

1

Introdução

Nas redes ópticas das operadoras, atualmente verifica-se a introdução de novos serviços e aplicações aos usuários finais, tanto residenciais como corporativos, com demanda de banda cada vez maior, como vídeo sobre demanda, transmissão de múltiplos canais em alta definição, jogos on-line e aplicativos diversos com exigência de elevada velocidade de acesso a internet, ocupando a tecnologia IPTV (*Internet Protocol Television*) papel importante na viabilização dos novos conteúdos. Nesse contexto de oferta de novos serviços e competitividade entre os provedores de serviço observa-se também a tendência de oferta de banda garantida, evitando-se *oversubscription*, atual política predominante de redução da banda disponível ao usuário quando a demanda supera a capacidade de entrega da rede. Ainda nesse novo cenário, em que definitivamente serviços orientados a texto e voz não correspondem mais ao perfil de tráfego dominante na rede, passam-se a exigir taxas de bit de múltiplas dezenas de Mbps no acesso, com maior simetria para suportar vídeo conferência e *upload* de vídeos e fotos. Nesta situação os usuários passam a atuar como servidores em arquitetura *peer-to-peer*, onde se cria uma arquitetura de sistema distribuído com descentralização das funções de cliente e servidor.

A topologia de rede que vem sendo estudada e adotada pelos operadores de telecomunicações e provedores de serviço em geral para garantir elevada taxa de transmissão no *downstream* (tráfego do provedor ao usuário) e *upstream* (tráfego do usuário ao provedor) no acesso é baseada em *Fiber-to-the-Home* (FTTH), como mostrado em “*FTTH Handbook*”. Com esse tipo de arquitetura chega-se ao usuário final com fibra óptica a partir da estação do provedor. Dentre as possibilidades de arquiteturas para o FTTH, destaca-se o PON (*Passive Optical Network*). Em redes tipo PON é feita distribuição ponto-multiponto sem uso de elementos eletrônicos na planta externa, utilizando divisores e acopladores passivos de maneira a distribuir uma banda de transmissão entre vários usuários (fonte: *An Introduction to PON Technologies*).

Dentre as opções de tecnologia PON, a dissertação dará especial destaque à tecnologia de acesso banda larga com tecnologia GPON (*Gigabit Capable Passive Optical Network*), bem como buscará descrever com mais detalhes as opções de evolução deste tipo de rede (fontes: 1) *G.984.1: General Characteristics of Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON)*; 2) *An Efficient Evolution Method from TDM-PON to Next-Generation PON*). Como parte do trabalho serão prospectadas arquiteturas de redes que sejam escalonáveis, ou seja, soluções que possam atender determinada demanda inicial (largura de banda ao usuário) mas que possam, sem perda nos investimentos já realizados ou com menor perda possível, expandir de maneira a atender maior demanda no futuro ou novos perfis de usuários. Ainda dentro dessa análise, será avaliado o impacto no capital investido ou Capex (*Capital Expenditure*) para preparar a rede de acesso para futuras evoluções, destacadamente evoluções para 10 Gbps (XG-PON) e para suportar múltiplos canais (WDM-PON) ressaltando a importância de tal estratégia aos provedores para preservação dos investimentos já realizados na infraestrutura de planta externa.

O aumento do tráfego demandado no acesso para atendimento aos usuários finais implica necessariamente na construção ou adequação das redes metropolitanas para suportar maior banda. Serão prospectadas inicialmente as capacidades da rede necessárias para suportar esses serviços por meio de alguns cenários e em seguida será mostrada a topologia mais adequada para a concepção desses *backbones*. Considerando-se que os *backbones* não apenas são utilizados para alimentar as redes de acesso banda larga, mas também são a base de transporte de qualquer tipo de serviço e estabelecimentos de conexões para distintas aplicações, como por exemplo conexões com *datacenter* para *Storage*, conexões LAN to LAN de cliente corporativos e conexões IP de alta velocidade para acesso a internet de grandes empresas, será mostrada a importância da preparação das redes para transportar elevadas capacidades com flexibilidade para suportar distintos serviços com facilidade de provisionamento.

Para a construção de redes com elevada capacidade, a dissertação terá foco em sistemas DWDM, tecnologia que permite a multiplexação de múltiplos canais ópticos, atualmente já suportando canais, comprimentos de onda ou lambdas, de 100 Gbps. Serão avaliadas redes com distintas capacidades e o impacto dessa variação no Capex, no capital utilizado para a manutenção da rede ou Opex

(Operational Expenditure) e no custo total da posse da rede ou TCO (*Total Cost of Ownership*). Para a flexibilidade de aprovisionamento e configuração das redes será apresentada opção de rede com uso de ROADM (fonte: *Network Applications and Economic Considerations for Fully Flexible Multi-Way ROADM/Optical Cross-Connect Architectures*). Igualmente serão realizadas análises de Capex e Opex para a configuração com ROADM em comparação com configuração tradicional sem uso dessa tecnologia. Todos os cenários farão uso da tecnologia OTN (fontes: 1) *The Operator's View of OTN Evolution*; 2) *OTN to Enable Flexible Networks*; 3) *ITU-T G.709/Y.1331*), dado o valor agregado pelo seu uso nas redes de transporte, também detalhado no presente estudo.

A Figura 1 ilustra uma visão geral dos distintos tipos de redes, algumas aplicações e o posicionamento das redes de acesso FTTH e *backbone* metropolitano.

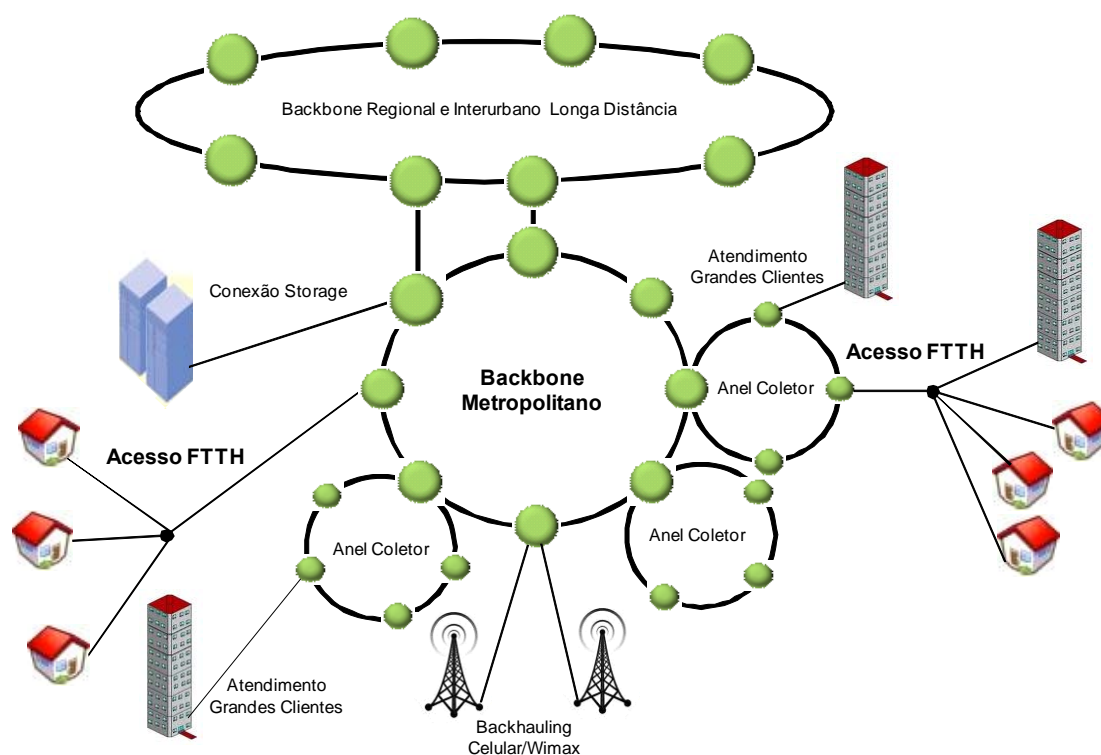


Figura 1 - Visão geral dos tipos de redes e aplicações com destaque ao *backbone* metropolitano e ao acesso FTTH.

O trabalho está organizado em 5 capítulos, incluindo esse capítulo 1 que contém a introdução. No capítulo 2 será feito um panorama das aplicações e serviços atuais e futuros oferecidos aos usuários no acesso que implicarão em

elevado consumo de banda, enfatizando o IPTV como tecnologia alavancadora de múltiplas novas aplicações e a possibilidade de uso de arquitetura híbrida CDN-P2P (*Content Distribution Network Peer-to-Peer*) para distribuição de conteúdo na rede (fonte: *A hybrid CDN-P2P System for Video-on-Demand*), uma vez que estejam disponíveis redes de acesso com maior capacidade de transmissão no *upstream*. O capítulo 3 será dedicado às redes de acesso e o capítulo 4 às redes metropolitanas, com especial destaque para o valor agregado pela tecnologia OTN e pelo uso de ROADM nas redes metropolitanas de alta capacidade, apresentando em seus subitens os pontos descritos acima nessa mesma introdução. O capítulo 5 apresentará as conclusões e os comentários finais.