

## **ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS ARQUITETURAS DE REDES ÓPTICAS TRANSPARENTES COM COMUTAÇÃO HÍBRIDA (OBS/OCS)**

*Felipe Eduardo do Nascimento Mazullo (bolsista do PIBIC/CNPq), André Castelo Branco Soares (Orientador, Depto. de Informática e Estatística – UFPI)*

### Introdução

A popularização da Internet e o grande crescimento do número de seus usuários nos últimos anos permitiram o surgimento dos mais diversos tipos de aplicações que vêm se tornando mais sofisticadas a cada dia e assim exigindo mais banda passante nos *backbones* das redes de transporte<sup>1</sup>.

Para atender a essa demanda de tráfego tem sido desenvolvida uma nova geração de redes baseada em uma infraestrutura óptica, as Redes Ópticas Transparentes. Essa nova geração é justificada pela não capacidade da atual infraestrutura atender eficientemente esse crescente número de usuários e aplicações sofisticadas.

Em uma rede óptica transparente o sinal óptico é transmitido pelos nós intermediários sem conversão para o domínio eletrônico. De forma geral, as alternativas para comutação de dados em redes ópticas transparentes são: Comutação de Circuitos Ópticos (OCS), Comutação de Pacotes Ópticos (OPS) e Comutação de Rajadas Ópticas (OBS).

Uma variação das tecnologias acima citadas é o uso de arquiteturas híbridas que permitem em uma mesma rede a comutação de circuitos (OCS) e de rajadas ópticas (OBS). Neste tipo de arquitetura de comutação óptica a literatura aponta que é necessária a identificação prévia da característica do tráfego e dos requisitos de Qualidade de Serviço (QoS) das aplicações para decidir qual técnica de comutação deve ser utilizada<sup>2</sup>.

Este estudo tem o foco nas arquiteturas híbridas de comutação que permitem em uma mesma rede a comutação de circuitos (OCS) ou de rajadas ópticas (OBS).

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a segunda seção apresenta Metodologia utilizada no estudo, a terceira seção discute os resultados obtidos, e na última seção são apresentadas as conclusões.

### Metodologia

As atividades do bolsista foram divididas nas seguintes Atividades de Iniciação Científica (AIC): Revisão Bibliográfica, Treinamento na Área de Avaliação de Desempenho via Simulação, Modelagem e Implementação de uma Arquitetura de Comutação Híbrida, Elaboração do Relatório Parcial, Estudo de Avaliação de Desempenho de uma Arquitetura Híbrida, Escrita de Artigo Científico e Elaboração do Relatório Final. Na Revisão Bibliográfica foram identificados e estudados os principais trabalhos realizados na área de redes ópticas transparentes com comutação OCS, OBS e comutação híbrida OCS/OBS. No Treinamento de Avaliação de Desempenho realizou-se o treinamento via simulação com o uso das ferramentas de simulação TONetS<sup>3</sup> e OB2S<sup>4</sup>. Na Modelagem e Implementação de uma Arquitetura Híbrida foi desenvolvida uma modelagem de arquitetura híbrida própria onde o tamanho do fluxo de dados define qual paradigma (OCS ou OBS) será utilizado. No Estudo de Avaliação de Desempenho de uma Arquitetura Híbrida investigou-se o

desempenho e as vantagens da arquitetura híbrida considerando o tempo de entrega com sucesso de um fluxo de dados.

### Resultados e Discussão

Foi realizado um estudo da ferramenta de simulação, TONetS. Posteriormente, foram estudadas as arquiteturas OCS e OBS. Foi identificado que, de maneira geral, para fluxos de dados pequenos o OBS obtém melhor desempenho que o OCS, já para fluxos de dados grandes o OCS apresenta um desempenho melhor que o OBS.

No estudo utilizou-se a topologia NSFNet (Figura 2) e foi considerado um cenário com 40 comprimentos de onda por enlace e capacidade total de conversão de comprimentos onda. Analisando os resultados observou-se que para o OBS, quanto maior o fluxo mais tempo este levará para ser entregue. Isto ocorre devido a sua característica de trabalhar com rajadas, cada fluxo será quebrado em rajadas, e antes do envio de cada rajada é feito o envio de um pacote de controle. Quanto maior o fluxo, mais rajadas serão formadas, maior a utilização dos recursos da rede e, além disso, haverá um maior gasto com sinalização no plano de controle. Esses fatores refletem em um maior tempo de entrega com sucesso do fluxo.

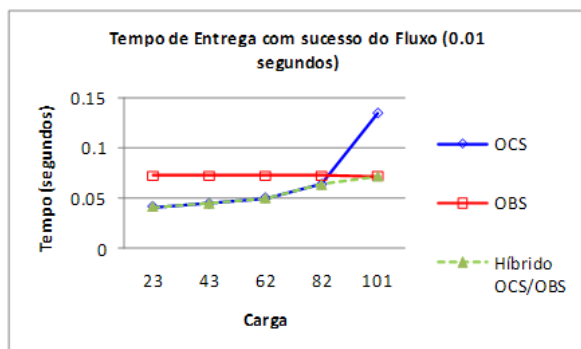


Figura 1: Tempo de entrega com sucesso de um fluxo com duração média de 0.01 segundos

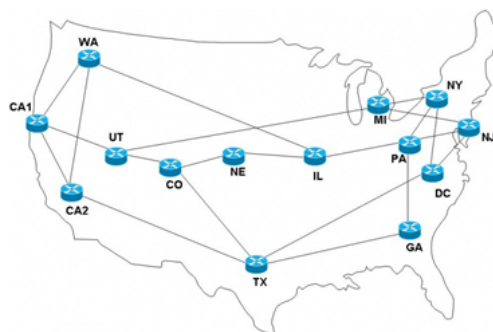


Figura 2: Topologia NSFNet.

Já para o OCS observou-se que à medida que o tamanho do fluxo de dados diminui, maior é a dificuldade do OCS para entregar com sucesso o fluxo (Figura 1). Ou seja, quanto menor for a duração do fluxo, mais tempo (proporcionalmente) o OCS levará para entregá-lo. Isto se deve a ocorrência de bloqueios devido à informação desatualizada do estado da rede.

O estudo individual dos paradigmas OCS e OBS foi importante para obter uma quantificação aproximada do tamanho dos fluxos de dados, e também para obter os parâmetros para o estudo com a arquitetura híbrida. Em seguida foram realizados estudos com a arquitetura híbrida OCS/OBS, os resultados evidenciam como a arquitetura híbrida faz uso das vantagens dos dois paradigmas individuais, obtendo melhor desempenho que o OCS para fluxos pequenos, e melhor desempenho que o OBS para fluxos grandes.

Observando a Figura 1, onde no ponto de carga de 82 Erlangs, o OCS passa a ter pior desempenho do que o OBS para o cenário estudado, considerando um fluxo de 0,01 segundos de duração. Nesta situação um paradigma híbrido pode utilizar OCS somente até este ponto de carga e a partir deste utilizar o OBS. Essa alternativa une as vantagens dos dois paradigmas, como mostrado na Figura 1.

Dois artigos foram escritos com o intuito de divulgar os principais resultados do projeto, um estudo de avaliação de desempenho dos paradigmas OCS e OBS e um estudo via simulação de uma arquitetura híbrida. O artigo Impacto do Tempo de Admissão na Eficiência de Circuitos Ópticos Transparentes<sup>5</sup> foi publicado na Escola Regional de Computação dos Estados do Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI) e obteve menção honrosa no evento.

#### Conclusões

Este projeto realizou um estudo de avaliação de desempenho via simulação de um paradigma de comutação híbrida OCS/OBS. O estudo identificou pontos de alto e baixo desempenho da arquitetura OCS e OBS, ao mesmo tempo em que foi apresentado como a arquitetura híbrida OCS/OBS faz uso das vantagens das duas arquiteturas de comutação.

A finalização deste trabalho permite a realização de trabalhos futuros avaliando o impacto da conversão de comprimentos de onda, estudos considerando a utilização da rede, estudos considerando a taxa de entrega de pacotes e estudos considerando limitações de camada física<sup>6</sup>.

#### Referências Bibliográficas

- 1 RAMASWAMI R.; SIVARAJAN K. N. **Optical Network - A Practical Perspective**, 3.ed. Morgan Kaufmann Publishers, 2009.
- 2 LEE G. M. et al. Performance evaluation of an optical hybrid switching system. In: Global Telecommunications (GLOBECOM), 2003.
- 3 SOARES A. C. B.; DURÃES G. M.; GIOZZA W.; CUNHA P. TONetS: Ferramenta para Avaliação de Desempenho de Redes Ópticas Transparentes. In: VII Salão de Ferramentas do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores - SBRC, 2008.
- 4 NETO J. C. M. **Ferramenta para avaliação de desempenho de redes com comutação de rajadas ópticas**. Universidade Salvador – UNIFACS, 2006.
- 5 MAZULLO, F.; MOURA, I. C.; SOARES A. C. B. Impacto do Tempo de Admissão na Eficiência de Circuitos Ópticos Transparentes. In: IV Escola Regional de Computação Ceará - Maranhão - Piauí (ERCEMAPI), 2010.
- 6 GAGNAIRE M.; ZHR S. Impairment-Aware Routing and Wavelength Assignment in Translucent Networks: State of the Art. **IEEE Communications Magazine**, p. 55-61.

**Palavras-chave:** Redes Ópticas Transparentes Híbridas. OCS. OBS.