

## Ethernet Óptica

Este tutorial apresenta os principais conceitos sobre a revolução da Ethernet Óptica. Em aproximadamente trinta anos de existência, a Ethernet tornou-se onipresente; uma tecnologia plug and play amplamente padronizada, que é usada em mais de noventa por cento das redes locais (LANs) corporativas que utilizamos. Os atributos resultantes da Ethernet Óptica (simplicidade, velocidade, e confiabilidade) removem o estrangulamento da largura de faixa entre a LAN, a MAN e a WAN.

**Autor: Ivan César Martinazzo**  
([imartina@nortelnetworks.com](mailto:imartina@nortelnetworks.com))

Engenheiro Eletrônico (ITA-SJC), Pós-Graduação em Telecomunicações (PUC-RJ), Intensivo de Administração (FGV-SP), Professor de Pós-Graduação em Telecomunicações (FIAP-SP).

Tendo atuado nas empresas: ITAUTEC como Engenheiro Senior de Pesquisa & Desenvolvimento (Hardware & Software), EMBRATEL como Chefe Eventual de Sistemas de Transmissão (Ópticos, Rádios, Satélites, Multiplex PDH/SDH e TMN), HEWLETT PACKARD como Consultor de Telecomunicações (TMN, OSS, BSS, IN, Wireline, Wireless, Broadband).

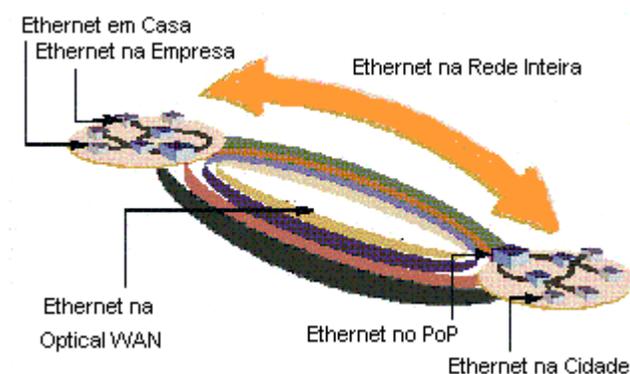
Atualmente trabalha na NORTEL NETWORKS como Gerente de Vendas Técnicas de Redes Ópticas, atendendo o Mercado de Telecomunicações (Operadoras e Provedores de Serviços).

Duração estimada: 20 minutos

## Ethernet Óptica: O que é

- Que tal se todas as corporações pudessem conectar os edifícios a milhares de quilômetros de distância tão facilmente como apenas conectar dois andares do mesmo edifício?
- Que tal se cada acesso a rede metropolitana fosse tão simples, rápido, e confiável quanto a uma rede local (LAN)?
- Que tal se as redes metropolitanas (MANs) e as redes de longa distância (WANs), com suas múltiplas conversões de protocolos e não interferências, distâncias físicas e centenas a milhares de Usuários fossem tão simples de controlar como uma única LAN atual?
- Você pode imaginar as possibilidades? Não seria revolucionário?

A revolução é chamada Ethernet Óptica ou Optical Ethernet.



Fundamentalmente, a Ethernet Óptica representa a combinação e a extensão de duas tecnologias existentes, Ethernet e Sistemas Ópticos. Esta união pega o melhor de ambos, Ethernet e Sistemas Ópticos e amplia suas potencialidades para criar um novo paradigma que fundamentalmente muda a maneira que os provedores de serviços e as corporações planejam, controlam, e operam suas redes. É uma tecnologia que combina a onipresença, a flexibilidade e a simplicidade do Ethernet com a confiabilidade e a velocidade dos Sistemas Ópticos. Os atributos resultantes da Ethernet Óptica (simplicidade, velocidade, e confiabilidade) removem o estrangulamento da largura de faixa entre a LAN, a MAN e a WAN.

A Ethernet Óptica fornece também versatilidade à rede, o que vai de encontro com as amplas necessidades dos Clientes. A Ethernet Óptica pode ser implementada em redes privadas ou públicas; pode ser configurada em topologias ponto-a-ponto, malha, ou anel; e pode ser utilizada para aplicações LAN, MAN e WAN. Se oferecida como um serviço gerenciado por um provedor de serviços ou operada como uma rede privada pela corporação, a Ethernet Óptica transforma a rede corporativa em uma vantagem competitiva importante como apresentado na figura acima.

### O que é Ethernet Óptica

Ethernet é o nome dado para o padrão 802.3 do IEEE utilizado em Redes Locais (LAN) que emprega o método de acesso compartilhado aos meios de transmissão tipo CSMA/CD. A relação entre este padrão e as Camadas OSI é apresentada na figura a seguir.



## Relação entre IEEE 802 e Modelo OSI da ISO

Camada OSI	
7	Aplicação
6	Apresentação
5	Sessão
4	Transporte
3	Rede
2	Enlace de dados
1	Física

Camadas IEEE 802	
Controle do Enlace Lógico (Logical Link Control - LLC)	
Controle de Acesso ao Meio (MAC)	
Física	

O IEEE 802.3 abrange diversos tipos de meios e técnicas para uma variedade de taxas de sinais. As famílias de sistemas suportados são a Ethernet (10 Mbit/s), Fast Ethernet (100 Mbit/s) e Gigabit Ethernet (1 Gbit/s).

Ethernet Óptica é o nome dado ao padrão IEEE 802.3ae que suporta a extensão do IEEE 802.3 para taxas de até 10 Gbit/s em redes locais, metropolitanas e de longas distâncias (LANs, MANs, WANs), empregando o método de acesso compartilhado aos meios de transmissão tipo CSMA/CD e o protocolo e o formato de quadro 802.3 do IEEE (Ethernet) para a transmissão de dados.

## Ethernet Óptica: Ethernet e Sistemas Ópticos atuais

A Ethernet atual veio de um longo caminho desde que foi primeiramente implementada nos anos 1970s, onde a Ethernet funcionou originalmente sobre um cabo coaxial espesso e forneceu aos usuários uma conexão compartilhada da largura de faixa de 10 Mbit/s.

A Ethernet logo progrediu e passou a funcionar sobre um par trançado metálico oferecendo conexões dedicadas de 10 Mbit/s usando comutação. Hoje, a Ethernet comutada permite conexões dedicadas de 100 Mbit/s ao computador com troncos de 1 Gbit/s e, dentro de alguns anos, os peritos da indústria predizem 1 Gbit/s ao computador com troncos de 10 Gbit/s.

Em aproximadamente trinta anos de existência, a Ethernet tornou-se onipresente; uma tecnologia plug and play amplamente padronizada, que é usada em mais de noventa por cento das redes locais (LANs) corporativas que utilizamos. A Ethernet alcançou este nível de aceitação porque é simples de usar, barata, e provou seu valor.

Tecnologia de Redes	Ano 2000
Ethernet Total (10 Mbit/s, Fast E, Gigabit E)	91%
Wireless LAN	6%
Token Ring	3%
ATM	<1%

Fonte: IDC, Julho 2001

Similarmente, as Tecnologias Ópticas vieram tão rápido quanto a Ethernet e indiscutivelmente em um período de tempo mais curto.

As velocidades das transmissões ópticas cresceram das dezenas de megabits-por-segundos (Mbit/s) para 40 gigabits-por-segundos (Gbit/s) e os fabricantes de equipamentos ópticos demonstraram recentemente a habilidade de transmitir 6,4 terabits-por-segundos (Tbit/s) sobre um par de fibras ópticas, usando a multiplexação por divisão de comprimento de onda densa (DWDM).

A capacidade tremenda dos Sistemas Ópticos tanto como os avanços em toda a óptica, ou fotônica; os avanços nas redes ópticas que eliminam a necessidade de regeneração elétrica; fixaram os Sistemas Ópticos como a tecnologia de transporte predominante.

## Ethernet Óptica: Mais do que a soma de suas partes

A Ethernet Óptica, entretanto, é mais do que apenas a Ethernet mais os Sistemas Ópticos. Os participantes dos padrões da indústria assim como os fabricantes têm desenvolvido soluções de Ethernet Óptica específicas que são mais do que meramente transportar Ethernet sobre Sistemas Ópticos. Em consequência, a Ethernet Óptica redefine o desempenho e a economia de ambos, o provedor de serviços e as redes corporativas em diversas maneiras.

Atributo Chave de Rede	Redes Atuais	Ethernet Óptica
Complexidade	Maior, múltiplos protocolos da LAN para WAN	Menor, Ethernet da LAN para WAN
Largura de faixa de acesso	Fracionada E1s E3s E4s Dias para provisionar	Até 10 Gbit/s, 2 Mbit/s a qualquer instante Horas para provisionar
Desempenho	Maior latência Maior jitter	Desempenho fim-a-fim da LAN
Pessoal Técnico	Especialistas de rede para cada protocolo	Generalistas de rede

Primeiro, a Ethernet Óptica simplifica a rede. Como uma tecnologia sem conexão de camada 2, a Ethernet Óptica remove as complexidades de endereçamento da rede e outros problemas de complexidade da rede, tais como os existentes com as redes baseadas em Frame Relay (FR) e em Asynchronous Transfer Mode (ATM).

Também, a Ethernet Óptica remove a necessidade de múltiplas conversões de protocolos que criam grandes dores de cabeça aos operadores da rede com respeito à gerência - porque é Ethernet fim-a-fim. As múltiplas conversões de protocolos também impedem o bom desempenho da rede introduzindo a latência e o jitter na rede. A latência e o jitter são dois atributos importantes que descrevem o prognóstico e o atraso em uma rede e determinam quais serviços e aplicações podem ser oferecidas eficazmente.

A simplicidade da rede Ethernet Óptica também se estende para o provisionamento e a reconfiguração da rede. Não mais por muito tempo os negócios têm que esperar dias por nE1s adicionais ou gastar tempo reconfigurando a rede cada vez que uma mudança seja feita. A largura de faixa da Ethernet Óptica pode ser aumentada ou diminuída sem um atendimento técnico e permite mudanças da rede sem reconfigurar cada elemento da rede.

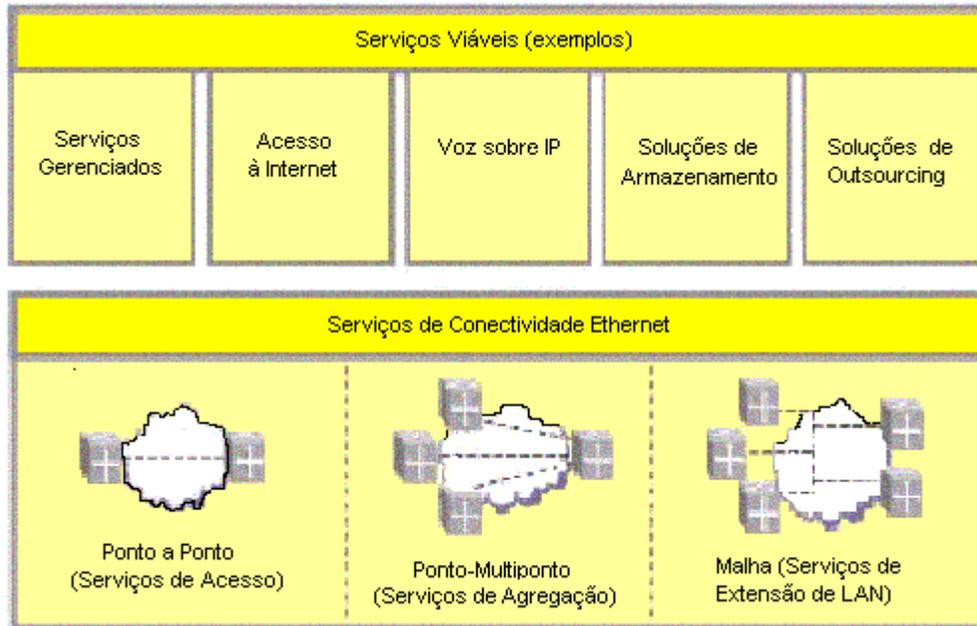
Além da simplicidade, a velocidade é um atributo chave da Ethernet Óptica. Com a Ethernet Óptica o estrangulamento da largura de faixa é eliminado. A conectividade da Ethernet Óptica permite velocidades de acesso de até 10 Gbit/s (gigabits-por-segundo), ordem de grandeza bem

superior que os nE3s atuais. A largura de faixa também está disponível em fatias mais granulares. Não mais por muito tempo os funcionários das equipes da Tecnologia de Informação (TI) serão forçados a saltar de um E1 a um E3 (2 Mbit/s a 34 Mbit/s) quando tudo que necessitam realmente é um outro E1 de largura de faixa. Os enlaces de acesso Optical Ethernet podem ser aumentados/diminuídos em incrementos/decrementos de 2 Mbit/s para fornecer a largura de faixa de 2 Mbit/s até 10 Gbit/s ou qualquer valor intermediário.

Além disso, as topologias da Ethernet Óptica permitem uma maior confiabilidade do que as redes de acesso atuais podem fornecer. Por exemplo, os seguintes tipos de soluções de Ethernet Óptica: Ethernet sobre SDH (Synchronous Digital Hierarchy), Ethernet sobre DWDM (Dense Wave Division Multiplex) e Ethernet sobre RPR (Resilient Packet Ring) fornecem a recuperação do tráfego em menos de 50 mili-segundos no evento de uma falha catastrófica, tal como uma interrupção do enlace óptico. Esta disponibilidade elevada garante um tempo superior nas redes que fornecem aplicações de missão crítica.

Finalmente, a Ethernet Óptica é significativamente mais barata do que as redes atuais. As economias de custos podem ser vistas em ambos, as economias de custos operacionais e investimentos. O instituto Merrill Lynch, de fato, estima economias de custos de aproximadamente 4:1 para o Gigabit Ethernet contra o ATM (Asynchronous Transfer Mode). Um exemplo simples das economias da infra-estrutura vem do fato que as placas de interface Ethernet custam uma fração das placas de interface ATM.

## Ethernet Óptica: Aplicações



As soluções que utilizam a Ethernet Óptica fornecem e permitem um número extraordinário de novos serviços e aplicações. Estes serviços geralmente são classificados em duas categorias: serviços tipo conectividade Ethernet e serviços viáveis.

Os serviços tipo conectividade Ethernet incluem serviços básicos de Ethernet tais como serviços de linha privativa e acesso Ethernet, agregação e transporte Ethernet, e extensão de LAN.

Adicionalmente, a Ethernet Óptica possibilita uma segunda categoria de serviços e aplicações geralmente chamados serviços "viáveis". Os exemplos destes serviços e aplicações incluem serviços gerenciados (hospedagem de aplicações, desastre/recuperação e soluções de armazenamento) e aplicações específicas da indústria (gerência da cadeia de suprimento, gerência do relacionamento com o Cliente, baseadas em transações e aplicações de comércio eletrônico).

Estes serviços "viáveis" podem incluir qualquer aplicação ou serviço que requer um alto nível de desempenho da rede. Por exemplo, voz sobre IP é uma aplicação idealmente apropriada para o Optical Ethernet pois requer baixos níveis de latência e jitter da rede. Os serviços de armazenamento e desastre/recuperação são outros exemplos de serviços que requerem o desempenho da rede Optical Ethernet. Estes serviços, ambos requerem o desempenho em "tempo-real" da rede fim-a-fim, a disponibilidade abundante da largura de faixa, e os mais altos níveis de confiabilidade e segurança da rede.

Adotar a Ethernet Óptica nas suas redes permitirá as operadoras, aos provedores de serviços e as empresas escolherem uma variedade de novos serviços especializados que podem ser rapidamente



fornecidos, facilmente provisionados, e mantidos remotamente pelas operadoras, pelos provedores de serviços ou pelas próprias empresas.

As vantagens provenientes dos novos serviços com a Ethernet Óptica são:

- simplicidade (transparência fim-a-fim),
- velocidade (2Mbit/s até 10Gbit/s), e
- confiabilidade (proteções das redes ópticas).

Para as empresas, as possibilidades são emocionantes, e os riscos são minimizados. A Ethernet Óptica fornece a conectividade necessária para permitir aplicações e serviços inovadores que ajudam a maximizar a lucratividade da empresa.

As empresas poderão implementar ou contratar uma nova série de serviços que incluem os seguintes exemplos:

- Serviços de conectividade Ethernet: linha alugada Ethernet, Virtual Private Ethernet (VPE), acesso à Internet, acesso ao Internet Data Center (IDC), etc.
- Serviços viáveis: recuperação centralizada de desastre/armazenamento, outsourcing de rede, consolidação de aplicação, voz sobre IP, etc.

### Ethernet 10 e 100 Mbit/s

A evolução da Ethernet do centro de pesquisas de Xerox em Palo Alto a 10 Mbit/s e então a 100 Mbit/s levou aproximadamente 20 anos para acontecer. Esta progressão lenta foi em parte devido às velocidades computacionais menores que não conseguiam atingir o ritmo do primeiro padrão aprovado, a Ethernet a 10 Mbit/s. Isto colocou o estrangulamento da transmissão no computador e não na rede.

Quando o IEEE concordou com a necessidade para 100 Mbit/s, o padrão oficial requereu somente 2,5 anos de desenvolvimento. Os anos 1990s mostraram um crescimento incrível na velocidade da tecnologia do PC e, então com o advento do Fast Ethernet (100 Mbit/s), o estrangulamento da transmissão moveu-se da unidade central de processamento (CPU) para a rede.

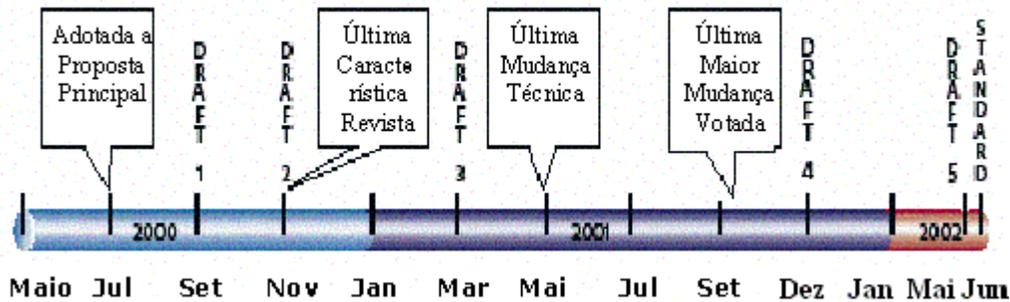
### Gigabit Ethernet

O Gigabit Ethernet (GE) foi mencionado inicialmente em novembro de 1995 e foi um padrão inteiramente ratificado em menos de três anos mais tarde. Embora isto movesse o estrangulamento da transmissão para o computador, não demorou muito tempo para o PC alcançá-lo, e outra vez, novamente o mercado viu a necessidade por redes mais rápidas. Este ritmo rápido de desenvolvimento e de adoção para as tecnologias de computação e de rede pavimentaram o caminho para que os produtos 10 GE (pré-padrão) fossem fabricados muito tempo antes que o padrão estivesse ratificado inteiramente em junho de 2002 .

### 10 Gigabit Ethernet ou Ethernet Óptica

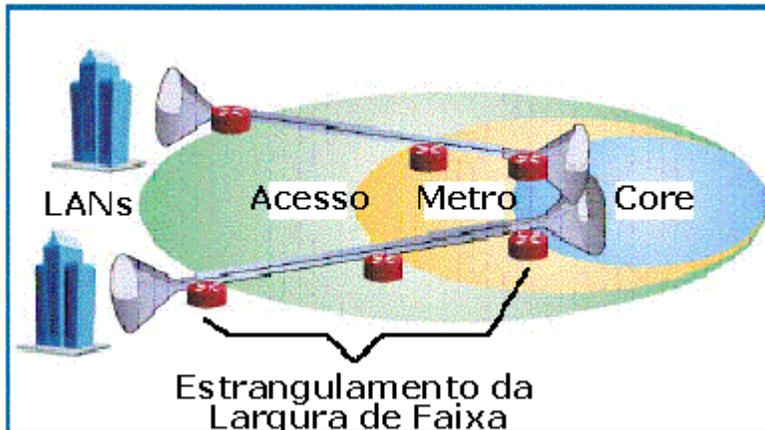
Em junho de 1998, a força de trabalho do IEEE 802.3z finalizou e aprovou formalmente o padrão Gigabit Ethernet. Menos que um ano mais tarde, em março de 1999, o grupo de estudo de mais alta velocidade (HSSG) realizou uma "chamada para discussão" para o 10 GE com 140 participantes, representando pelo menos 55 companhias. O grupo HSSG determinou que havia ampla necessidade para a próxima velocidade mais alta da Ethernet baseada em um crescimento rápido da rede e do tráfego da Internet e em uma forte pressão para soluções de 10 Gbit/s, tais como a agregação do GE, os canais da fibra óptica, os roteadores de terabit, e as interfaces de próxima-geração (NGN I/O). Possivelmente, a razão mais convincente que o grupo HSSG recomendou ao IEEE, a adoção de um padrão de 10 GE foi o seu desejo de evitar a proliferação de Usuários não padronizados, e conseqüentemente, provavelmente soluções não interoperáveis.

## Cronograma de Desenvolvimento do 802.3ae



Conseqüentemente, em janeiro de 2000, o Conselho de Padronização do IEEE aprovou um pedido de autorização de projeto para o 10 GE, e a força de trabalho do IEEE 802.3ae começou imediatamente o trabalho com o seguinte propósito: O compromisso para este novo desenvolvimento aumentou consideravelmente, e então mais de 225 participantes, representando pelo menos 100 companhias, foram envolvidos neste esforço técnico.

De fato, um progresso incrível foi feito com o draft inicial do padrão que foi liberado em setembro de 2000 e o draft 2.0 foi liberado em novembro de 2000. Estes primeiros drafts representaram um marco significativo no processo de desenvolvimento, desde as versões mais pesadamente debatidas, a camada física (PHY) e suas interfaces dependentes dos meios físicos (PMD), foram concordadas e definidas. O processo de desenvolvimento do IEEE 802.3ae foi realizado com sucesso e alcançou seu objetivo de ser um padrão ratificado em junho de 2002 .



A Ethernet Óptica fornece hoje o que poderia somente ser imaginado antes. Muda fundamentalmente a maneira que as redes estão sendo projetadas, construídas, e operadas criando uma solução nova de interligação que estende os limites do ambiente LAN para abranger a MAN e a WAN.

A Ethernet Óptica fornece um trajeto de transmissão transparente permitindo que os provedores de serviços aumentem seu faturamento e diminuam os custos enquanto continuam a suportar os serviços legados.

A Ethernet Óptica permite que as corporações ganhem a vantagem competitiva de suas redes reduzindo seus custos, fornecendo informação mais rápida, aumentando a produtividade dos empregados e melhorando a utilização dos recursos.

A revolução vinda da Ethernet Óptica será limitada somente por nossas imaginações, fornecendo em uma única solução, uma rede mais rápida, simples, e confiável.

### Referência

IEEE Std 802.3ae - 2002

Part3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access method and physical layer Specifications

Amendment: media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layers, and management parameters for 10 Gbit/s Operation

Material disponibilizado em:

[www.ProjetodeRedes.com.br](http://www.ProjetodeRedes.com.br)