

# REDES ÓPTICAS PASSIVAS EM SUBSTITUIÇÃO AO CABEAMENTO METÁLICO NO AMBIENTE INDUSTRIAL\*

*José Maurício dos Santos Pinheiro<sup>1</sup>*

## **Resumo**

As redes de comunicação em cabeamento metálico são a imensa maioria nas plantas industriais. Entretanto, redes ópticas experimentam expansão nos ambientes industriais em substituição ao cabeamento metálico nas redes de automação. Isto se deve principalmente às exigências dos novos sistemas de automação industrial que têm obrigado a busca por soluções tecnologicamente atualizadas e estruturas capazes de disponibilizar a informação de modo mais flexível, barato e eficiente, observando a constante necessidade de adaptação para as tecnologias emergentes. Este estudo tem como objetivo discutir o emprego das redes ópticas passivas no ambiente industrial, discutindo a migração das redes metálicas para uma plataforma de rede óptica, visando maior capacidade de transmissão e gerenciamento simplificado, considerando a significativa redução de custos operacionais, consumo de energia e espaço físico.

**Palavras-chave:** Fibra óptica; Redes passivas; Automação; Cabeamento.

## **OPTICAL PASSIVE NETWORKS REPLACING THE METALLIC CABLING IN INDUSTRIAL ENVIRONMENT**

### **Abstract**

Communication networks built with metallic wiring are still the vast majority in industrial plants. However, passive optical networking solutions experience an expansion in industrial environments to replace the metal wiring in the connection of automation devices. This is mainly due to the demands of new industrial automation systems which have forced the search for technologically updated solutions and structures to provide the most flexible way of information, cheap and efficient, observing the constant need to adapt to emerging technologies. The industrial automation networks using metallic cabling have limitations in transmission capacity as well as in the distances that can manage, in addition to having an infrastructure-dependent life where they are inserted. Passive optical networks with the use of single-mode optical fibers in the industrial environment, enable the integration of multiple media communications on a single platform, with greater transmission capacity and simplified management, representing a significant reduction of operating costs, energy consumption and space physicist.

**Keywords:** Optical fiber; Passive networks; Automation; cabling.

<sup>1</sup> *Professor Especialista do Centro Universitário de Volta Redonda - UBM e Consultor de Tecnologia na JM Consultoria, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

A aplicação de automação eletrônica nos processos industriais resultou em vários tipos de sistemas [1]. Em paralelo, os avanços nas tecnologias das redes de computadores proporcionaram um grande desenvolvimento aos sistemas de automação. As estações de trabalho atuais fornecem uma incrível potência de processamento a baixo custo, com alta resolução gráfica, consistência e facilidade de uso [1]. Por outro lado, conforme relatam Fey e Gauer [2]:

O cabeamento estruturado surgiu da necessidade de padronizar e organizar as instalações das redes de computadores locais emergentes no final dos anos 1980. De lá para cá, cada vez mais a infraestrutura física dos sistemas de telecomunicações foi se tornando importante componente empresarial.

Assim, as redes locais de computadores com cabeamento metálico, inicialmente não idealizado para ambientes industriais, se tornaram um padrão, passando a ser utilizadas com propósitos gerais e se tornando importantes competidoras das redes especialistas no processo industrial.

Aplicações industriais apresentam demandas elevadas em termos de confiabilidade, segurança e estabilidade e, portanto, esses requisitos também são exigidos das redes ópticas. Ao longo dos anos, os fornecedores de equipamentos foram melhorando seus projetos, desenvolvendo novas soluções, protocolos e hardware, para incorporar as características requeridas na indústria, como determinismo, confiabilidade, segurança, entre outros. Segundo Albuquerque e Alexandria [3]:

Com a tendência atual de utilização dos sistemas de informação baseados em dispositivos de baixo custo, como microcomputadores, torna-se necessária a interligação desses dispositivos por meio de rede digital.

Essa evolução da tecnologia e dos próprios processos produtivos levou a uma mudança de pensamento e de procedimentos e, dessa maneira, a automação rompeu os limites do chão de fábrica, adotando sistemas de fornecedores diferentes, compatíveis entre si e alcançando fronteiras mais amplas, abrangendo a automação do negócio ao invés da simples automação dos processos e equipamentos. A demanda por mais capacidade e melhor desempenho a baixo custo trouxe mudanças com o aumento do uso não industrial [1].

Um sistema de automação industrial baseia-se em duas premissas básicas: a total distribuição do processamento e a concentração das informações de processo. O conjunto dos equipamentos de automação, formado pelos atuadores, controladores e sensores espalhados pela planta industrial, controlando bombas, sistemas de refrigeração e aquecimento, elevadores, segurança, etc., interligados aos computadores dos diversos sistemas, através da rede de comunicação em um centro de controle caracterizam essa estrutura (Figura 1). O cabeamento deve ser estruturado de forma a ser capaz de suportar a telemetria exigida entre os equipamentos remotos e as estações de controle [4].

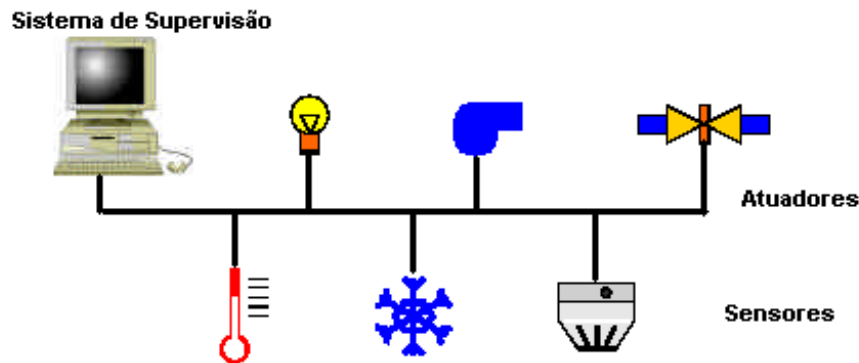


Figura 1 - Exemplo de comunicação e controle em redes industriais

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica da literatura especializada, no qual realizou-se uma consulta a livros e artigos científicos disponíveis na Internet. A pesquisa dos livros e dos artigos na Internet foi realizada entre setembro de 2015 e fevereiro de 2016.

Os critérios de inclusão para os materiais de consulta pesquisados foram a abordagem de redes ópticas passivas aplicadas aos diferentes ambientes de redes de comunicação e estudos das redes de comunicação industriais. Logo em seguida, buscou-se estudar e compreender os principais parâmetros e formas de aplicação da tecnologia óptica de acordo com as características do ambiente industrial.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No caso das redes industriais, muitos sistemas com características de operação diferentes foram desenvolvidos para possibilitar o controle de operação, a supervisão e o gerenciamento do processo industrial [4]. Entretanto, as redes de automação industrial que utilizam cabeamento metálico possuem limitação na sua capacidade de transmissão, bem como nas distâncias que conseguem atingir, além de possuírem uma vida útil dependente da infraestrutura onde estão inseridas.

Aplicações de redes ópticas passivas representam uma alternativa para as redes com cabeamento metálico, oferecendo menor custo de instalação e de manutenção.

### 3.1 Cabeamento Estruturado Metálico em Redes Industriais

A aquisição de dados provenientes de sensores de campo muitas vezes requer esforços consideráveis na área de engenharia de processos. Cabos ao longo de grandes distâncias, ambientes sujeitos às interferências eletromagnéticas, umidade e outros fatores hostis, resultam em custos elevados de instalação e manutenção de cabeamento. Conforme Pinheiro [5]:

Por exemplo, o cabeamento de uma rede industrial é responsável pela comunicação entre as diversas estações remotas, localizadas ao longo da planta, com seus atuadores e sensores, como também é responsável pela troca de informações entre essas estações e os centros de controle.

Assim, o cabeamento estruturado metálico é o principal responsável pela comunicação entre as diversas estações remotas, localizadas ao longo da planta, com

seus atuadores e sensores, bem como pela troca de informações entre as estações e os centros de controle.

Os projetos de redes industriais então passaram a considerar a evolução natural das tecnologias de comunicação e informação e a utilização de padrões e normas dos sistemas de cabeamento estruturado, abrangendo também os conceitos de sistemas operacionais, interface homem-máquina e requisitos para bancos de dados (Figura 2). Esses conceitos e padrões abrangem as redes para dados, voz e imagem, garantindo que as instalações possam operar sem restrições quanto a mudanças, tanto de layout, quanto de atualização de equipamentos e das tecnologias.

Contudo, o cabeamento utilizando condutores metálicos para a conexão dos diversos dispositivos aos controladores apresentam um custo relativamente elevado, falta de flexibilidade nos casos de modificações ou expansões e uma maior demanda de tempo nas fases de projeto e instalação, bem como nas atividades de manutenção preventiva e corretiva.

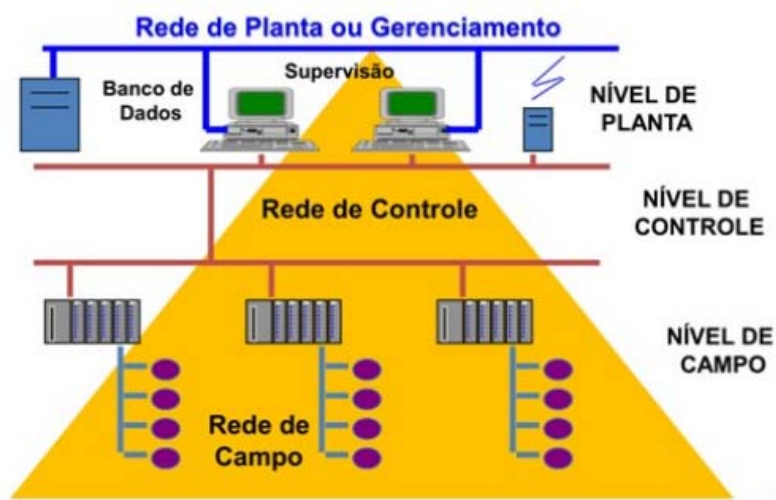


Figura 2 - Rede industrial típica

Em qualquer planta industrial, um número expressivo de dispositivos de campo é distribuído em uma área extensa, com diferentes graus de dificuldade de acesso. Nos casos de projetos de ampliação ou modernização ocorrem com frequência problemas com cabos obsoletos ou danificados, que não atendem às novas necessidades. Isto resulta em tempos de parada nas operações, bem como numa manutenção mais demorada e cara. Como ressalta Pinheiro [5]:

Com a evolução da tecnologia fotônica, que explora a luz como meio de armazenamento e envio de informações, os meios ópticos tornaram-se a opção mais viável para a transmissão desses grandes volumes de informações de forma rápida e confiável, atingindo velocidades que chegam a dezenas de Gigabits por segundo nos sistemas comerciais.

### 3.2 Redes Ópticas Passivas

Redes Locais Industriais que utilizam cabeamento metálico possuem limitação na sua capacidade máxima de transmissão, bem como nas distâncias que atingem, além de possuírem uma vida útil dependente da infraestrutura onde estão inseridas. Como estratégia de evolução tecnológica, o cabo óptico pode se firmar como uma solução de grande potencial para as redes locais.

Conforme argumentam Fey e Gauer [2]:

Como ele não conduz eletricidade, o cabo de fibra óptica também pode ser útil em áreas onde grandes quantidades de interferências eletromagnéticas estão presentes, como em um chão de fábrica (ambiente industrial).

O acréscimo de serviços numa rede óptica passiva é simples. A principal vantagem da arquitetura está na redução dos custos de implantação e de manutenção, pela ampliação da largura de banda disponível sem a necessidade de aumento no número de componentes ativos na rede. Trata-se, pois, de uma solução que permite levar a fibra óptica monomodo até a sala de controle, chão de fábrica ou estação de trabalho com um custo inferior ao das redes locais tradicionais baseadas em cabeamento metálico ou fibras ópticas multimodo. A Figura 3 apresenta um exemplo de aplicação no ambiente industrial, onde os diversos setores da empresa são interligados através de equipamentos ativos (OLT e ONT) e passivos (fibra óptica e divisores ópticos) distribuídos ao longo da planta facilitando a comunicação interna e os processos necessários à produção.

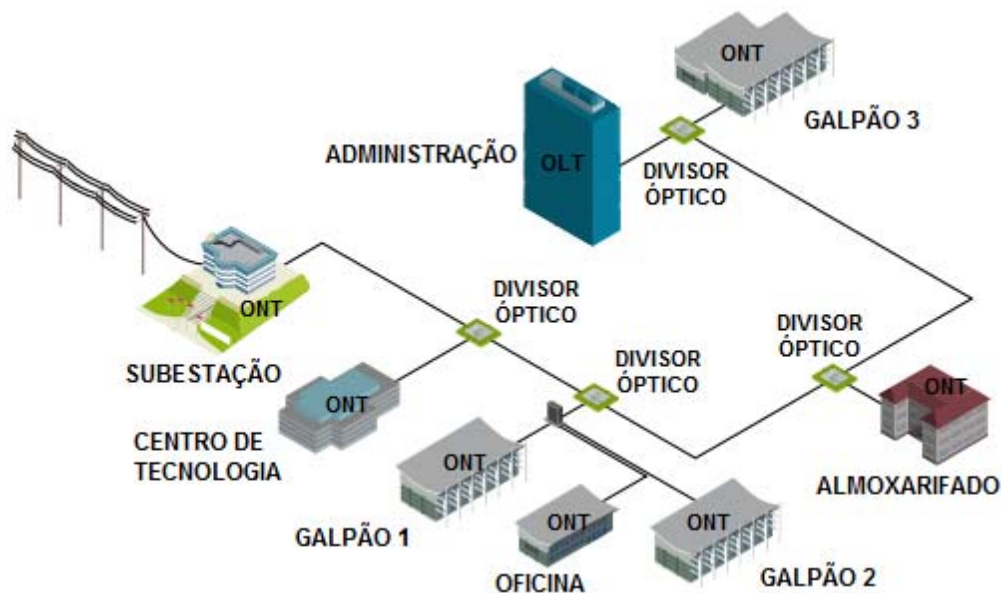


Figura 3 – Exemplo de rede óptica passiva na indústria

Trata-se do conceito aplicado às redes locais para comunicação utilizando a infraestrutura óptica passiva para tráfego de informações na rede local. Soluciona problemas de banda corporativa, uma vez que a tecnologia óptica possui uma capacidade infinitamente maior do que a de uma rede de cabeamento metálico padrão. Como benefícios adicionais do emprego da tecnologia em ambientes industriais, pode-se citar a manutenção mais simples, os custos de operação mais baixos e a flexibilidade do gerenciamento quase ilimitada. A proteção do investimento, bem como o desembolso de manutenção, pode ser drasticamente reduzida. Além disso, simplifica a arquitetura das redes, desde o mapeamento até a lógica e distribuição, com gerenciamento simples e, ao mesmo tempo com recursos avançados.

Uma rede industrial utilizando cabeamento óptico passivo pode oferecer economia, tanto no que se refere ao tempo gasto, quanto aos custos envolvidos. As redes ópticas atendem às seguintes exigências:

- Alto grau de confiabilidade;
- Imune às interferências eletromagnéticas;
- Alcance de dezenas de metros até alguns quilômetros.
- Integração com redes de automação e sistemas de controle existentes.

O objetivo é reduzir despesas e melhorar a disponibilidade e confiabilidade das redes locais industriais.

### 3.3 Arquitetura de Redes Ópticas Passivas

Redes ópticas passivas utilizam arquitetura, padrão e protocolos diferentes das redes locais típicas. Existem diferentes oportunidades de mercado para redes de acesso [6]. Aplica-se às redes locais corporativas internas, interligação de áreas externas e ambientes industriais, entre outros.

Este conceito de rede local está baseado na centralização do gerenciamento em um único ponto a partir do qual se faz a distribuição das conexões por meio de cabo óptico e divisores ópticos. Diferentes terminais de usuário possibilitam integrar além da comunicação de voz dados e vídeo e imagem, os sistemas de segurança e automação da planta.

Desta forma, uma rede óptica passiva apresenta três componentes fundamentais (Figura 4): OLT, ONT e ODN. O OLT e a ONT contêm componentes ópticos e eletrônicos, enquanto a ODN inclui os componentes passivos:

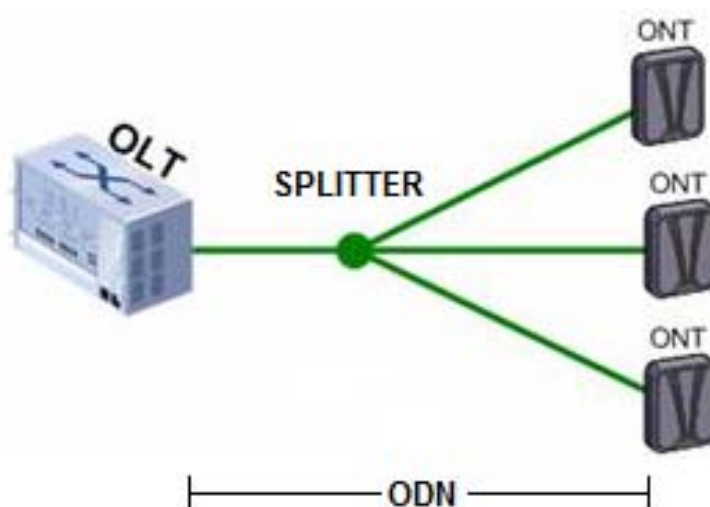


Figura 4 - Elementos de uma rede óptica passiva

Terminal de Linha Óptica (Optical Line Terminal - OLT) – localizado no ponto central da rede gerencia o funcionamento das unidades espalhadas pela planta. A OLT é a responsável pela transmissão do sinal óptico que será distribuído para os diversos usuários, através dos divisores ópticos passivos. Um OLT pode ser capaz de suportar distâncias de transmissão da ordem de 20 km através da rede de distribuição óptica (ODN). Além disso, toda a rede óptica é gerenciada pelo OLT;

Terminal de Rede Óptica (Optical Network Terminal - ONT) – é responsável pela conversão do sinal óptico (proveniente do OLT) em sinal elétrico na comunicação com os dispositivos de campo como computadores, sensores, atuadores e outros

equipamentos. A ONT concentra o tráfego até que o sinal possa ser transmitido para o OLT;

Rede de Distribuição Óptica (Optical Distribution Network - ODN) - constitui a rede de distribuição passiva (fibra óptica, splitters, conectores ópticos, etc.).

O modo como as diferentes ONTs estão interligadas à OLT define a arquitetura da componente óptica da rede de acesso (ODN). O sinal óptico transmitido pela OLT é repartido pelas diferentes ONTs usando um divisor óptico passivo [7].

### 3.4 CapEX e OpEX

A solução de redes ópticas passivas deve possibilitar a redução de investimentos na operação e manutenção de redes locais industriais. A redução de investimentos é possível porque se eliminam ativos de rede intermediários como roteadores e equipamentos de borda, além de reduzir os gastos com energia e pessoal para manutenção e operação, em razão da centralização dos ativos da rede em um único ponto. Dois valores devem ser considerados nos investimentos financeiros destinados ao projeto de redes ópticas passivas: CapEX e OpEX.

O primeiro, CapEX (Capital Expenditure), representa as despesas de capital ou investimento em bens de capital de uma empresa. Refere-se a todo montante financeiro despendido na aquisição (ou introdução de melhorias) de bens de capital de uma determinada empresa. O CapEX é, portanto, o montante de investimentos realizados em equipamentos e instalações de forma a manter a produção de um produto ou serviço ou manter em funcionamento um negócio ou um determinado sistema. Um projeto elaborado para atendimento de redes ópticas passivas agrega vantagens que consistem em redução significativa de infraestrutura, seja ela física (ocupação de racks, ocupação de eletrocalhas e dutos) ou sistêmica (redução de investimentos em ar-condicionado, alimentação elétrica estabilizada).

Já o OpEX (Operational Expenditure) é custo associado à manutenção dos equipamentos e aos gastos de consumíveis e outras despesas operacionais, necessários à produção e à manutenção em funcionamento do negócio ou sistema. A melhor utilização das portas de ativos, somadas às características de gerência das redes ópticas passivas e, especialmente, a redução do consumo de energia elétrica em salas técnicas devido à redução de ativos e de sistemas periféricos como climatização gera grande redução no custo de operação das redes passivas.

Assim as redes ópticas passivas reduzem significativamente os investimentos em CapEX e OpEX, tanto no que se refere ao cabeamento propriamente dito, quanto nos equipamentos, além dos custos operacionais relativos à instalação e gerência, além do tempo de execução de projeto.

### 3.5 Solução Verde

Soluções de sistemas industriais preocupados com o impacto da tecnologia no meio ambiente é uma tendência que cresce ao nível mundial. A preocupação está desde a utilização mais eficiente de energia, recursos e insumos na produção, uso de matéria prima e substâncias menos tóxicas na fabricação. Abrange os recursos tecnológicos que consomem menos energia, que não agridam o meio ambiente na sua utilização e operação e por fim não proporcione (ou minimize) os impactos no descarte, permitindo reciclagem e reutilização.

Ao mesmo tempo em que visa melhorias no desempenho da rede de comunicação, a utilização de redes ópticas passivas permite a estruturação de uma rede com menor

número de elementos ativos permitindo a redução do consumo de energia e também dos gastos com refrigeração e proteções elétricas, além de menor utilização de materiais como plástico, por exemplo. Por esta razão, redes ópticas passivas também podem ser consideradas uma tecnologia “verde” que contribui para o resultado financeiro da empresa, uma vez que se traduz em menores despesas operacionais e de remanejamento de recursos.

### 3.6 Simplificação do Gerenciamento da Rede

A utilização de redes ópticas passivas permite significativa simplificação nos processos de gerenciamento da planta, uma vez que o provisionamento e configurações podem ser realizados de forma unificada e centralizada (Figura 5). Em consequência, ocorre uma expressiva redução do tempo de execução dos projetos de ampliação ou modernização da planta industrial.

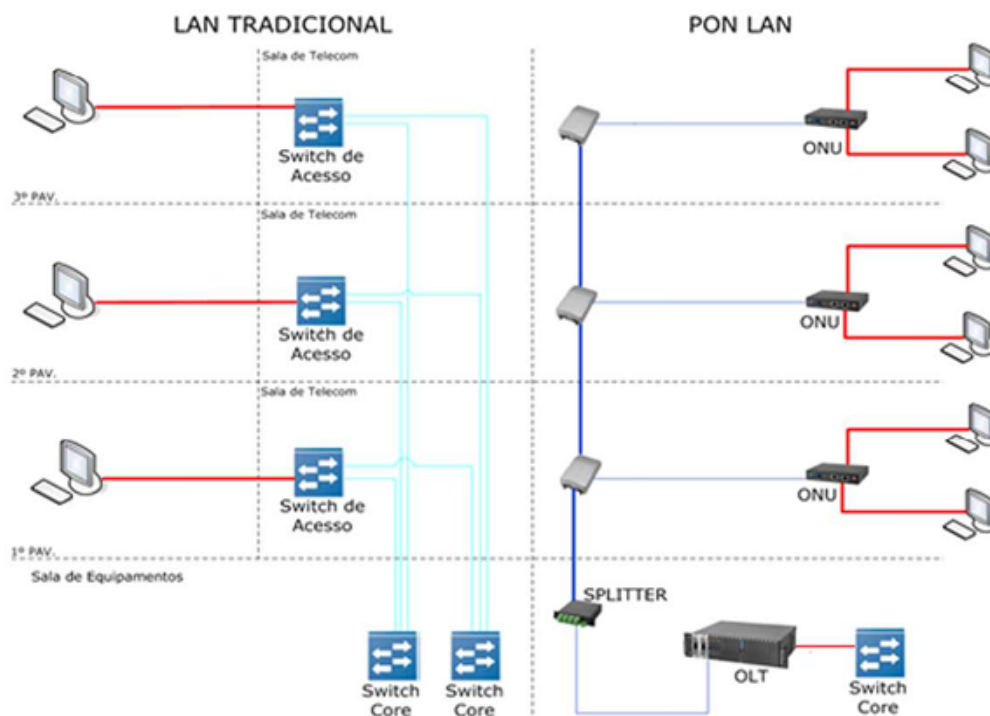


Figura 5 – Simplificação na configuração e no gerenciamento

A escolha da melhor arquitetura de rede óptica passiva depende de diferentes fatores nomeadamente, os serviços a oferecer, os cenários de operação, a infraestrutura existente, além do próprio modelo de exploração e a capacidade de, no futuro, poder migrar para novas tecnologias.

### 3.7 Vantagens Técnicas, Econômicas e Desafios

De modo geral, podem-se citar as seguintes vantagens técnicas e econômicas e os desafios para a aplicação de redes ópticas passivas no ambiente industrial:



### 3.7.1 Vantagens técnicas

- Centralização de gerenciamento;
- Simplicidade de construção, operação e manutenção;
- Redução de custos com infraestrutura;
- Convergência IP;
- Disponibilidade;
- Facilidade de atualização da rede;
- Não é limitada pelas restrições de distância e largura de banda das redes metálicas tradicionais.
- Alto valor agregado (produtos e serviços).

### 3.7.2 Vantagens econômicas

- Redução de ativos, armários e racks de conexão;
- Reduz drasticamente a necessidade de alimentação elétrica e infraestrutura de refrigeração;
- Elevada expectativa de duração do cabeamento;
- Redução do ciclo de atualização da infraestrutura de cabeamento (à medida que a tecnologia evolui, apenas os terminais ativos necessitam de atualização);
- Redução do número de vias de passagem para cabos e economia de espaço (cabos com menor diâmetro e mais leves).

### 3.7.3 Desafios para a tecnologia

- Necessidade de treinar equipes de rede;
- Normatização dos equipamentos e protocolos;
- Adequação da solução ao perfil da planta;
- Maturidade da rede.

## 4 CONCLUSÃO

As redes ópticas passivas atualmente apresentam uma relação custo-benefício bastante atraente para aplicação nos ambientes industriais uma vez que possibilitam uma redução significativa de custos de projeto. Também permitem que sejam resolvidos problemas relacionados com restrição de espaço físico e encaminhamento de cabos devido à ampliação e ou modernização da planta industrial. Redes ópticas passivas permitem a configuração e o gerenciamento mais eficiente dos ativos de rede, reduzindo o consumo de energia e recursos de refrigeração o que, em tempos de responsabilidade social, também se traduz em vantagem competitiva.

## REFERÊNCIAS

- 1 RIBEIRO, M. A. Automação Industrial. 5ª ed., São Paulo: Tek Treinamento & Consultoria Ltda., 2005.
- 2 FEY, A. F.; GAUER, R. R. Cabeamento Estruturado: Da Teoria à Prática. Caxias do Sul, 2013.
- 3 ALBUQUERQUE, P. U. B. de; ALEXANDRIA, A. R. de. Redes Industriais: Aplicações em Sistemas Digitais de Controle Distribuído. São Paulo: Ensino Profissional Editora, 2009.
- 4 PINHEIRO, J. M. S. Cabeamento Óptico. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2005.

- 5 PINHEIRO, J. M. S. Guia Completo de Cabeamento de Redes. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2003.
- 6 KEISER, G. FTTX Concepts and Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- 7 PIRES, J. J. O. Sistemas e Redes de Telecomunicações. Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores / Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2006.

## **BIBLIOGRAFIA**

- LOPEZ, R. A. Sistemas de Redes para Controle e Automação. Rio de Janeiro: Book Express, 2000.
- MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. Engenharia de Automação Industrial. 2ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2007