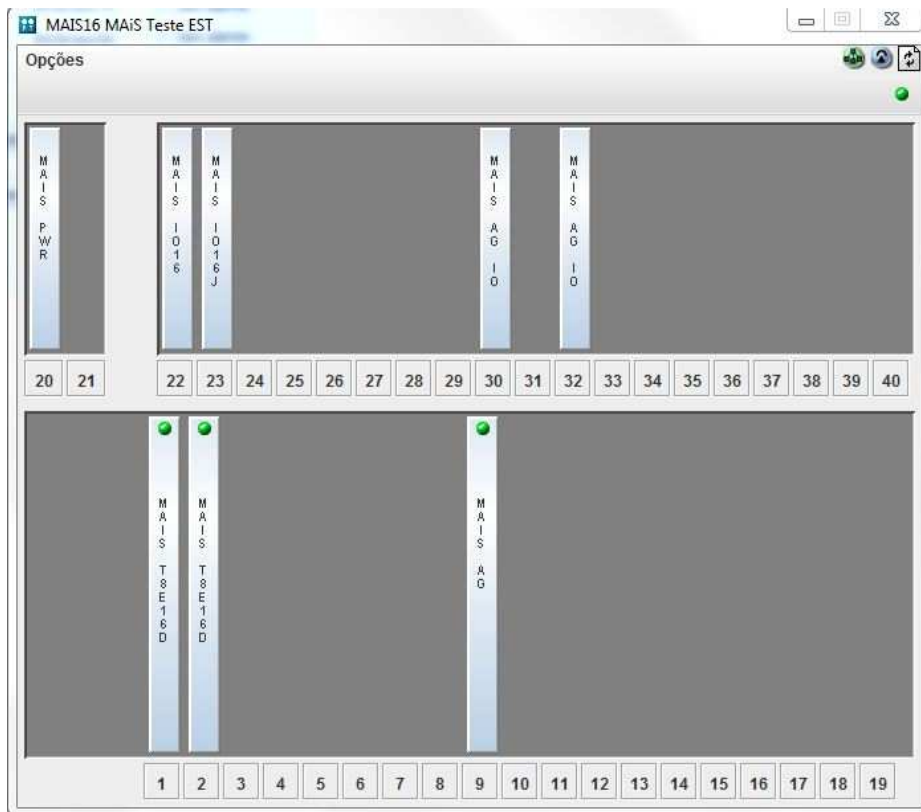


Figura 57 Janela Equipamento MAiS no *Assure Pack*

Neste módulo da aplicação de gestão também podem ser verificadas a respectiva integridade e a existência, ou não, de alarmes associados a cada carta, e a cada interface, tal como representado na Figura 58.

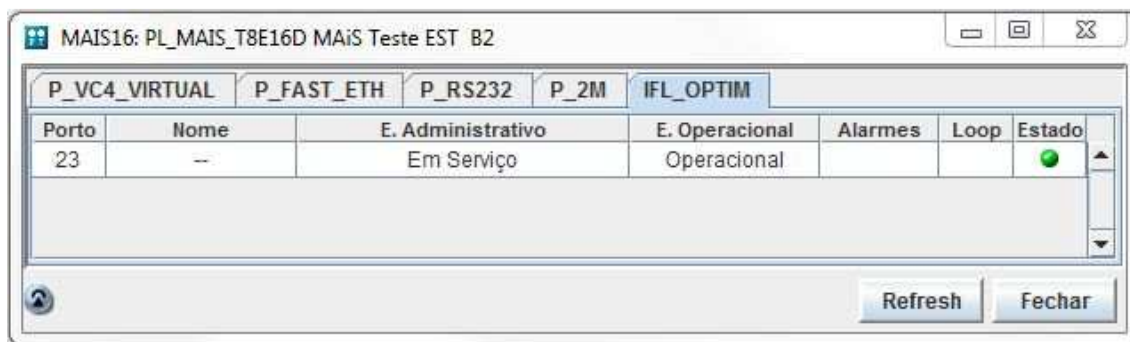


Figura 58 Janela de carta tributária

A partir deste ponto, o equipamento encontra-se inserido no sistema de gestão central e poder-se-á configurar as interligações a outros equipamentos ou proceder à criação de circuitos através do *Provision Pack*.

## 4. PROJECTO & ANÁLISE DE CENÁRIOS DE REDES MAIS

Neste capítulo são apresentados três cenários de redes, um dos quais construído em ambiente laboratorial. O primeiro é relativo ao projecto de uma rede de transmissão utilizando equipamentos da família MAiS. Com o segundo cenário pretende-se analisar o processo de encapsulamento de tráfego, desde que este entra nas interfaces E1, de um equipamento remoto, passando pelo transporte e recepção no equipamento central. Finalmente, o terceiro cenário é relativo a um conjunto de montagens laboratoriais que permitiram testar topologias de rede mais simples. Estes cenários estão condicionados pela disponibilidade de equipamentos no demonstrador laboratorial. Em cada cenário são analisados os diagramas de fluxo de dados, tendo por base os diagramas internos das cartas utilizadas para diversos tipos de tráfego.

### 4.1. PROJECTO DE UMA REDE MAIS

Este primeiro cenário compreende os procedimentos habituais na fase de estudo/projecto da rede de transporte. Aspectos relevantes a ter em consideração nesta fase são a

identificação dos equipamentos e as interfaces necessárias e um estudo da optimização do tráfego.

#### 4.1.1. ARQUITECTURA DA REDE

Para este cenário foram considerados 3 *sites*.

- SITE 1 com 8 locais 2G (16 E1 CDMA + 16 E1 GSM) e 4 locais 3G (16 E1 WCDMA), entrada via E1 das placas MAiS\_T6 e agregados em SITE 1 via ligações de rádio PDH.
- SITE 2 com 10 locais (20 E1 CDMA + 20 E1 GSM) e 5 locais 3G (20 E1 WCDMA), entrada via E1 das placas MAiS\_T6 e agregados em SITE 2 via ligações de rádio PDH.
- SITE 3 para entrega aos BSC, CCC e RNC via E1 ou STM-1 (óptico ou eléctrico).

Fizeram-se as seguintes considerações:

- 2 E1 por cada circuito GSM
- 2 E1 por cada circuito CDMA
- 4 E1 por cada circuito WCDMA

Na Figura 59 é apresentado um esquema das ligações entre os 3 *sites*, identificando os equipamentos utilizados para este cenário, como também as ligações entre locais remotos e as BSC (*Base Station Controller*), CCC (*CDMA Cluster Controller*) e RNC (*Radio Network Controller*).

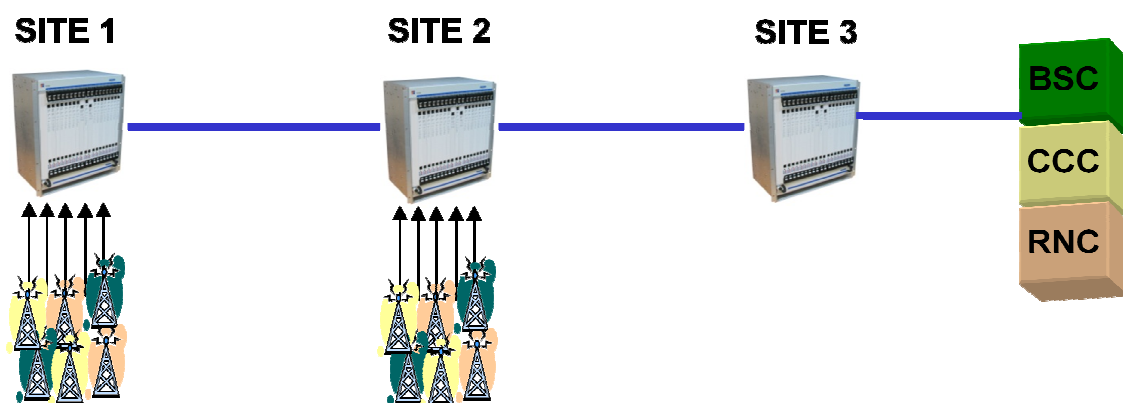


Figura 59 Diagrama representativo da rede completa

## Optimização dos fluxos de tráfego

Os passos necessários para concretizar o projecto são apresentados em torno dos equipamentos e das interfaces de entrada e saída necessárias.

Tem que se ter em linha de conta que o tráfego é apenas optimizado uma única vez. Por isso, um equipamento que tenha na entrada ligações já optimizadas de um equipamento anterior apenas faz o cruzamento dessa informação para a sua saída (juntamente com o tráfego que ele próprio optimiza).

### Análise do equipamento em SITE 1

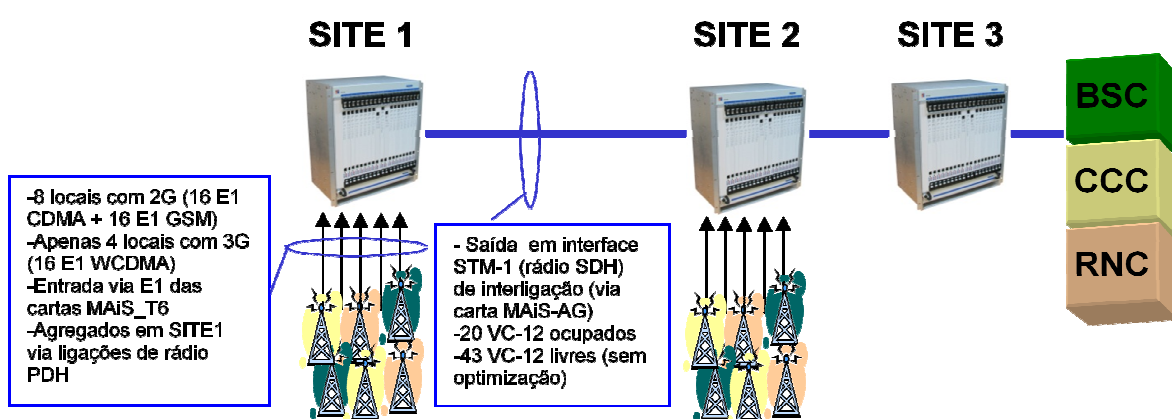


Figura 60 Análise do equipamento em SITE 1

As interfaces de entrada no equipamento no local SITE 1, e a estimativa, tendo em conta as considerações iniciais, das interfaces de saída, que serão transmitidas para o equipamento de SITE 2, são apresentadas na Figura 60 e resumidas na Tabela 9.

Tabela 9 Interfaces E1 de entrada no equipamento em SITE 1

Local	Tecnologia	E1 entrada
SITE 1	GSM	16
	CDMA	16
	3G	16

Efectuando os devidos cálculos, utilizando as fórmulas seguintes, e tendo em conta os *time slots* utilizados (ou livres) em cada E1 nos diferentes locais, o *overhead* da interface e a optimização possível em cada tecnologia, resulta a análise apresentada na Tabela 10.

$$E1_{\text{após otimização}} = \frac{E1_{\text{entrada}} \times \text{Time Slots}_{p/E1} \times \text{Ocupação Máxima} \times (1 - \% \text{Otimização}) \times (1 + \text{Overhead da Rede})}{\text{Time Slots da Rede}} \quad (1)$$

$$\text{Ganho da otimização} = 1 - \frac{E1_{\text{após otimização}}}{E1_{\text{entrada}}} \quad (2)$$

Tabela 10 Comparação das interfaces E1 em SITE 1

	GSM	CDMA	3G	Total E1 Equivalentes
Ocupação Máxima	70%	70%	50%	
Overhead da Rede	5%	5%	5%	
Time Slots da Rede	31	31	31	
E1 de entrada	16	16	16	48
Time Slots p/E1	24	30	30	
% Otimização	50%	30%	10%	
E1 após otimização	4,55	7,97	7,32	20
Ganho da otimização	71,6%	50,2%	54,3%	58%

Na Tabela 11 são apresentados: o número de interfaces E1 necessárias, a percentagem que essas ocupam ao serem mapeadas numa interface STM-1 e as interfaces VC-12 livres na mesma, revelando a comparação entre as interfaces necessárias antes e depois da otimização.

Tabela 11 Comparação da ocupação da interface STM-1 de saída em SITE 1

Antes da otimização	Depois da otimização
<b>48</b> VC-12 ocupados em 1 STM-1	<b>20</b> VC-12 ocupados em 1 STM-1
<b>76,19%</b> de ocupação de VC-12 em 1 STM-1	<b>31,75%</b> de ocupação de VC-12 em 1 STM-1
<b>15</b> VC-12 livres no STM-1	<b>43</b> VC-12 livres no STM-1

Na Figura 61 é representado o *backplane* de um equipamento MAiS16, onde se pode observar as cartas inseridas em cada *slot* e os portos ocupados em cada uma das cartas presentes. A representação de cores é a utilizada anteriormente nas tabelas.

MAIS 16																			
MAIS T6	MAIS T6	MAIS T6							MAIS-AG	MAIS T6	MAIS-AG								
1	2	3	4	5	6	7	8		[P]			9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2					2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3					3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6					6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7					7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8					8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9					9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10					10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11					11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12					12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13					13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14					14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15					15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16					16	16	16	16	16	16	16	16

Figura 61 Representação da ocupação do equipamento em SITE 1

Como se pode apreciar pela figura anterior (Figura 61), as interfaces dos locais remotos entram no equipamento MAiS16 através das cartas tributárias MAiS-T, usando portas E1. Neste equipamento são necessárias 3 cartas tributárias, nas quais se ocupam os 16 portos E1 de cada carta.

Posteriormente, é feita a optimização e a agregação do tráfego num STM-1 de transmissão, e este será enviado através de um dos portos STM-1 da placa agregadora MAiS-AG.

## Análise do equipamento em SITE 2

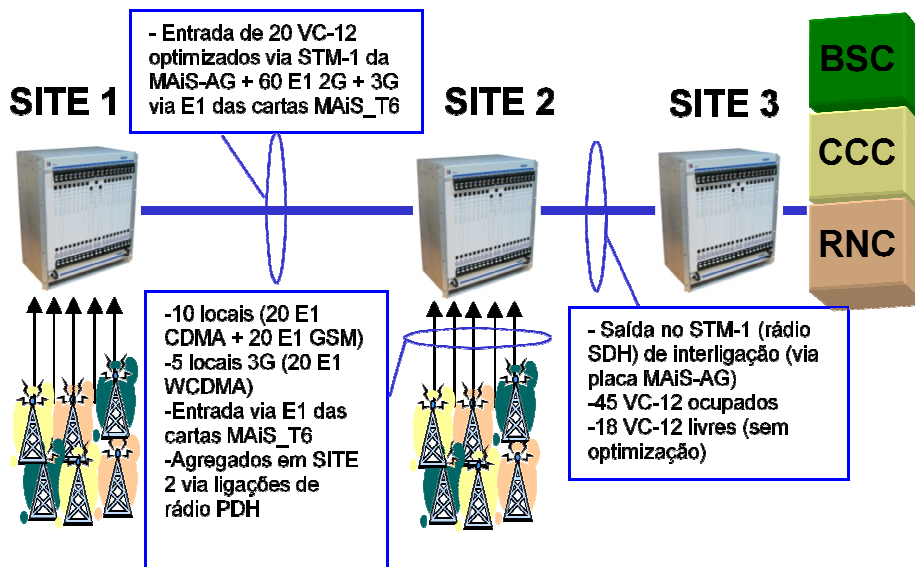


Figura 62 Análise do equipamento em SITE 2

As interfaces de entrada no equipamento do local SITE 2, que correspondem às ligações de locais remotos assim como dos fluxos otimizados provenientes do equipamento do local SITE 1, e a estimativa (tendo em conta as considerações iniciais) das interfaces de saída que serão transmitidas para o equipamento do local SITE 3, são apresentadas na Figura 62 e na Tabela 12.

Tabela 12 Interfaces E1 de entrada no equipamento em SITE 2

Local	Tecnologia	E1 entrada
SITE 2	GSM	20
	CDMA	20
	3G	20
SITE 1	Interfaces otimizadas anteriormente	20

Tendo em conta os *time slots* utilizados (ou livres) em cada E1 nos diferentes locais, o *overhead* da interface e a otimização possível em cada tecnologia, resulta a análise que se apresenta na tabela seguinte (Tabela 13). Esta revela a comparação entre o número de interfaces E1 necessárias antes e depois da otimização.

Tabela 13 **Comparação das interfaces E1 em SITE 2**

	GSM	CDMA	3G	Total E1 Equivalentes
Ocupação Máxima	70%	70%	50%	
<i>Overhead</i> da Rede	5%	5%	5%	
<i>Time Slots</i> da Rede	31	31	31	
E1 de entrada	20	20	20	60
<i>Time Slots</i> p/E1	24	30	30	
% Otimização	50%	30%	10%	
E1 após otimização	5,69	9,96	9,15	25
Ganho da otimização	71,55%	50,20%	54,25%	58%

Na Tabela 14 são apresentados: o número de interfaces E1 necessárias, a percentagem que essas ocupam ao serem mapeadas numa interface STM-1 e as interfaces VC-12 livres na mesma, revelando a comparação entre as interfaces necessárias antes e depois da otimização.

Tabela 14 **Comparação da ocupação da interface STM-1 de saída em SITE 2**

Antes da otimização		Depois da otimização	
<b>108</b>	VC-12 ocupados em 1 STM-1	<b>45</b>	VC-12 ocupados em 1 STM-1
<b>171,43%</b>	de ocupação de VC-12 em 1 STM-1	<b>71,43%</b>	de ocupação de VC-12 em 1 STM-1
<b>-45</b>	VC-12 livres no STM-1	<b>18</b>	VC-12 livres no STM-1

MAIS 16																	
MAIS T6	MAIS T6	MAIS T6	MAIS T6						MAIS-AG	MAIS T6	MAIS-AG						
1	2	3	4	5	6	7	8		[P]	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2					2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3					3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6					6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7					7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8					8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9					9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10					10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11					11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12					12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13					13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14					14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15					15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16					16	16	16	16	16	16

Figura 63 Representação da ocupação do equipamento em SITE 2

Como se pode verificar pelo esquema anterior (Figura 63), as interfaces de entrada dos locais remotos entram no equipamento MAiS16 através de placas tributárias MAiS-T, através de portas E1. O tráfego vindo do equipamento do local SITE 1 é recebido através da placa agregadora MAiS-AG, por um dos seus portos STM-1. Posteriormente é feita a optimização e a agregação do tráfego num STM-1 de transmissão, sendo transmitido através de um dos portos STM-1 da placa agregadora MAiS-AG.

### Análise do equipamento em SITE 3

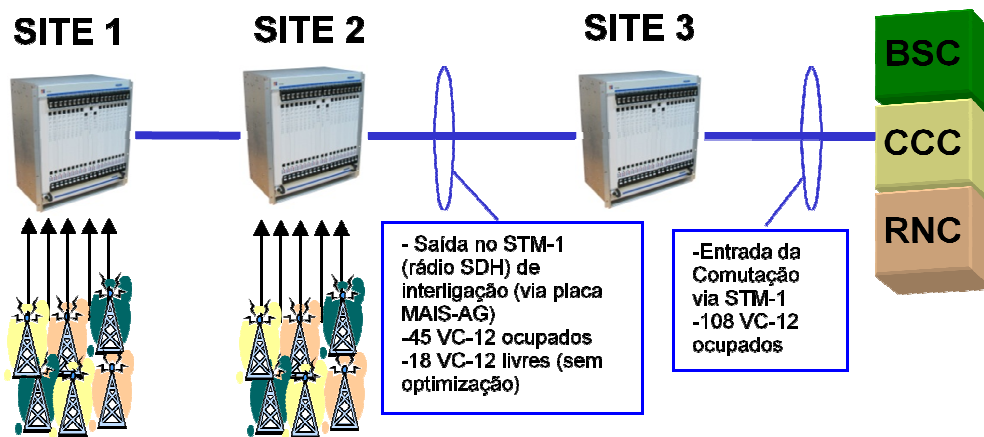


Figura 64 Análise do equipamento em SITE 3

As interfaces de entrada no equipamento do local SITE 3, que correspondem às interfaces otimizadas vindas do equipamento do local SITE 2, e as interfaces de saída, que são transmitidas para as BSC, CCC e RNC, são apresentadas na Figura 64 e na Tabela 15.

Tabela 15 Interfaces E1 de saída do equipamento em SITE 3

Local	Tecnologia	E1 saída
SITE 1	GSM	16
	CDMA	16
	3G	16
SITE 2	GSM	20
	CDMA	20
	3G	20

Na Tabela 16 encontra-se a análise do cenário completo. Esta revela a comparação entre o número total de interfaces E1 necessárias antes e depois da otimização.

Tabela 16 Comparação das interfaces E1 em SITE 3

	GSM	CDMA	3G	Total E1 Equivalentes
Ocupação Máxima	70%	70%	50%	
Overhead da Rede	5%	5%	5%	
Time Slots da Rede	31	31	31	
E1 de entrada	36	36	36	108
Time Slots p/E1	24	30	30	
% Optimização	50%	30%	10%	
E1 após optimização	10,24	17,92	16,46	45
Ganho da optimização	71,56%	50,22%	54,27%	58%

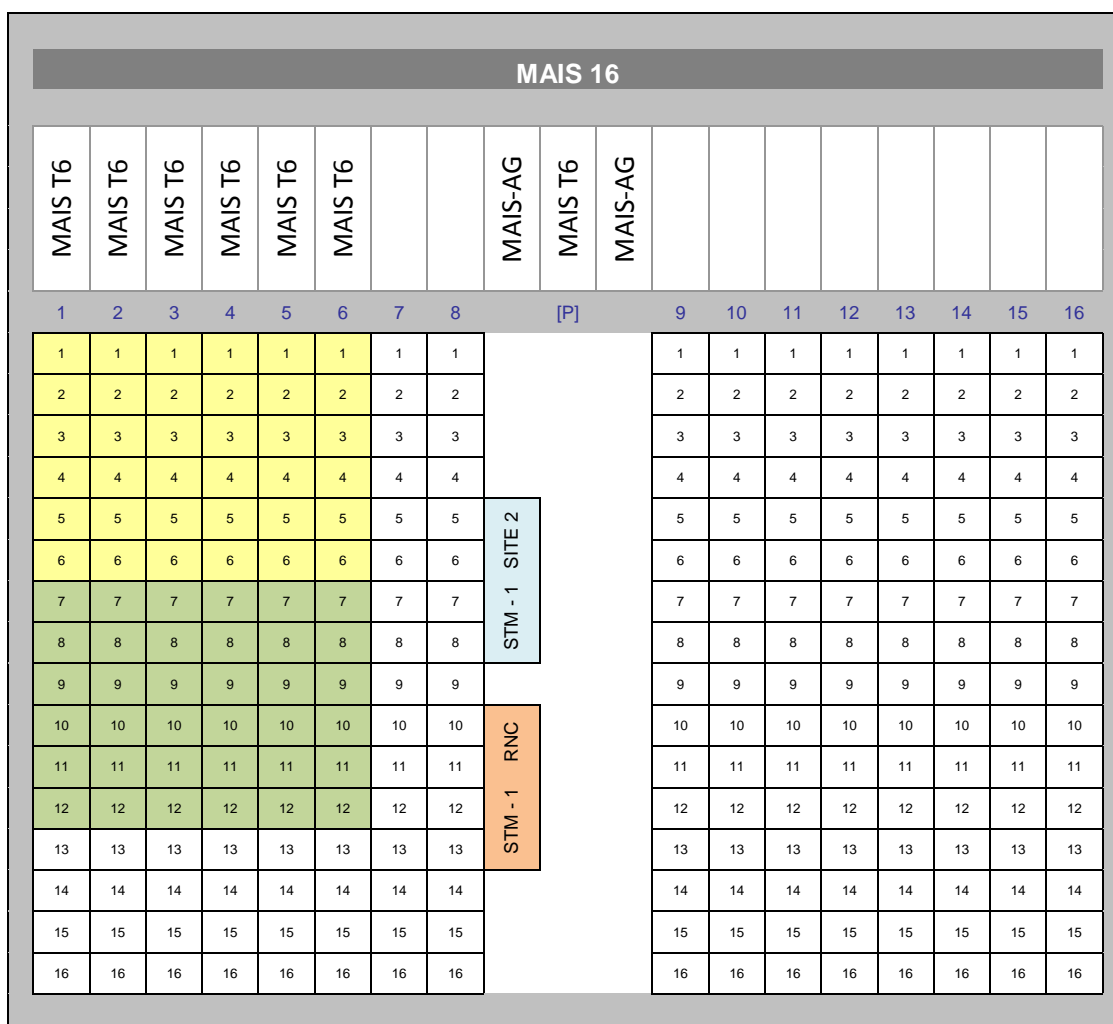


Figura 65 Representação da ocupação do equipamento em SITE 3

Como se pode verificar pela figura anterior (Figura 65), as interfaces de entrada provenientes do equipamento do local SITE 2 chegam ao equipamento MAiS16 através da carta agregadora MAiS-AG, através de um dos portos STM-1.

Posteriormente é feita a desagregação do tráfego do STM-1 de transmissão, sendo o tráfego 3G transmitido por um dos portos STM-1 da placa agregadora MAiS-AG para o RNC, e o tráfego 2G e CDMA transmitido através de portos E1 para os BSC e CCC respectivamente.

## Análise sumária

Resumo das ligações:

- Tráfego CDMA, GSM e WCDMA entregues no local SITE 1 através das interfaces E1.
- Tráfego CDMA, GSM e WCDMA (local) entregues no local SITE 2 via E1 e o tráfego otimizado proveniente do local SITE 1 entregue via STM-1 (rádio SDH).
- Tráfego otimizado entregue em SITE 3 via STM-1 (rádio SDH).
- Tráfego entregue ao BSC e CCC através de interfaces E1 e entregue ao RNC através de uma interface STM-1.

Neste cenário apenas foi exemplificado o sentido da transmissão entre os locais remotos para os controladores, mas o sentido inverso é também possível, sendo a configuração em tudo semelhante.

## 4.2. LIGAÇÃO ENTRE UM REMOTO MAiS1 E UMA UNIDADE CENTRAL MAiS16

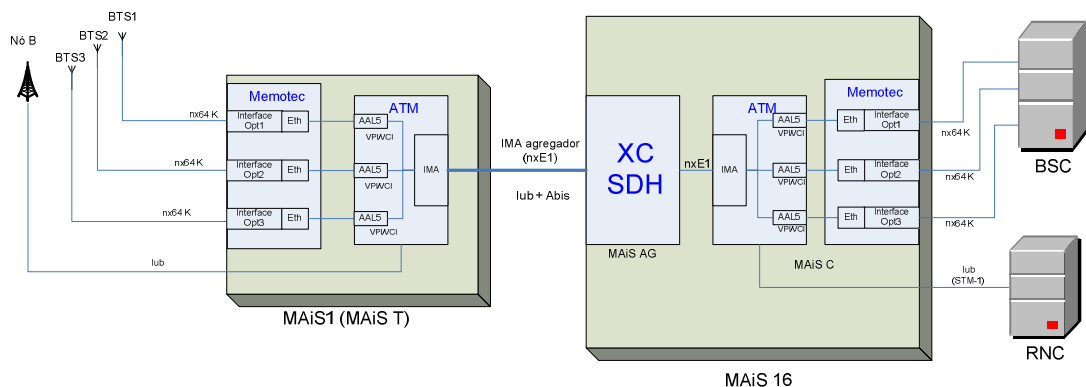


Figura 66 Cenário ligação MAiS1 remoto a MAiS16 central

O esquema da Figura 66 reflecte uma configuração típica para um local remoto. Este é baseado num sistema MAiS1 e na sua ligação a um sistema central MAiS16.

O sistema MAiS1 recebe um feixe de circuitos nx64k que transportam o tráfego que se pretende agregar e que é proveniente das BTS a concentrar. Neste sistema, os blocos DSP, do fabricante Memotec, realizam a optimização do protocolo Abis e a conversão deste em tramas Ethernet. Na vertente ATM são definidas interfaces AAL5, com um determinado endereço IP, e respectivo par VPI/VCI. A partir deste ponto é possível transportar todas estas interfaces numa única interface ATM através de um grupo IMA agregador. No sistema MAiS central são recebidos os tributários VC-12 numa ou mais interfaces STM-1.

A partir daqui é feita a operação inversa. Assim, são retirados os conjuntos de circuitos nx64k e feito o acesso ao BSC.

Neste cenário está contemplada, além da agregação de um conjunto de BTS, uma agregação de uma rede UMTS da interface Iub. O tráfego proveniente do nó B (Figura 66) irá entrar no MAiS1 através das interfaces E1 em IMA e será encaminhado para o grupo IMA agregador juntamente com o tráfego Abis. No MAiS16 central é feita apenas uma comutação ATM do tráfego UMTS ATM que é encaminhado para a interface de ligação ao RNC (STM1-ATM).

### **4.3. PILOTO LABORATORIAL**

Neste cenário é descrito parte de uma rede real, montada parcialmente em laboratório de teste e simulação da PT Inovação. Assim, e para efeitos de teste e validação, apenas foi possível testar parte do cenário apresentado na Figura 67. Nesta figura é descrita a solução completa, enquanto na Figura 68 é apresentado um diagrama reproduzido em laboratório. Na Figura 69 encontra-se uma representação da montagem laboratorial incluindo os equipamentos que permitem gerar os diferentes tipos de tráfego contemplados no cenário inicial.

No cenário desenvolvido a rede é composta (ver Figura 67) por 5 BTS e Nós B, 4 equipamentos MAiS1, e 1 equipamento MAiS16 com ligação a um RNC e a um BSC.

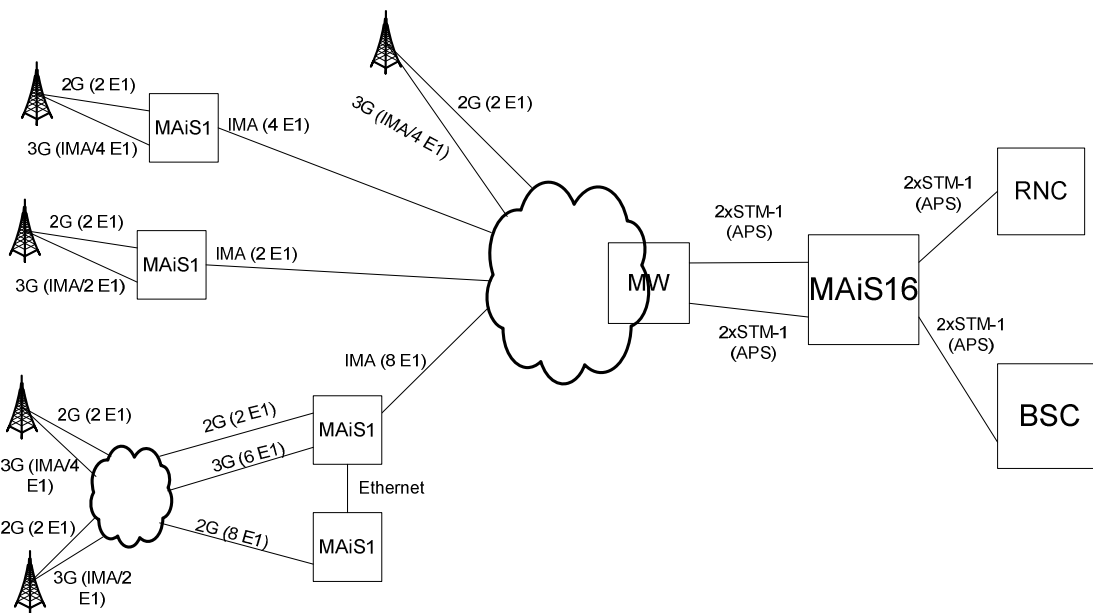


Figura 67 **Cenário 4 MAiS1 ligados a um MAiS16 central**

A completa concretização do cenário descrito em ambiente laboratorial não é habitualmente viável, quer pela quantidade de equipamentos, quer pela indisponibilidade de equipamentos que reproduzam o tráfego gerado por alguns dos equipamentos reais (e.g. os RNC e BSC).

O cenário montado em laboratório foi o que se apresenta na Figura 68. Este cenário contempla diferentes configurações incluindo tráfego Ethernet, PDH e SDH, de forma a testar a totalidade de falhas possíveis.

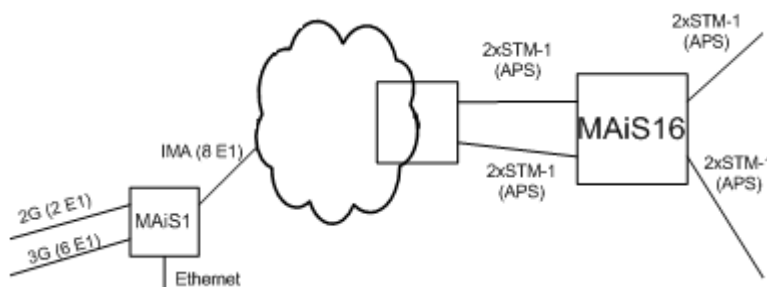


Figura 68 **Montagem em laboratório para análise do cenário instalado em campo**

Os testes em laboratório foram efectuados com o auxílio de geradores e analisadores de tráfego (ver Figura 69) PDH (E1), ATM, Ethernet e equipamentos de teste STM-1.

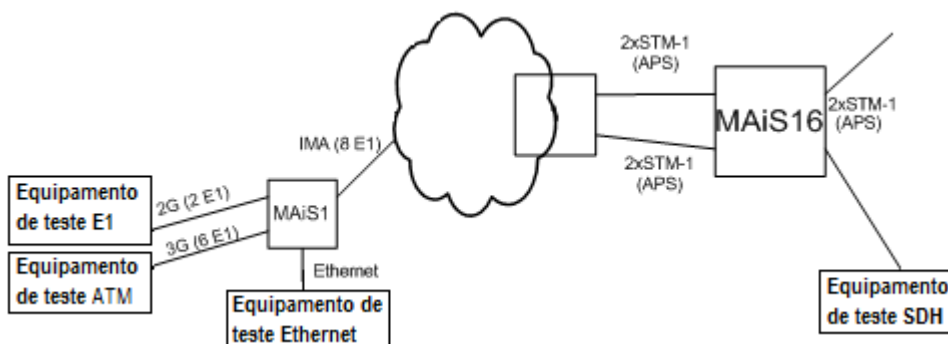


Figura 69 **Montagem em laboratório tendo em conta os equipamentos de teste**

Para efectuar a análise de desempenho de sistemas transmissão é usualmente utilizado o sistema de gestão centralizada, atendendo às suas funcionalidades e vantagens, referidas na secção 3.8.1. O sistema descrito é montado com as respectivas bases de dados de campo, pois estas têm informações sobre o nome do equipamento, o estado administrativo e as configurações das várias interfaces presentes no equipamento, entre outras. Contudo, o sistema de gestão centralizada AgoraNG não permite inserir equipamentos que disponham de bases de dados de campo. Apenas possibilita a inserção de equipamentos aos quais seja possível fazer o *reset* às configurações do equipamento no momento da inserção (ver Figura 70).

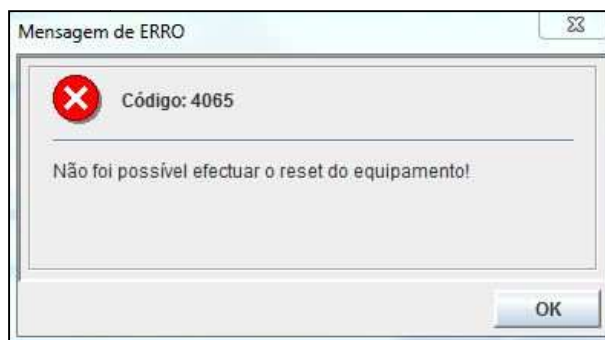


Figura 70 **Popup de erro de inserção de equipamento no AgoraNG**

Visto que a solução montada em laboratório não podia ser inserida no sistema de gestão centralizada, toda a depuração foi efectuada pela gestão local de cada equipamento (CLI). Esta situação forneceu a motivação para o desenvolvimento das aplicações que irão ser apresentadas no capítulo 5.

#### 4.4. ANÁLISE CONCEPTUAL DOS PERCURSOS DOS FLUXOS DE TRÁFEGO

Nesta secção pretende-se dar a conhecer as possibilidades de interfaces de entrada e de saída e os fluxos de tráfego para alguns cenários mais comuns. Estes cenários incluem necessariamente o equipamento MAiS16, por este ser o mais completo da família, sendo a descrição semelhante para os restantes equipamentos.

##### 4.4.1. CIRCUITOS DE ENTRADA E DE SAÍDA ATRAVÉS DA CARTA MAiS-IO

Neste cenário (Figura 71) é descrito o fluxo de dados dos circuitos 3G ATM que são recebidos e transmitidos pelas interfaces E1 da carta MAiS-IO. O tráfego que é recebido em TDM, é posteriormente otimizado na carta MAiS-T e enviado novamente através de interfaces E1 da placa MAiS-IO.

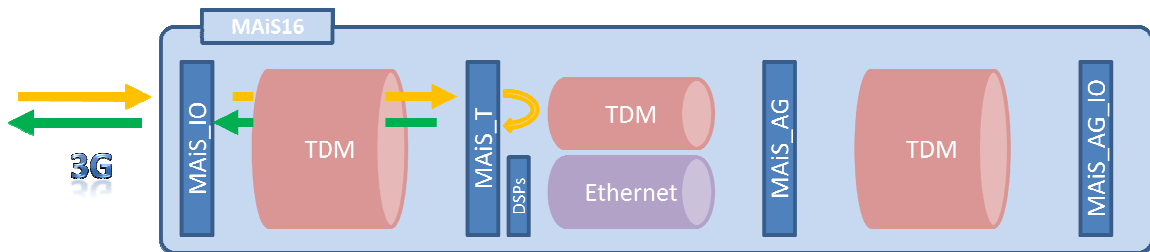


Figura 71 Percurso de tráfego 3G

O fluxo dos circuitos 2G que são admitidos pelas interfaces E1 da placa MAiS-IO, e que saem otimizados (em IMA) pelas mesmas interfaces, encontra-se representado esquematicamente na figura seguinte (Figura 72).

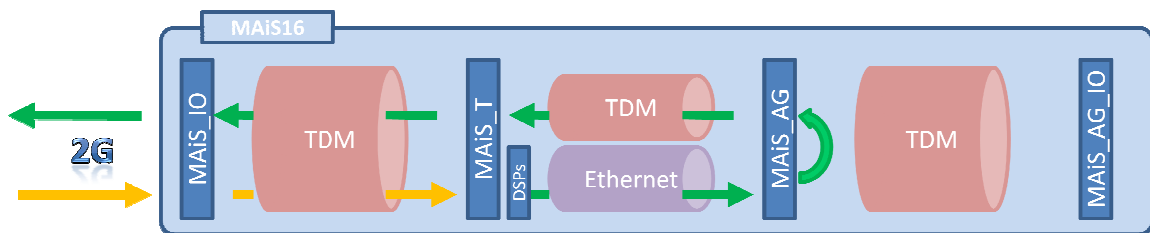


Figura 72 Percurso de tráfego 2G

##### 4.4.2. CIRCUITOS DE ENTRADA PELA CARTA MAiS-IO E DE SAÍDA ATRAVÉS DA CARTA MAiS-AG-IO

Neste cenário (Figura 73) é descrito o fluxo de dados dos circuitos 3G ATM que são recebidos pelas interfaces E1 da placa MAiS-IO e transmitidos (otimizados) pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO.

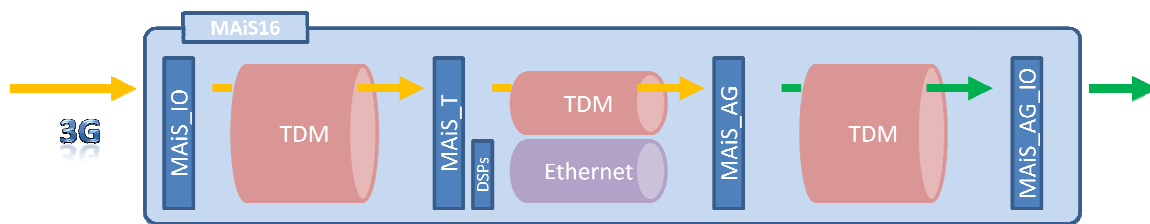


Figura 73 Percurso de tráfego 3G

De forma similar o cenário que descreve o fluxo de dados de circuitos 2G que são recebidos pelas interfaces E1 da placa MAiS-IO e que são enviados otimizados (em IMA) pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO, é apresentado na figura seguinte (Figura 74).

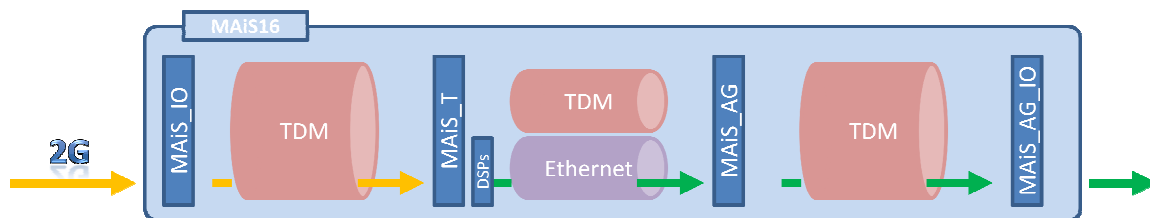


Figura 74 Percurso de tráfego 2G

#### 4.4.3. CIRCUITOS DE ENTRADA PELA CARTA MAiS-AG-IO E DE SAÍDA PELA CARTA MAiS-IO

Neste cenário (Figura 75) é descrito fluxo de dados dos circuitos 3G ATM que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO e que são enviados (otimizados) pelas interfaces E1 da placa MAiS-IO.

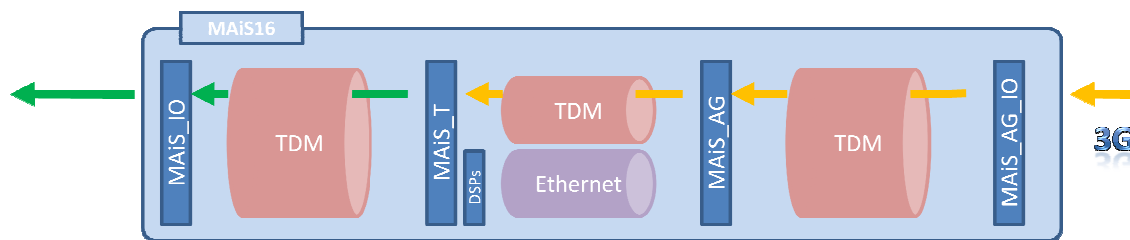


Figura 75 Percurso de tráfego 3G

De forma similar o cenário que descreve o fluxo de dados de circuitos 2G que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO e que são transmitidos otimizados (em IMA) pelas interfaces E1 da placa MAiS-IO, é apresentado na figura seguinte (Figura 76).

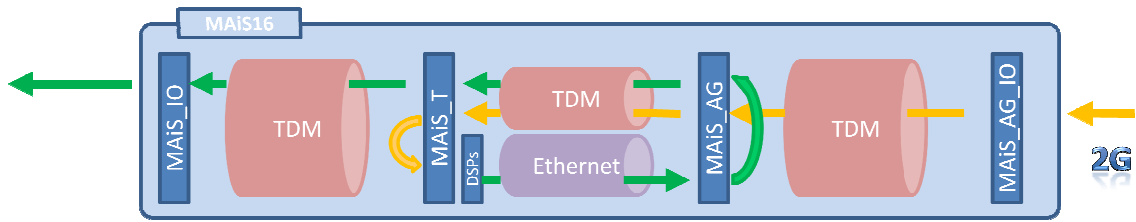


Figura 76 Percurso de tráfego 2G

#### 4.4.4. CIRCUITOS DE ENTRADA E DE SAÍDA ATRAVÉS DA CARTA MAiS-AG-IO

Neste cenário (Figura 77) é descrito o fluxo de dados dos circuitos 3G ATM que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO e que são transmitidos otimizados pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO.

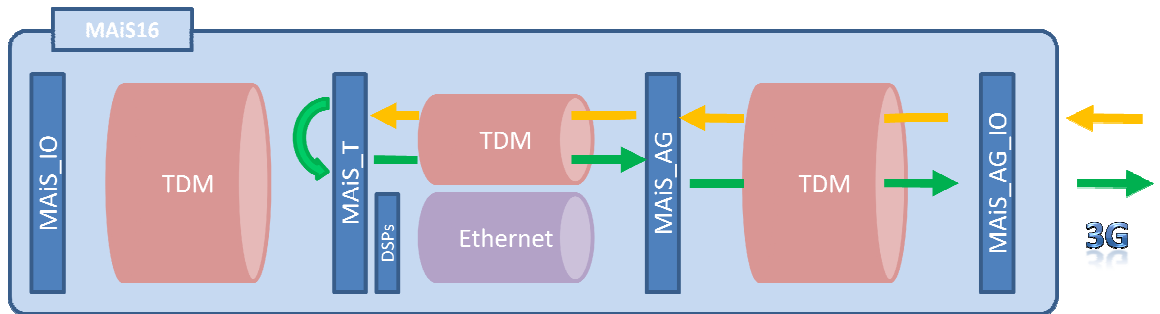


Figura 77 Percurso de tráfego 3G

De forma similar o cenário que descreve o fluxo de dados de circuitos 2G que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO e que são enviados otimizados (em IMA) pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO, é apresentado na figura seguinte (Figura 78).

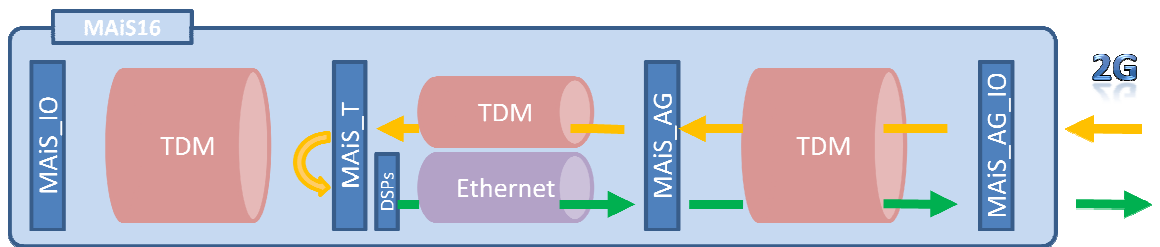


Figura 78 Percurso de tráfego 2G

#### 4.4.5. AGREGAÇÃO DE CIRCUITOS 2G E 3G USANDO A CARTA MAiS-IO

Neste cenário (Figura 79) é descrita a agregação de fluxos de dados relativos aos circuitos 3G Ethernet, que são recebidos pela interface Gbe da carta MAiS-AG-IO, e aos circuitos

2G e 3G ATM que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO. O fluxo agregado é enviado através de interfaces E1 da placa MAiS-IO.

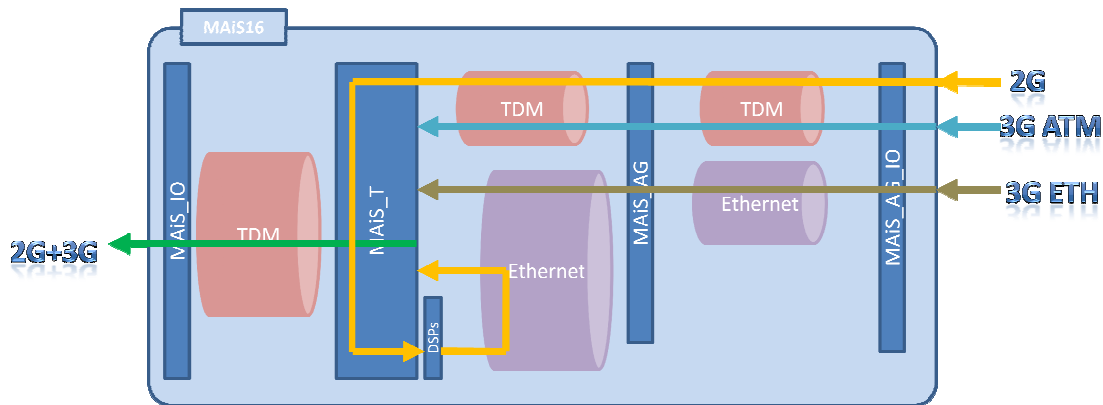


Figura 79 Percurso de tráfego 2G, 3G ATM e 3G Ethernet

#### 4.4.6. AGREGAÇÃO DE CIRCUITOS 2G, 3G ATM E ETHERNET USANDO A CARTA MAiS-AG-IO

Neste cenário (Figura 80) é descrita a agregação de fluxos de dados relativos aos circuitos Ethernet, que são recebidos pela interface Gbe da carta MAiS-AG-IO, e circuitos 2G e 3G ATM que são recebidos pelas interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO. O fluxo agregado é enviado pelas interfaces interfaces STM-1 (VC-12) da placa MAiS-AG-IO.

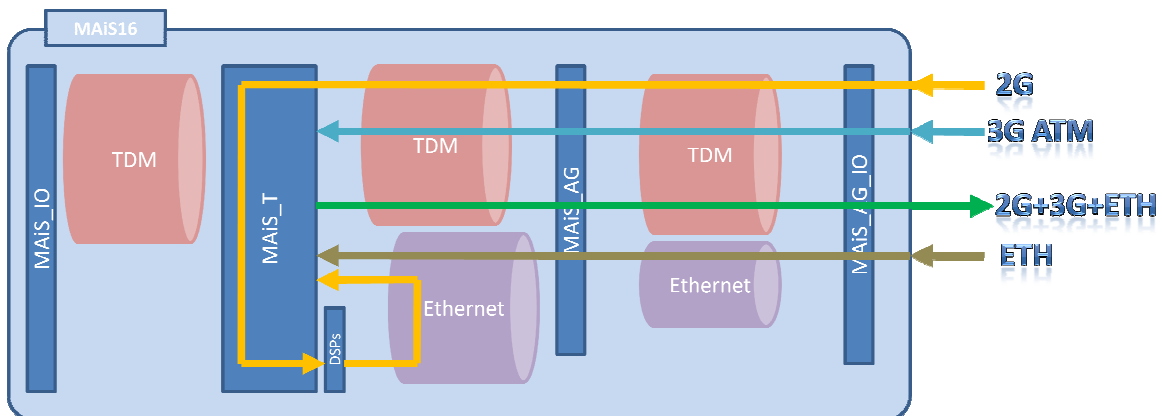


Figura 80 Percurso de tráfegos 2G, 3G e Ethernet

#### 4.4.7. BACKHAUL ETHERNET

Neste cenário (Figura 81) é descrita a agregação de fluxos de dados relativos aos circuitos Ethernet, 2G e 3G ATM. O fluxo agregado na placa MAiS-T é posteriormente transmitido pelas interfaces GbE da MAiS-AG-IO.

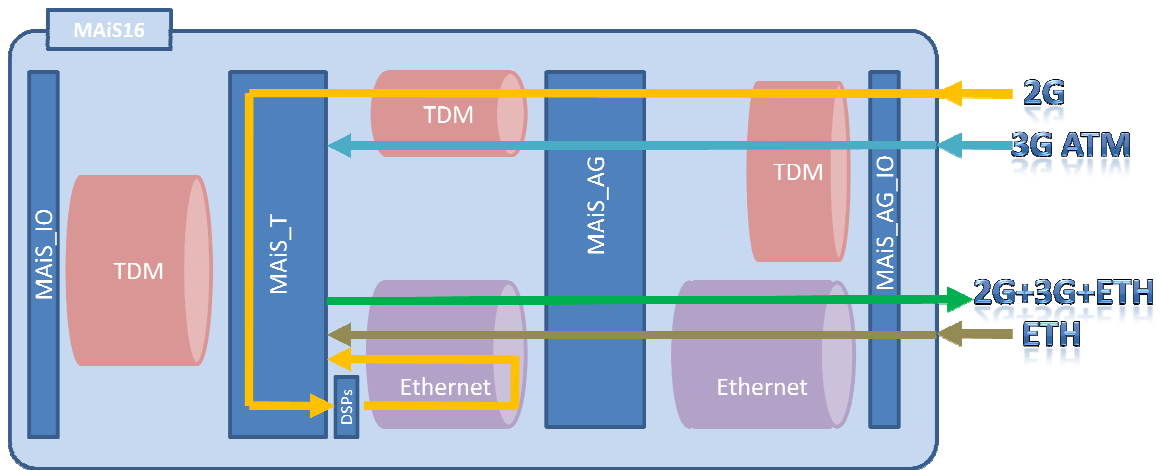


Figura 81 Percurso de tráfegos 2G 3G ATM e Ethernet

#### 4.5. ANÁLISE FUNCIONAL DOS BLOCOS INTERVENIENTES NOS PERCURSOS DOS FLUXOS DE TRÁFEGO

Nesta secção são descritos, à luz dos blocos funcionais intervenientes, os percursos dos fluxos de tráfego relativos a um conjunto cenários de rede, já analisados do ponto de vista conceptual, que permitem avaliar um conjunto vasto de situações, nomeadamente o fluxo de tráfego entre cartas de um equipamento MAiS16.

Na apresentação que se segue é identificado a vermelho o percurso do tráfego 2G e a verde o percurso do tráfego 3G. Com círculos amarelos são identificadas as interfaces STM-1 e a azul as interfaces E1.

##### 4.5.1. OPTIMIZAÇÃO DE TRÁFEGO 2G (ABIS EXPRESS)

Seguidamente são apresentadas duas etapas relativas a uma optimização envolvendo uma interface E1, de uma carta MAiS-T, e uma saída proveniente de uma interface IMA, num porto STM1 de uma carta MAiS-AG. Os passos são os que se passam a enumerar: optimização das interfaces E1, envio do fluxo de tráfego com entrada pela carta MAiS-AG e saída através das interfaces STM-1.

- **Etapla 1: Optimização das interfaces E1**

O fluxo de tráfego é admitido através de uma interface E1, de uma placa tributária; posteriormente este é encaminhado para a matriz DS0 (64 kbps ou 1 *time slot*) e a partir daí para o PPC (*Power PC*), no qual é comprimido. Finalmente este é entregue (por meio de ligações internas, ou seja, através do *backplane*) à carta MAiS-AG.

As ligações internas entre as placas são representadas pelas nuvens nas figuras. As funções dos blocos apresentados nas figuras (WP, FPGA, PPC, Matriz DS0) estão descritas na subsecção 3.4.1.

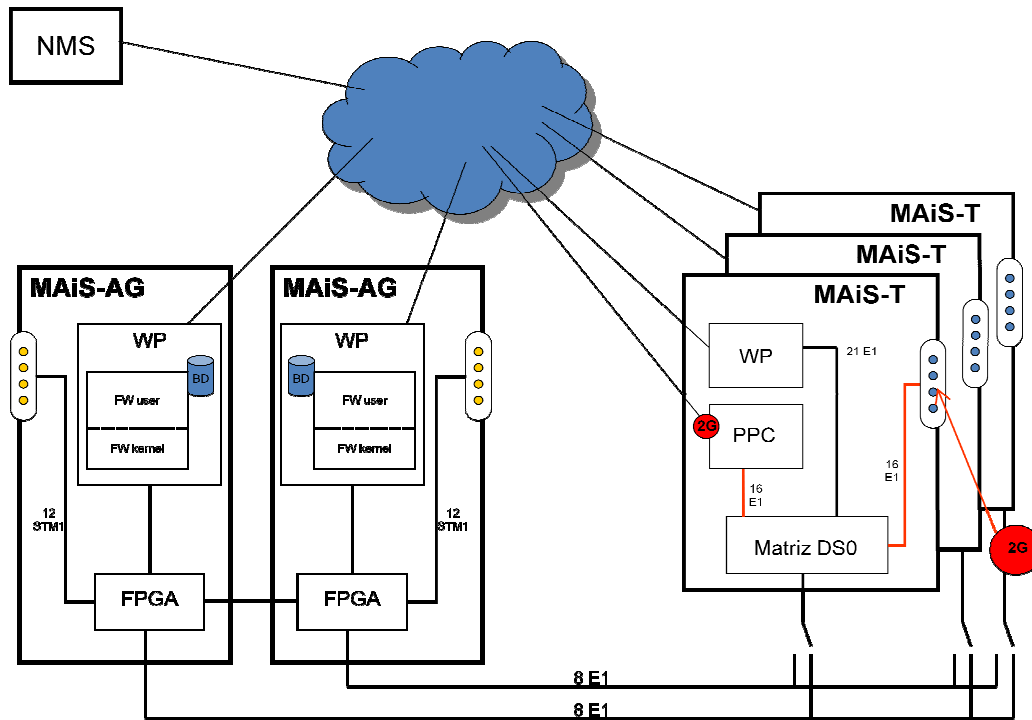


Figura 82 Entrada de tráfego 2G na carta MAiS-T

PPC – PowerPC

WP – Wintegra Winpath (network processor - NP)

FPGA – Field-programmable gate array

NMS – Network Manager System (Sistema de Gestão AgoraNG)

- **Etapa 2: Envio de fluxo de tráfego com entrada pela carta MAiS-AG e saída através das interfaces STM1**

Após ser recebido na carta MAiS-AG, o fluxo de tráfego é encaminhado pelo NP (*Network Processor*) para a FPGA que mapeia o tráfego para ser enviado por uma interface STM-1.

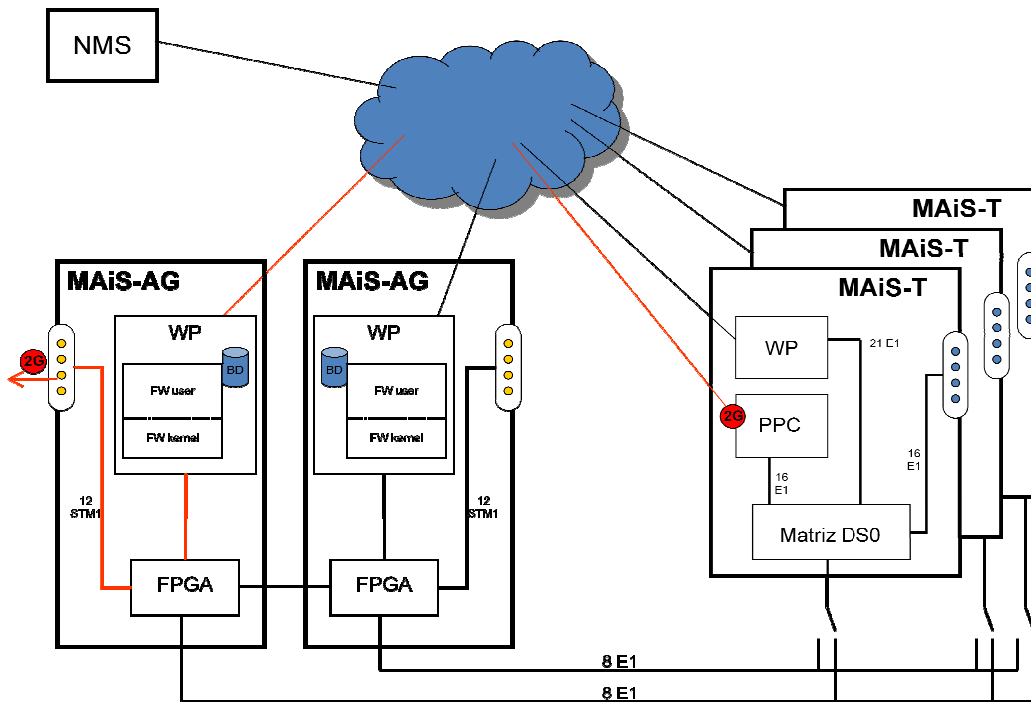


Figura 83 Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-AG

#### 4.5.2. TRÁFEGO 3G (UMTS)

Neste cenário são apresentadas as etapas relativas ao processamento de um fluxo de dados desde a sua recepção numa interface IMA, num porto E1 de uma carta MAiS-T, até este ser transmitido por uma interface IMA, num porto STM1 de uma carta MAiS-AG.

- **Etapa 1: Entrada do tráfego em IMA através de uma interface E1**

O tráfego 3G é recebido em interfaces E1 (interface lógico IMA), de uma carta MAiS-T, e é posteriormente encaminhado para a carta MAiS-AG.

- **Etapa 2: O tráfego é encaminhado para a carta MAiS-AG de forma a sair em interface IMA através das interfaces STM1**

Após ser admitido na carta MAiS-AG, o fluxo de dados entregue ao FPGA de modo a ser mapeado para posteriormente ser enviado através de uma interface STM-1.

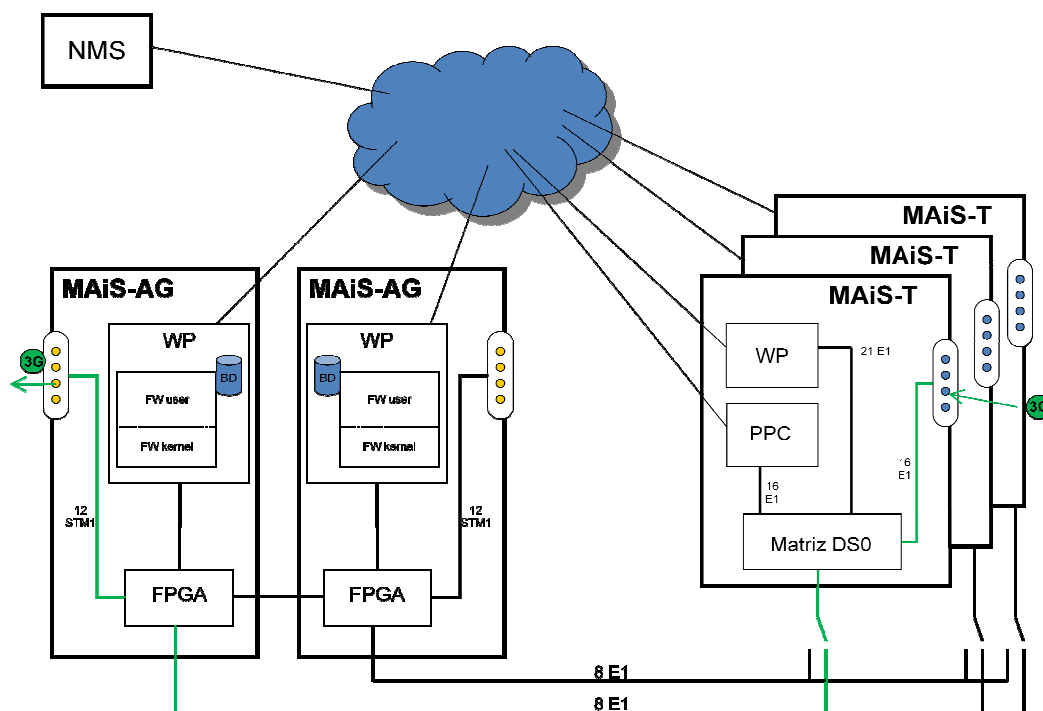


Figura 84 Entrada de tráfego 3G na MAiS-T e saída na carta MAiS-AG

#### 4.5.3. TRÁFEGO 2G E 3G

Dentro deste cenário foram diferenciados dois casos:

- Recepção 2G e 3G em IMA numa carta MAiS-AG e saída de ambas as tecnologias na mesma unidade;
- Recepção 2G e 3G em IMA numa carta MAiS-AG e saída diferenciada: 2G na carta MAiS-T e 3G em IMA na carta MAiS-AG.

Tal como anteriormente, vão ser apresentadas as etapas para estes dois casos.

#### Receber fluxos 2G e 3G em IMA, na carta MAiS-AG, e transmissão de ambos através da própria unidade

- **Etapas 1: Admissão de tráfego 3G em IMA da carta MAiS-AG e envio deste fluxo pela mesma unidade**

O tráfego 3G é admitido através de uma interface lógica IMA, mapeada numa interface STM-1, sendo este fluxo encaminhado pelo FPGA para o NP. Este último processa o tráfego de modo a encaminhá-lo para uma nova interface STM-1.

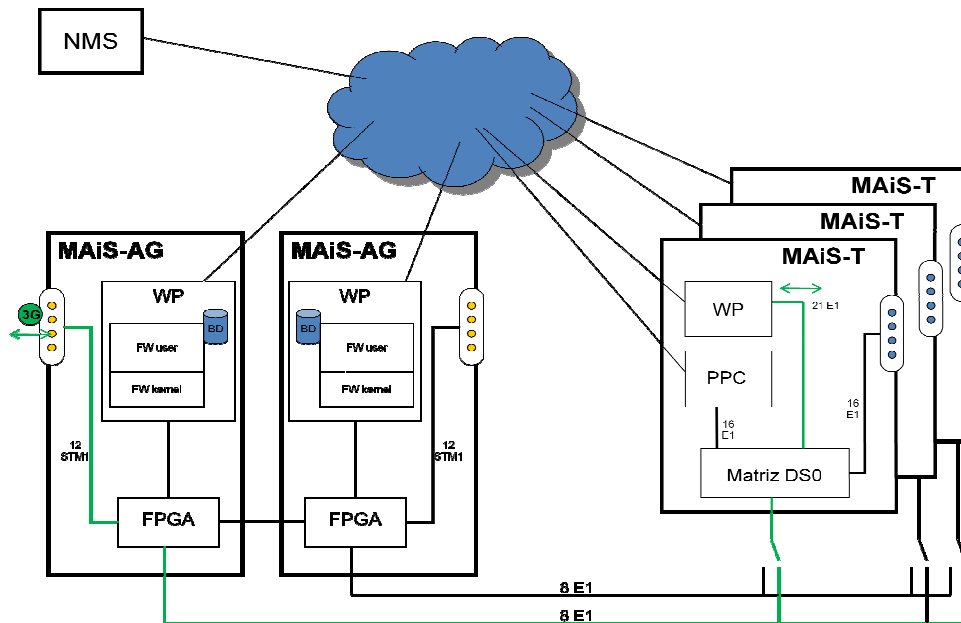


Figura 85 Entrada e saída de tráfego 3G pela carta MAiS-AG

**Etapa 2: Admissão do tráfego 2G em IMA, na carta MAiS-AG, e envio deste fluxo para a carta MAiS-T**

O tráfego 2G é admitido por uma interface STM-1, sendo posteriormente encaminhado para o NP. Este bloco encaminha (através de ligações internas) o fluxo 2G para uma carta MAiS-T.

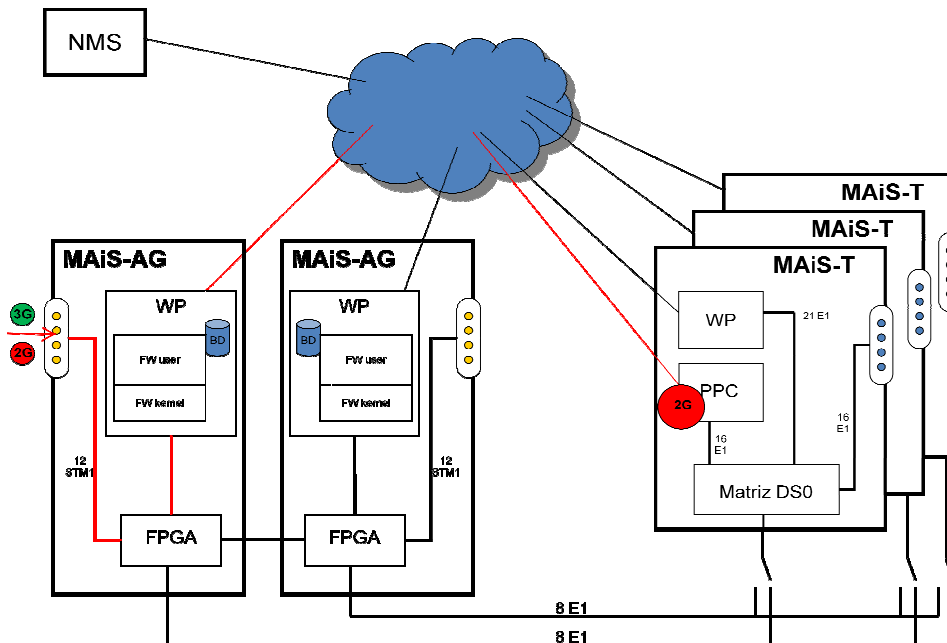


Figura 86 Entrada de tráfego 2G numa carta MAiS-AG

**Etapa 3: Descompressão do tráfego 2G e envio do mesmo pela carta MAiS-AG para ser transmitido por uma interface STM1**

O fluxo de tráfego 2G é depois descomprimido pelo PPC, sendo posteriormente encaminhado pela matriz DS0 directamente para o FPGA. Este bloco é responsável pela determinação da interface STM-1 pelo qual o fluxo 2G irá ser transmitido.

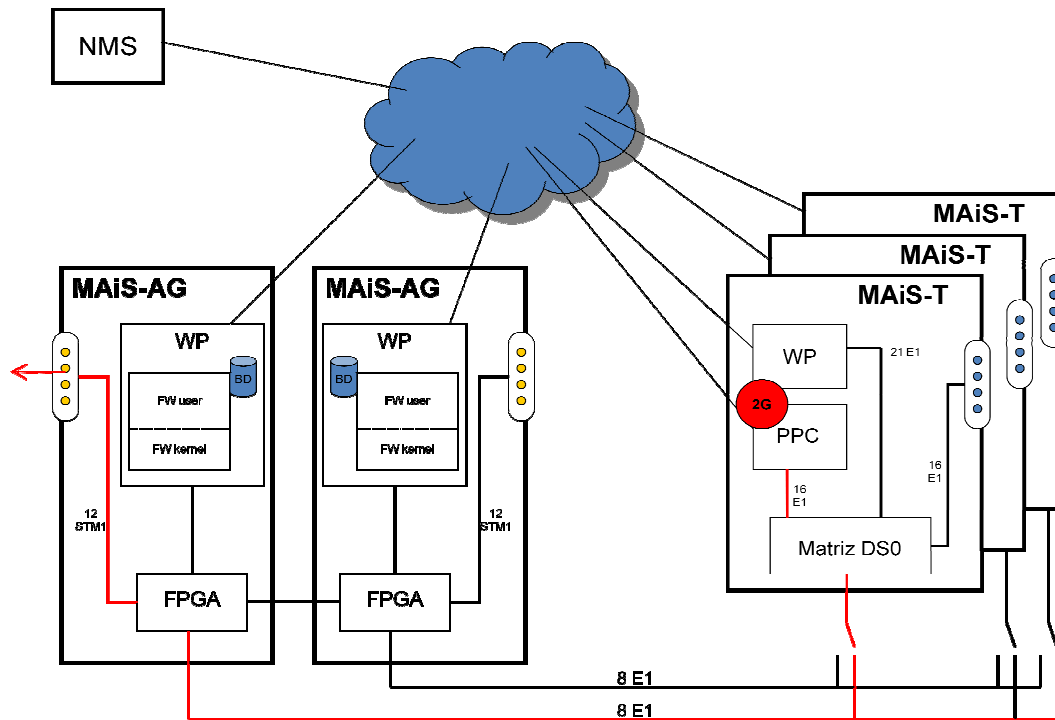


Figura 87 Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-AG

**Receber 2G e 3G em IMA numa carta MAiS-AG e saída diferenciada de fluxos 2G, numa carta MAiS-T, e de 3G em IMA na carta MAiS-AG**

- **Etapa 1: Admissão do tráfego 3G em IMA, na carta MAiS-AG, e saída do mesmo pela mesma unidade**

Nesta etapa o tratamento de fluxos de tráfego 3G, quer do ponto de vista do percurso, quer do ponto de vista dos blocos funcionais intervenientes, é idêntico ao exemplo anterior.

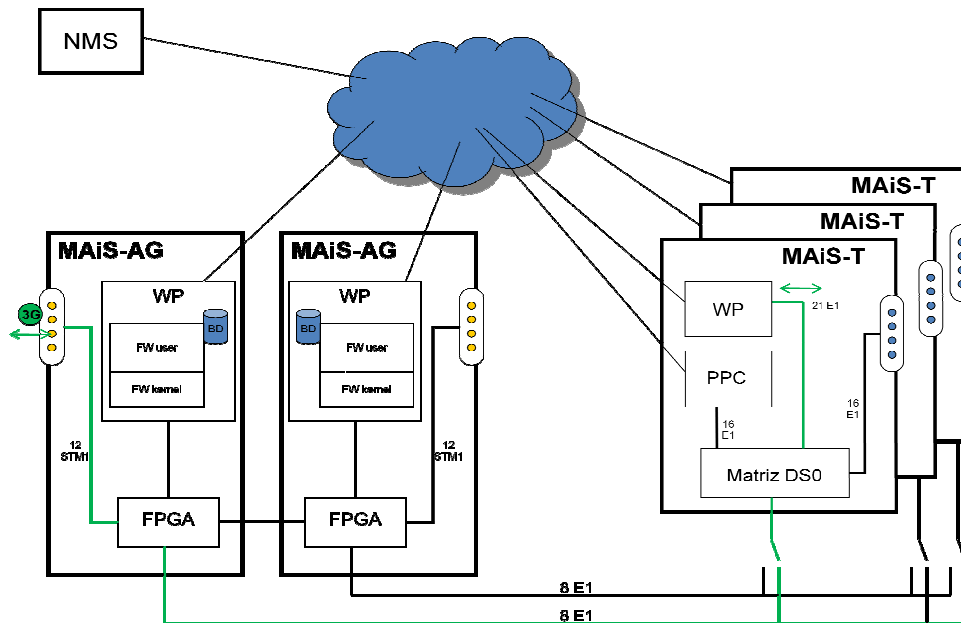


Figura 88 Entrada e saída de tráfego 3G pela carta MAiS-AG

- **Etapa 2:** Admissão do tráfego 2G em IMA, na carta MAiS-AG, e envio do mesmo para a carta MAiS-T

A análise do fluxo do tráfego 2G, até ser encaminhado para a carta MAiS-AG, é igual ao exemplo anterior.

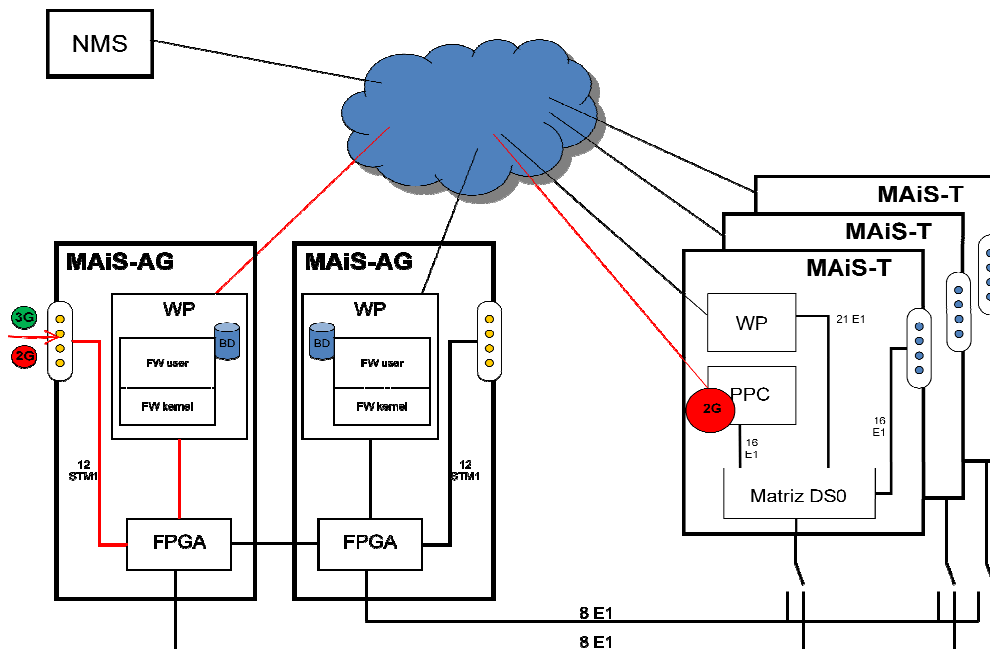


Figura 89 Entrada de tráfego 2G pela carta MAiS-AG

- **Etapa 3: Descompressão do tráfego 2G e saída do mesmo pelas interfaces E1 da carta MAiS-T**

Ao contrário do exemplo anterior, neste caso, e após o tráfego 2G ser descomprimido, este é encaminhado pela matriz DS0 para uma das interfaces E1 presentes na carta MAiS-T.

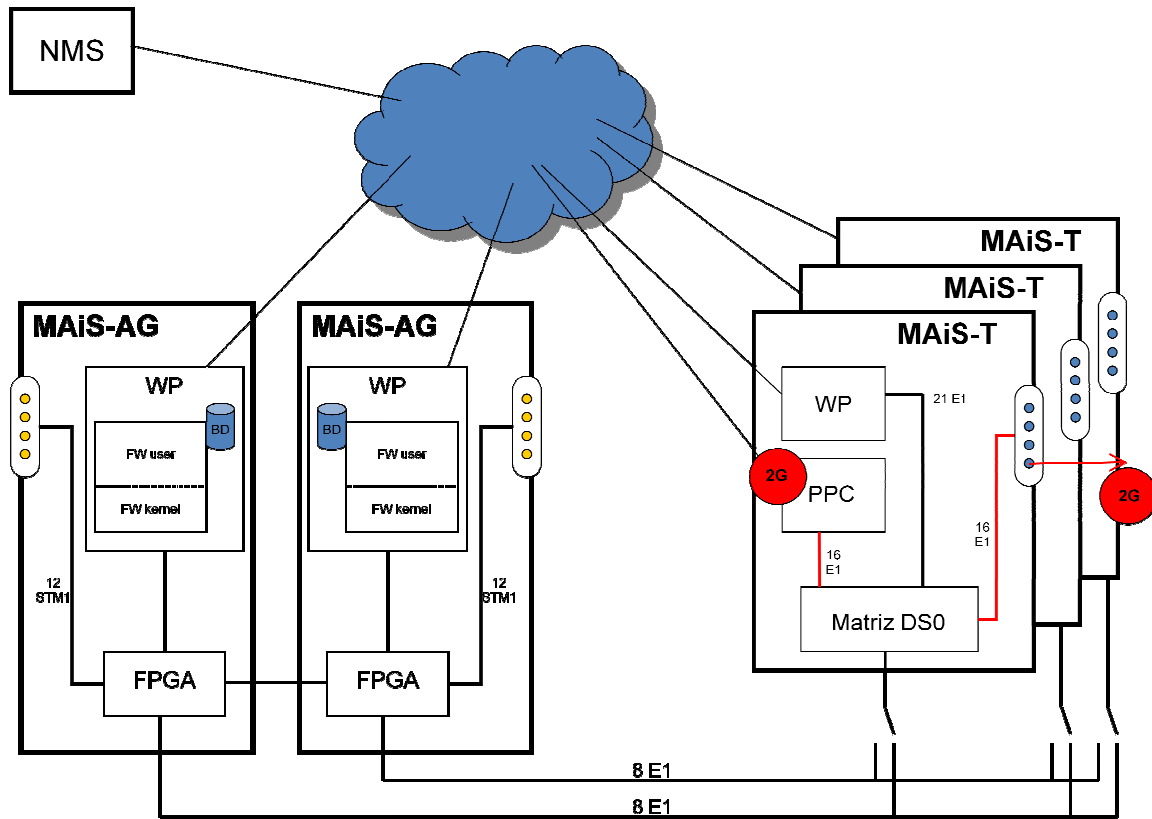


Figura 90 Saída de tráfego 2G pela carta MAiS-T

# 5. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES DE DIAGNÓSTICO E SUPORTE PARA EQUIPAMENTOS MAIS

Considerando as limitações do piloto laboratorial, em particular no que diz respeito

- à impossibilidade de utilizar o sistema de gestão centralizada AgoraNG,
- como também às limitações no uso deste no âmbito do demonstrador: não é possível incluir os dados fornecidos pelo equipamento de testes relativos às interfaces de optimização, sendo que a sua análise, mesmo em equipamentos de campo, teria de ser efectuada utilizando o CLI,

foram desenvolvidas duas aplicações (Recolha Info MAiS e Alarmes OPT MAiS) para auxiliar na recolha e análise do tráfego das interfaces de optimização, configuradas nos equipamentos, e geração de alarmes.

A primeira aplicação (Recolha Info MAiS) apenas se destina à recolha automatizada dos valores de configurações e informação diversa sobre o equipamento sob teste.

A segunda aplicação (Alarmes OPT MAiS) destina-se à recolha automatizada de informação de gestão das interfaces de optimização configuradas, análise do tráfego (incluindo indicações de pacotes com falhas) e geração de alarmes.

Em ambas as aplicações a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento foi a linguagem Java. Esta escolha teve por base a análise de requisitos efectuada em coordenação com a PT Inovação. Os factores decisivos foram a integração com o sistema de gestão central da empresa, com o intuito destas aplicações passarem a ser incluídas no pacote de módulos disponibilizados pelo sistema de gestão. Além deste aspecto fundamental, teve-se em consideração a linguagem Java ser multi-plataforma e alguma prática no desenvolvimento de aplicações em linguagem Java.

Ambas as aplicações estabelecem uma ligação remota telnet para o equipamento de forma a recolher os dados (através da interface CLI), como também fazem uso da plataforma de gestão tradicional das redes TCP/IP: plataforma SNMP (*Simple Network Management Protocol*), para obter dados que não podem ser recolhidos através da interface CLI, como por exemplo a recolha dos valores dos contadores de erros e de pacotes.

## **5.1. APLICAÇÃO RECOLHA INFO MAiS**

Em sede de testes de cenários reais, os equipamentos MAiS são montados e configurados com as respectivas bases de dados de campo. Tal como já foi referido anteriormente (na Secção 4.3), o sistema de gestão não permite, neste momento, inserir equipamentos com bases de dados de campo, pois ao inserir reinicializa essas bases de dados, o que provoca a perda dessas informações e configurações. Por outro lado, se não for possível estabelecer comunicação entre a plataforma e as cartas do equipamento sob teste, o sistema de gestão irá terminar abruptamente o registo do equipamento na aplicação.

Assim, a única forma de obter a informação de gestão dos equipamentos MAiS do demonstrador laboratorial é através da respectiva interface CLI. O uso desta interface torna esta operação ineficiente devido ao volume de informações a recolher, pelo que foi necessário automatizar este procedimento através do desenvolvimento de uma aplicação denominada Recolha Informações MAiS.

Os dados recolhidos incluem diversas informações do equipamento MAiS em análise, entre as quais: a designação do equipamento (nome e localização), versão de *firmware* de cada carta presente, interfaces de optimização existentes, tabela de endereços IP e rotas configuradas, temperatura do equipamento e cartas presentes, integridade de funcionamento da refrigeração do equipamento, e também informações sobre os diversos portos (E1, STM-1, Ethernet, ATM).

Esta aplicação pode também ser utilizada em equipamentos instalados em campo, podendo evitar erros cometidos pelo operador que, eventualmente, podem afectar fluxos de tráfego ou a perda de configurações.

Para iniciar a recolha dos dados (Figura 91) é apenas necessário introduzir, na respectiva interface, o endereço IP do equipamento pretendido e seleccionar a opção ‘Iniciar recolha’.



Figura 91 **Janela principal da aplicação Recolha Informações MAiS**

O resultado da recolha é um ficheiro de texto cuja designação inclui a data e a hora da recolha (no qual o programa é executado), para permitir a análise cronológica dos dados.

Foram realizados múltiplos testes para validar as funcionalidades da aplicação. Para tal foram usados diversos equipamentos da família MAiS com configurações distintas e consultada a equipa técnica de suporte às redes de transmissão da PTIN no sentido de acrescentar salvaguardas, testes e validações, como também alargar o leque de dados que são recolhidos.

Na Figura 92 apresenta-se o diagrama simplificado do funcionamento da aplicação Recolhas Informações MAiS.

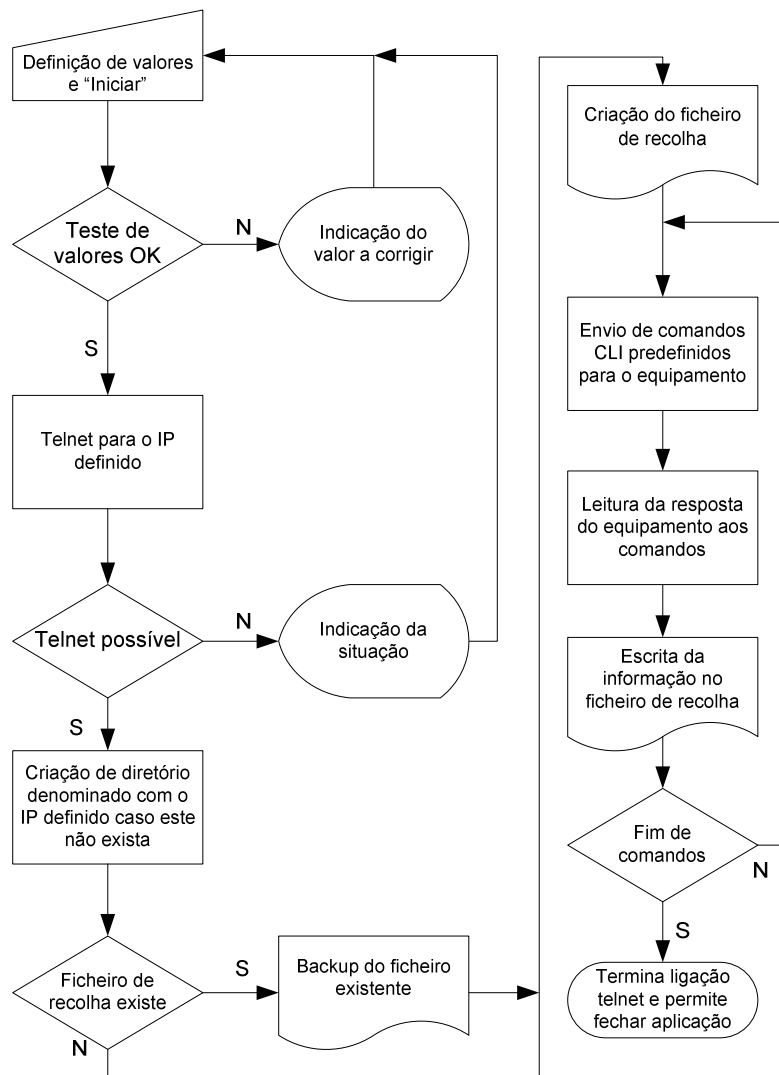


Figura 92 Diagrama da aplicação Recolha Informações MAiS

## 5.2. APLICAÇÃO ALARMES OPT MAiS

Ao longo da análise do desempenho da optimização em equipamentos MAiS observou-se que o sistema de gestão centralizada AgoraNG não possui informações (nem gera alarmes) sobre a integridade das interfaces de optimização presentes nestes equipamentos. Esta integridade também não pode ser avaliada de uma forma rígida pois é possível que haja um menor volume de tráfego sem que para isso exista qualquer anomalia. Para colmatar esta situação foi desenvolvida a aplicação Alarmes OPT MAiS.

Deve-se esclarecer o leitor que os equipamentos da família MAiS podem ser configurados com um máximo de 8 interfaces de optimização em cada carta. Cada uma destas interfaces de optimização pode ter associados um número de *links* que tem por limite o número de

DSPs em cada carta. Cada um destes *links* representa uma ligação E1, na qual podem ser utilizados até um máximo de 31 *time slots*.

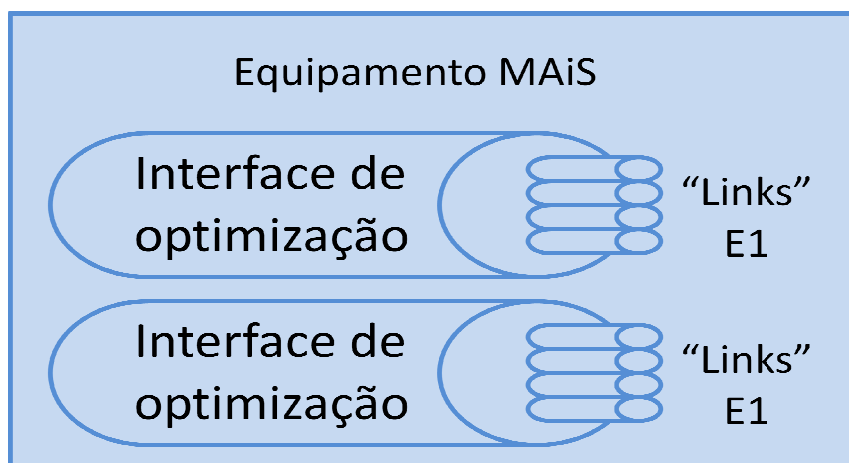


Figura 93 Interfaces de optimização e *links* respectivos num equipamento MAiS

A aplicação Alarmes OPT MAiS recolhe os contadores totais dos pacotes em cada *link* de cada interface de optimização (Figura 94) e gera alarmes caso esses contadores reflectam uma situação excepcional: perdidos, descartados, perda de sincronismo, etc. Outras situações detectadas estão relacionadas com a detecção de volume de tráfego abaixo de um determinado limiar. Esse limiar é configurado pelo utilizador na aplicação. Para estabelecer esse limiar o operador deverá conduzir uma análise do tráfego em condições normais.

Se a análise de uma interface de optimização fosse efectuada através da interface CLI então iria obter-se o quadro representado na Figura 94. Observe-se a quantidade de informação disponibilizada por cada ligação. Considerando que cada equipamento MAiS16 pode conter mais de uma centena de *links* de optimização, a recolha manual desses dados será um procedimento extremamente demorado, não estando devidamente acautelado o tratamento adequado desse volume de informação. Assim, pretendeu-se que a aplicação Alarmes OPT MAiS promova a automatização da recolha, do armazenamento e do tratamento desses dados.

Stream		Total	Partial	Rate
WAN 1 sinalização	Packets TX	154694658	282	35
	Packets RX	211615237	458	57
WAN 2 dados	Packets TX	658449608	1741	217
	Packets RX	652810655	1740	217
WAN 3	Packets TX	0	0	0
	Packets RX	0	0	0
HDLC	Error RX	0	0	0
	Pkts Discard	0	0	0
WAN	Pkts Lost	35896	0	0
	Pkts Dropped	551577	0	0
	Underrun	0	0	0
	Overrun	0	0	0
	Int Errors Tx	951	0	0
	Int Errors Rx	0	0	0
	Desyncs	346376	0	0
	StateChanges	13	0	0
	CurrentState	up: active		

Figura 94 Diagnóstico de um *link* referente a uma interface de optimização

### 5.2.1. FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO

Para efectuar a análise basta definir as opções desejadas, como por exemplo introduzir o endereço IP do equipamento, e seleccionar a opção 'Iniciar análise' (Figura 95).



Figura 95 Janela principal da aplicação Alarmes OPT MAiS

A janela de alarmes é apresentada na Figura 96. Nesta janela é possível consultar os alarmes por tipo (WAN1, WAN2, Perdidos, etc.) e reinicializar o conteúdo da janela. A

aplicação só gera alarmes por tipo, a correspondência entre alarme e a sua origem é realizada posteriormente e de forma manual através da análise do ficheiro anexo à aplicação. Não foi possível automatizar esta análise devido à grande diversidade de interfaces e *links* de optimização que o equipamento poderá usar.

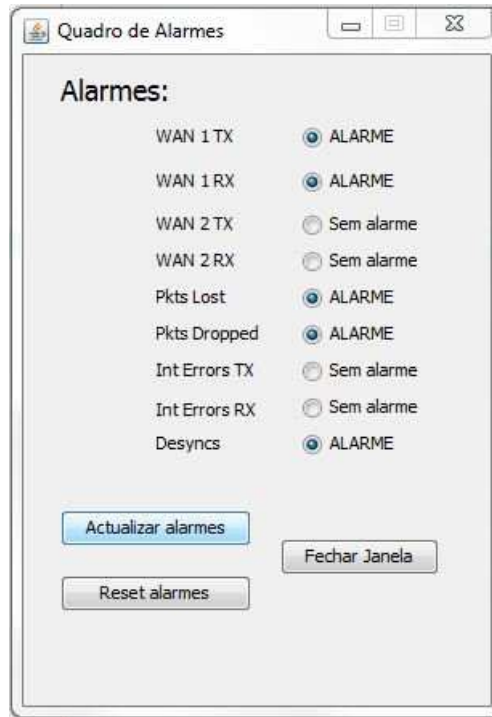


Figura 96 Janela de alarmes da aplicação Alarmes OPT MAiS

Na janela de opções (Figura 97) é possível definir o nível de depuração que se pretende para a análise. Neste momento existem 3 níveis de depuração: nível 1, onde é disponibilizada apenas a informação essencial; nível 2, onde é disponibilizada informação mais detalhada sobre os procedimentos da análise; nível 3, onde se acresce, às informações relativas ao nível anterior, a resposta do equipamento aos diferentes comandos enviados. Além do estabelecimento do nível de depuração pretendido, é possível definir os limiares (pacotes por segundo) de indicação de alarme. Na definição de valores, apenas os assinalados pelo *checkbox* serão alterados. Caso nenhuma *checkbox* esteja seleccionada, é gerado um *popup* informativo.

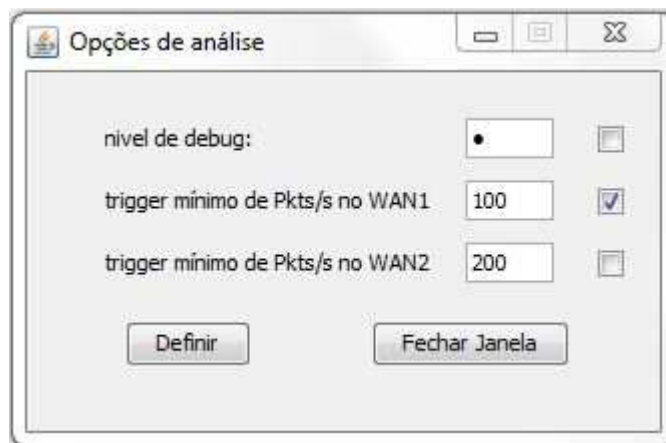


Figura 97 **Janela de opções de configuração da aplicação Alarmes OPT MAiS**

A aplicação foi pensada para possuir robustez face a falhas de comunicação e eventual *timeout* da ligação. É feita a validação da ligação e é gerada uma mensagem e um *popup* informativo sobre a situação.

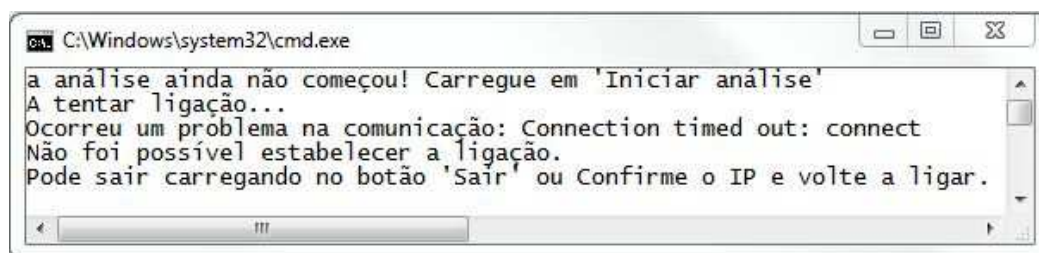


Figura 98 **Mensagem de erro relativa a problema de ligação com o equipamento remoto**

Na Figura 99 apresenta-se o diagrama simplificado do funcionamento da aplicação Alarmes OPT MAiS.

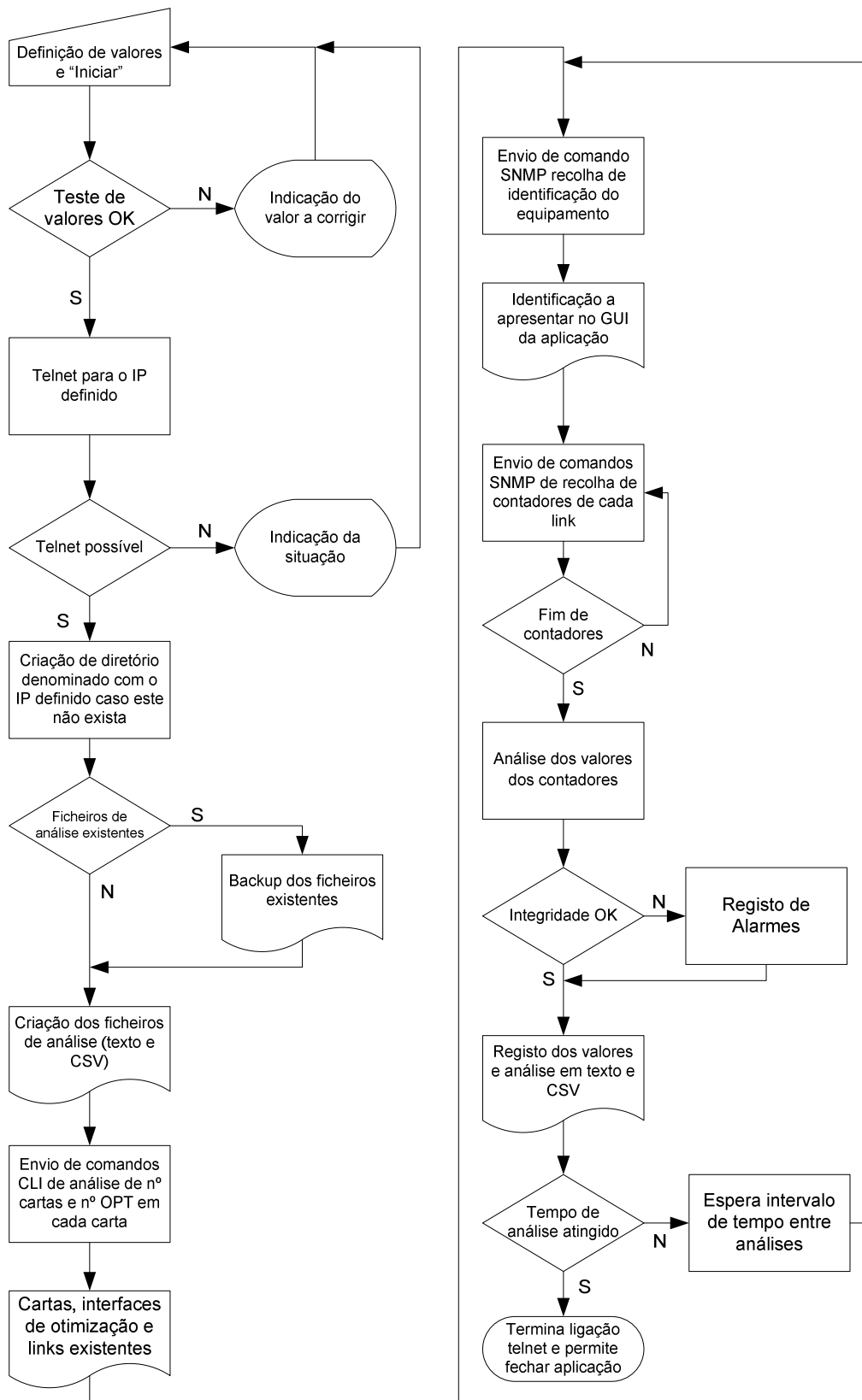


Figura 99 Diagrama da aplicação Alarmes OPT MAiS

## 5.2.2. FUNCIONALIDADES OFERECIDAS PELA APLICAÇÃO

As funcionalidades desta aplicação foram validadas usando diferentes cenários. Estes cenários incluíram o uso de equipamentos MAiS com apenas um *slot* ocupado, como também vários *slots* ocupados; com diferentes versões de *firmware*; e com equipamentos a funcionar com, e sem, placa agregadora de redundância (presente no *slot* 11).

As funcionalidades que actualmente são oferecidas pela aplicação Alarmes OPT MAiS são as seguintes:

- Verifica se os caracteres inseridos nos respectivos campos são válidos e se estão em conformidade com o leque de caracteres admitidos. Se tal não acontece então é gerada uma mensagem para a consola (Figura 98) e é despoletado um *popup* informativo.

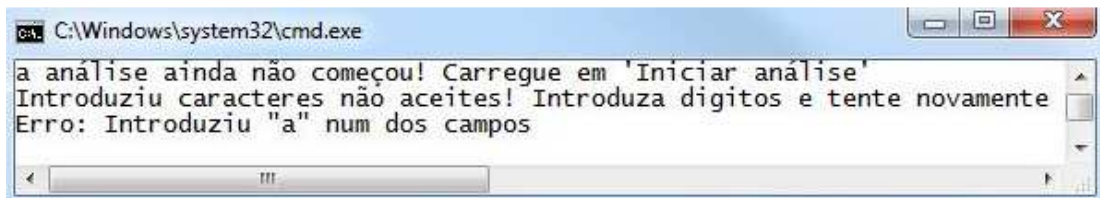


Figura 100 Mensagem de erro relativa à inserção de caracteres ilegais nos campos da janela da aplicação Alarmes OPT MAiS

- Identifica os equipamentos suportados, neste momento apenas os que pertencem à família MAiS. Antes de ser implementado este teste a aplicação Alarmes OPT MAiS deixava de responder por incapacidade de interpretar as respostas obtidas ou por não obter qualquer resposta. São também suportados equipamentos com versões de *firmware* diferentes (o que influencia a sintaxe do comando de interface CLI, assim como os comandos suportados).

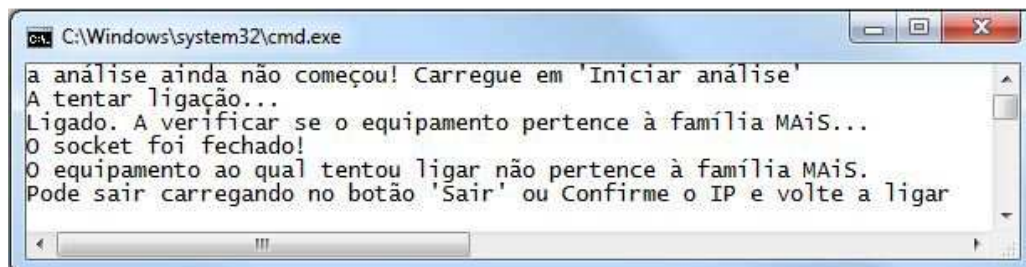


Figura 101 Mensagem de erro relativa a equipamento não suportado

- São gerados diversos *popups*, consoante a situação: informativos ou de erro. Na Figura 104 é apresentado um exemplo de um *popup* de erro; enquanto na Figura

102 apresenta-se um exemplo de um *popup* de aviso e na Figura 103 é representado um exemplo de um *popup* informativo.

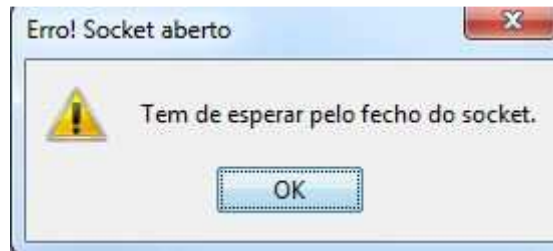


Figura 102 **Popup de erro relativo ao socket se encontrar aberto**

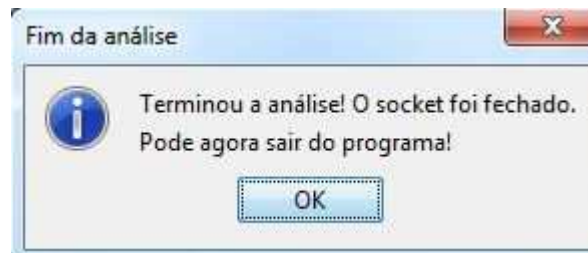


Figura 103 **Popup informativo sobre o fim de análise**

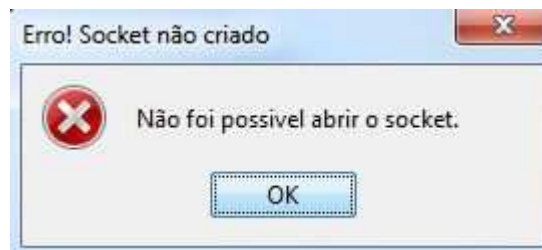


Figura 104 **Popup de erro relativo ao estabelecimento de socket**

- É criado um ficheiro de texto com o relatório dos alarmes decorrente da análise realizada. Neste ficheiro é guardado um histórico dos alarmes por cada um dos *links* de optimização, com indicação de data e hora (Figura 105).

```

alarmistica_opts 14-7-2011 10h38 - Notepad
File Edit Format View Help
*** Thu Jul 14 10:37:16 BST 2011 ***
Alarme TX no WAN 1 do opt.1.2 e link.1
Alarme TX no WAN 1 do opt.1.2 e link.2
Alarme TX no WAN 1 do opt.2.2 e link.1
Alarme TX no WAN 1 do opt.2.2 e link.2
Alarme RX no WAN 1 do opt.1.2 e link.1
Alarme RX no WAN 1 do opt.1.2 e link.2
Alarme RX no WAN 1 do opt.2.2 e link.1
Alarme RX no WAN 1 do opt.2.2 e link.2

Sem Alarme TX no WAN 2 do opt.1.2 e link.1
Sem Alarme TX no WAN 2 do opt.1.2 e link.2
Sem Alarme TX no WAN 2 do opt.2.2 e link.1
Sem Alarme TX no WAN 2 do opt.2.2 e link.2
Sem Alarme RX no WAN 2 do opt.1.2 e link.1
Sem Alarme RX no WAN 2 do opt.1.2 e link.2
Sem Alarme RX no WAN 2 do opt.2.2 e link.1
Sem Alarme RX no WAN 2 do opt.2.2 e link.2

Sem Pkts Lost no opt.1.2 e link.1 durante esta análise
Sem Pkts Lost no opt.1.2 e link.2 durante esta análise
Sem Pkts Lost no opt.2.2 e link.1 durante esta análise
Sem Pkts Lost no opt.2.2 e link.2 durante esta análise

Sem Pkts Dropped no opt.1.2 e link.1 durante esta análise
Sem Pkts Dropped no opt.1.2 e link.2 durante esta análise
Sem Pkts Dropped no opt.2.2 e link.1 durante esta análise
Sem Pkts Dropped no opt.2.2 e link.2 durante esta análise

Sem Int Errors TX no opt.1.2 e link.1 durante esta análise
Sem Int Errors TX no opt.1.2 e link.2 durante esta análise
Sem Int Errors TX no opt.2.2 e link.1 durante esta análise
Sem Int Errors TX no opt.2.2 e link.2 durante esta análise
Sem Int Errors RX no opt.1.2 e link.1 durante esta análise
Sem Int Errors RX no opt.1.2 e link.2 durante esta análise
Sem Int Errors RX no opt.2.2 e link.1 durante esta análise
Sem Int Errors RX no opt.2.2 e link.2 durante esta análise

Sem Desyncs no opt.1.2 e link.1 durante esta análise
Sem Desyncs no opt.1.2 e link.2 durante esta análise
Sem Desyncs no opt.2.2 e link.1 durante esta análise
Sem Desyncs no opt.2.2 e link.2 durante esta análise
Ln 1, Col 1

```

Figura 105 Ficheiro de texto gerado pela aplicação Alarmes OPT MAiS

- É gerado um ficheiro, com extensão CSV (*Comma Separated Value*), ver Figura 106, que contém os valores tabelados do tráfego recolhido. Este ficheiro facilita a análise e o tratamento dos dados, pois beneficia das ferramentas disponíveis nas aplicações de folha de cálculo.

	A	B	C	D
1	Sistema:	GETPMA/01@RO_MAI5		
2	IP:	10.112.106.63		
3				
4	Data:	Thu Jul 14 10:48:44 BST 2011		
5				
6		Total TX WAN1	Parcial TX WAN1	Pacotes/s
7	opt.1.2 e link.1	0	0	0
8	opt.1.2 e link.2	0	0	0
9	opt.2.2 e link.1	0	0	0
10	opt.2.2 e link.2	0	0	0
11		Total RX WAN1	Parcial RX WAN1	Pacotes/s
12	opt.1.2 e link.1	0	0	0
13	opt.1.2 e link.2	0	0	0
14	opt.2.2 e link.1	0	0	0
15	opt.2.2 e link.2	0	0	0
16				
17		Total TX WAN2	Parcial TX WAN2	Pacotes/s
18	opt.1.2 e link.1	29765862	16908	222
19	opt.1.2 e link.2	515676032	16908	222
20	opt.2.2 e link.1	29766656	16909	222
21	opt.2.2 e link.2	29766707	16909	222
22		Total RX WAN2	Parcial RX WAN2	Pacotes/s
23	opt.1.2 e link.1	29763907	16909	222
24	opt.1.2 e link.2	515450506	16908	222
25	opt.2.2 e link.1	29764700	17190	226
26	opt.2.2 e link.2	29764752	16909	222
27				
28		Total Pkts Lost	Parcial Pkts Lost	Pacotes/s
29	opt.1.2 e link.1	59	0	0
30	opt.1.2 e link.2	22	0	0
31	opt.2.2 e link.1	59	0	0
32	opt.2.2 e link.2	59	0	0
33				
34		Total Pkts Drop	Parcial Pkts Drop	Pacotes/s
35	opt.1.2 e link.1	1122	0	0
36	opt.1.2 e link.2	525	0	0
37	opt.2.2 e link.1	1122	0	0
38	opt.2.2 e link.2	1122	0	0

Figura 106 Ficheiro CSV gerado pela aplicação Alarmes OPT MAiS

É criada uma hierarquia de pastas (Figura 107) organizada por endereço IP do equipamento. Tal permite que se execute a aplicação em modo *polling* automatizando a análise de múltiplos equipamentos.

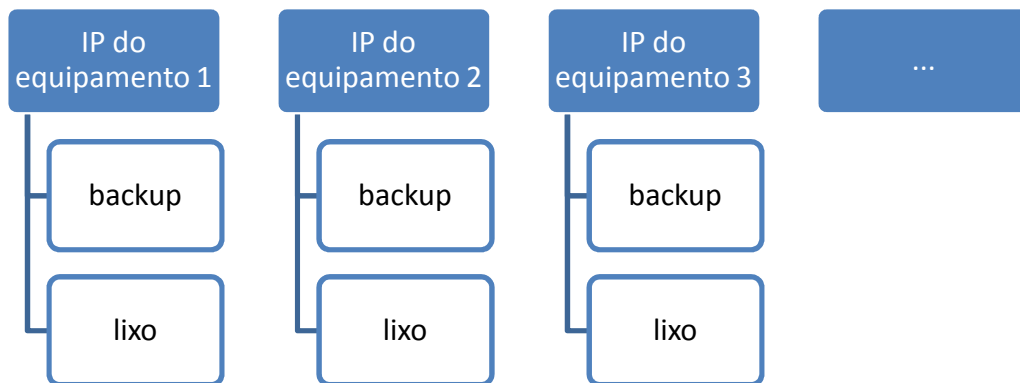


Figura 107 Hierarquia de pastas utilizadas pela aplicação Alarmes OPT MAiS

- Protecção do tamanho do ficheiro de relatório: quando é atingido o tamanho máximo de ficheiro, este é gravado na pasta adequada (*backup* do directório que corresponde ao endereço IP do equipamento) e recomeça a escrita de novo.
- Ficheiros de análise e de cadastro (*log*) são colocados, no final da análise, ou quando o ficheiro atinge o tamanho máximo definido (10MB), na pasta “backup” do directório que corresponde ao endereço IP do equipamento.
- Em caso de falha (que afecte a transferência dos ficheiros de análise e de cadastro para a pasta “backup”) ao reiniciar uma nova análise com o mesmo endereço IP, são movidos quaisquer ficheiros que estejam pendentes para uma pasta “lixo” do directório correspondente ao endereço IP do equipamento. No caso de se realizar uma análise com um endereço IP diferente, é criada uma nova pasta, não se afectando qualquer ficheiro.

# 6. CONCLUSÕES

Neste capítulo é feita uma revisão do trabalho desenvolvido, resumidas as principais contribuições e perspectivadas evoluções futuras.

## 6.1. REVISÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

No âmbito dos objectivos deste trabalho foi efectuado o estudo da família de equipamentos MAiS: interfaces disponibilizadas, diagrama interno de funcionamento, análise de fluxos de tráfego, e respectivo desempenho. Para tal foi necessário estudar as tecnologias e demais assuntos relevantes para a cabal compreensão da totalidade dos aspectos envolvidos nesta família de equipamentos.

Foi elaborado um projecto de uma rede de optimização e transporte utilizando equipamentos da família MAiS, indicando as interfaces necessárias antes e depois da optimização. Dando assim a conhecer o benefício desta funcionalidade no dimensionamento das redes de transporte.

Finalmente foram desenvolvidas duas aplicações. A primeira permite automatizar os procedimentos associados à recolha de dados de equipamentos da família MAiS. Quanto à segunda aplicação, além de automatizar a recolha de contadores de pacotes das interfaces presentes em cada equipamento MAiS, agiliza a análise posterior dos mesmos tendo em

vista a geração de alarmes decorrentes de anomalias de tráfego. Para ambas as aplicações foram efectuados diversos testes funcionais e de desempenho em ambiente laboratorial, tendo como alvo diferentes equipamentos com versões de *firmware* diferentes.

## **6.2. CONTRIBUIÇÕES RELEVANTES**

Do ponto de vista da análise do desempenho de sistemas de optimização de largura de banda em redes móveis de 2ª e 3ª geração, as aplicações revelaram-se um contributo importante para a análise, eventualmente simultânea, do desempenho de sistemas MAiS, implementados tanto em laboratório como em clientes, tendo-se verificado não afectar significativamente os equipamentos nem a rede: a carga adicional colocada nos sistemas e o tráfego gerado são reduzidos.

A aplicação Informações MAiS, veio auxiliar a recolha de valores dos equipamentos MAiS, que anteriormente era feita manualmente. No que respeita à aplicação Alarmes MAiS, esta veio suprir uma falha do sistema de gestão quanto à análise de valores relativos às interfaces de optimização e inexistência de “alarmística” em relação a anomalias de tráfego nas interfaces de optimização. As aplicações foram validadas nas versões de *firmware* instaladas actualmente em equipamentos MAiS, tendo sido efectuadas as alterações necessárias para que fosse possível o desenvolvimento de uma aplicação multi-versão, o que foi atingido.

## **6.3. TRABALHO FUTURO**

No que diz respeito às aplicações desenvolvidas, irão ser acrescentadas novas funcionalidades resultantes da utilização que as aplicações estão a ter pelos técnicos da PT Inovação. Um dos requisitos já identificado é a possibilidade de após a análise de todas as interfaces de optimização existentes (trabalho já efectuado), ter a possibilidade de fazer a representação de um alarme para cada interface ou *link*, incluindo a definição de limiares de tráfego por interface ou *link*. Além deste aspecto, também seria útil alargar o leque de interfaces suportadas, nomeadamente interfaces ATM e Ethernet, permitindo a definição de filtros de tráfego por VLAN (*Virtual Local Area Network*) e EVC (*Ethernet Virtual Circuit*).

## Referências Documentais

- [1] PT Inovação — *eLearning Introdução ao Netband*. Aveiro, 2011.
- [2] PT Inovação — *Solução de agregação/otimização da Movicel*. Aveiro, 2010.
- [3] PT Inovação — *Conceitos de SDH*. Aveiro, 2010.
- [4] OLIVEIRA, Inês — *Arquitetura NetB@nd*. Saber e Fazer Portugal Telecom Inovação. 2010.
- [5] WIKIPEDIA, Conceitos de PDH. 20 de Maio de 2011.  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/PDH>
- [6] MAMEDE, Jorge Botelho — *Apontamentos da disciplina de Comunicações Móveis*. Porto. ISEP, 2011.
- [7] MAMEDE, Jorge Botelho — *Apontamentos da disciplina de Redes Públicas de Telecomunicações*. Porto. ISEP, 2011.
- [8] RAMOS, Fernando — *Multiplexagem PDH e SDH*. Lisboa.ISEL
- [9] Caballero, J.M. — The PDH Hierarchy. 23 de Maio de 2011,  
<http://pt.scribd.com/doc/7231376/Pdh>.
- [10] SDH multiplex structure. 2009. 24 de Maio de 2011, <http://www.netgyver.com/?p=809>.
- [11] WIKIPEDIA, TRAU. 26 de Maio de 2011, <http://en.wikipedia.org/wiki/TRAU>.
- [12] Apostilas de Eletrônica e Informática. *SDH – Hierarquia Digital Síncrona..* 23 de Maio de 2011, <http://tutoriendo.hd1.com.br/apostilas/Redes%20-%20Introducao%20SDH.pdf>.
- [13] *Introdução aos sistemas de Multiplexagem PDH e SDH*. Lisboa. ISEL, 2010
- [14] STONE-WIGG, Neil — CRC-4 (Cyclic Redundancy Check 4). Outubro de 2002. 2 de Junho de 2011. <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/CRC-4>.
- [15] G.703 Interface Description. Tahoe. 23 de Maio de 2011.  
<http://www.tahoe.pl/eng/g703.php>.
- [16] Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Comutação digital. 10 de Maio de 2011.  
[http://www.estig.ipbeja.pt/~lmgst/misc/st\\_8.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~lmgst/misc/st_8.pdf).
- [17] SCHULTZ, Stephan — *SDH Pocket Guide, Volume 1*. Acterna.
- [18] MOREIRA, André — Redes de computadores. 2010. 9 de Junho de 2011.  
<http://www.dei.isep.ipp.pt/~andre/disciplinas/RCOMP/2009-2010/T3.pdf>.
- [19] ITU-T Recommendation G.811, “Timing characteristics of primary reference clocks”, 1997.
- [20] PERROS, Harry G. — *An Introduction to ATM Networks*. Wiley, 2002. ISBN 0-471-49827-0.

- [21] LEITÃO, Mário Jorge — *Mobile Communication Systems: GSM*. 28 de Junho de 2011. [http://paginas.fe.up.pt/~mleitao/CMOV/Teoricas/CMOV\\_GSM.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~mleitao/CMOV/Teoricas/CMOV_GSM.pdf).
- [22] ITU-T Recommendation G.763, “Digital Circuit Multiplication Equipment (DCME) tutorial and dimensioning”, 1998.
- [23] WIKIPEDIA — Digital Circuit Multiplication Equipment. 15 de Junho de 2011. [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Circuit\\_Multiplication\\_Equipment](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Circuit_Multiplication_Equipment).
- [24] ITU-T Recommendation G.711, “Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies”, 1993.
- [25] ITU-T Recommendation G723.1, “Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s”, 1996.
- [26] EVDO 1xEVDO. 18 de Junho de 2007. 16 de Junho de 2011. <http://www.vivasemfio.com/blog/ev-do-evdo-1xevdo/>.
- [27] Vantagens da tecnologia 1xEV-DO. 15 de Junho de 2011. <http://www.conteudo.org/celular/vantagens-da-tecnologia-1xev-do/>.
- [28] Willtek. 1xEV-DO Technology. 15 de Junho de 2011. <http://www.willtek.com/english/technologies/1xevdo>.
- [29] Components of WiMax Network Architecture. 15 de Junho de 2011. <http://www.wifinotes.com/wimax/wimax-architecture.html>
- [30] Orange, Brough Turner & Marc. 3G Tutorial. 2002. 21 de Junho de 2011. [http://www.nmscommunications.com/file/3G\\_Tutorial.pdf](http://www.nmscommunications.com/file/3G_Tutorial.pdf).
- [31] PT Inovação — *Guia de configuração MAiS*. Aveiro, 2009.
- [32] PT Inovação — *Manual CLI MAiS*. Aveiro, 2010.
- [33] PT Inovação — *Tutorial sobre o MAiS*. Aveiro, 2010.
- [34] PT Inovação — *Manual de utilização do MAiS*. Aveiro, 2007.
- [35] ITU-T Recommendation Y.2011, “General principles and general reference model for next generation networks”, 2004.
- [36] ITU-T Recommendation G.702, “Digital Hierarchy Bit Rates”, 1993.
- [37] ITU-T Recommendation G.703, “Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces”, 1998.
- [38] ITU-T Recommendation G.704, “Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels”, 1998.
- [39] ITU-T Recommendation G.706, “Frame Alignment and Cyclic Redundancy Check (CRC) Procedures Relating to Basic Frame Structures Defined in Recommendation G.704”, 1991
- [40] ITU-T Recommendation G.707, “Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)”, 1996.
- [41] ITU-T Recommendation I.150, “B-ISDN asynchronous transfer mode functional characteristics”, 1999.

- [42] ITU-T Recommendation I.321, “B-ISDN Protocol Reference Model and its Application”, 1991.
- [43] ITU-T Recommendation I.361, “B-ISDN ATM layer specification”, 1999.
- [44] ITU-T Recommendation I.363.5, “B-ISDN ATM Adpatation Layer specification: Type 5 AAL”, 1996.
- [45] ITU-T Recommendation I.432.2, “B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: 155 520 kbit/s and 622 080 kbit/s operation”, 1999.
- [46] ITU-T Recommendation G.804, “ATM cell mapping into Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)”, 1998.
- [47] ITU-T Recommendation I.761, “Inverse multiplexing for ATM (IMA)”, 2000.
- [48] ROSE, Marshall — *The Simple Book: Na Introduction to Network Management*. Prentice Hall, 1996.
- [49] Java™ Platform, Standard Edition 6 — API Specification, <http://download.oracle.com/javase/6/docs/api/>.
- [50] The Java™ Tutorials, <http://download.oracle.com/javase/tutorial/>.
- [51] LABUSCHAGNE, Aubrey — Creating basic GUIs in Java with JFrame, [http://www.squidoo.com/java\\_and\\_jframe](http://www.squidoo.com/java_and_jframe).
- [52] JTA – Telnet/SSH for the JAVA™ platform, <http://javassh.org/>.