

5

Conclusões e Comentários finais

A presente dissertação apresentou em seu capítulo 2 uma avaliação dos serviços atuais e futuros que implicarão em elevado consumo de banda por parte dos usuários, enfatizando as tecnologias de IPTV e a utilização de arquiteturas híbridas CDN-P2P.

Ao longo do capítulo 3, as arquiteturas XG-PON e WDM-PON integradas com a infraestrutura instalada e com vários elementos de rede de distribuição óptica foram apresentadas. Em seguida, ainda no capítulo 3, uma análise de investimentos descrevendo cenários associados a estas arquiteturas foi realizada destacando o CAPEX.

Ao longo do capítulo 4, utilizou-se como ponto de partida o impacto do consumo de 72 Mbs de banda por assinante (através de redes locais PON) no tráfego das redes metropolitanas. Foram também considerados os grandes clientes corporativos, as redes de armazenamento, conexões entre operadoras, *carriers*, *backhauling* celular etc. Em seguida, foram introduzidos os principais elementos de rede metro e longa distância. Receberam destaque os ROADMs e o padrão OTN / G709. As redes metropolitanas OTN associadas a ROADMs foram então avaliadas considerando o atendimento das demandas atuais e futuras. Uma detalhada análise de investimento considerando até 40 canais WDM transportando até 100 Gbps por canal foi realizada. Verificou-se que o custo por bit é reduzido em 50% quando uma rede com 40 canais WDM utilizando canais de 10 Gbps é escalonada para 40 canais WDM utilizando 100 Gbps.

No presente trabalho ficou claro que é crescente a oferta de novos serviços e aplicações aos usuários finais, com aplicações fortemente baseadas em vídeo com personalização de conteúdo e melhor definição de imagem. Essa oferta, que possibilita aos usuários acesso a serviços com melhor qualidade e com maior diversificação, implica naturalmente a necessidade de construção de redes com maior capacidade, não atendidas pelas tecnologias e soluções empregadas até então.

Foi mostrada a existência de opção tecnológica de solução para atender a pressão por necessidade de banda tanto no acesso quanto no segmento de rede *backbone* metropolitano.

No acesso foi proposto modelo de rede baseado em tecnologia GPON com determinada configuração mínima para atender 72 Mbps por usuário. Foi mostrada ainda a importância de construir redes que estejam preparadas para no futuro serem ampliadas de forma a possibilitar o uso das evoluções do GPON, mais especificamente XG-PON e WDM-PON, sobre mesma rede GPON previamente em operação, evitando interrupção do tráfego existente e reutilizando a ODN implantada. Essa situação de coexistência foi apresentada como solução ideal e base para a análise de investimentos. Da análise de investimentos os seguintes resultados e conclusões foram obtidos:

- 1) Na condição de construção de rede completa incluindo ODN, pelo fato dessa parte do investimento corresponder a maior parte do investimento total da rede GPON, o adicional de Capex para deixar a rede preparada para receber XG-PON (cenário 1 de coexistência, no qual constrói-se uma rede GPON preparada para evoluir a XG-PON sem interferência nos usuários já ativados) é bastante reduzido e para receber WDM-PON (cenário 2 de coexistência, no qual constrói-se uma rede GPON preparada para evoluir a WDM-PON sem interferência nos usuários já ativados) é um pouco maior, mas ainda assim fica em um patamar razoável considerando a possibilidade de oferta futura de banda, com maior retorno ao provedor de serviço.
- 2) A análise de sensibilidade para variação da distância da ODN e para alteração de seu valor mostrou novamente maior preocupação com o cenário 2.
- 3) Em certas condições controladas, o Capex adicional para implementação do cenário 2 pode manter-se baixo.
- 4) Devido à preocupação em manter esse Capex reduzido, foram abordadas algumas alternativas para reduzir esse investimento.

Nas redes *backbone* metropolitanas foi proposta arquitetura de rede DWDM com OTN, destacando também o ganho obtido com o uso de ROADM. Todas essas tecnologias e sistemas foram descritos. Essa arquitetura de transporte de alta capacidade e transparência foi apresentada como solução ideal para suporte aos novos serviços de acesso banda larga GPON, além dos diversos outros serviços presentes no ambiente metropolitano. Nas análises realizadas foram obtidos os seguintes resultados e conclusões:

- 1) A possibilidade de atendimento a distintas capacidades de transporte, mostrando a viabilidade tecnológica de dimensionamento de anel de alta capacidade capaz de atender as mais variadas demandas por conexão e transporte de tráfego de alta capacidade, suportando o mostrado na Tabela 8 em termos de capacidade, mesmo na situação mais severa e otimista de consumo de banda, e as distintas aplicações descritas na seção 4.1.
- 2) Comparando-se com um cenário básico com capacidade de transporte de 400 Gbps, mostrou-se a possibilidade de se montar infraestrutura que permitiria atendimento a cenários com capacidades superiores, com investimento em Capex inferiores aos do acréscimo proporcional de capacidade.
- 3) Quando se considera a rede equipada com os *transponders*, mostrou-se o grande impacto de seu Capex no TCO total de 5 anos e o ganho obtido ao se trabalhar com *transponders* com interfaces de linha de 40 Gbps e 100 Gbps.
- 4) Esse ganho se refletiu na redução relativa do custo do Mbps, também analisado.
- 5) Outra conclusão importante das análises feitas é o pequeno impacto no TCO de 5 anos e no custo do Mbps ao se utilizar o ROADM, elemento de rede tão importante na evolução e na arquitetura das redes ópticas.