



# Rede ótica de próxima geração como suporte à mobilidade, convergência e Cloud

**ISCTE-IUL**

José Palma  
Portugal Telecom

[jose.a,palma@telecom.pt](mailto:jose.a,palma@telecom.pt)

Este documento é propriedade intelectual da PT e fica proibida a sua utilização ou propagação sem expressa autorização escrita.

**2000 A.C.**

**Man carried “the light”**



**2000 D.C.**

**“Light” carries men.**





# Agenda

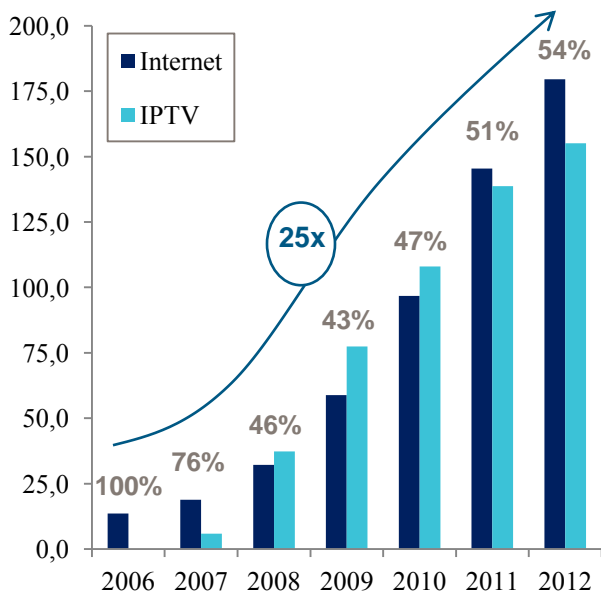
1. Mobilidade, convergência e Cloud
2. A Rede ótica de próxima geração na PT
3. Evoluções



# Tsunami de dados

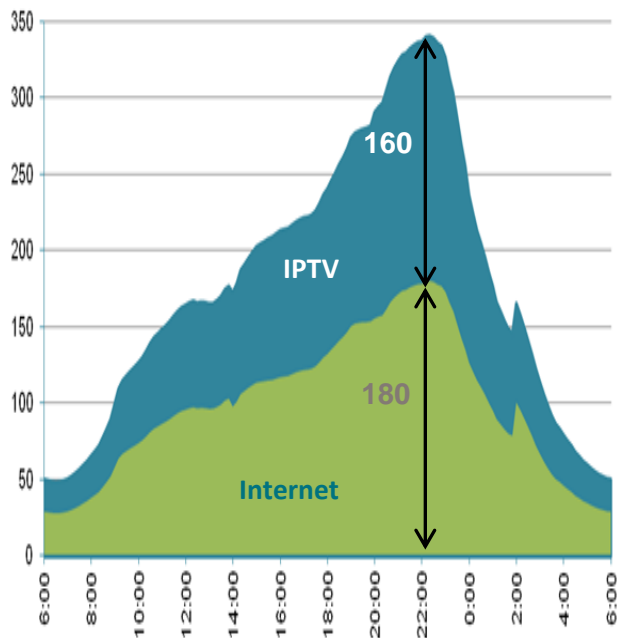
## Data rate na hora de pico

Gbps – transport network. DL



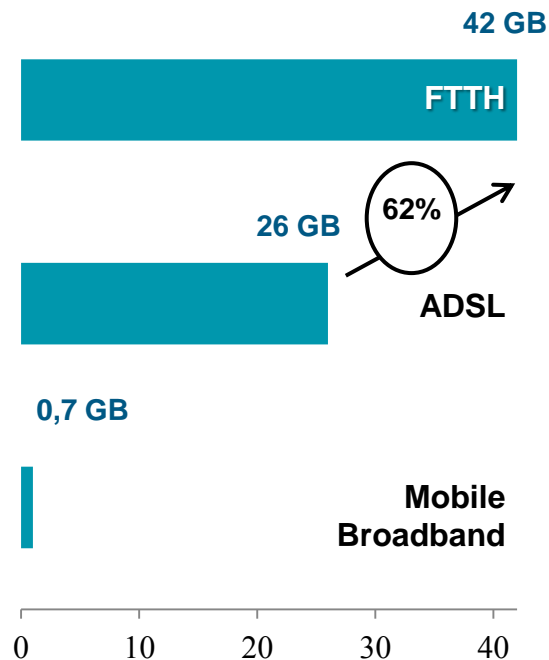
## Utilização diária

Gbps – transport network. DL



## Tráfego internet por cliente

Gbyte per month. UL+ DL



- Apenas um ano após seu lançamento (2007), o tráfego do serviço IPTV ultrapassou o tráfego da Internet.
- Essa tendência só foi revertida em 2011, devido ao streaming de vídeo da internet.



# Mobilidade, Convergência e Cloud

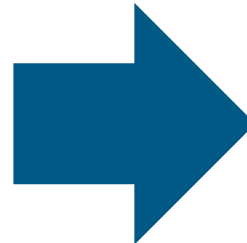


- Infraestrutura partilhada
- Plataformas de serviços comuns
- Planeamento de rede e operações unificadas
- Prestação de serviços customizados
- Cross Network Optimization
- Experiência de utilização seamless em todas as redes



# Centralização de recursos

Economias de escala e rapidez na habilitação de novos serviços através de consolidação na Cloud



Serviços



Core



Agregação



Distribuição



Acesso



Fibra



4G



WIFI PT

Cloud



Rede Flat



Acesso



Fibra



4G



WIFI PT

**Centralize what you can, distribute what you must.**

Pradeep Sindhu, CTO Juniper Networks



# Pressão na rede de transporte

## Rede de Transporte

Fibre (FTTH) 4G, 3G, 2G Wi-Fi



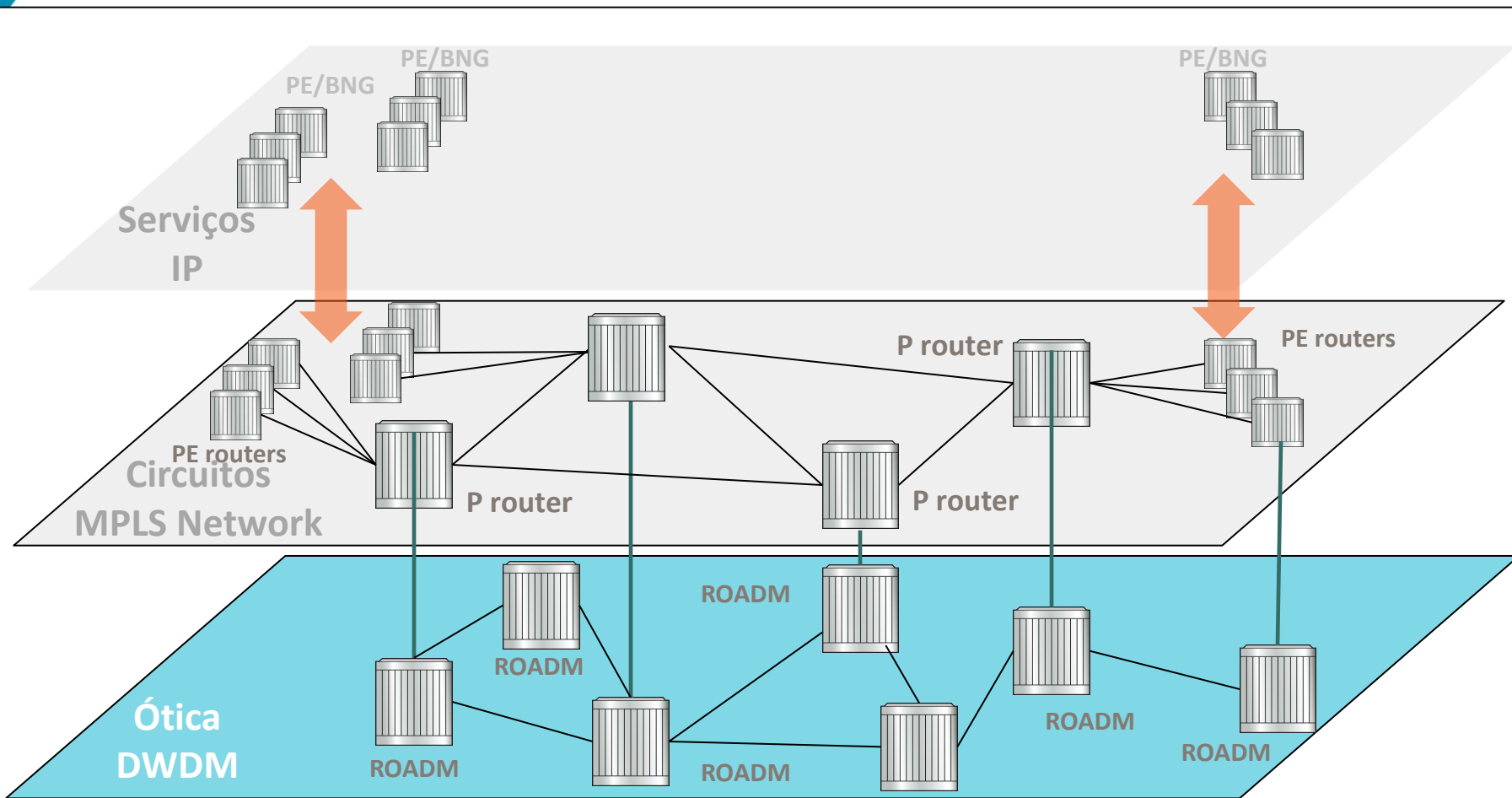
Data centre network







# Camadas na Rede de Transporte



**3 Camadas: Serviços, Circuitos e ótica**



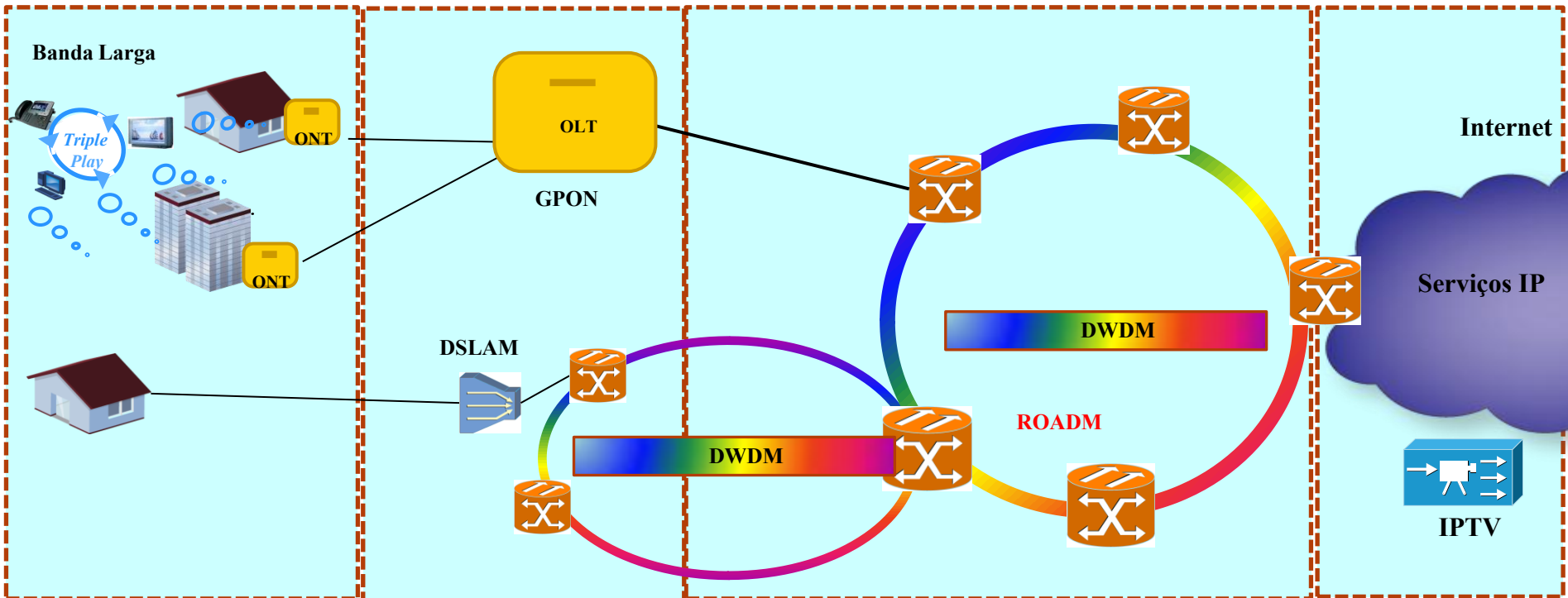
# Arquitetura na Rede de Transporte

Home/Enterprise

Acesso

Transporte

Serviços





# Agenda

1. Mobilidade, convergência e Cloud
2. A Rede ótica de próxima geração na PT
3. Evoluções



# Rede Ótica de Próxima Geração

## Drivers

---

- Rápido crescimento do tráfego de pacotes (Tsunami de dados)
  - Suporte evolutivo a novos serviços (IPTV, Cloud, etc)
  - Transporte a custos eficientes
  - Exigentes níveis de qualidade de serviços
  - Otimização de Capex e Opex
- 

## Desafios

---

- Providenciar maior largura de banda com menor investimento
  - Simplificação operacional
  - Suporte a uma migração para rede all-IP
- 

- ✓ **Reforçar o desenvolvimento da rede de transporte ótica**
- ✓ **Rede Ótica de Próxima Geração como a fundação para o suporte das novas aplicações consumidoras de grande largura de banda**

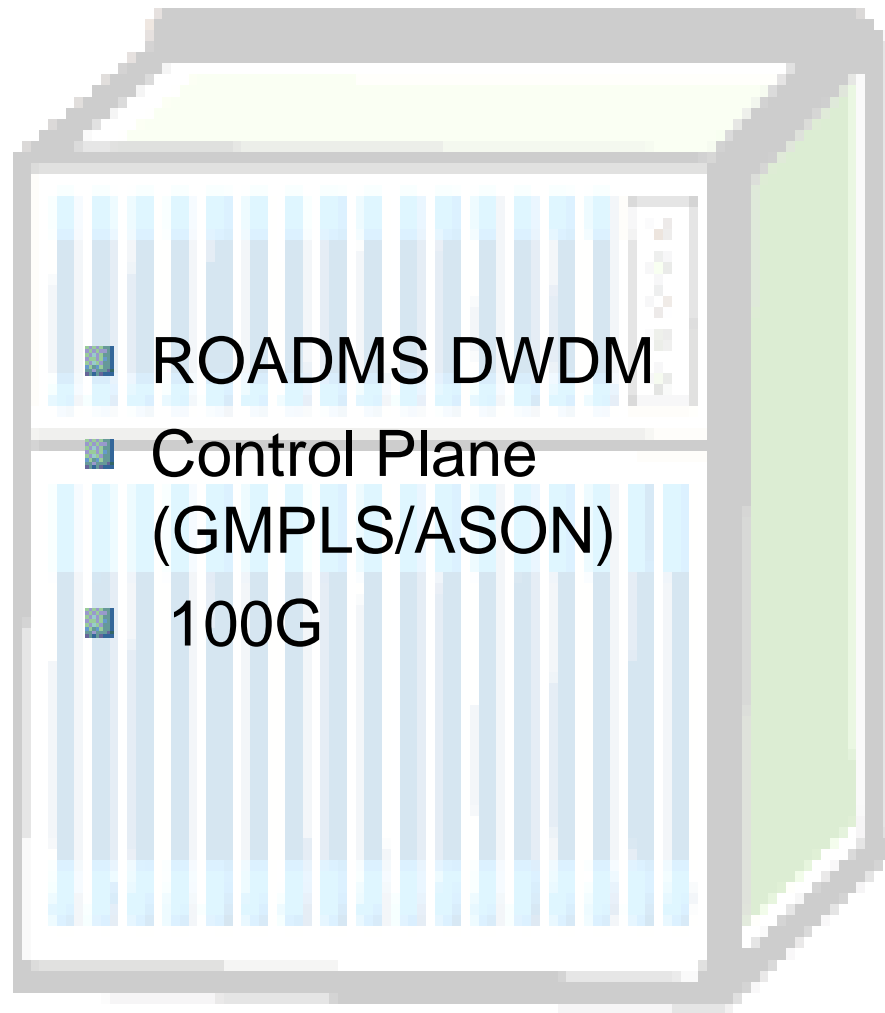


# Rede Ótica de Próxima Geração

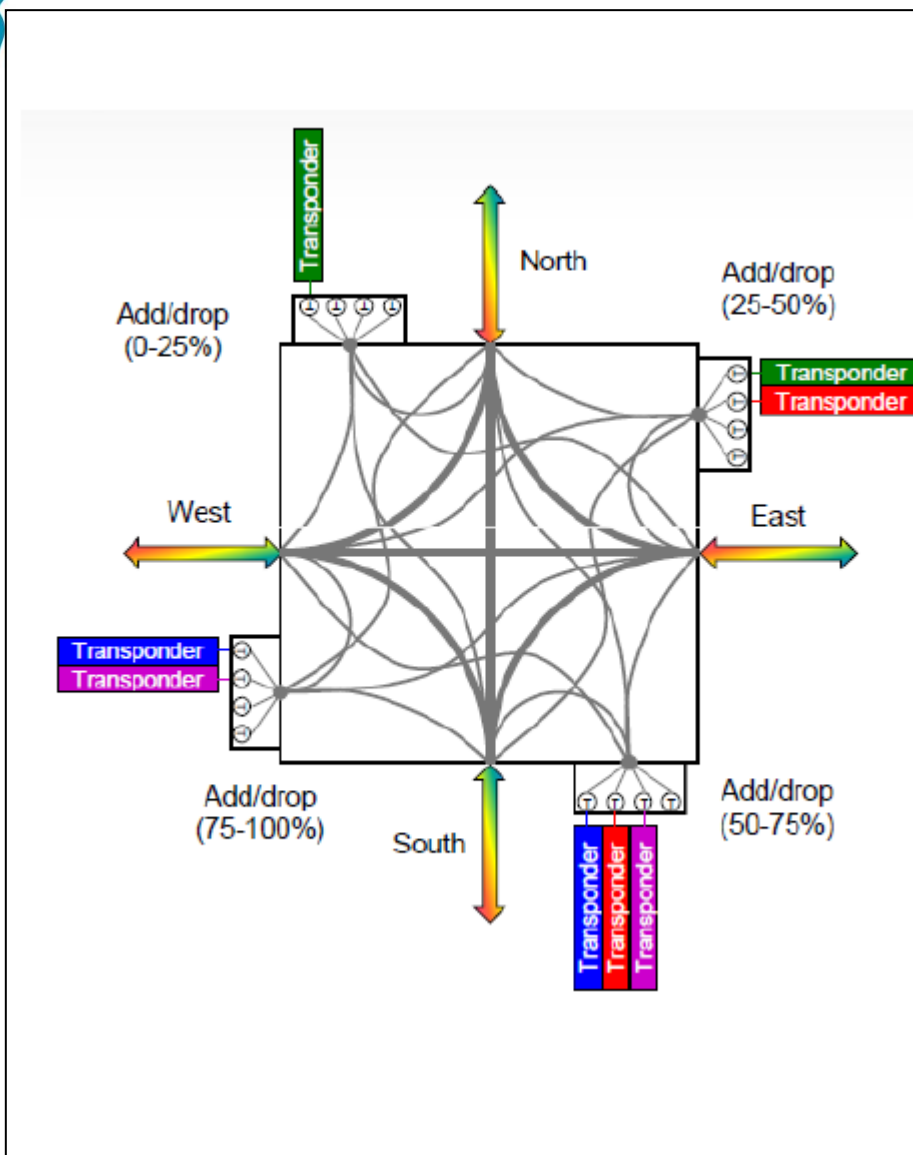
## Requisitos

---

- Maior largura de banda
  - Otimização de Capex e Opex
  - Maior dinâmica na configuração de serviços
  - Simplificação do O&M
  - Melhoria do QOS
  - Maior resiliência
  - Suporte a para novos serviços
  - Suporte a tráfego de pacotes mas também tráfego legacy (TDM)
  - Ganhos de eficiência energética
  - Redução do footprint de equipamentos
  - Redução de consumo dos equipamentos
- 



# ROADMS: Colourless & Directionless



## Arquitectura de Rede

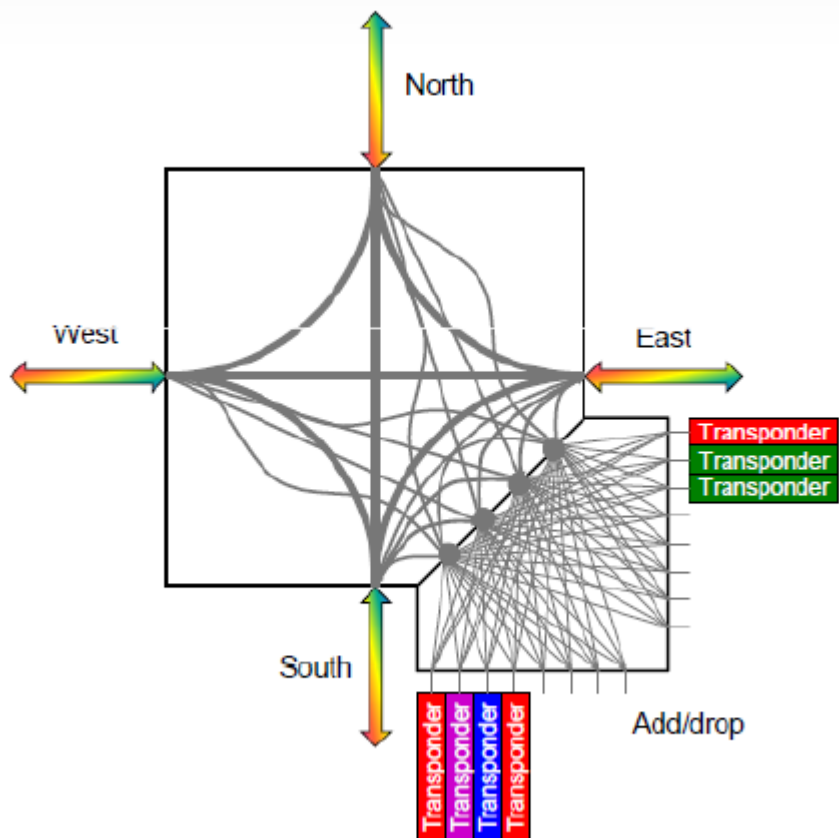
- ✓ 4/8 degrees ROADM com colourless e directionless add/drop
- ✓ Tunable wavelength selection da direção local
- ✓ Wavelength Switching (WSS) para rotear comprimentos de onda para as várias direções
- ✓ Add/drop wavelength routing

## Funcionalidades

- ✓ Suporte de 100% dos OCHs Add/Drop por direção.
- ✓ Cada porto add/drop pode ser assignado a qualquer cor (Colourless)
- ✓ Cada wavelength pode ser assignado para qualquer direção (Directionless)



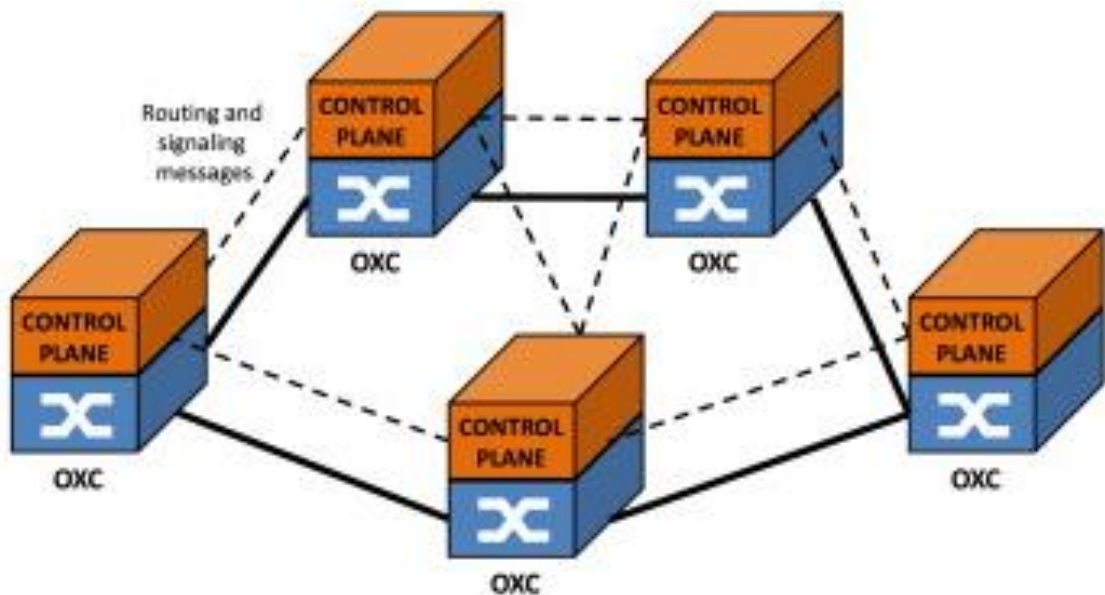
# ROADMS: Colourless, Directionless & Contentionless



## Contentionless

- ✓ Cada direção local (add/drop) pode ter vários transponders com o mesmo wavelength provenientes de direções diferentes
- ✓ Wavelength tem significado local, apenas ao porto local (add/drop)
- ✓ Não existem restrições no planeamento dos OCHs em cada add/drop.

# Control Plane – ASON/GMPLS



## Control Plane

- Protocolos de signaling e routing
- Gestão de recursos

## Forwarding Plane

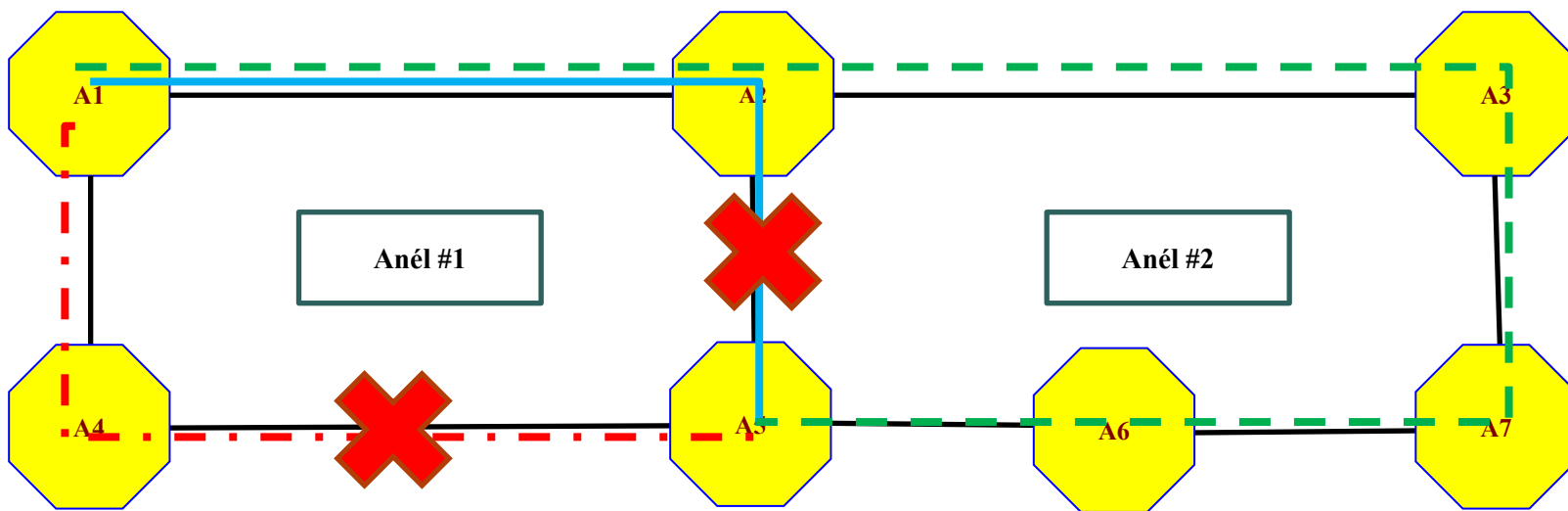
- Forwarding Table
- Cross connect de Wavelengths

- ✓ Simplificação da configuração de serviços
- ✓ Gestão automática e eficiente dos recursos de rede
- ✓ Proteção e Restauro automático





# Proteção & Restauro automático

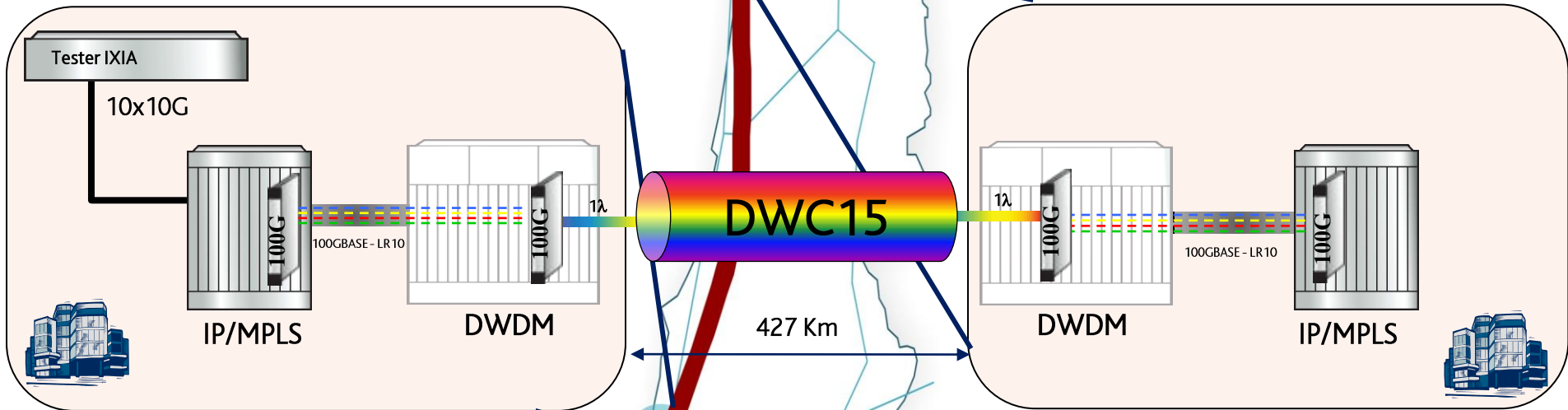




# Cenário demonstração live 100G - 2010

## Lisboa - Picoas

## Porto-Batalha



**LIGHTWAVE DIRECT**  
LIGHTWAVEONLINE.COM

The five most viewed Networking stories of 2010

#5: Portugal Telecom demos 100 Gbps over its optical fiber network  
NOVEMBER 23, 2010 - The demonstration showcased end-to-end optical IP 100-Gbps connectivity across an existing active DWDM link covering more than 400 km. [Read More](#)

#4: AT&T, Opnext, Cisco demonstrate 127 Gbps transmission with live traffic  
MARCH 9, 2010 - By Stephen Hardy - AT&T has seen yesterday's Verizon 100-Gbps trial and raised it 27 Gbps with a trial of live traffic at 127 Gbps. The carrier conducted the trial using modern optics and 1 000Base-LR4 CFP optical modules from Opnext and the CRS-3 Carrier Routing System Cisco announced today. [Read More](#)

#3: Verizon plans more 100G and 40G deployments  
JANUARY 4, 2010 - By Stephen Hardy - While a December 2009 deployment in Europe represented Verizon's first fielding of commercial 100-Gbps technology, sources at the carrier don't expect it to be the last. Meanwhile, the door hasn't closed on 40-Gbps technology in the Verizon network, either. [Read More](#)

#2: Alcatel-Lucent unveils 100G on 1830 Photonic Service Switch  
JUNE 9, 2010 - By Stephen Hardy - Support for 100-Gbps wavelengths is now available on the company's 1830 Photonic Service Switch (PSS), with similar features on the near-term roadmap for Alcatel-Lucent's 1825 LambdaStream and 1626 Light Manager. Furthermore, Alcatel-Lucent revealed that Softbank of Japan will use the 100-enabled 1830 PSS in its backbone network. [Read More](#)

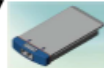
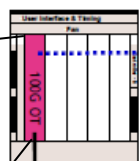
#1: Verizon, Juniper, NEC, Finisar conduct 100G field trial  
MARCH 8, 2010 - Verizon, Juniper Networks, NEC Corporation of America, and Finisar Corp. say they have successfully completed what they tout as the first field trial of 100-Gbps optical fiber transmission to use real traffic, while applying standards-based optics end-to-end as well as a

of course!  
WE'RE  
MASTER BOND

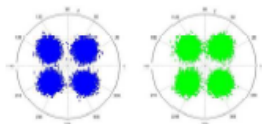
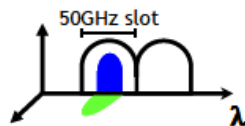


# A tecnologia 100G na rede DWDM

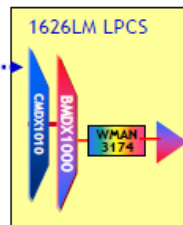
100G OT



100G Coherent

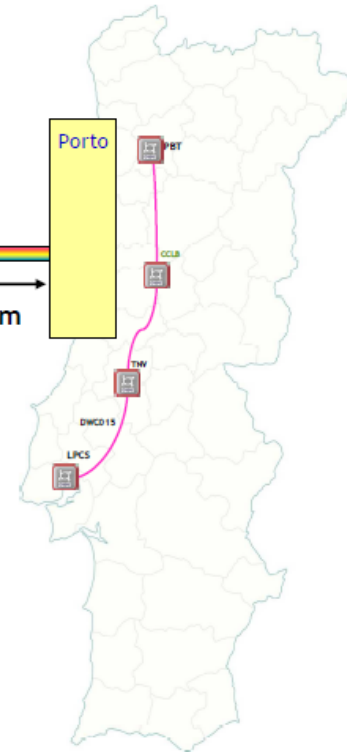


PDM-QPSK modulation



WMAN 3174

427 km



100G/OTU-4  
single carrier  $\lambda$  in 50GHz grid

## A realização do trial 100G demonstrou:

- Compatibilidade dos 100G com as fibras existentes na rede da PT;
- Compatibilidade das estruturas ROADM existentes na rede da PT com os 100G;
- Compatibilidade dos 100G com o espaçamento de 50GHz e a presença de canais de 10G;
- Transmissão de 100G numa distância superior a 400 km (427 km);
- Robustez dos 100G relativamente à dispersão cromática da fibra;
- Robustez dos 100G relativamente ao PMD da fibra.



# Agenda

1. Mobilidade, convergência e Cloud
2. A Rede ótica de próxima geração na PT
3. Evoluções



# Convergência IP e Ótica

**IP on Optics**



**Optics on IP**

## Desafios na organização dos operadores

**Equipa de transmissão**

DWDM, OTN, SDH

**Purple Line**

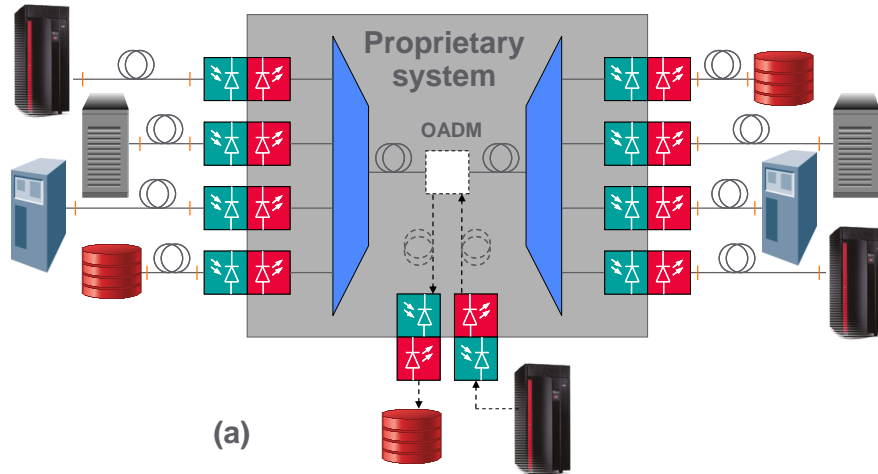
IP/MPLS

**Equipa Serviços IP**

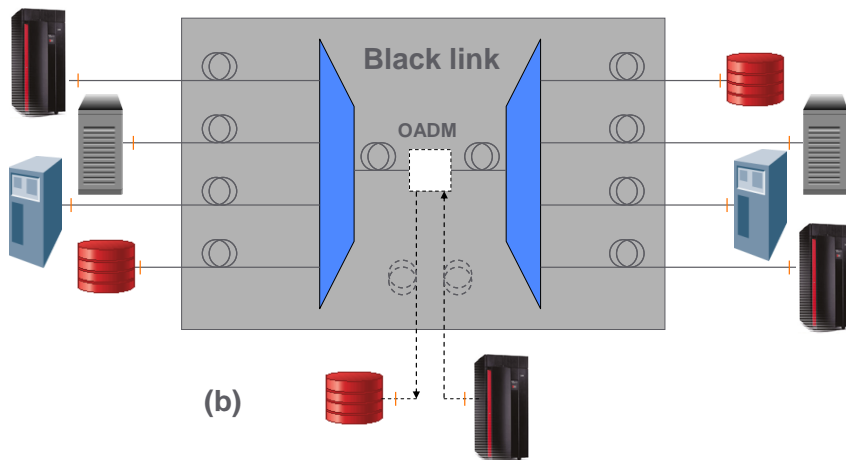




# Black Link (Alien Wavelength)



- Duplicação de óticas por acesso
- FEC no sistema DWDM
- OAM independentes DWDM e IP

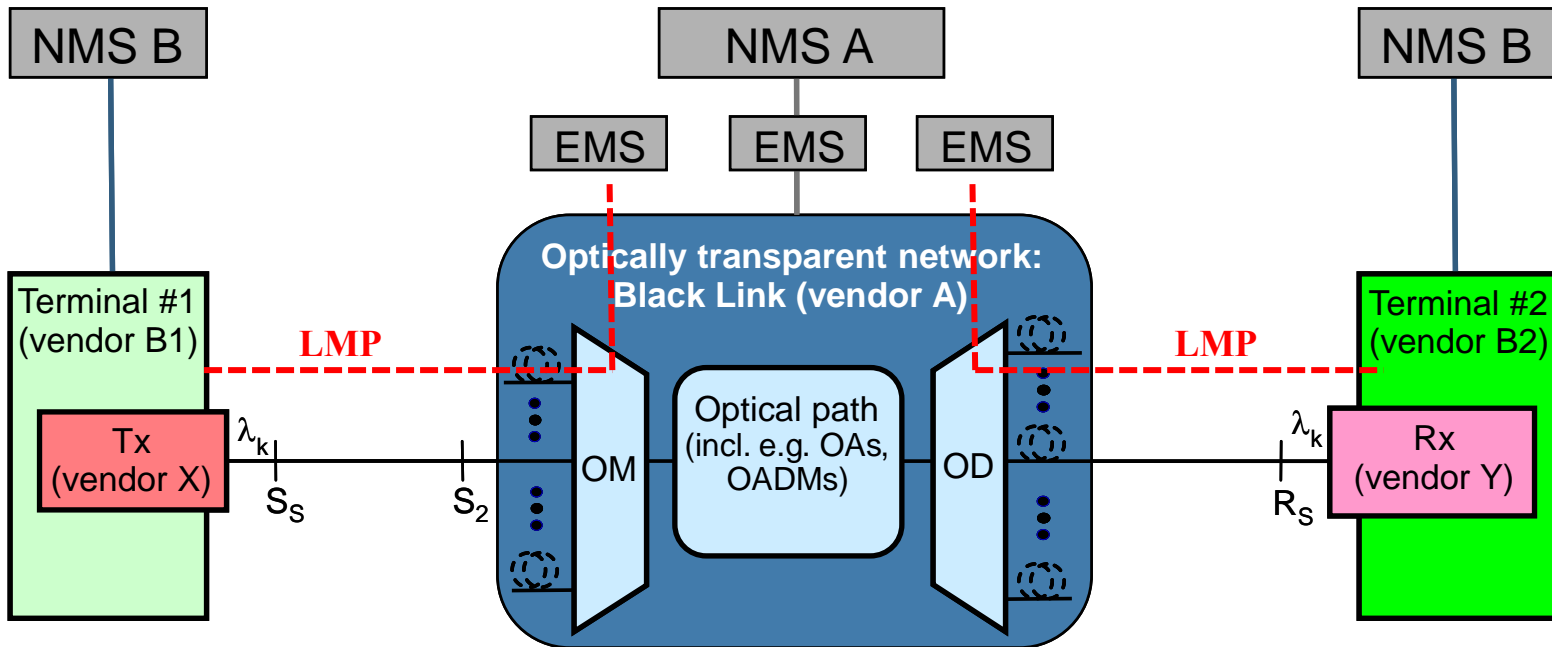


- ITU G.698.2
- Especifica características da interface ótica
- Falta de implementação pelos fabricantes
- Problemas de interoperabilidade entre fabricantes DWDM e Routers
- OAM independentes DWDM e IP



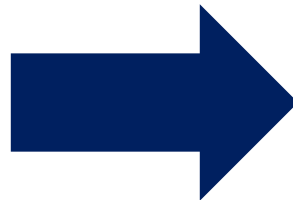
# OAM do Black Link

A Framework for Management and Control of Optical Interfaces supporting G.698.2  
(Draft IETF - draft-kunze-g-698-2-management-control-framework Mar/2012)



## LMP – Link Management Protocol

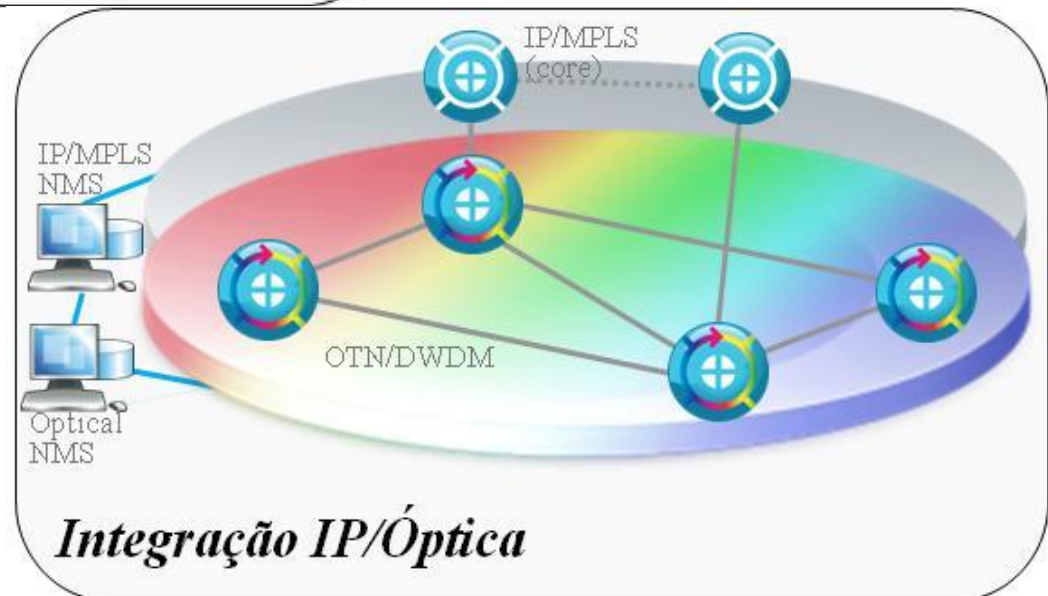
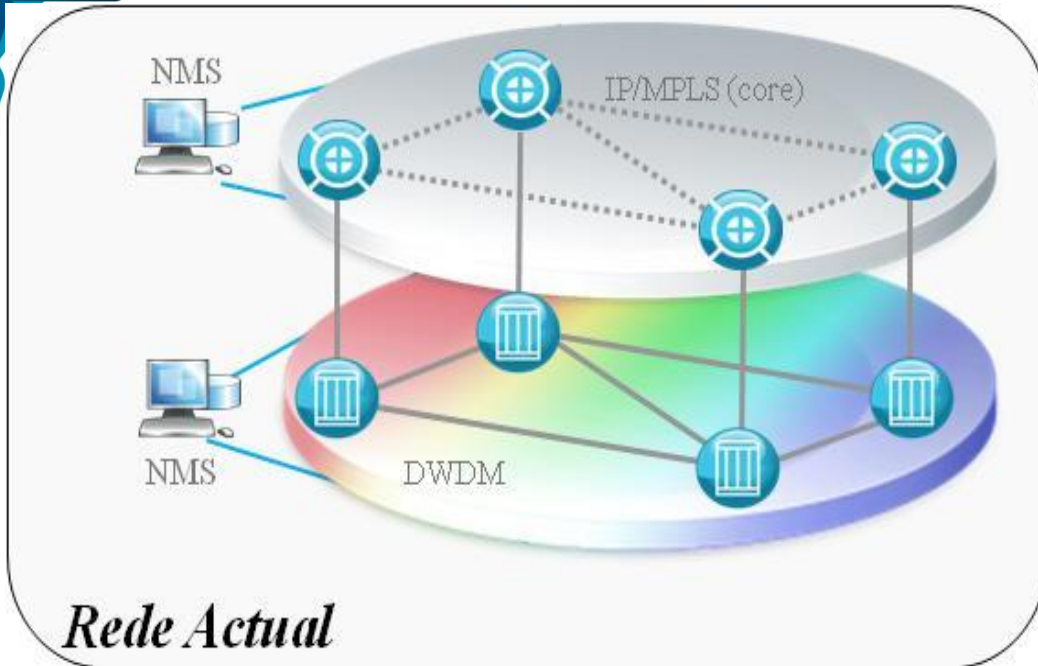
- Control channel management
- Link property correlation
- Link verification
- Fault Management



- Wavelength dedicado
- Link Ethernet
- Outro



# Integração IP e Ótica

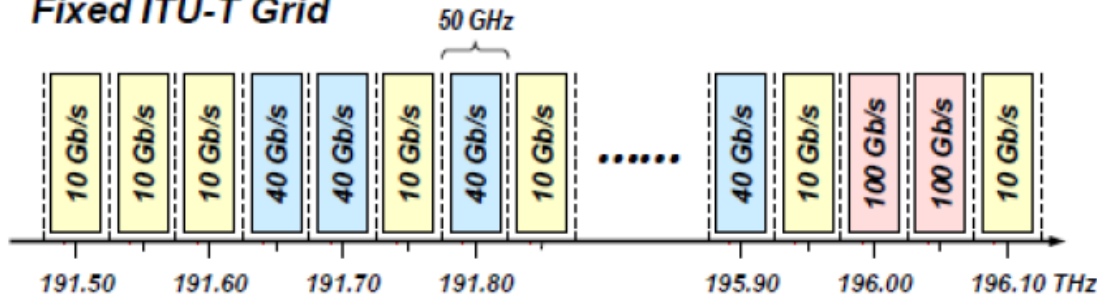






# Flexible Grid, suporte a débitos > 100G

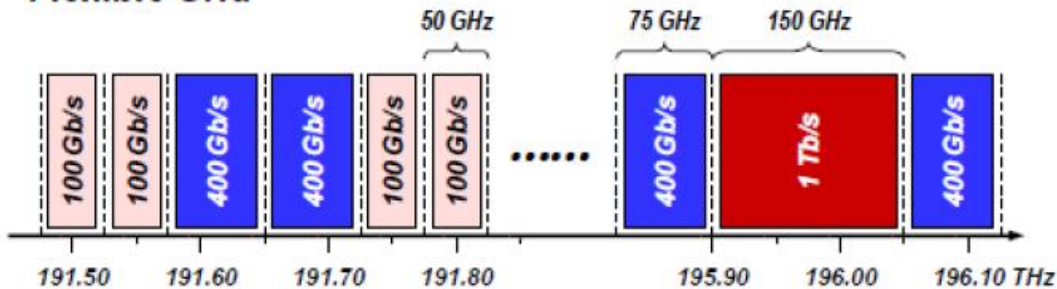
**Fixed ITU-T Grid**



**Redes atuais:**

- ✓ ITU 50 GHz grid fixa
- ✓ Eficiência espectral dependente do débito do OCH
- ✓ Não permite débitos superiores a 100G

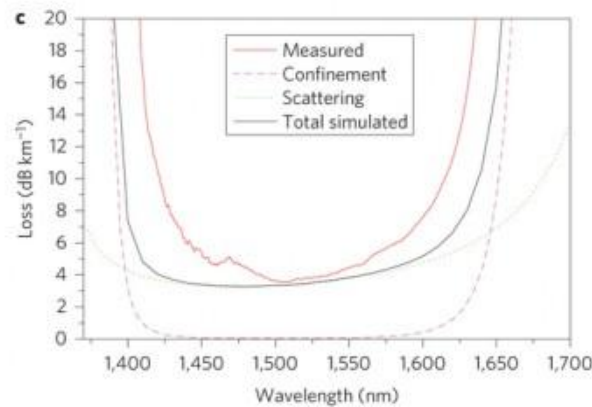
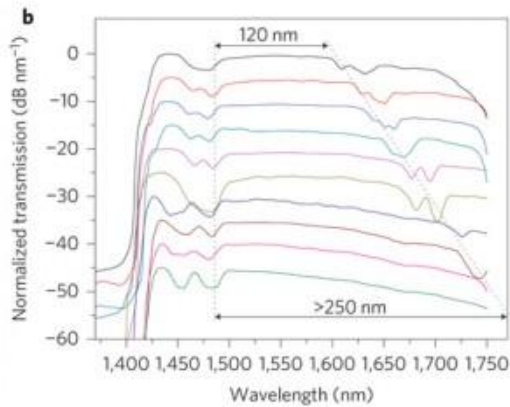
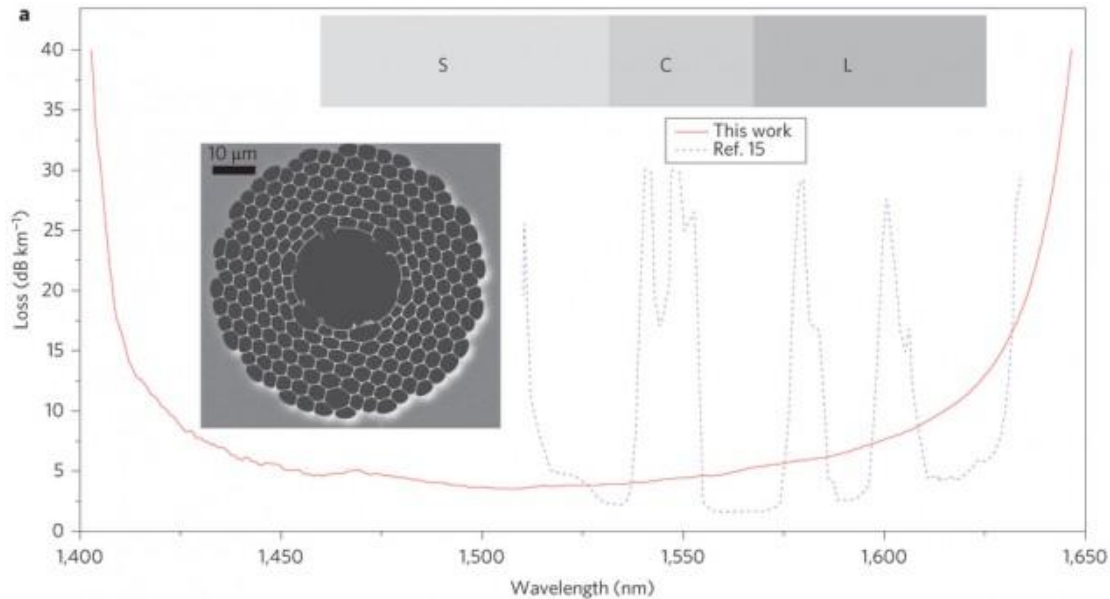
**Flexible Grid**



**Proposta:**

- ✓ Grid com granularidade de 12,5GHz
- ✓ Eficiência espectral maximizada para todos os OCH
- ✓ Super Channel para débitos > 100G

# Novo tipo de fibra ótica



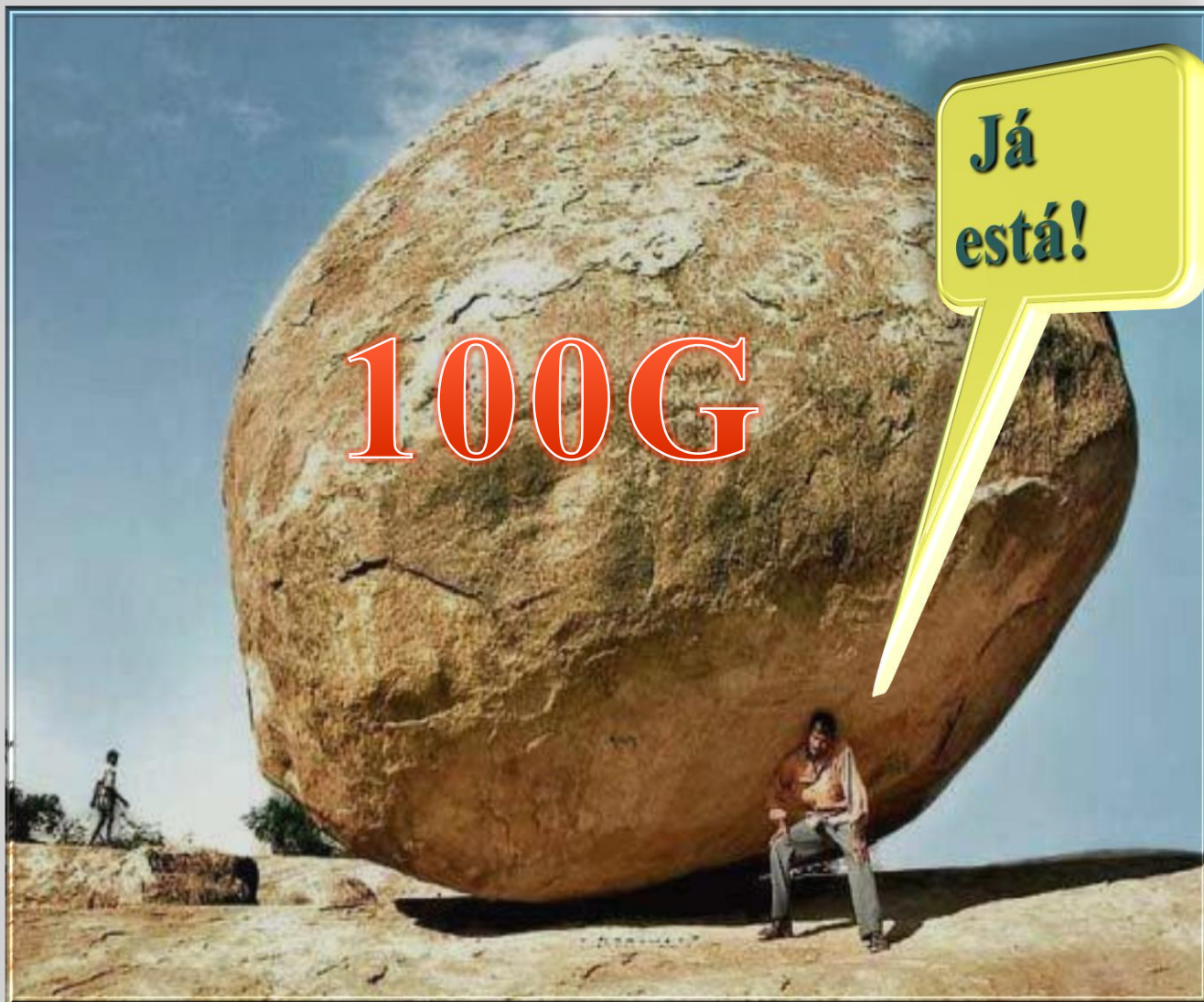
Researchers at the University of Southampton in England have produced optical fibers that can transfer data at 99.7% of the universe's speed limit: The speed of light. The researchers have used these new optical fibers to transfer data at **73.7 terabits per second** — roughly 10 terabytes per second, and some 1,000 times faster than today's state-of-the-art 40-gigabit fiber optic links, and at much lower latency

<http://www.extremetech.com/computing/151498-researchers-create-fiber-network-that-operates-at-99-7-speed-of-light-smashes-speed-and-latency-records>



# Conclusão

- ✓ A evolução da rede ótica é necessária para permitir maior largura de banda, otimizando o investimento e melhorando o TCO
- ✓ Esta evolução baseia-se em: ROADM, Control Plane e 100G
- ✓ A implementação dos 100G deve coexistir com os débitos nos canais OCH legados
- ✓ A integração do plano de dados / controle / gestão é um pré-requisito para futuras evoluções
- ✓ A convergência IP e ótica é o próximo passo, para permitir sinergias de um transporte global otimizado.



100G

Já  
está!



**Great discoveries and improvements invariably involve the cooperation of many minds.**

## Alexander Graham Bell



# Obrigado!

# Q&A

Executado por:

**José Palma**