

# PERSPECTIVAS DE SOLUÇÕES TECNO-ECONOMICO PARA PROJETOS DE REDE EM BANDA LARGA

**Odair dos Santos Mesquita** – Faculdade Anhanguera de Santa Bárbara

**Yuzo Iano** – Universidade Estadual de Campinas - Departamento de Comunicações/FEEC/Unicamp

**RESUMO:** Nos últimos anos houve uma evolução das redes de telecomunicações no Brasil. A implantação de redes de fibra óptica tornou-se uma realidade dos centros urbanos bem como nas áreas rurais. Com a expansão dessas redes observa-se o surgimento e a necessidade de normatização das redes ópticas passivas. Entre essas redes passivas destaca-se a EPON (Ethernet Passive Optical Network) e a GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network). Com a expansão de redes de banda larga e de novos serviços ligados a ela, torna-se necessário a realização de estudos detalhados sobre a viabilidade técnica econômica e de aplicabilidade dessas redes. É por isso que desenvolvemos nesse trabalho um modelamento econômico financeiro sobre essas novas tecnologias. Esse modelamento permite escolher a tecnologia economicamente mais viável na implantação de projetos envolvendo as tecnologias GPON e/ou EPON. Esse projeto é baseado em um estudo de caso para o município de Holambra / São Paulo / Brasil. Durante o estudo realizamos um planejamento técnico econômico detalhado visando uma eventual implantação de uma dessas redes. Foi feita uma apresentação completa dessas tecnologias baseada no estudo de caso. Foi discutida a possibilidade de implantar esse projeto em Holambra ou em qualquer outra cidade brasileira.

**ABSTRACT:** In recent years there has been an evolution of telecommunications networks in Brazil. The implementation of fiber-optic networks has become a reality of urban centers and rural areas. With the expansion of these networks, we observed the emergence and the need for standardization of these passive optical networks. Among these networks, there are the EPON (Ethernet Passive Optical Network) and GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network). With the expansion of broadband networks and new services linked to them, it becomes necessary to conduct detailed studies of the technical and economic applicability of these networks. We developed in this project a careful financial economic modeling on these new technologies. This modeling technique allows choosing the best of these technologies (GPON/EPON) and the one that is economically feasible. This project is based on a case study to the town of Holambra / Sao Paulo / Brazil. During the study, we performed a detailed techno-economic planning aimed an eventual implementation of any of these networks. A complete presentation of these technologies was done based on this case study. It was also discussed the possibility of implementing this project in Holambra or any other Brazilian city.

**PALAVRAS-CHAVE:**

Redes de fibra óptica, Redes passivas, Rede de Banda Larga, Planejamento tecno economico, Redes ópticas de acesso.

**KEYWORDS:**

Optical fiber networks, passive networks, Broadband Networking, Planning techno economic, optical access networks.

*Artigo Original*

Recebido em: 20/10/2013

Avaliado em: 14/02/2014

Publicado em: 17/06/2014

*Publicação*

Anhanguera Educacional Ltda.

*Coordenação*

Instituto de Pesquisas Aplicadas e Desenvolvimento Educacional - IPADE

*Correspondência*

Sistema Anhanguera de Revistas Eletrônicas - SARE  
rc.ipade@anhanguera.com

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta, elabora e seleciona informações atuais relativas as implantações das tecnologias Epon e Gpon nas redes ópticas de Acesso. Permanecem em aberto na literatura especializada trabalhos analisando a viabilidade técnica e econômica de redes GPON e EPON, as quais continuam concorrendo até hoje, sem uma dominação ou exclusão definida. Assim surge a motivação de desenvolver o presente trabalho, onde as redes GPON e EPON que são o alvo de nossa pesquisa. Como metodologia de modelamento, criamos tabelas com valores hipotético baseados nos números do mercado de equipamentos, para termos visibilidade do investimento e do custeio total na implantação de projetos, onde se pode visualizar e comparar os valores aplicados e o retorno dos investimentos nos projetos de rede GPON e/ou EPON. Após análise em trabalhos anteriores [1] atualizamos e ampliamos informações de implantações recentes destas redes, comparando tendências dessas tecnologias aplicadas em nível nacional (Brasil) e internacional (países desenvolvidos). [2][3][4]

## 2. REALIZANDO COMPARAÇÕES TÉCNICAS DAS REDES GPON E EPON.

Estas tecnologias tem uma divergência bem definida nas características de sua arquitetura. Achar a arquitetura com a solução adequada pode ser um projeto de engenharia muito delicado, onde temos que atentar para muitos fatores que são envolvidos no estudo e que tem que ser tomados com certo cuidado para que o custo da rede não fique cara e inviabilize sua implantação porque está fora de expectativas financeiras, para isso é necessário entendermos algumas características destas tecnologias de redes PON que é a EPON e a GPON. Estes equipamentos já são comercializados em larga escala e com parâmetros definidos, onde existem diversos fabricantes e pesquisadores destas tecnologias no Brasil como o CPQD, Padtec, mais especificamente iremos citar os equipamentos do fabricante Brasileiro Cianet [5]: Chassis OLT Gepon CT52700, ONT Gepon CTS2704-VO, Adaptadores ópticos SC Simplex AO2SC e AO2SC-A, Caixa de emenda óptica, PLC Splitter Box Module, e uma gama de equipamentos que estão disponíveis no mercado. Cada rede tem uma especificidade com sistemas, protocolos e taxas com definições diferentes que passaremos a comparar [4][6][7].

Nas redes EPON comparativamente temos:

Como Vantagem:

- O Transporte nativo de quadros Ethernet é simples e conhecida;
- sua gestão é de baixo custo;
- As Facilidades da comutação Ethernet são totalmente compatíveis com o protocolo

IP, suporta TLS (Transport Layer Security), broadcast, multicast – IGMP (Internet Group Management Protocol);

- Tem baixo índice de manutenção;
- A rede é de fácil operação e manutenção, no suporte para IGMP, isto significa ter um melhor suporte para IPTV com alta capacidade de transmissão da rede, onde são menores os custos na implantação da fibra óptica devido a parâmetros de custos e tecnologia.

Como desvantagens:

- Podemos citar principalmente os obstáculos quanto a sua continuidade operacional, que não é suportada pelo padrão de interrupção em nível de serviço, não pertencendo ao padrão TDM e pela norma de segurança dos sistemas na comutação de proteção. [8].

Já nas redes GPON comparativamente temos:

Vantagens:

- São operadas em diferentes taxas de downstream e upstream;
- trabalham em sistemas de diversos transceptores; isto leva a ter um custo reduzido, com baixo índice de manutenção e com uma rede de fácil operação e manutenção devido a custos e competitividade nos equipamentos.
- A rede pode ser configurada de forma assimétrica e podendo-se tirar vantagem da redução dos custos de laser ONT, por exemplo: 1.2G/622M ou 2.4G/622M.
- Garantias de interoperabilidade com ONT (Optical Network Termination) de padrão de gestão no nível de serviço.

Como desvantagens:

- Podemos citar a complexidade nas suas camadas de modelo no encapsulamento.
- A Ethernet / GEM / GTC tem gestão muito complexa.
- É mais caro se comparado em taxas comparáveis com a tecnologia do EPON.
- A BW ainda é limitada a 622 Mbps. [9][10][11][12][13].

Em alguns parâmetros citados acima, os mesmos já são superados por trabalhos experimentais acadêmicos, como pode ser visto nos paper's e em sites especializados [1][10][14][15].

### 3. EVOLUÇÃO DAS REDES GPON E EPON NO MUNDO E NO BRASIL

No quadro tecnológico e de serviços para as tecnologias GPON e EPON, em estudos realizados e publicados pelo Concil, geograficamente temos: Tecnologia implantada no Japão pela operadora NTT (*Nippon Telegraph and Telephone Corporation*), operadora de

telecomunicações Korea Telecom, Coreia e operadora de telecomunicações Verizon - EUA e Europa. No Japão, Coreia e nos EUA as instalações das Redes Ópticas Passivas são preferencialmente EPON, enquanto na Europa é GPON.

Na Ásia e Oceania a tecnologia EPON tem custos de implantação e operação mais competitivos, oferecendo esta tecnologia com preços baixos para seus clientes.

Em estudo sobre FTTH (*Fiber to the Home*) realizado e apresentado pelo FTTH Council em Março de 2011 (Fig.1) [16]. Atualmente 20 países possuem fração acima de 1% dos lares dispondo de conexão por meio de fibra. Entre esses 20 países, os quatro primeiros encontram-se na Ásia: Coreia do Sul, Hong Kong, Japão e Taiwan.

O primeiro país, Coreia do Sul, tem 44% dos lares conectados por fibra óptica, Hong Kong com 28 %, Japão com 26% e Suécia com 9%. Os outros 16 países são: Suécia, Noruega, Eslovênia, Estados Unidos, Islândia, Dinamarca, Andorra, Holanda, Finlândia, Singapura, Lituânia, China, Itália, Estônia, Rússia e Latvia, conforme demonstrados na figura 1.

Na América do Norte empresas como AT&T, Verizon, SBC e Bell South detêm juntas mais de dois milhões de casas ligadas, conforme estudo do Conchil de março de 2011, apresentado na figura 2. Na Europa, países como Itália conta com mais de 7 de FTTX, Dinamarca com mais de 120 mil assinantes e a Suécia com mais de 600 mil assinantes.

A região da Ásia e Oceania conta com um total de 16,6 milhões de usuários com conexão por meio de fibra óptica. A NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation) tem mais de 30 mil assinantes EPON.

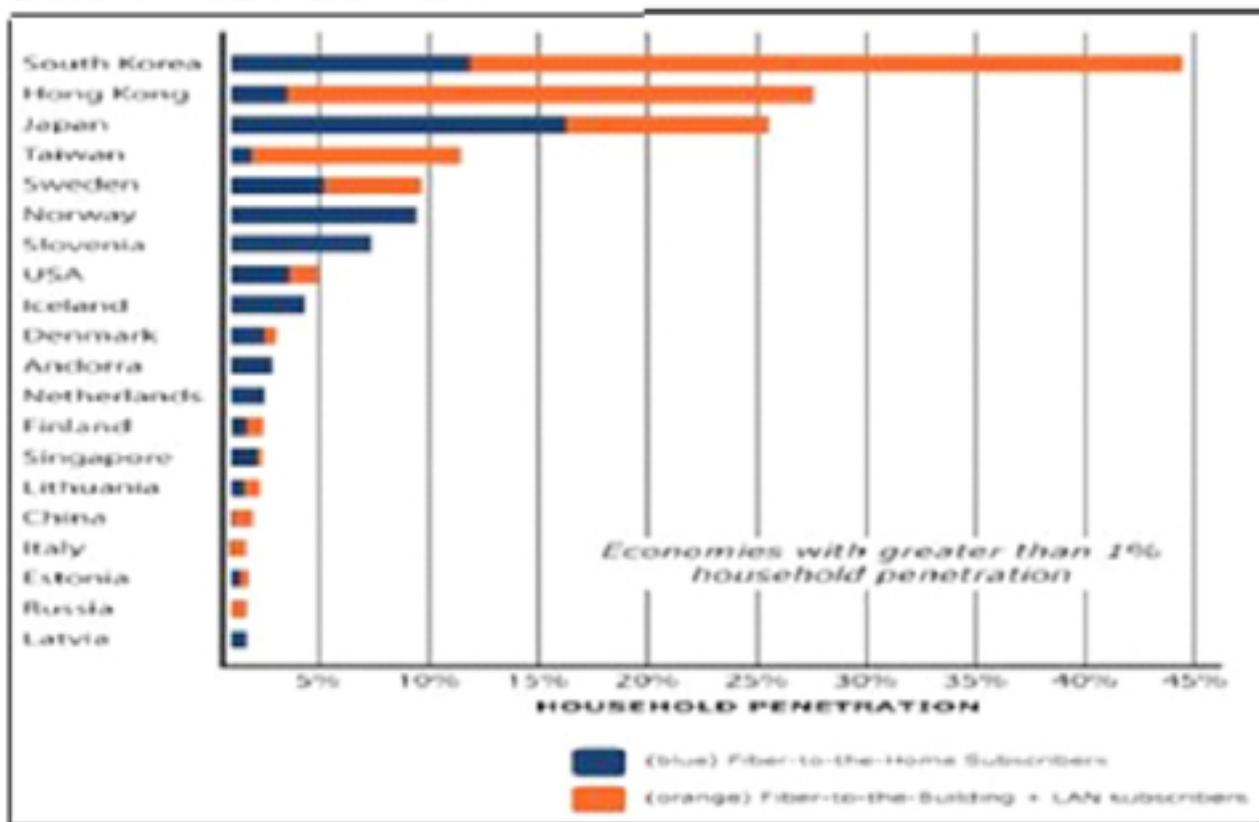


Figura 1 - Estudo FTTH. Economias mundiais com mais de 1% penetração residencial.

Fonte: CONCIL abril de 2011 Europa

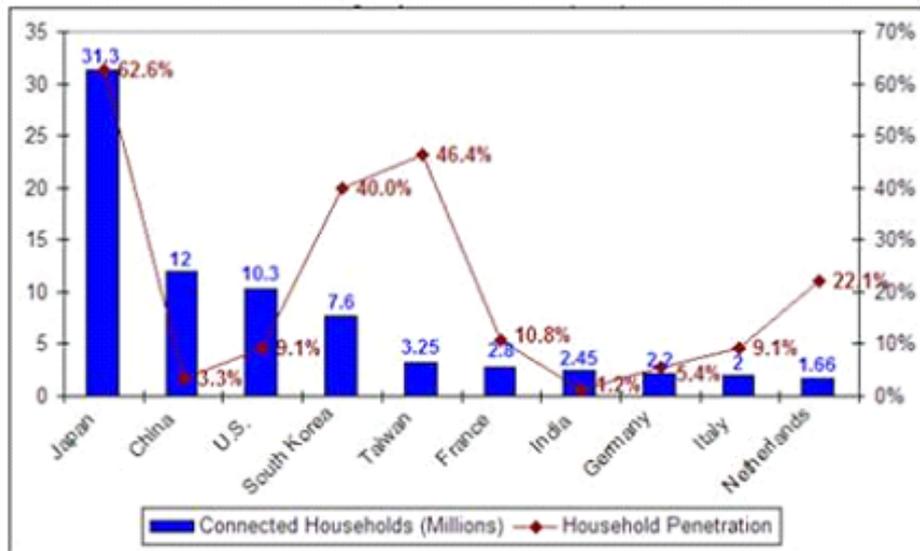


Figura 2 - Estudo FTTH. Número de residências conectadas e percentual de penetração

Fonte: CONCIL abril de 2011 Europa

Na Figura 3 temos a Evolução do FTTH na Europa, mostrando o número de residências conectadas e percentual de penetração. A França com a maior porcentagem de usuários, em torno de 33% e a Noruega com a menor porcentagem de usuários, em torno de 3%.

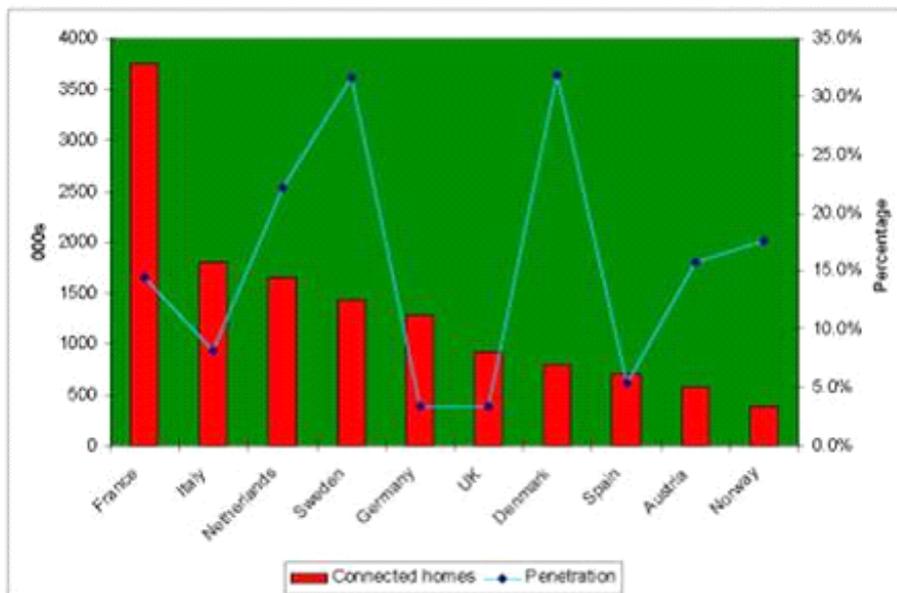


Figura 3 - Evolução do FTTH na Europa.

Fonte: CONCIL abril de 2011 Europa

No primeiro trimestre de 2012 a rede FTTH da Verizon estava disponível para 17,0 milhões de residências e possuía 5,0 milhões de acessos de banda larga e 4,4 milhões de TV.

Na América latina a tecnologia GPON está implantada em pequena escala em cidades tais como: Bogotá, São Paulo, Buenos Aires e Santiago. Na Colômbia a empresa espanhola Telefônica oferece serviços com taxas de 10 Mbps na tecnologia GPON.

Na Argentina a Motorola implantou solução com tecnologia GPON para os assinantes.

No Brasil as operadoras com serviços triple-play (voz, dados e vídeo) por fibra óptica com taxas de 2,5Gb/s em até 20 km de distância tem equipamentos desenvolvidos por empresas multinacionais estrangeiras e brasileiras [14] que atende as recomendações ITU-T G.984 (GPON) para soluções dos serviços que estão em desenvolvimento nas operadoras e no CPQD. Em estudo atualizado verificamos que em 2011, 12,5% dos acessos de banda larga fixa no mundo eram FTTH/B (*fibre-to-the-home/building*). [7] [16].

#### 4. PROPOSTA DE TESTE DE CAMPO (TEST BED)

Em nosso estudo, planejamos uma rede para suportar a demanda de 10.000 mil usuários com facilidades de acesso a serviços de internet banda larga, VoIP e acesso a IPTV.

Para iniciar um projeto desta envergadura primeiramente escolhemos um Município que atendessem todas as possibilidades de desenvolvimento socioeconômico e humano, de modo que tenham todas as condições básicas para desenvolvimento financeiro e para absorver a tecnologia a ser implantada, bem como os clientes alvo para o fornecimento dos serviços.

Em nossa análise levamos em conta todas as condições de contorno na elaboração de um projeto completo, visto que a maior parte de um orçamento é para o lançamento de fibra óptica e equipamentos de transmissão e este valor é gasto em obras civis, isto é, na abertura de valas e construção de dutos de passagem para os cabos de fibras entre outros.

Nas Características Técnicas, tendo a primeira fase do projeto já escolhida, definimos a região alvo para receber a tecnologia. Para a região piloto temos como objetivo atingir aproximadamente 7.200 assinantes, ou seja, 70% de Market share.

Pensando na arquitetura completa do sistema projetado têm-se que os pontos atendidos contribuem para a implementação de toda a rede no município.

A estratégia de interligação entre os nós designa-se por topologia da rede ou de um modo mais preciso por topologia física. Este refinamento na definição ajuda a distinguir o aspecto físico do modo como a informação é distribuída na rede.

Importante ressaltar que na arquitetura de rede temos que definir tanto a topologia lógica quanto a topologia física, que podem ser ou não a mesma (por exemplo: uma topologia física anel pode ter uma topologia lógica estrela).

#### 5. REALIZANDO COMPARAÇÃO TECNO-ECONOMICA DE REDES GPON E EPON

O projeto é baseado em uma infraestrutura de Telecomunicações, que consiste em uma rede mista de fibra óptica e rádio projetada para uma área urbana, que tem uma diferenciação de relevo, ou seja, parte plana e parte elevada, que pode ser integrada pelas tecnologias

GPON ou EPON para atendimento de 10 (dez) pontos. 80% da rede será atendida por fibra óptica e 20 % com rede de rádio na tecnologia 802.11.n (wireless com links de 2,4 Ghz) os pontos remotos serão atendidos com taxa de transferência de até 300 Mbps, com objetivo para atender próximo a 100 % do projeto. A infraestrutura destas soluções tecnológicas é de última geração para atendimento a clientes que utilizam tecnologias do tipo: videoconferência, internet banda larga, VoIP (voz sobre IP) e CFTV e IPTV, através de uma solução integrada de alta capacidade baseada em tecnologia inovadora de redes que é o foco deste trabalho. Neste projeto teremos uma distribuição de rede para atendimento dos clientes do test bed escolhido. Do ponto de vista financeiro temos que levar em conta os custos dos equipamentos e das instalações físicas a serem realizadas, para este investimento utilizamos o conceito CAPEX (capital expenditures), que reúne as despesas de capital, dito também ativo fixo; e para as operações de instalação, manutenção da rede e mão de obra especializada, utilizamos o conceito de OPEX (operational expenditures), que reúne despesas variáveis, não fixadas, dita passiva.

Para o Retorno do Investimento (*ROI*) utilizaremos também o cálculo de *Payback*. O investimento total deste projeto é composto pela infraestrutura da rede de fibras ópticas e rádio, inclusos as obras civis e pela aquisição de todos os equipamentos Epon ou Gpon, já que estes equipamentos não são equivalentes em termos de desempenho e custo. Também levamos em conta a necessidade de realização de estoques de equipamentos que deverão ser vendidos aos clientes para recebimento do sinal das tecnologias em estudo. Em todo projeto temos que ter uma preparação de uma proposta de investimento, onde nosso objetivo é buscar inovação de produto para soluções da demanda reprimida de banda larga em todo país. Para análise do método de avaliação de projeto de investimento tomamos como base o aumento da demanda natural de banda larga existente onde temos que ter um projeto de inovação com lançamento de novos produtos e com valor agregado [17]. Para o Método de avaliação de projeto de investimento: O valor de uma empresa depende de seu fluxo de caixa futuro. Pensando nesta questão realizamos tabelas com comparação do investimento inicial das tecnologias em estudo, onde podemos analisar o Payback. [13][17]. Fazendo análises comparativas das soluções Epon e Gpon, verificamos que as soluções de rede EPON ou GPON podem integrar uma arquitetura completa de serviços de banda larga, que podem ser projetados para atender aos requisitos de convergência de redes fixo-móvel, oferecendo assim recursos que podem apoiar o acesso de banda larga e neste item temos os serviços de última geração e conexões, alocando recursos através de OLT (*Optical Line Termination*), conversores de rede, postes para recebimento de switch, divisor, cabos de rede (fibras, cabo de rede coaxial RG11, cabo de rede cat. 5), divisores e ONU (*Optical Network Unit*) realizando função de conversão de multimídia. Para termos noção de todo o investimentos do projeto criamos tabelas com valores hipotéticos, baseados no valor de mercado brasileiro. Nas

tabelas de demonstração apresentadas os dados que compõe os preços são: a rede óptica, os equipamentos Epon ou Gpon e o custeio para implantação do projeto. Foi planejado realizar a implantação em 10 PoP's, onde haverá em cada PoP equipamentos central e terminal. Os valores utilizados são hipotéticos, próximos da realidade. Na composição do projeto também tivemos que tendenciar despesa indireta onde há necessidade de contratação de mão de obra (vendedores, operadores, atendentes), marketing de produto, propaganda e mídia. Estas despesas são necessárias para iniciar a operação da rede quando da implantação no atendimento do serviço. Para uma análise real, há necessidade de se obter os valores de cada equipamento realizando-se uma RFP (*Request For Proposal*), que é a solicitação de proposta realizada através de um processo realizado pela empresa contratante, para que os potenciais fornecedores possam apresentar proposta de negócios com no mínimo 3 (três) fornecedores de equipamentos.

Importante ressaltar que para que o desenvolvimento tecnológico do país, tanto a iniciativa privada quanto o governo devem estar alinhados na busca da inclusão digital bem como na inovação do setor. No projeto realizamos uma tabela do valor total da rede onde o investidor consegue de imediato visualizar o desembolso de capex e opex tanto para os sistemas ativo quanto para os sistemas passivo. O valor total do investimento apresentado na composição da tabela de investimento inicial utilizou os seguintes dados para análise: Capex para investimento e Opex para manutenção dos equipamentos, (utilizamos valor de 10% padrão). Com base no crescimento médio dos produtos de tecnologia implantados, foi tendenciado o crescimento natural das vendas é uma taxa de crescimento anual dos clientes da ordem de 5% (cinco por cento) média de mercado, além de garantir que a equipe de vendas realize as vendas de equipamentos (unidades ONU) para todos os clientes foco daquela região, interesse do negócio. Na figura 4 apresentamos o gráfico com as demonstrações dos gastos (receita x despesa) no projeto EPON e na figura 5 o gráfico com as demonstrações dos gastos (receita x despesa) no projeto GPON.[1]

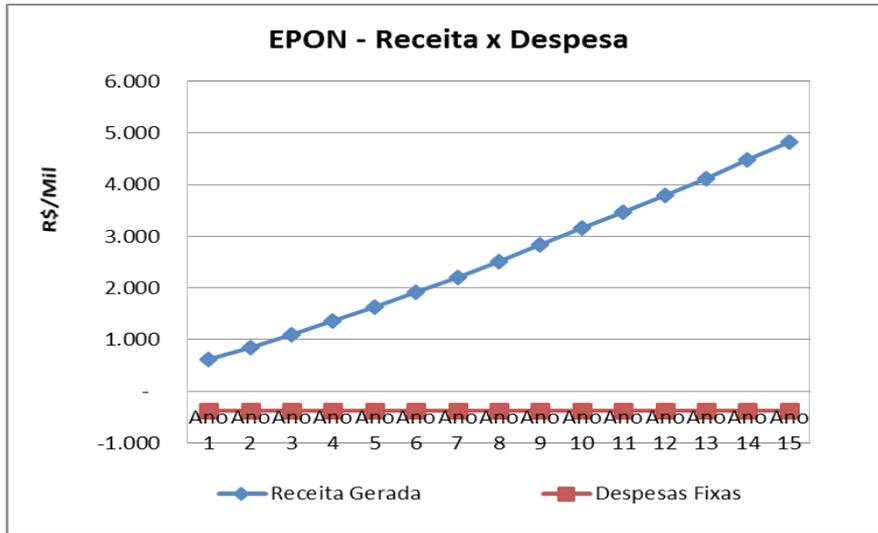


Figura 4 - EPON \_ Comparativo Receita x Despesas.

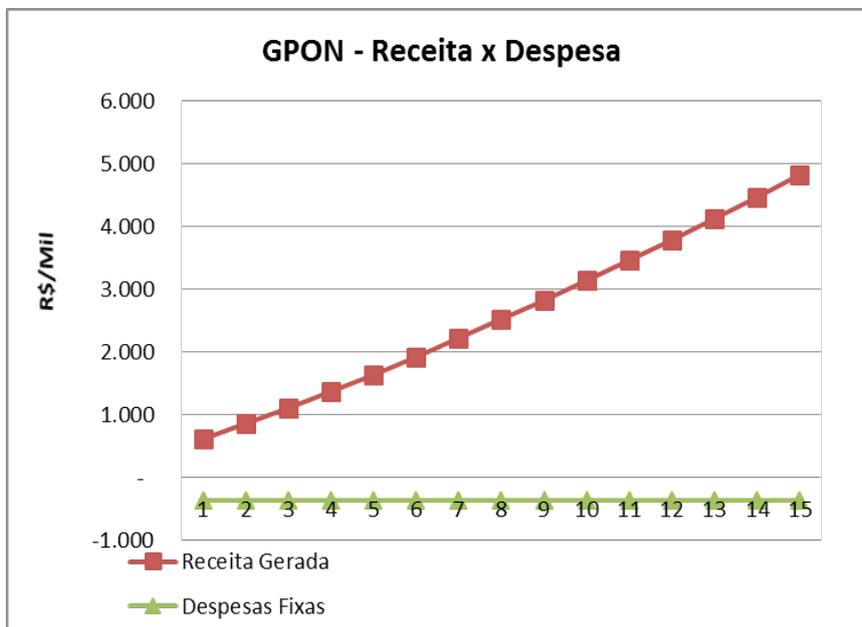


Figura 5 - GPON \_ Comparativo Receita x Despesas

Nos demonstrativos Comparativos da rede GPON ou EPON no total de valores da tabela 1 temos os valores hipotéticos comparados de gastos nos projetos, onde apresentamos os investimentos necessários para cada tecnologia aberto em CAPEX e OPEX, bem como sua demonstração gráfica comparada na figura 6.

Tabela 1 - Tecnologias (Capex e Opex)

TECNOLOGIAS	CAPEX	OPEX	TOTAL
EPON	5.102	3.686	8.787
GPON	4.960	3.671	8.631

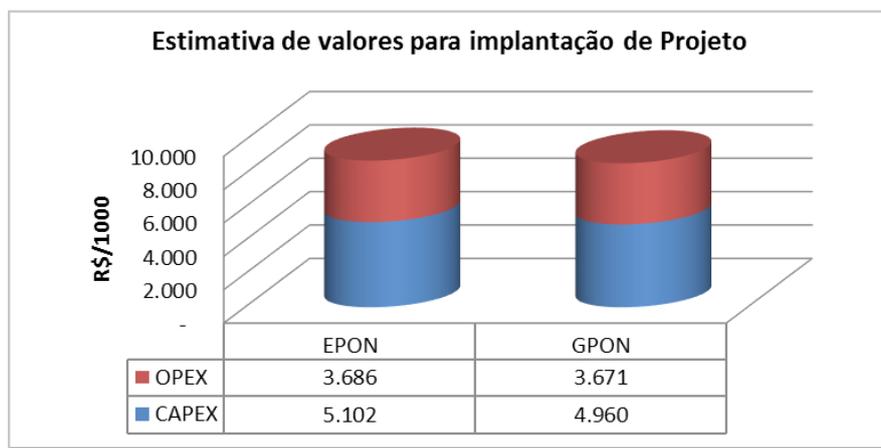


Figura 6 - Estimativa de valores para implantação de Projeto

Todo projeto é voltado a buscar inovações em um produto que possa atender à crescente demanda reprimida em banda larga de todo o país, sendo assim foi projetado todo o valor de investimento de um primeiro site como o modelo. Para análise do método de avaliação de projeto de investimento tomamos como base o aumento da demanda natural de banda larga existente com um projeto de inovação com lançamento de novos produtos com alto valor agregado. [18]

Na análise de *Payback Simples*, demonstrado nas figuras 7 e 8, onde apresentamos as receitas geradas para Epon e Gpon, entre o ano 1 e o ano 15, sendo que deliberamos um crescimento mínimo de 5% ao ano, e saldo do investimento em CAPEX conforme a tabela 2, estas informações são a base para cálculo do Payback do projeto.

Tabela 2 - Demonstrativos Global dos valores do projeto Epon e Gpon

ANO	FLUXO DE CAIXA (R\$/MIL)			
	RECEITA LÍQUIDA - EPON	Saldo do Projeto	RECEITA LÍQUIDA - GPON	Saldo do Projeto
1	243	- 8.543,71	245	- 8.385,67
2	484	- 8.060,04	485	- 7.900,52
3	734	- 7.325,72	736	- 7.164,71
4	995	- 6.330,26	997	- 6.167,76
5	1.267	- 5.063,17	1.269	- 4.899,19
6	1.549	- 3.513,99	1.551	- 3.348,52
7	1.842	- 1.672,23	1.843	- 1.505,28
8	2.145	472,58	2.146	641,03
9	2.458	2.930,93	2.460	3.100,86
10	2.782	5.713,30	2.784	5.884,71
11	3.097	8.810,03	3.098	8.982,93
12	3.422	12.231,62	3.423	12.406,00
13	3.757	15.988,53	3.758	16.164,40
14	4.103	20.091,25	4.104	20.268,61
15	4.459	24.550,25	4.460	24.729,10

**PROJETO EPON**  
Payback **7,78**

**PROJETO GPON**  
Payback **7,70**

VPL - **1.342**

VPL - **1.195**

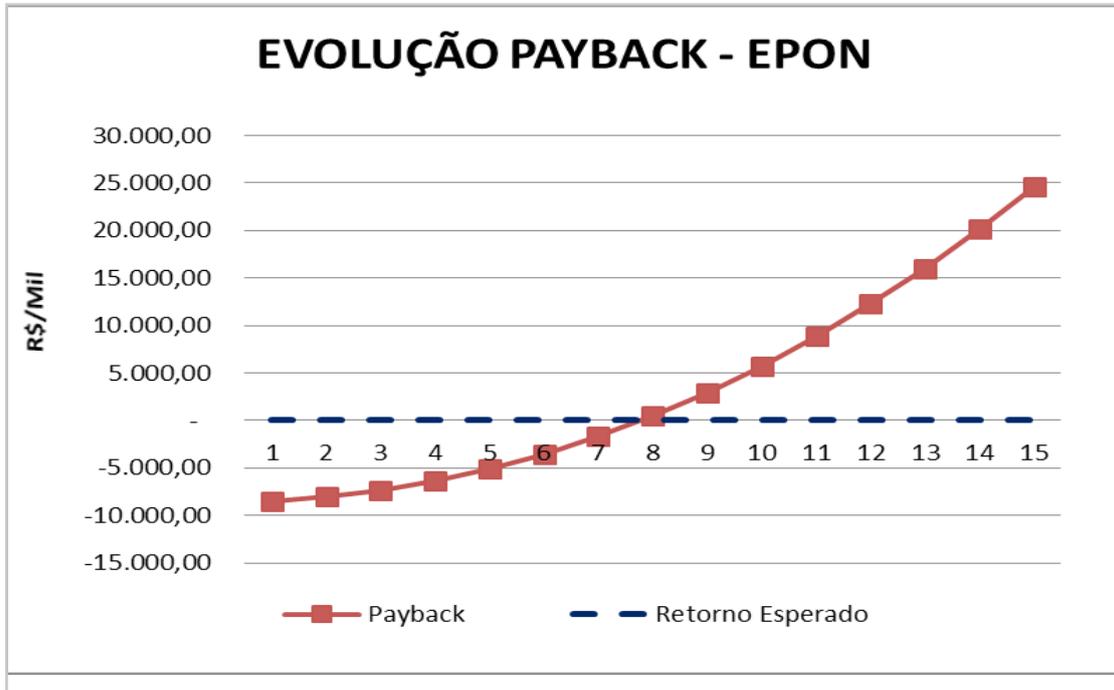


Figura 7 – Evolução do payback Epon

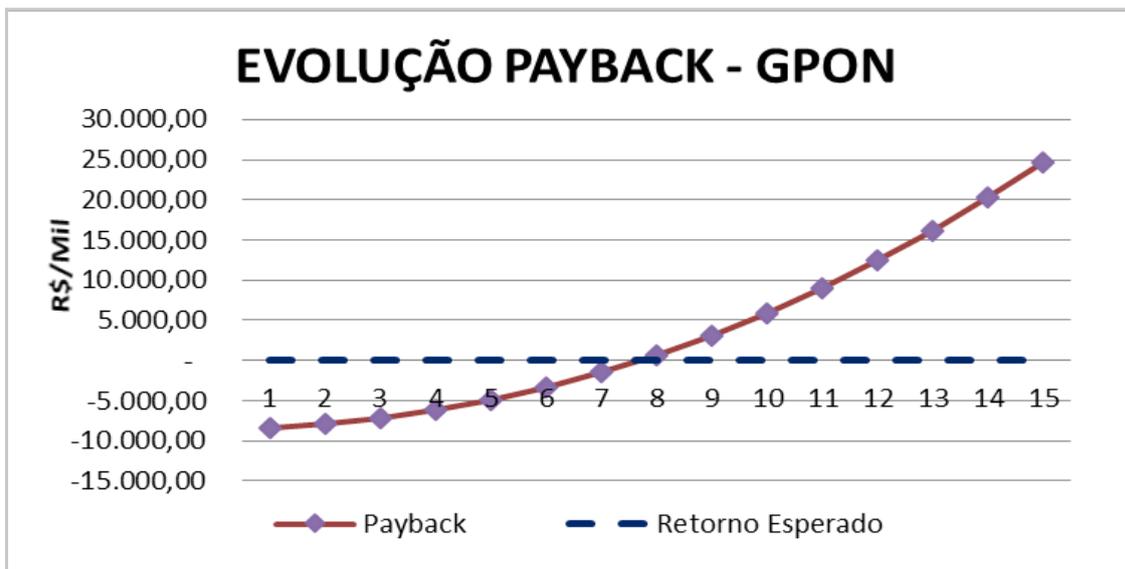


Figura 8 – Evolução do payback Gpon

Na tabela 1 observamos que os valores de capex e opex apresentados são muito próximos não só devidos aos valores de investimento nos equipamentos das tecnologias Gpon e Epon, conforme apresentado na tabela 3. Assim, não podemos justificar os números muito semelhantes citados acima como sendo da equivalência de custos e sim como consequência de um retorno do saldo positivo do investimento realizado no projeto, lembrando que este lucro ou saldo depende também do retorno dado pelo pagamento dos usuários ou assinantes da tecnologia. Verifica-se que a escolha para implantação de uma rede deve ser muito bem analisada, considerando o retorno e não somente custos finais.

Tabela 3 – Apresentação dos valores de investimento de equipamento Epon e Gpon.

Equipamentos Epon				
Item	Nome	Quantidade Total	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	OLT 4 POTAS	30	20.000,00	600.000,00
2	SPLITTER OPTICO (64 fibras)	10	1.000,00	10.000,00
3	EQUIPAMENTO MODULO 20 KM FO	10	485,00	4.850,00
4	SWICTH	20	2.528,23	50.564,60
5	Modulo fibra multimodo e Ethernet	10	122,00	1.220,00
<b>TOTAL EQUIPAMENTOS DA REDE EPON</b>				<b>666.634,60</b>

Equipamentos Gpon				
Item	Nome	Quantidade Total	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	OLT 4 POTAS (ATENDE 1024 ONU'S)	10	40.000,00	400.000,00
2	SPLITTER OPTICO	10	1.000,00	10.000,00
3	SPLITER	10	2.370,90	23.709,00
4	SWICTH PRINCIPAL	20	941,00	18.820,00
5	DIVISOR OPTICO	20	3.620,77	72.415,40
<b>TOTAL</b>				<b>524.944,40</b>

## 6. CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos mencionados, com a evolução das redes de telecomunicações e a implantação de redes de fibras nos acessos urbanos e rural, observam-se o surgimento e normatização das redes ópticas passivas, particularmente as redes Gpon (Gigabit Capable Passive Optical Network) e Epon (Ethernet Passive Optical Network), a necessidade prática dos padrões GPON ou EPON é inquestionável. Entretanto, a efetiva aplicação dessas tecnologias depende de fatores tecno-econômicos que muitas vezes interesses financeiros extrapolam a demanda real. Em nosso estudo técnico, chegamos à conclusão que Gpon e Epon são tecnologias que possuem diferenças de arquitetura, onde podemos realizar comparações: Como vantagens na redes Epon podemos citar o Transporte nativo de quadros Ethernet que é simples e conhecido, o modelo de seu sistema e sua gestão é de baixo custo, as facilidades da comutação Ethernet são totalmente compatíveis com o protocolo IP, suporta TLS (Transport Layer Security), broadcast, multicast, IGMP (Internet Group Management Protocol) que tem baixo índice de manutenção e facilidade de operação, isto significa ter um melhor suporte para IPTV com alta capacidade de transmissão da rede, onde são menores os custos na implantação da fibra óptica devido a parâmetros de custos e tecnologia. As desvantagens são os obstáculos quanto a sua continuidade operacional, que não é suportada pelo padrão de interrupção em nível de serviço, não pertencendo ao padrão TDM e pela norma de segurança dos sistemas na comutação de proteção.

Já nas redes GPON como vantagens podemos citar: as redes são operadas em diferentes taxas de downstream e upstream, trabalham em sistemas de diversos transceptores, isto leva

a ter um custo reduzido com baixo índice de manutenção e com uma rede de fácil operação de baixos custo de manutenção de equipamentos, a rede pode ser configurada de forma assimétrica e pode-se tirar vantagem da redução dos custos de laser ONT, por exemplo: 1.2G/622M ou 2.4G/622M. Na rede podemos ter garantias de interoperabilidade com o ONT (Optical Network Termination) de padrão de gestão no nível de serviço. As desvantagens é a complexidade nas suas camadas de modelo no encapsulamento, a Ethernet/GEM/GTC tem gestão muito complexa e é mais caro se comparado em taxas comparáveis com a tecnologia do EPON. Finalizando nossos estudos, podemos concluir em nossas observações que devido a investimentos e a custos na implantação da rede nos países latino americano a implantação de rede utilizando equipamentos Gpon é recomendada. Onde suas aplicações são inerentes da rede de banda larga, e que os investimentos são adequados para a implantação da rede segundo a necessidade do cidadão e condição de pagamento dos valores cobrados nas mensalidades da empresa fornecedora do serviço de banda larga.

## REFERENCIAS

- [1] Lopez Bonilla, Mauricio - "Análise crítica de plataformas GPON e EPON para aplicação em redes ópticas de acesso de alta capacidade", Tese Mestrado, Feec-Unicamp,. --Campinas, SP, Out. 2008.
- [2] Jae-Myoung Hyun, Wonkuk Cho, Youngil Park "Economic Evolution from EPON to WDM-Overlaid PON Employing a Wavelength Conversion Node" IEEE Comm. Magazine.
- [3] H. Shinohara, "Broadband Access in Japan: Rapidly Growing FTTH Market", IEEE Comm. Magazine, vol. 43, 72-78 (2005).
- [4] Russell Davey, Junichi Kani, Fabrice Bourgart, Kent McCammon, "Options for Future Optical Access Networks"; IEEE Communications Magazine, October 2006.
- [5] Cianet. Disponível em: <http://www.cianet.ind.br> - acessado em janeiro de 2013.
- [6] Padrao IEEE 802.1 - "Telecommunications and Information exchange between systems - Local and Metropolitan Area Networks - Access method and Physical Layer Specification", edição 2004 e Padrao IEEE 802.11 "Wireless Local Area Networks (WLAN)" - edição 2003.
- [7] ITU-T Recommendation G701, "GENERAL Aspects of Digital Transmission Systems" e G781 a G784 "Synchronous Digital Hierarchy (SDH)" "Março 1993.
- [8] Forum MEF Metro Ethernet Forum. Disponível em: <http://metroethernetforum.org/> ;Acesso em julhode 2012.
- [9] ITU-T Rec. G.984.2, "Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification", ITU-T, March 2003
- [10] Chinlon Lin, (editor. Broadband - Optical Access Networks and Fiber-to-the-home). England: John Wiley & Sons Ltd.; 2006, Chinese University of Hong Kong.
- [11] Yang Liu, Guoping Zhang, Qing Li "WDM/TDM Hybrid GPON Technology" IEEE Comm. Magazine, 2010.
- [12] Marek Hajduczenia Member IEEE, Henrique J. A. da Silva Member

IEEE, "Next Generation PON Systems-Current Status," IEEE ICTON 978-1-4244-4826-5/09/, 2009.

[13] Stephan Jay, Dr. Karl-Heinz Neumann, Dr. Thomas Plückebaum "Comparing FTTH Access Networks based on P2P and PMP Fibre Topologies" CTTE 2011 · 16-18 May, 2011, Berlin, Germany. Paper S6-1.

[14] Padtec. Disponível em: [http://www.padtec.com/solucoes/utilities.php?zoom\\_highlight=gpon](http://www.padtec.com/solucoes/utilities.php?zoom_highlight=gpon).

[15] CPQD. Disponível em: <http://www.cpqd.com.br/> - acessado em janeiro de 2013.

[16] FORUM FTTH Concil. Evolução Mundial das tecnologias FTTH. Disponível em: <http://www.ftthcouncil.org> . Acesso em Jun. 2012.

[17] Laponi, Juan Carlos; Projetos de Investimento: construção e Avaliação do fluxo de caixa; Laponi treinamento e Editora Ltda, 2000, Livraria Cultura.

[18] Salim, Jean Jacques; Douat, João Carlos; Principios de administração financeira; 7ª edição, editora Harbra Ltda; São Paulo, 2002.