

## **IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÓDULO COM COMUTAÇÃO HÍBRIDA (OCS/OBS) NA FERRAMENTA TONetS**

*Igo Coutinho Moura (bolsista do PIBIC/UFPI), André Castelo Branco Soares (Orientador, Depto de Informática e Estatística – UFPI)*

### 1. Introdução

Para atender a uma crescente demanda de tráfego com garantia de QoS, tem sido desenvolvida uma nova geração de redes de transportes, denominada de redes ópticas transparentes.

As redes ópticas transparentes são baseadas no uso da fibra óptica como meio de transmissão, no emprego da tecnologia WDM para realizar a multiplexação de comprimentos de onda e na eliminação do processamento eletrônico no encaminhamento das informações.

Atualmente existem 3 tecnologias de comutação que viabilizam a comunicação em redes ópticas transparente, são elas: i) Comutação de Circuitos Ópticos – OCS, ii) Comutação de Pacotes Ópticos – OPS e iii) Comutação de Rajadas Ópticas – OBS.

A tecnologia OCS é caracterizada pela reserva prévia de recursos e pelo estabelecimento de um circuito óptico antes do envio dos dados. É capaz de garantir QoS apesar da baixa eficiência em comunicações de curta duração [4].

A tecnologia OPS [7] é uma alternativa baseada na multiplexação estática e busca fazer um melhor uso dos recursos da rede. Na comutação OPS não existe alocação prévia de comprimentos de onda, por isso, essa tecnologia tem dificuldade em garantir QoS. A comutação de pacotes ainda é pouco madura e necessita de avanços nas áreas de armazenamento e processamento óptico.

A comutação OBS [5] é uma alternativa intermediária a OCS e OPS. A tecnologia OBS é viável de implementação e ao mesmo tempo provê uma infraestrutura de transporte flexível para o encaminhamento de pequenos volumes de tráfego quando os requisitos de QoS são menos rigorosos do que a tecnologia OCS.

Uma variação das alternativas citadas é o uso de uma arquitetura híbrida [6] [8] que permite em uma mesma rede a comutação de circuitos e a de rajadas ópticas.

Considerando a evolução das redes de transporte e a heterogeneidade de clientes e serviços, espera-se que os provedores de serviços sejam capazes de atender usuários com diferentes requisitos de QoS. Portanto, a tecnologia de comutação híbrida OCS/OBS é apontada como uma alternativa para atender a esse conjunto de usuários e seus serviços.

Nos estudos de dimensionamento de redes ópticas transparentes podem ser utilizadas técnicas de simulação, medições ou modelagem analítica. Devido ao difícil acesso aos laboratórios detentores de sistemas reais para medições, à inexistência de protótipos e a complexidade de modelos analíticos, a solução mais viável para a condução desses estudos é o uso de técnicas de simulação.

O TONetS [2] é uma ferramenta de simulação, que permite considerar conjuntamente diferentes algoritmos RWA, técnicas de sobrevivência, arquiteturas de conversão e diferenciação de serviços. O TONetS foi inicialmente projetado para tratar apenas de cenários de redes OCS.

Esse trabalho apresenta uma extensão da ferramenta de simulação TONetS, que tem o objetivo de viabilizar o estudo de arquiteturas híbridas OCS/OBS.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: A metodologia que foi adotada para desenvolver o projeto é apresentada na seção 2. Resultados e discussões são apresentadas na seção 3 e a conclusão na seção 4.

## 2. Metodologia

Após um estudo conceitual sobre redes ópticas (AIC 1), após receber treinamento na área de avaliação de desempenho (AIC 2) e estudar a ferramenta TONetS (AIC 3), foi iniciado o processo de implementação do módulo híbrido na ferramenta (AIC 4).

Antes da evolução do TONetS para o paradigma híbrido, a ferramenta foi estendida, visando contemplar cenários que considerem o paradigma OBS. Dessa forma, foi feita ao TONetS uma integração com uma outra ferramenta de simulação, o *Optical Burst Switching Simulator* – OB2S [3].

Também foi projetado e implementando um novo plano de controle para a ferramenta TONetS. O plano de controle é responsável por administrar a rede e gerenciar a alocação de comprimentos de onda e escolha das rotas para viabilizar a comunicação entre os nós da rede.

Posteriormente foi desenvolvido o módulo híbrido OCS/OBS, o que tornou a ferramenta capaz de simular cenários com comutação OCS, com comutação OBS e com comutação híbrida OCS/OBS

Os módulos OCS e OBS do TONetS foram validados independentemente comparando resultados de simulações de um mesmo cenário utilizando o TONetS, OB2S e a ferramenta final. Infelizmente, após uma pesquisa bibliográfica não foram identificados modelos analíticos para a comparação com os resultados do simulador em um cenário híbrido OCS/OBS.

As atividades AIC 5 (Elaborar relatório parcial), AIC 6 (Elaborar artigo científico descrevendo os resultados obtidos) e AIC 7 (Elaborar relatório final) foram desenvolvidas com sucesso e dentro do cronograma definido.

## 3. Resultados e Discussões

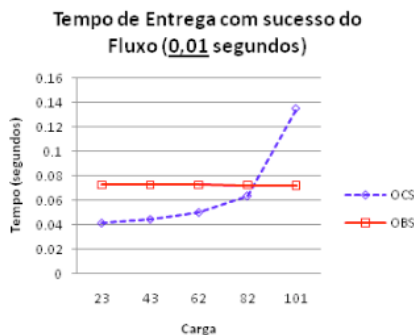
Para validar a implementação do módulo híbrido na ferramenta TONetS foi desenvolvido um estudo de desempenho, via simulação, de uma rede óptica com comutação híbrida OCS/OBS.

O cenário considerado é caracterizado pelo uso da topologia de rede NSFnet, formada por enlaces bidirecionais com 40 comprimentos de onda em cada sentido.

A Figura 1a corresponde ao tempo de entrega com sucesso de um fluxo com duração de 0,01 segundos.

Inicialmente, sob uma carga inferior a 82 Erlangs, o paradigma OCS requer um menor período de tempo para transferir os fluxos de dados quando comparado com o paradigma OBS. Com o aumento da carga na rede o intervalo entre chegada de fluxo diminui. Com isso, em um mesmo intervalo de tempo a rede sofre mais alterações nos estados (livre/ocupado) dos seus recursos. Nesse contexto, a probabilidade de bloqueio de fluxos aumenta em função de um maior número de informações desatualizadas no plano de controle OCS.

O mesmo não acontece com o envio de fluxos por meio de rajadas. O impacto de informações desatualizadas no paradigma OBS é menor quando comparado com OCS. Pelo menos no cenário estudado nesse trabalho, tal comportamento sugere que o paradigma OBS seja utilizado para cargas superior a 82 Erlangs.



**Figura 1a.** Tempo de entrega com sucesso de um fluxo de 0.01 segundos com OCS e OBS.



**Figura 1b.** Tempo de entrega com sucesso de um fluxo de 0.01 segundos com OCS, OBS e híbrido OCS/OBS

Na Figura 1b observa-se a vantagem em utilizar um paradigma híbrido, a medida que a carga na rede aumenta a rede ajusta o envio de fluxos para serem enviados por meio de rajadas ópticas.

#### 4. Conclusões

Com o desenvolvimento do projeto **“Implementação de um Módulo para Simulação de Redes Ópticas com Comutação Híbrida (OCS/OBS) na Ferramenta TONetS”** foi possível estender a ferramenta de simulação TONetS com o desenvolvimento de um módulo que permite realizar experimentos computacionais com cenários de redes ópticas com comutação híbrida OCS/OBS.

Como trabalhos futuros, pretende-se estender a ferramenta para considerar restrições de camada física [1].

#### Referências Bibliográficas

- [1] Gagnaire, M.; Zahr, S. (2009). Impairment-Aware Routing and Wavelength Assignment in Translucent Networks: State of the Art. *IEEE Communications Magazine*, pages 55-61.
- [2] Soares, A.; Durães, G.; Giozza, W.; Cunha, P. Tonets: Simulador para avaliação de desempenho de redes Ópticas transparentes. In: *Wperformance*. 2007.
- [3] Maranhão Neto, J. C. *Ferramenta para avaliação de desempenho de redes com comutação de rajadas ópticas*. Salvador, Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica). 2006.
- [4] Moura, I., Mazullo, F., and Soares, A. (2010). Impacto do tempo de admissão na eficiência de circuitos Ópticos transparentes. In *ERCEMAPI*.
- [5] Qiao, C. and Yoo, M. (1999). Optical burst switching (OBS) - a new paradigm for an optical internet. *Journal of High Speed Networks*, pages 69 – 84.
- [6] Xin, C.; Qiao, C.; Ye, Y.; Dixit, S. A hybrid optical switching approach. In: *IEEE GLOBECOM*. p. 3808 – 3812. dez. 2003.
- [7] Yao, S., Mukherjer, B., and Dixit., S. (2000). Advances in photonic packet switching: An overview. In *IEEE Communications Magazine*, pages 84–94.
- [8] Zalesky, Andrew L. et al. Scalable performance evaluation of a hybrid optical switch. *Journal of Lightwave Technology*, p. 2961-2973, out. 2005.

**Palavras-chave:** Redes Ópticas Transparentes. Redes Híbridas. Simulação.