

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REDES DE COMPUTADORES

JHONY ROMANINI NERI

**ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE INTERNET FIBRA ÓPTICA NA PREFEITURA  
DE CRUZEIRO DO OESTE - PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO  
2018

JHONY ROMANINI NERI

**ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE INTERNET FIBRA ÓPTICA NA PREFEITURA  
DE CRUZEIRO DO OESTE - PR**

Monografia de especialização apresentada ao III Curso de Especialização em Redes de Computadores – Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Rede, do Departamento Acadêmico de Informática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Eden Dosciatti

PATO BRANCO  
2018

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE INTERNET FIBRA ÓPTICA NA PREFEITURA DE CRUZEIRO DO OESTE - PR

por

**Jhony Romanini Neri**

Esta monografia foi apresentada às 13h30min do dia 23 de novembro de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de ESPECIALISTA, no III Curso de Especialização em Redes de Computadores – Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O acadêmico foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

---

Prof. Dr. Eden Ricardo Dosciatti  
Orientador / UTFPR-PB

---

Prof. Dr. Fábio Favarim  
UTFPR-PB

---

Prof. M. Eng. Vinícius Pegorini  
UTFPR-PB

---

Prof. Dr. Fábio Favarim  
Coordenador do III Curso de Especialização  
em Redes de Computadores <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me iluminado durante toda esta jornada.

A minha esposa, filho e mãe que sempre estão do meu lado e incentivam meus estudos.

Ao meu orientador Prof. Eden Dosciatti por ter me guiado neste trabalho com muita dedicação, serenidade e comprometimento.

Aos demais professores, meu reconhecimento e agradecimento, todos vocês foram e são muito importantes para minha especialização.

Ao meu pai, que apesar de não estar presente entre nós, sempre incentivou nos meus estudos.

## RESUMO

ROMANINI NERI, Jhony. Análise de implantação de Internet fibra óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste. 2018. 61f. Monografia (Especialização em Redes de Computadores) – Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pato Branco, 2018.

O principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi desenvolver uma análise e acompanhamento no processo de implantação de Internet fibra óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste, de forma a coordenar o processo e gerar uma implantação satisfatória. A demanda atual da Prefeitura de Cruzeiro do Oeste já não suporta a tecnologia de Internet via rádio contratada, com apenas 5Mb de velocidade, fornecida em 38 pontos de conexão. Ainda, a conexão via rádio não é estável, oscilando ou caindo por diversos fatores externos, como chuvas e até árvores no caminho dos pontos de conexão. Devido a este motivo houve a necessidade de contratar uma nova tecnologia para suprir essas dificuldades. A WI Telecom, empresa que fornece Internet para Prefeitura, constatou a necessidade de implantação de fibra óptica para conexão, essa tecnologia possibilita entregar altas velocidades, é imune a interferências eletromagnéticas, fazendo que a qualidade do sinal seja estável sem oscilações do meio por interferências do meio externo. Entretanto a implantação da tecnologia de acesso à Internet por fibra óptica é uma tarefa muito difícil, pois demanda um projeto amplo para estruturação de equipe, projeto de rede e disponibilização de equipamentos, necessitando um alto investimento.

**Palavras-chave:** Fibra óptica. Internet. Rádio.

## ABSTRACT

ROMANINI NERI, Jhony. Análise de implantação de Internet fibra óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste. 2018. XX f. Monografia (Especialização em Redes de Computadores) – Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pato Branco, 2018.

The main objective of this course completion work was to develop an analysis and follow-up on the Internet fiber optic deployment process in the Cruzeiro do Oeste City Hall in order to coordinate the process and generate a satisfactory deployment. The current demand of the Municipality of Cruzeiro do Oeste no longer supports the Internet radio technology that it has contracted today, with only 5Mb of speed provided in each of the 38 connection points. Still the radio connection is not stable, oscillating or falling its connection by diverse external factors, like rains and until trees in the way of the points of connection. Due to this reason there was a need to hire new technology to overcome these difficulties. The WI Telecom company, which supplies the Internet to the City Hall, has established the need to install fiber optic for connection, this technology allows to deliver high speeds, is still immune to electromagnetic interference, making the signal quality stable without interference from the environment. external environment. However deployment of fiber optic Internet technology is a very difficult task, since it demands a broad project for team structuring, network design and equipment availability, requiring a high investment.

**Keywords:** Optical fiber. Internet. Radio.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DIAGRAMA EM BLOCOS DE UM SISTEMA DE COMUNICAÇÕES ANALÓGICO .....	20
FIGURA 2 – UMA CONVERSA TELEFÔNICA ELEMENTAR .....	20
FIGURA 3 – VISÃO GERAL DA ARQUITETURA DA INTERNET .....	22
FIGURA 4 – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA FIBRA ÓPTICA .....	27
FIGURA 5 – SISTEMA DE COMUNICAÇÃO ÓPTICA GENÉRICA.....	28
FIGURA 6 – REDE FTTX.....	31
FIGURA 7 –REDE ÓPTICA DESENHADA NO GOOGLE EARTH. ....	38
FIGURA 8 – REDE ÓPTICA COM CAIXAS DE ATENDIMENTO A CLIENTES.....	38
FIGURA 9 – FOLHA DE ROSTO DE UMA PARTE DO PROJETO.....	40
FIGURA 10 – FOLHA DE ROSTO DE UMA PARTE DO PROJETO.....	41
FIGURA 11 – FOLHA DE ROSTO DE UMA PARTE DO PROJETO.....	42
FIGURA 12 – EQUIPAMENTOS PARA SER REALIZADA A EQUIPAGEM DOS POSTES.....	43
FIGURA 13 – EXEMPLO DE EQUIPAGEM DE POSTE.....	43
FIGURA 14 – TÉCNICO DESENROLANDO CABO ÓPTICO PARA LANÇAMENTO ...	44
FIGURA 15 – TÉCNICOS ATRAVESSANDO A FIBRA ENTRE UMA RUA .....	45
FIGURA 16 – OLT GPON FURUKAWA. ....	46
FIGURA 17 – DIAGRAMA DE REDE ÓPTICA.....	47
FIGURA 18 – CAIXA DE EMENDA ÓPTICA.....	48
FIGURA 19 – SPLITTER NÃO CONECTORIZADO.....	48
FIGURA 20 – MÁQUINA DE FUSÃO.....	49
FIGURA 21 – CAIXA DE ATENDIMENTO ÓPTICO.....	50
FIGURA 22 – SPLITTER CONECTORIZADO.....	50
FIGURA 23 – ACOPLADOR ÓPTICO.....	51
FIGURA 24 – CAIXA DE ATENDIMENTO ÓPTICO MONTADA COM SPLITTER E ACOPLADORES.....	51
FIGURA 25 – CABO ÓPTICO DROP .....	52
FIGURA 26 – CONECTOR DE CAMPO .....	53
FIGURA 27 – ONU – OPTICAL NETWORK UNIT.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tecnologias e ferramentas utilizadas implantação do projeto .....	34
Quadro 2 - Etapas do projeto.....	35
Quadro 3 - Ponto de instalação da fibra, velocidade definidas e tipo de conexão.....	36



## LISTA DE SIGLAS

ABERT	Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
ADSL	<i>Assymetrical Digital Subscriber Line Acess Multiplexer</i>
CMTS	Cable Modem Termination System
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CSNET	<i>Computer Science Network</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
DGO	Distribuidor Geral Óptico
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>
FTTH	<i>Fiber To The Home</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
IXPs	<i>Internet eXchange Points</i>
SCM	Serviço de Comunicação Multimídia
SeAC	Serviço de Acesso Condicionado
SET	Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão
OLT	<i>Optical Line Terminal</i>
ONU	<i>Optical Network Unit</i>
WDM	Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda
xDSL	Acrônimo para <i>Digital Subscriber Line</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS.....	10
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i> .....	11
1.1.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	11
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	WI TELECOM .....	14
2.2	PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO OESTE .....	14
2.3	HISTÓRIA DAS TELECOMUNICAÇÕES.....	14
2.4	ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES .....	15
2.5	ORGANISMOS DAS TELECOMUNICAÇÕES .....	17
2.6	PROPRIEDADES DAS TELECOMUNICAÇÕES.....	18
2.7	FUNDAMENTOS DAS COMUNICAÇÕES .....	19
2.8	INTERNET.....	21
2.9	CONEXÕES DE INTERNET .....	22
2.10	LINHA DISCADA E xDSL .....	23
2.11	REDES SEM FIO .....	24
2.12	FIBRAS ÓPTICAS.....	25
2.13	FUNCIONAMENTO DAS FIBRAS ÓPTICAS.....	26
2.14	FIBRA MULTIMODO E MONOMODO .....	28
2.15	FFTX (FTTB – FTTA – FTTH) .....	29
2.16	VANTAGENS DAS FIBRAS ÓPTICAS .....	31
2.17	DESvantagens DAS FIBRAS ÓPTICAS.....	33
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO .....</b>	<b>34</b>
3.1	MATERIAIS .....	34
3.2	METODOLOGIA .....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>59</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O conceito da Internet surgiu durante a Guerra Fria. Em 1958, com medo do avanço tecnológico da União Soviética após o lançamento de um satélite, os Estados Unidos criaram a Agência de Projetos de Defesa (DARPA), dando início a um projeto de rede de computadores para que a comunicação fosse mais rápida. Essa rede se tornaria a ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), tendo início em 1966 e implantado a partir de 1969.

Atualmente, a Internet é uma necessidade no cotidiano das pessoas, seja no meio residencial ou empresarial, através dela acessamos conteúdo de vídeos, imagens, trocamos e-mails, acessamos banco de dados, realizamos transações financeiras, fazemos ligações, nos conectamos a pessoas. Devido a todas essas possibilidades, necessitamos cada vez mais de altas velocidades de conexão e que a mesma seja entregue através de uma rede estável e confiável para que o usuário tenha uma experiência satisfatória ao utilizar a Internet.

Existem várias formas de provimento de conexão com a Internet, uma delas é a conexão via rádio, que utiliza o espectro eletromagnético como meio de comunicação. Os provedores de Internet que fornecem conexão por esse meio, instalam pontos de acesso para que através de antenas instaladas nos clientes as mesmas capturem o sinal de Internet. Os obstáculos como prédios e árvores além do clima como chuva e tempestade interferem drasticamente na qualidade deste sinal, ocorrendo quedas ou oscilações.

A conexão por fibra óptica é a tecnologia mais avançada para garantir conexão de qualidade. A transmissão dos dados é feita através de sinal de luz onde os cabos ópticos suportam volume de dados muito maior do que conexões via rádio ou por fios de cobre. Além disso a fibra óptica é imune a interferências eletromagnéticas, tendo menos interferências externas, garantindo uma conexão eficiente e estável.

## 1.1 OBJETIVOS

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um projeto de implantação e implantar conexão de Internet através de Rede Fibra Óptica utilizando o provedor WI TELECOM, na Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Oeste – PR.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Para atingir as metas pretendidas neste projeto de conclusão de curso a análise do projeto deverá ser capaz de:

- Garantir maior velocidade de banda para os usuários;
- Possibilitar a navegação de diversos usuários simultâneos sem perder a qualidade ao acessar as mídias;
- Garantir segurança na troca de dados;
- Permitir estabilidade na conexão;

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Oeste possui o serviço de Internet em 38 pontos do município. A conexão é provida através de Rádio, na qual onde o sinal é captado de diversos pontos de acesso espalhados pela cidade. Devido o fato de a conexão ser via Rádio existe uma limitação na quantidade de banda disponível para contratação, não suprimindo as necessidades da Prefeitura que demanda de mais velocidade de conexão para atender com qualidade seus usuários internos.

A conexão via Rádio também é muito afetada por questões externas como chuvas e tempestades, oscilando ou até mesmo caindo a conexão, além de interferência de outros rádios que afetam a qualidade do serviço. O meio físico é outro empecilho, pois o crescimento de árvores ou construção de edificações entre o ponto de acesso e o ponto e o local que a antena do cliente está instalada pode prejudicar ou interromper a conexão.

Mediante estes fatos, a Prefeitura pleiteou a instalação de Internet Fibra Óptica, para que através dessa tecnologia fosse possível melhorar a qualidade da conexão de Internet, tendo a disponibilidade de uma velocidade de conexão maior nos 38 pontos e tendo uma grande estabilidade na conexão, evitando quedas ou oscilações em dias de chuva ou

tempestade, edificações que são causados nas conexões a rádio. Ainda não é necessário ter vários pontos de acesso para atender os diferentes locais, diminuindo os riscos de se ter indisponibilidade de energia ou queima de algum equipamento nesses pontos.

O Provedor de Acesso à Internet (em inglês *Internet Service Provider*, ISP) utilizado para fornecimento de Internet na prefeitura é o WI TELECOM, os equipamentos utilizados para prover essa conexão permitem que sejam fornecidos no máximo 5MB de velocidade de conexão, impossibilitando que os 38 pontos instalados permitam que seus mais de 250 usuários tenham uma navegação de qualidade devido a limitação da velocidade.

Fazer a mudança da conexão de Internet via Rádio para Internet Fibra Óptica é uma tarefa que demanda de esforço pessoal e financeiro. Mudar toda uma estrutura existente para uma nova tecnologia demanda investimento para aquisição de novos equipamentos, capacitação de equipe técnica e meses de serviço.

Hoje em dia a tendência é que se tenha um crescimento cada vez mais expressivo na comunicação por fibra óptica, a realidade dos provedores está se ajustando a essa tecnologia, pois as comunicações exigem cada vez mais largura de banda e quem não se adequar a essa realidade vai ficar obsoleto no mercado.

Em meio a esses desafios, existe a necessidade de implantar a conexão de Internet via Fibra Óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste – PR, implicando em um projeto amplo, levantando as necessidades e disponibilizando recursos. Tudo isso para que os usuários da Internet tenham uma experiência satisfatória e que se supram as necessidades da Prefeitura através de uma conexão estável e veloz.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em quatro capítulos: Sendo que o primeiro capítulo apresenta a justificativa do trabalho, os objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo aborda-se o referencial teórico, apresentando conceitos das comunicações, Internet, fibra óptica e rádio. Ainda aborda tópicos sobre Engenharia de Telecomunicações e suas aplicações. No terceiro capítulo são apresentados os métodos e materiais que foram utilizados para a constituição da aplicação do projeto.

No quarto capítulo apresenta-se a aplicação do projeto, todo o roteiro da implantação de Internet fibra óptica, abordando cada etapa contemplada no projeto, como a constituição do

projeto de rede, treinamento técnico, aquisição de materiais, construção da rede óptica, configuração de equipamentos, ativação dos pontos da Prefeitura, entre outros.

Ao final, apresentam-se as considerações finais do estudo, seguido das referências usadas no decorrer da pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O principal objetivo deste capítulo é apresentar o referencial teórico, que se divide em apresentar inicialmente o provedor de internet e a prefeitura; seguido da revisão de literatura que contempla os principais conceitos e características das conexões de Internet além das características, vantagens e desvantagens da Internet fibra óptica.

### 2.1 WI TELECOM

A WI TELECOM surgiu a partir da fusão entre o provedor IRAPIDA e WLN em 2009, atuando na região norte do Paraná, atualmente fornece Internet para mais de 6.000 clientes através de conexão via rádio e fibra óptica.

O provedor possui 8 escritórios de atendimento estrategicamente alocados para atender 40 cidades, conta ainda com 34 pessoas entre colaboradores e parceiros para atender de forma qualificada seus clientes.

### 2.2 PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO OESTE

A cidade de Cruzeiro do Oeste tem uma população estimada em aproximadamente 20.000 habitantes. O município está localizado na região noroeste do estado do Paraná. A cidade foi fundada em 1952.

Na prefeitura da cidade trabalham aproximadamente 250 colaboradores, distribuídos em mais de 38 pontos que pertencem a gestão municipal.

### 2.3 HISTÓRIA DAS TELECOMUNICAÇÕES

Registros dão conta que o primeiro sistema telefônico através de fio com transmissão elétrica inelegrável de voz, foi produzido por Alexander Graham Bell (1847 – 1922) em 1875, logo após o mesmo patenteou a invenção.

O desenvolvimento do sistema telefônico produzido por Alexander Graham Bell (1847 – 1922) foi muito importante para o aprofundamento da comunicação, já que a mesma

motivou diversos cientistas, estudiosos e inventores a uma incessante busca para outros meios de comunicações, como sem fio ou rádio.

Das pessoas que pesquisaram novos meios de comunicação algumas tiveram destaque especial, entre elas o italiano Marchese Guglielmo Marconi (1874 – 1937). O mesmo era inventor, físico e engenheiro. Após uma série de experimentos com sinais telegráficos sem fio realizados na Itália e Inglaterra, ele veio a conseguir um feito em 1909, enviou sinais a 12 milhas de distância, Marchese Guglielmo é considerado o inventor do rádio, também foi premiado com o Nobel de Física.

Os russos consideram o inventor do rádio Aleksandr Stepanovich (1859 – 1905), o mesmo era físico e engenheiro eletricitista, realizou trabalhos na recepção de sinais eletromagnéticos, independente de Marchese Guglielmo Marconi, o mesmo conseguiu desenvolver um sistema de comunicações via rádio para navios russos em 1898.

Um dos grandes destaques foram as descobertas de Heinrich Rudolph Hertz (1857 – 1894), o físico e professor alemão ficou famoso por provocar descargas elétricas e estudar as ondas eletromagnéticas, ondas de rádio ou ondas hertzianas, referenciadas em homenagem a ele. Os feitos alcançados por Hertz foram primordiais para o desenvolvimento das comunicações sem fio.

No Brasil o grande destaque é do Padre Roberto Landell de Moura, um gaúcho de Porto Alegre, nascido em 1861, era estudioso de química e física, desenvolveu um transmissor de rádio e fez a primeira transmissão da voz através de ondas eletromagnéticas. O feito foi realizado na cidade de São Paulo em 1893, a transmissão foi ouvida com clareza em um receptor instalado a 8 quilômetros de distância.

Acreditasse que essa transmissão pública pode ter ocorrido muito anteriormente aos experimentos realizados por Marchese Guglielmo Marconi. Padre Moura não conseguiu patentear sua invenção, ele é considerado o precursor das comunicações rádio no Brasil, faleceu em 1928.

## 2.4 ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

O conceito telecomunicações é constituído do ramo de engenharia elétrica que tem o objetivo de tratar do projeto, implantação e realizar manutenção dos sistemas de comunicações, onde o objetivo é atender as necessidades de se comunicar a distância.



Os sistemas de telecomunicações permitem que os usuários troquem informações, através de equipamentos terminais, elétricos ou eletrônicos, compatíveis tecnicamente com o sistema, as informações trafegam pelos meios de comunicações, sejam elas por fio, rádio ou sem fio e fibra óptica, as mesmas são transmitidas na forma de sinais elétricos ou eletromagnéticos.

Segundo Júlio Cesar de Oliveira Medeiros (2005, p. 17) “[...] Em princípio, as informações, quando recebidas pelos respectivos destinatários, são interpretadas e geram respostas ou, pelo menos, a confirmação do recebimento. Por este motivo sempre é utilizado o termo telecomunicações, no plural.”

De acordo com Medeiros (2005), o engenheiro de telecomunicações é o profissional, de formação universitária, encarregado do projeto, implantação e manutenção dos sistemas de comunicações.

Dentre outras, cabem-lhe as seguintes tarefas:

- Planejar e dimensionar o sistema;
- Levantar o custo do sistema;
- Escolher os locais onde serão instalados os equipamentos;
- Escolher os equipamentos;
- Ensaiar em laboratório amostrar dos equipamentos escolhidos;
- Prever as fontes de energia para alimentação dos equipamentos;
- Especificar as obras civis necessárias à implementação do sistema;
- Proceder à montagem das redes e dos equipamentos.
- Colocar e manter o sistema em funcionamento;
- Efetuar as medidas elétricas e eletromagnéticas necessárias à otimização do sistema;
- Prever a ampliação do sistema
- Flexibilizar o sistema, integrando-o a outros existentes;
- Planejar e executar a manutenção do sistema;

Os grandes sistemas de comunicações com abrangências mais complexos são projetados e implantados por diversos engenheiros e de diferentes especialidades, como engenheiro eletricista, civil, mecânica, podendo ainda abranger administradores, arquitetos e outros profissionais para que seja possível a execução de um grande projeto.

Fazem parte do ramo de engenharia elétrica a engenharia de eletricidade, eletrônica e computação, a engenharia de eletricidade é responsável pela geração de energia elétrica, transporte e distribuição nos locais de consumo, das fontes de alimentação em geral, motores e equipamentos de refrigeração e aterramento de proteção das instalações e equipamentos.

Já a engenharia eletrônica é responsável pelo projeto, desenvolvimento, fabricação e manutenção de equipamentos, dispositivos e componentes elétricos e eletrônicos. A engenharia da computação é responsável do projeto e implantação das redes de dados, gerenciamento de equipamentos eletroeletrônicos, sistemas automatizados, bancos de dados e desenvolvimento de aplicativos.

Os profissionais da engenharia elétrica podem na fotônica desenvolver atividades relacionadas às fibras ópticas e transdutores e sensores ópticos, a fotônica é a ciência do controle, manipulação, transferência e armazenamento de informações mediante a utilização de fótons.

Os técnicos são de alta importância para os engenheiros, sua formação é mais específica e voltada para determinada área de interesse, tais como redes de fio e fibras ópticas, transmissão como antenas e equipamentos rádio, comutação (centrais telefônicas). O técnico atua como auxiliar em projetos, manutenção e instalações de equipamentos do sistema, além de trabalhos em fábricas, laboratórios ou trabalhos em campo.

## 2.5 ORGANISMOS DAS TELECOMUNICAÇÕES

As telecomunicações possuem organizações que coordenam e fiscalizam as comunicações, a ITU – União Internacional de Telecomunicações é uma delas, com sede na Suíça, a ITU é uma organização internacional que congrega governos e setores privados em um Sistema Unido de Nações, para coordenar as comunicações globais em serviços e redes, visando o desenvolvimento da ciência e tecnologia.

Segundo Medeiros (2005) a ITU sugere as doutrinas de telecomunicações para racionalizar o uso dos meios, ainda publica documentos e faz a promoção de encontros entre representantes de governos, engenheiros, organizações e indústrias do setor. Os três setores de atuação da ITU são: (i) ITU – R, comunicações via rádio e registro de frequências; (ii) ITU – T, padronização das telecomunicações em telefonia, telegrafia e dados e; (iii) ITU – D, desenvolvimento das telecomunicações.

No Brasil a ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações - é o órgão encarregado de coordenar e fiscalizar as comunicações. Com sede em Brasília, também tem o papel de certificar e homologar produtos.

Podemos considerar como um exemplo, para que um provedor de Internet possa operar é necessário a licença SCM – Serviço de Comunicação Multimídia; para serviços de TV por assinatura é necessária a licença SeAC – Serviço de Acesso Condicionado. Todas essas licenças são possíveis através de outorga liberadas pela ANATEL.

Outro órgão é a ABERT – Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão, que é uma associação prestadora de serviços, informação e assessoramento ao governo. Também trabalha em prol dos interesses de seus associados na área de radiofusão, prestando assessoria jurídica, parlamentar e técnica.

A SET – Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão é uma organização sem fins lucrativos que tem como objetivo atuar nas áreas de engenharia, nos campos de televisão, telecomunicações, rádio e multimídia. Operando como um órgão de expansão, estudo e melhorias dos conhecimentos técnicos, operacionais e científicos.

No âmbito de fiscalização e reconhecimento da profissão existe o CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, criado para fiscalizar o exercício profissional. O mesmo foi criado em 1993 e é a instância máxima do sistema que reúne todos CREA's – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia. O CREA por sua vez é onde o profissional da área de grau superior ou médio, com diploma para o exercício legal da profissão, deve estar registrado.

## 2.6 PROPRIEDADES DAS TELECOMUNICAÇÕES

Para Medeiros (2005, p. 19)

As informações são mensagens de diversos tipos produzidas pelo cérebro do homem ou por dispositivo (*device*) por ele inventado e construído. Como se originam do cérebro do homem, as informações são consideradas mensagens inteligentes e, em princípio, possuem conteúdo significativo.

Equipamentos e aparelhos usados nos modernos sistemas de comunicações são montados com diversos tipos de materiais, componentes elétricos e eletrônicos. São considerados componentes elétricos o resistor (R), indutor (L), medido em henry [H] e o

capacitor (C), medido em farad [F]. Já os componentes como fios, cabos, tomadas, interruptores disjuntores, etc., são classificados como materiais elétricos.

Os dispositivos semicondutores como diodo, transistor, circuito integrado (CI), válvula termoiônica, são componentes eletrônicos. O CI é um microchip que integra em larga escala ou em muito larga escala, diversos componentes discretos como diodos, transistores e resistores, para realizar funções eletrônicas definidas. Os diodos podem ser retificadores, reguladores de tensão como *zeners*, ópticos como o LED (diodo emissor de luz) e outros dispositivos.

Sinais elétricos da informação são tensões elétricas variantes, obtidas da conversão da mensagem inteligente em eletricidade, os mesmos são categorizados em sinais analógicos e digitais.

Sinais analógicos são tensões elétricas variáveis captadas de dispositivos transdutores, exemplificado como através dos sinais elétricos da voz e música, eles são obtidos dos terminais de um microfone, já os sinais de imagem são obtidos de um dispositivo fotossensível.

Os sinais digitais são pulsos elétricos bits ou binários, que tem ou não tensão e são gerados a partir de dispositivos da eletrônica digital, como geradores de caracteres alfanuméricos, computadores, conversores do sinal analógico em digital (A/D) e outros.

## 2.7 FUNDAMENTOS DAS COMUNICAÇÕES

O Sistema de comunicações é definido como um conjunto de equipamentos e materiais, eletrônicos e elétricos, indispensáveis para compor um esquema físico, definido com o objetivo de estabelecer enlaces de comunicações (*links*) entre pelo menos dois pontos distantes. Podem ser exemplificados como equipamentos e materiais atrelados as centrais telefônicas, transmissores e receptores de rádio, antenas, fios, cabos e isoladores.

Segundo Medeiros (2005, pg. 21)

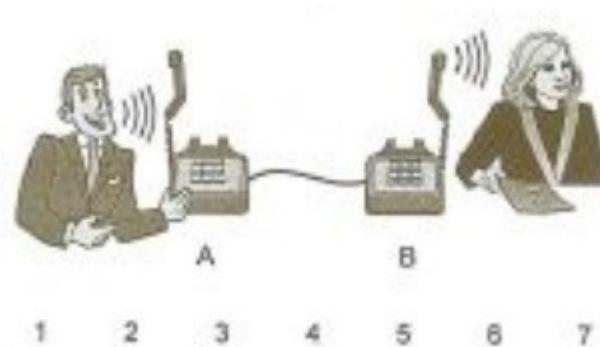
Para explorar o sistema, além de possuir um equipamento terminal tecnicamente compatível, o usuário precisa saber operá-lo corretamente e conhecer as regras de funcionamento, sem o que, poderá fracassar. Os meios de comunicações modernos são bastante sofisticados e, devido à complexidade técnica, não são bem entendidos por muitos dos usuários.

É de prática comum o estudo de um sistema ser diagramado em blocos, para facilitar a compreensão do funcionamento, na Figura 1 é possível analisar um sistema de comunicações analógico representado em blocos.



**Figura 1 – Diagrama em blocos de um sistema de comunicações analógico**  
**Fonte: Princípios de Telecomunicações Teoria e Prática (2007, p. 21).**

Na Figura 2 pode-se ver as partes do sistema, com transmissão em A e recepção em B:



**Figura 2 – Uma conversa telefônica elementar**  
**Fonte: Princípios de Telecomunicações Teoria e Prática (2007, p. 21).**

As partes que compõe o sistema de comunicação estão descritas abaixo:

- 1) A fonte de informação é a pessoa que fala ao telefone no ponto A, a geradora da mensagem.

O tradutor é definido como todo dispositivo que transforma uma forma de energia em outra, quando a voz é transmitida, o transdutor é o microfone que converte as vibrações mecânicas em sinais elétricos, na forma analógica.

O transmissor faz parte do circuito interno do telefone, encarregada de fornecer a potência necessária ao sinal elétrico para percorrer o canal de comunicações e chegar ao receptor.

O canal de comunicações é o meio físico entre o transmissor e o receptor, é por esse meio que transitam os sinais elétricos da informação. No exemplo o canal de comunicação é uma linha telefônica.

O receptor é a parte do circuito interno do telefone que recebe os sinais elétricos da voz e direciona ao transdutor receptor.

O transdutor da recepção é a fonte receptora, que converte os sinais elétricos em vibrações mecânicas, dessa forma reproduzindo a voz.

- 2) O destinatário é a pessoa que se encontra no ponto B, a quem a mensagem se destina.

## 2.8 INTERNET

Em 1958, percebendo o avanço tecnológico da antiga União Soviética, após o lançamento de um satélite, os Estados Unidos investiram na criação da DARPA (Agência de Projetos de Defesa). A partir deste momento se inicia um grande projeto de rede de computadores. A ideia inicial era facilitar a comunicação.

Segundo Melih Bilgil (*A Brief History of the Internet*, 2009) a DARPA planejou uma rede de computadores em grande escala, a fim de acelerar a transferência de conhecimento e evitar a duplicidade de pesquisas já existentes. Essa rede de computadores veio a se tornar a ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), que teve seu início em 1966 e sua implantação a partir de 1969, compartilhando informações entre universidades e outros institutos de pesquisa. Na visão do Pentágono, a informação deveria sobreviver a qualquer retirada do computador da rede e, para as universidades, facilitavam a comunicação entre professores, alunos e pesquisadores..

A grande importância dessa evolução, fora das universidades e bases militares para sua ampliação, dependia que se tivesse uma visão de futuro para a comercialização dessa evolução.

Segundo BRIGGS, Asa, BURKE, Peter (2006, pg. 302) nem todos queriam convertê-la nisso, Para alguns usuários pioneiros da Arpanet ou da CSNET (*Computer Science Network*), a palavra “massa” carregava consigo as mesmas conotações que levava quando ligada à radiofusão, Quanto mais usuários da Internet houvesse, mais terreno inútil existiria. No entanto, esses críticos eram minoria, e havia muito mais sinais de euforia do que de alarme.

Para que essa comercialização tivesse início, foi criado, em 1979, o primeiro provedor de serviços on-line, chamado CompuServe, o qual parte da propriedade era de Time/Warner. Logo após veio um grande concorrente, a AOL (American On-line), seguido do provedor Prodigy. Em 1993 esses provedores tinham um conjunto de 3,5 milhões de assinantes.

A grande evolução da Internet estava fora dos projetos iniciais desenvolvidos pela ARPANET. Tudo teve início em 1989 onde dentro do CERN (Organização europeia para pesquisa nuclear), em um escritório nas montanhas da Suíça, o inglês Tim Berners-Lee

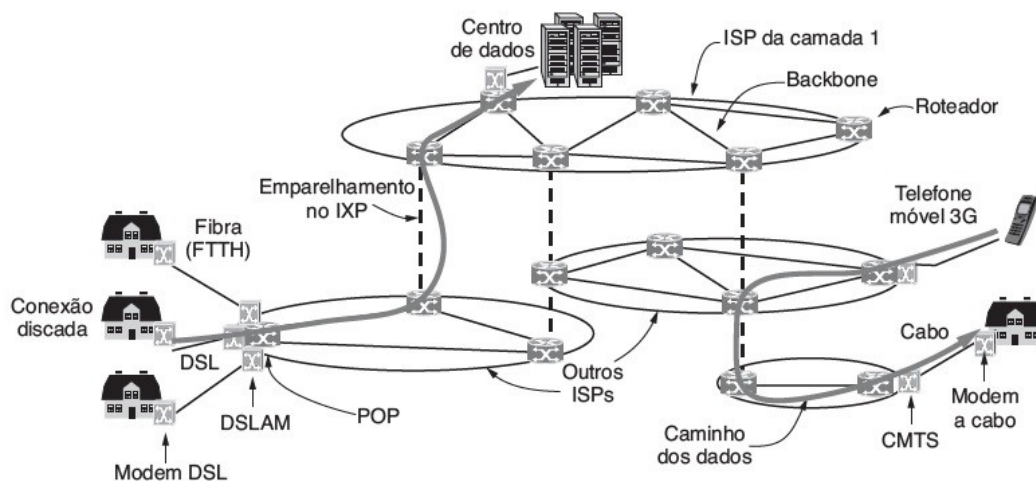
desenvolveu uma linguagem para universalizar o uso da Internet e tornar acessível como atualmente.

Batizada de Word Wide Web (www) por Tim Berners-LEE, chamado de pai da WEB, a evolução tornou possível a abrangência mundial do acesso à Internet, antes uma rede conservadora que servia apenas para comunicação e para poucos usuários, a criação possibilitou a realidade da Internet nos dias de hoje.

No início da Internet a principal utilidade eram e-mails utilizados por acadêmicos, grupos de notícias e transferência de arquivos, após vieram a disseminação de e-mails para demais pessoas, a Web e distribuição de conteúdo peer-to-peer, como o Napster, já extinto atualmente. Na atualidade a distribuição de conteúdos em tempo real, redes sociais como Facebook, Instagram e Twitter estão cada vez mais em ascensão. Tudo isso permitiu levar para a Internet grandes tipos de mídia, gerando cada vez mais tráfego.

## 2.9 CONEXÕES DE INTERNET

Para se compreender melhor o funcionamento da Internet, a Figura 3 aborda uma ilustração geral dos mecanismos para entrega de conexão até o usuário.



**Figura 3 – Visão geral da arquitetura da internet**  
 Fonte: Redes de Computadores (2011, p. 38).

Para ter acesso à Internet o computador ou dispositivo do usuário é conectado a um Provedor de Serviço de Internet (do inglês, *Internet Service Provider* – ISP), o qual o usuário compra um plano de conexão. Através do ISP o usuário pode trocar dados com os demais

*hosts* acessíveis na Internet, para que essa conexão seja realizada possuem diversas maneiras de conectividade, variando largura de banda e custos.

Uma forma de ter a conexão é através de linha telefônica. Nesse meio o computador é conectado a um modem DSL o qual faz a conversão entre pacotes digitais e sinais analógicos que passam através da linha telefônica, na outra ponta o dispositivo DSLAM faz a conversão entre os sinais e pacotes.

É possível ter conexão com a Internet através de TV a cabo, na qual o dispositivo do usuário é conectado a um modem a cabo e o dispositivo que faz a conversão na ponta é chamado de CMTS, outra forma de conexão com a internet é através de rádio, bastante disseminado na telefonia móvel através da 3G/4G.

As formas apresentadas até o momento, permitem uma largura de banda limitada. Entretanto, através da fibra óptica, é possível ter uma conexão de alta velocidade, permitindo o contratar planos superiores a 100Mbps.

Os ISP fazem conexão das suas redes para trocar tráfego nos IXPs - *Internet eXchange Points*, quando o ISP está conectado dizem que o mesmo está emparelhado (*peer*). Os IXPs estão espalhados por várias cidades de todo o mundo, são basicamente salas com diversos roteadores e cache das principais produtoras de conteúdos, uma LAN conecta todos os roteadores de modo que os pacotes possam ser enviados de qualquer *backbone* ISP para qualquer outro *backbone* ISP.

## 2.10 LINHA DISCADA E XDSL

Existente desde 1980, a Internet discada utiliza a rede de telefonia comutada para estabelecer conexão com um provedor de Internet, foi pioneira para permitir conexões de Internet, perdeu espaço pois permitia conexões de no máximo 56,6 Kbps, sendo substituída por outras formas de conexão como DSL, rádio e fibra óptica.

Segundo TANENBAUM, Andrew S., WETHERALL, David (2011, pg. 92), a medida que a Internet tornou cada vez mais importante, as companhias telefônicas começaram a precisavam de um produto mais competitivo. A resposta para essa necessidade foi a oferta de novos serviços digitais ao circuito do terminal do assinante. Inicialmente sobre o nome genérico de linha digital do assinante, ou xDSL (*Digital Subscriber Line*), para os diversos x.

A que se tornou mais popular foi a ADSL (*Asymmetric DSL*), conforme descreve TANENBAUM, Andrew S., WETHERALL, David (2011, pg. 92) o fato que faz o xDSL



funcionar é pelo fato de que a linha do assinante não passa pelo filtro utilizado nas tecnologias de modems telefônicos antigos, a linha de entrada é conectada a um tipo de switch diferente, melhorando a capacidade do circuito terminal. Entretanto a capacidade do circuito terminal é afetada quanto maior for a distância da estação final, pois o sinal é degradado cada vez mais ao longo do fio.

## 2.11 REDES SEM FIO

Muitos países privatizaram seus sistemas de telefonia, os concorrentes têm assim permissão para oferecer serviços locais de Internet de alta velocidade e serviços de voz. Segundo TANENBAUM, Andrew S., WETHERALL, David (2011, pg. 196)

O problema é que estender cabos de fibra, coaxiais ou mesmo de par trançado Categoria 5 até milhões de residências e escritórios é algo proibitivamente dispendioso. O que uma empresa concorrente deve fazer? A resposta é a rede sem fio de banda larga. Erguer uma grande antena em uma colina fora da cidade e instalar antenas orientadas nos telhados dos clientes é muito mais fácil e econômico que cavar valas e estender cabos.

Assim as empresas de telecomunicações concorrentes tiveram interesse em fornecer o serviço de comunicação sem fio. Ainda, para estimular o mercado o IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) formou um grupo para fazer a padronização da rede sem fio metropolitana também conhecida como WiMax. TANENBAUM, Andrew S., WETHERALL, David (2011, pg. 196) o primeiro 802.16 aprovado em dezembro de 2001. As primeiras versões ofereciam um circuito terminal sem fio entre pontos fixos, com uma linha de visão de uma para outro.

Todo esse projeto mudou para tornar a WiMAX uma alternativa mais competitiva ao cabo e DSL para acesso a Internet, em 2003 após revisão, o WiMAX teve seu suporte de enlace fora da linha de visão, permitindo frequências entre 2 GHz e 10 GHz.

As comunicações sem fio utilizam ondas eletromagnéticas para o envio de sinais através de longas distâncias. Conforme descrito em Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento (2008, pg. 13), ondas eletromagnéticas existem em uma ampla variação de frequências (e, da mesma maneira, de comprimentos de onda). Esta variação de frequência e comprimentos de onda é chamada de espectro eletromagnético. Existem algumas regras em relação as ondas de rádio.

Segundo descrito em *Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento* (2008, pg.15):

- Quanto maior o comprimento da onda, maior é o alcance.
- Quanto maior o comprimento da onda, maior a facilidade com que ela atravessa e contorna as coisas.
- Quanto menor o comprimento da onda, mais dados ela pode transportar.

Quando as ondas eletromagnéticas encontram barreiras físicas, geralmente elas enfraquecem ou deixam de existir, alguns materiais considerados grandes absorventes de ondas são os metais, pois, os mesmos são capazes de oscilar e absorver a energia de uma onda, microondas também faz com que as moléculas da água se agitem, tomando parte da energia da onda, quando considerado a água um absorvente, também é necessário considerar suas diversas formas, chuva, neblina, nuvens baixas, entre outras.

Outro fator prejudicial as ondas eletromagnéticas é a reflexão, segundo descrito em *Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento* (2008, pg. 18), as rádio-frequências são refletidas quando entram em contato com materiais apropriados para isso, as principais fontes de material refletor são metais e superfícies de água,

A difração é a dobra das ondas quando atingem um objeto, fazendo com que algumas situações ocorram a perda da potência da onda e algumas vezes tendo vantagem pela onda contornar o objeto.

Conforme descrito em *Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento* (2008, pg. 21), a interferência é uma das principais fontes de problemas na construção de conexões sem fio, especialmente em ambientes urbanos e espaços fechados onde muitas redes podem competir pelo uso do espectro. Técnicas de modulação e o uso de múltiplos canais ajudam a mitigar os problemas com interferência, mas não os eliminam completamente.

## 2.12 FIBRAS ÓPTICAS

As fibras ópticas foram a revolução na forma de transmitir informações. Estão sendo utilizadas em vários sistemas de comunicação. Quando comparadas aos cabos metálicos, é grande a vantagem de sua utilização.

Autores já fazem menção a fibra óptica como uma grande revolução que pode afetar nossas vidas. Assim como foram os computadores e circuitos integrados, é uma tecnologia provada e aprovada. Representam a evolução da era da tecnologia de comunicações e são consideradas uma mudança extrema quando comparadas aos sistemas eletrônicos.

Antes elétrons se moviam por cabos metálicos, hoje, ondas de luz guiadas por fibras de vidro ou plástico levam os sinais de informação, incluindo uma largura de banda ou capacidade de informação com uma escala muito maior de vezes do que as de circuitos metálicos. As fibras ópticas oferecem os caminhos de comunicação que o mundo queria e a preços acessíveis.

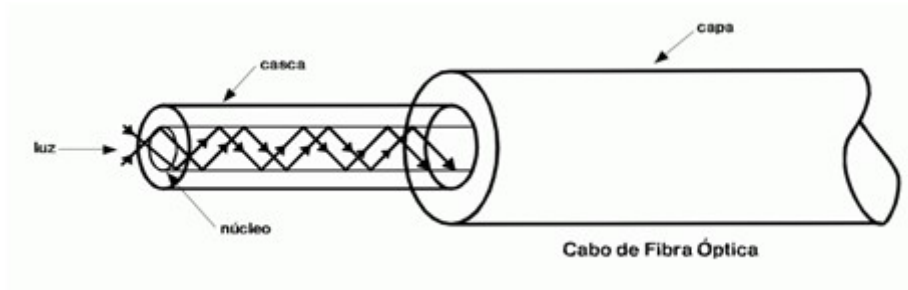
As fibras ópticas já estão sendo utilizadas a bastante tempo na telefonia e também em outros setores como em computadores, televisão, instrumentação eletrônica entre outros. As grandes vantagens que a fibra óptica proporciona fazem os projetistas afirmarem que qualquer novo sistema de comunicação, que não as utilizarem, estarão obsoleto mesmo antes de terem sido implantados.

Assim como os sistemas de comunicação devem ser projetados com comunicação fibra óptica, os técnicos que não se especializarem nessa área também estarão muito em breve fora do mercado, pois é importante o conhecimento para operar as implantações e manutenções de fibra óptica.

## 2.13 FUNCIONAMENTO DAS FIBRAS ÓPTICAS

Conforme descrito em Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, a propagação da luz no interior da fibra óptica está relacionada ao princípio da reflexão total da luz, fazendo que um raio de luz com ângulo de incidência maior ou igual ao ângulo crítico se propaga no núcleo. Quando o índice de refração é  $n_1$ , atinge a superfície da casca o qual tem índice de refração  $n_2$ , onde  $n_1 > n_2$ , vai ocorrer reflexão total, retornando o raio de luz para o núcleo.

Seguindo esse princípio, a luz é inserida em uma das pontas da fibra óptica em um cone de aceitação, que determina o ângulo que o feixe de luz deverá ser inserido, fazendo assim a propagação ao longo da fibra óptica. A composição da fibra é basicamente um material dielétrico, que possui uma estrutura cilíndrica composta por um núcleo central, onde através deste trafega a luz e ainda uma capa de revestimento denominada casca que envolve totalmente o núcleo, na Figura 4 é possível analisar estrutura descrita acima.



**Figura 4 – Princípio de funcionamento da fibra óptica**

O sistema de comunicação de fibras ópticas é formado basicamente por três composições, um sistema transmissor, sistema receptor e o canal denominado meio físico que é a fibra. O sistema transmissor tem a função de transformar o sinal elétrico em sinal óptico, onde sua na sua composição faz parte um circuito de processamento elétrico ou *driver* e o circuito transmissor de luz, o *driver* possui a função de controle de polarização elétrica e emissão da potência óptica. Já a conversão e emissão do sinal óptico são feitos pelo circuito emissor de luz.

Na parte da recepção, a função é oposta à da transmissão, o receptor faz a captação do sinal óptico e converte o mesmo para elétrico, é composto por um semicondutor fotodetector que faz a conversão optoelétrica, também possui um circuito amplificador-filtro, o qual o sinal recebe um tratamento para leitura.

A fibra óptica é o meio físico, no qual as luzes são guiadas no seu núcleo a partir da transmissão até a recepção, na Figura 5 podemos ver um sistema de comunicação óptico genérico.

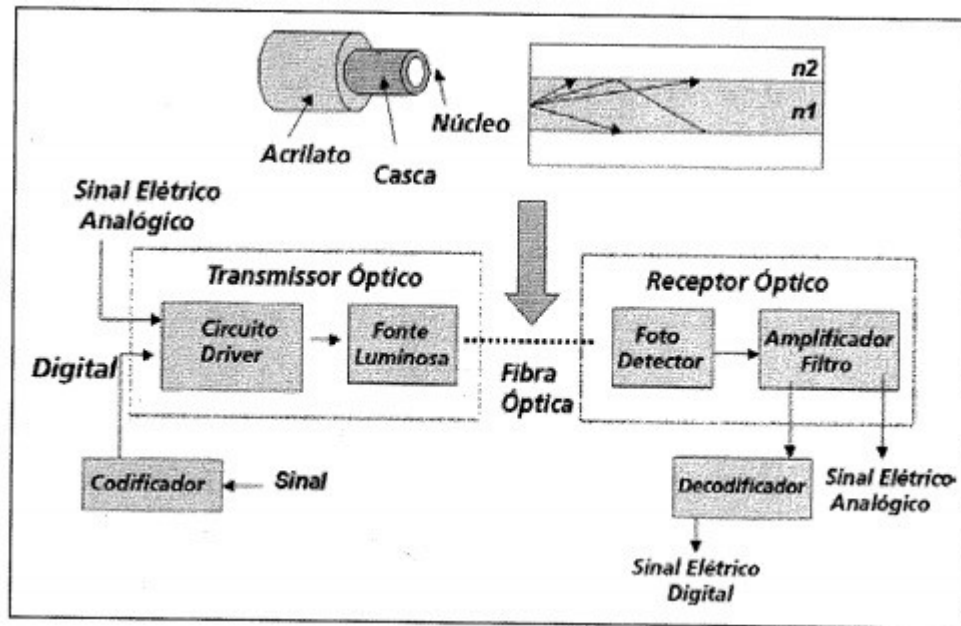


Figura 5 – Sistema de comunicação óptica genérica.  
 Fonte: MF104 – Cabeamento Estruturado Óptico (2018, p. 14).

## 2.14 FIBRA MULTIMODO E MONOMODO

As classificações mais utilizadas para cabeamento de fibra óptica são as fibras monomodo (*single mode* – SM) e multimodo (*multi mode* – MM). Conforme descreve em Furukawa MF 104 Cabeamento Estruturado Óptico, as fibras multimodo foram as primeiras a serem comercializadas, por terem o núcleo maior do que as monomodo permitem que vários raios luminosos (ou modos) se propaguem simultaneamente em seu interior, e os conectores e transmissores ópticos utilizados com elas sejam mais baratos.

As fibras multimodo classificadas como multimodo de índice degrau tem sua fabricação realizada com bastante simplicidade, possuindo características inferiores a outros tipos de fibra e banda passante estreita, as mesmas atualmente não são mais comercializadas,

As fibras classificadas como multimodo de índice gradual tem um processo de fabricação mais complexo, tal processo é necessário para conseguir o índice de refração gradual, necessitando dopar com doses diferentes o núcleo da fibra, resultando em diminuição gradual do índice de refração do centro do núcleo até a casca, Conforme Furukawa MF 104 – Cabeamento estruturado, na prática, esse índice faz os raios de luz percorrerem caminhos diferentes, com velocidades diferentes, e cheguem à outra extremidade da fibra praticamente ao mesmo tempo, aumentando a banda passante e, conseqüentemente, a capacidade de transmissão da fibra óptica.

As fibras monomodo tem como característica o núcleo menor que a multimodo e um único modo de propagação, assim os raios de luz percorrem por um único caminho, são classificadas como índice de grau standar, dispersão deslocada (*dispersion shifted*) ou *non-zero dispersion*.

Segundo Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, as características destas fibras são muito superiores às multimodo, com banda passante mais larga, o que aumenta a capacidade de transmissão. Possuem ainda perdas mais baixas, permitindo com este fator a distancia entre as transmissões sem o uso de repetidores de sinal, enlaces com fibras monomodo geralmente ultrapassam 50km entre repetidores.

## 2.15 FFTX (FTTB – FTTA – FTTH)

Conforme Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, a solução FTTx é um termo genérico para designar arquiteturas de redes de alto desempenho, baseadas na transmissão em fibras ópticas, onde o termo x representa o ponto final da fibra.

Os principais modelos de arquitetura aplicadas atualmente são:

- FTTB – Fiber-to-The-Building
- FTTA – Fiber-to-The-Apartment
- FTTH – Fiber-toThe-Home

Através da rede óptica passiva (PON – *Passive Óptical Network*) é realizado o compartilhamento de sinais transmitidos em uma fibra ou mais, utilizando um splitter, que é um divisor óptico passivo. A transmissão dos sinais é possível pelo equipamento principal nomeado de OLT (*Optical Line Terminal*), esse equipamento é centro da arquitetura ponto-multiponto, nas pontas da arquitetura se encontra a a ONU (*Optical Network Unit*), a mesma faz a interface com o usuário final, as mesmas tem uma limitação de até 20km.

Segundo descreve Furukawa MF 104 – Cabeamento estruturado óptico, o ITU-T, por meio da sua recomendação G983 (1988), define B-PON (*Broadband-PON*) que é uma rede de acesso de telecomunicações baseada na topologia PON, que, inicialmente utilizavam o protocolo ATM (155 e 622Mbps) e depois passou a suportar a tecnologia WDM (Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda), fazendo que uma única fibra pudesse ser utilizada para a difusão de dados (*downstream*) e para retorno (*upstream*).

Já em 2003, o ITU-T, por meio da recomendação G.984 definiu a G-PON (*Gigabit-PON*), era a evolução da B-PON e permitia taxas de transmissão de downstream de 2,4 Gbps e upstream de 1,2 Gbps.

A rede óptica EPON também chamada de GE-PON (*Gigabit Ethernet PON*) foi definida pelo padrão 802.3ah (*Ehternet in the First Mile*), assim como a GPON, a EPON tem uma cobertura de 20km, usando WDM, entretanto sua taxa de downstream e upstream são de 1,25 Gbps.

Conforme descreve Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, a Central de equipamentos (*Central Office*) é o local onde ficam instalados os equipamentos ópticos de transmissão, OLT e o Distribuidor Geral Óptico (DGO) responsável pela interface entre os equipamentos de transmissão e os cabos ópticos.

O equipamento denominado como OLT (*Optical Line Terminal*) é responsável por receber os sinais de dados e voz dos provedores de serviço para serem retransmitidos no formato óptico, o mesmo também faz a gerencia do tráfego de downstream e upstream por meio das fibras, antes e depois dos divisores de sinais.

O DGO é onde são acomodadas todas as fibras que entram e saem da Central de Equipamentos. Já a rede óptica é composta por cabos ópticas que fazem o tráfego do sinal da central aos centros de distribuição, esses cabos são instalados em dutos subterrâneos ou instalações aéreas, espinados em cordoalha ou auto-sustentados.

Os centros de distribuição podem ser substituídos por caixas de emenda, onde através de divisores ópticos (*splitters*) é realizada a divisão de sinal de acordo com o dimensionamento da rede.

A rede de distribuição consiste em cabos ópticos auto-sustentado, onde são utilizados caixas de emenda ou caixas de atendimento óptico para a partir desse ponto realizar a transição da rede óptica a rede terminal, denominada de rede drop. A rede óptica drop é composta por um cabo com fibras reduzidas, onde são lançados a partir das caixas de atendimento óptico, levando o sinal óptico até o assinante.

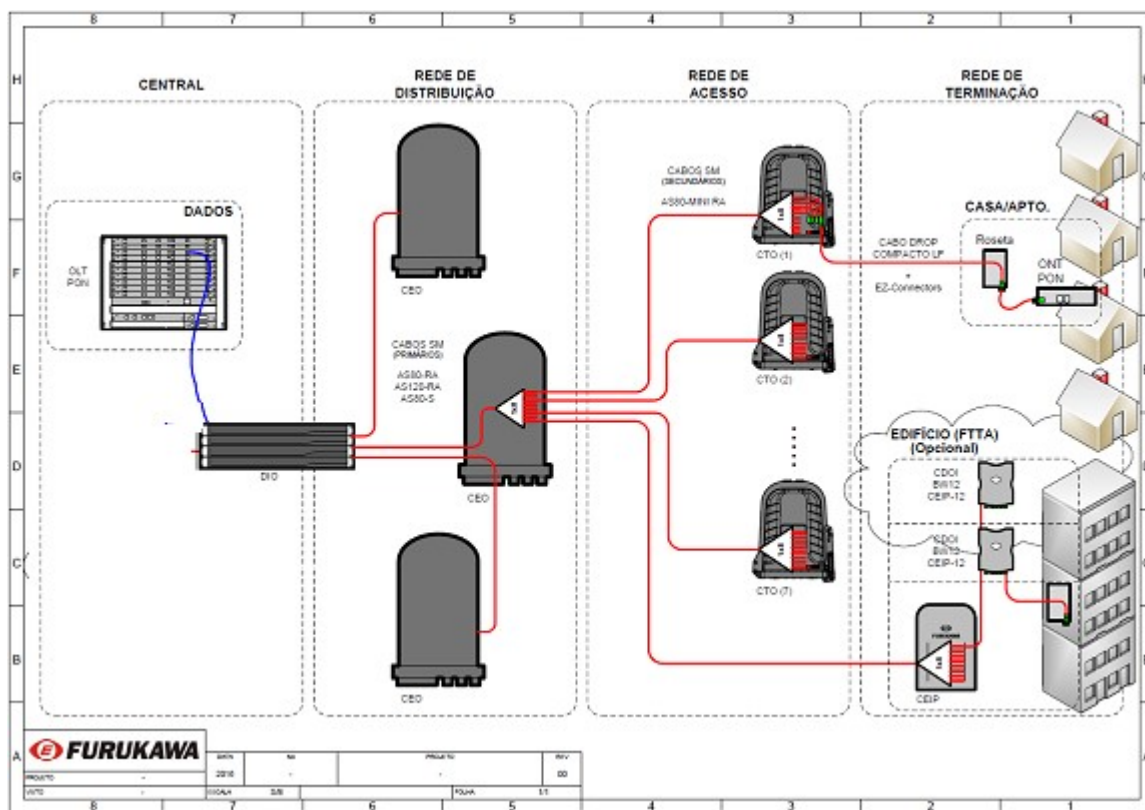
Conforme Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, a solução FTTB (*Fiber-to-The-Building*) é uma arquitetura de rede de transmissão óptica, na qual a rede drop termina na entrada de um edifício (Comercial ou Residência). A partir desse ponto o sinal poderá seguir via cabeamento metálico ou óptico.

Já a solução FTTH é uma arquitetura de transmissão óptica na qual o cabo óptico drop chega no edifício até a sala de equipamentos, a partir desse ponto é realizada uma divisão de

signal através de splitter óptico onde a rede segue a partir desse divisão até cada assinante através de cabeamento óptico.

A solução FTTH, é a arquitetura de rede óptica na qual o cabo óptico drop adentra na casa do cliente, ou seja é fornecido uma fibra exclusiva para o assinante.

A Figura 6 mostra a distribuição de uma rede FTTX.



**Figura 6 – Rede FTTX**  
Fonte: Furukawa

## 2.16 VANTAGENS DAS FIBRAS ÓPTICAS

Conforme Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, as fibras ópticas possuem vantagens muito importantes em relação aos meios de transmissão convencionais, como cabo coaxial, metálico e rádio, as poucas vantagens podem ser consideradas transitórias, pois são relativas às novidades da tecnologia e técnicas empregadas.

As mesmas possuem dimensões muito reduzidas, mesmo contando com todos os revestimentos que fazem parte da sua proteção. Essa vantagem se estende tanto em peso como em diâmetro. Um cabo de fibra óptica pode ter seu tamanho e peso reduzido até 20 vezes em relação a um cabo metálico com a mesma capacidade de transmissão.



Outro fator importante é que as fibras ópticas possuem características dielétricas, fazendo com que sejam imunes a quaisquer tipos de interferência, mesmo que o ambiente apresente ruídos o sinal trafegado é garantido.

As fibras ópticas totalmente dielétricas, as quais não possuem fita de aço ou condutores metálicos, permitem um isolamento elétrico ao próprio cabo, evitando assim problemas como aterramento do cabo e equipamentos, pois não permite condução de corrente, evitando assim problemas como curto-circuito, centelhamento ou choques elétricos, dessa forma, são indicadas para ambientes onde existem riscos emitentes de explosão, como lugares com gases inflamáveis.

Como os cabos ópticos utilizam radiação na faixa do infravermelho como sinal de cominação, faz com que sejam menos sucintos a grampos de sinais, pois é necessário equipamentos sofisticados, capazes de captar e decifrar os sinais.

Uma importante vantagem das fibras ópticas é que elas permitem lances de cabos com grandes distâncias, sem a necessidade de repetidores. Superior a um enlace de rádio micro-ondas que permite ao máximo 50 quilômetros. Atualmente existem estudos no desenvolvimento de novas fibras que apresentem características ainda muito melhores, para que seja possível aumentar a distância dos enlaces sem a necessidade de repetidores ou amplificadores.

Dependendo da frequência das portadoras, cabos ópticos multimodo/monomodo ou do comprimento de onda de luz utilizado, faz com que a capacidade de transmissão seja definida. As faixas de frequência são encontrados nos valores mínimos de 160 MHz, 500 MHz ou centenas de THz. Tudo isso permite uma capacidade de aproximadamente 10 mil vezes a capacidade de transmissão do que os sistemas a rádio micro-ondas, que tem sua banda passante na ordem de 700 MHz. Essa capacidade da fibra óptica abriu caminho para que fosse possível a expansão dos canais de voz, vídeo e dados no mesmo meio de transmissão, já que proporciona um grande volume de banda passante onde antigamente, com tecnologias convencionais, não era possível.

Os meios de transmissão como rádio micro-ondas estão limitados a uma distância de 50 quilômetros entre as repetidoras, ainda possuem uma capacidade de comunicação muito limitada. Isso faz com que o custo com cabos ópticos sejam mais compensadores, pois em longas distâncias os cabos ópticos permitem um número muito menor de repetidores. Em distâncias pequenas, os cabos ópticos apresentam um custo um pouco maior, entretanto, com a necessidade de maior capacidade de banda para suportar as mídias disponíveis, se torna muito mais vantajoso, pois é de fácil expansão.

## 2.17 DESVANTAGENS DAS FIBRAS ÓPTICAS

Conforme Furukawa MF 104 Cabeamento estruturado óptico, as fibras ópticas possuem poucas desvantagens associadas a sua utilização. Entre elas, está a fragilidade das fibras sem encapsulamento. O manuseio da fibra “nua” é muito mais delicado em relação aos cabos metálicos.

As dimensões bem reduzidas das fibras ópticas exigem procedimentos e dispositivos de precisão para a realização das junções e conexões da fibra. Ao contrário dos cabos metálicos que permitem levar alimentação as repetidoras, as fibras ópticas necessitam que cada repetidor tenha sua alimentação independente, já que não é possível levar alimentação pelo próprio meio de transmissão.

A falta de padronização dos componentes ópticos e o avanço contínuo da tecnologia, não tem facilitado a padronização dos componentes, dificultando para quem trabalha com fibra óptica.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

Neste capítulo vai ser abordado a aplicação do projeto, os materiais utilizados e todo o roteiro para a implantação de Internet fibra óptica na Prefeitura de Cruzeiro do Oeste. Serão apresentadas a o projeto de pré-implantação da fibra, , seguidos dos projetos junto ao órgão regulador, implantação da rede óptica, entre outros, todos os passos realizados na implantação de Internet fibra óptica.

#### 3.1 MATERIAIS

São ferramentas e tecnologias de destaques, que estão apresentadas no Quadro 1. As mesmas são necessárias para o desenvolvimento do projeto no âmbito interno e externo.

<b>Ferramenta/Tecnologia</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Marca/Modelo</b>
AutoCAD	Desenvolvimento de projeto óptico	AutoCAD
Google Earth	Visualização da rede óptica	GOOGLE
Fibra óptica AS80 12F e 24F	Meio de comunicação	Furukawa
Fibra Drop 1F	Meio de comunicação de última milha	Fiberhome
OLT GPON	Transmissor óptico	Furukawa LightDrive 2502
ONU GPON	Receptor óptico	Furukawa GPON
Máquina de fusão	Fusão de fibra óptica	Fujikura 22s
OTDR	Reflectômetro para caracterizar dados da fibra	JDSU 4126LA
Caixa de emenda	Caixa que abriga os splitter	Fibracem
Splitter	Divisor de sinal óptico	Fibracem
Caixa conectorizada	Conexão de cabos drop	Fibracem
Conector de campo SC/UPC	Conector óptico	Fibracem
Power Meter	Medição do sinal da fibra	Overtex

**Quadro 1 – Tecnologias e ferramentas utilizadas na implantação do projeto**

### 3.2 METODOLOGIA

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
Projeto	Levantamento dos pontos de atendimento, elaboração do projeto, protocolo do projeto.
Disponibilização de materiais	Disponibilização dos materiais para construção da rede conforme memorial descritivo do projeto.
Construção da Rede	Execução do projeto, lançamento da fibra óptica, abertura de caixas de emenda, abertura de caixas conectorizadas, instalação da OLT.
Ativação de clientes	Lançamento de cabo drop, instalação da ONU.

**Quadro 2 – Etapas do projeto**

## 4 RESULTADOS

O primeiro passo para o desenvolvimento deste trabalho foi a elaboração do estudo bibliográfico para obter conhecimento nos temas abordados, aprofundando-se nos principais temas que englobam os meios de telecomunicações mais incisivamente no que tange nas questões de redes ópticas. Com esse estudo é possível compreender as vantagens e desvantagens dos mais variados meios de transmissão de Internet, evidenciando claramente as razões as quais levaram fornecedores de Internet a expandir suas redes com cabos ópticos, em grande parte, devido sua eficácia em relação a outros meios de comunicação.

O segundo passo realizado foi o levantamento dos materiais necessários para a implantação do projeto, isso para elencar as necessidades e listar as dificuldades que poderiam ocorrer durante o processo de implantação.

O terceiro passo foi realizar um levantamento nos pontos do município que iriam ser atendidos com fibra óptica, coletando os endereços e, junto com o Coordenador de T.I. da Prefeitura, foi definido qual seria a velocidade de conexão de cada ponto contemplar. O Quadro 2 apresenta cada ponto de instalação as velocidades definidas e o tipo de conexão dedicada ou compartilhada, onde a conexão dedicada o cliente tem um pacote com downstream e upstream com a mesma banda e a velocidade contratada não oscila, ao contrário da compartilhada que pode variar em determinados momentos além upstream geralmente ser inferior ao downstream.

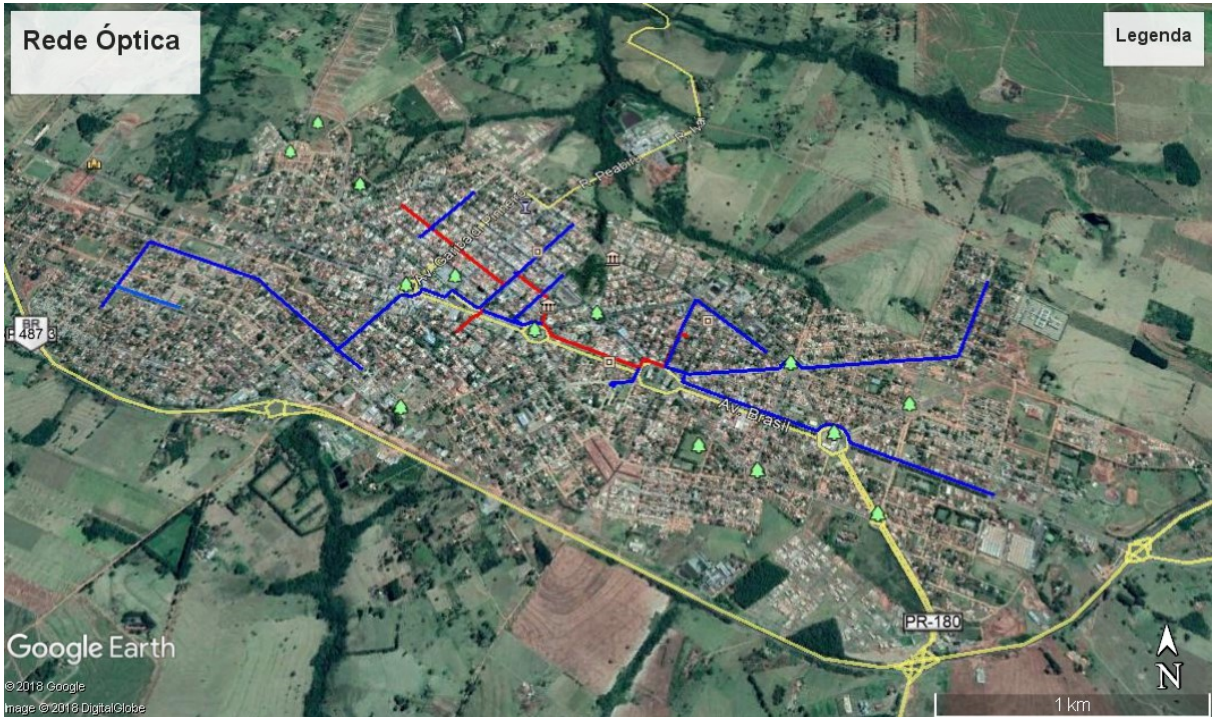
Ponto de instalação	Velocidade	Conexão
Paço Municipal	20	Dedicado
UAB	20	Dedicado
Sec. de Educação	25	Compartilhado
Sec. de Saúde	25	Compartilhado
Sec. de Agricultura	25	Compartilhado
Sec. da Ação Social	25	Compartilhado
Secretaria Municipal de Obras	25	Compartilhado
Defesa Civil e SAMU	25	Compartilhado
Hospital Municipal	25	Compartilhado
Unidade Básica Jardim Cruzeiro	25	Compartilhado
Unidade Básica Posto de Saúde Central	25	Compartilhado
Clinica da Mulher - AMAI	25	Compartilhado
Centro Odontológico	25	Compartilhado
Conselho Tutelar	25	Compartilhado

Escola Municipal Tasso da Silveira	25	Compartilhado
Escola Municipal Nísia Floresta	25	Compartilhado
Escola Municipal Amaral Fontoura	25	Compartilhado
Escola Municipal Emiliano Pernetá	25	Compartilhado
Escola Municipal Rocha Pombo	25	Compartilhado
CRAS	25	Compartilhado
CREAS	25	Compartilhado
APMI	25	Compartilhado
NASF	25	Compartilhado
CRJ	25	Compartilhado
Projeto Alternativo	25	Compartilhado
Vigilância Sanitária	25	Compartilhado
Ginásio de Esporte	25	Compartilhado
Divisão de Cultura	25	Compartilhado
Creche Lions Clube	25	Compartilhado
Super Creche	25	Compartilhado
Creche Jardim Cruzeiro	25	Compartilhado
Creche Núcleo Social	25	Compartilhado
Almoxarifado/Museu	25	Compartilhado
Proejto Karatê	25	Compartilhado
Praça Souza Naves (wiffizone)	25	Compartilhado
Centro de Eventos (wiffizone)	25	Compartilhado
Praça Jardim Cruzeiro (wiffizone)	25	Compartilhado
Ponto Extra	25	Compartilhado

**Quadro 2 – Ponto de instalação da fibra, velocidades definidas e tipo de conexão.**

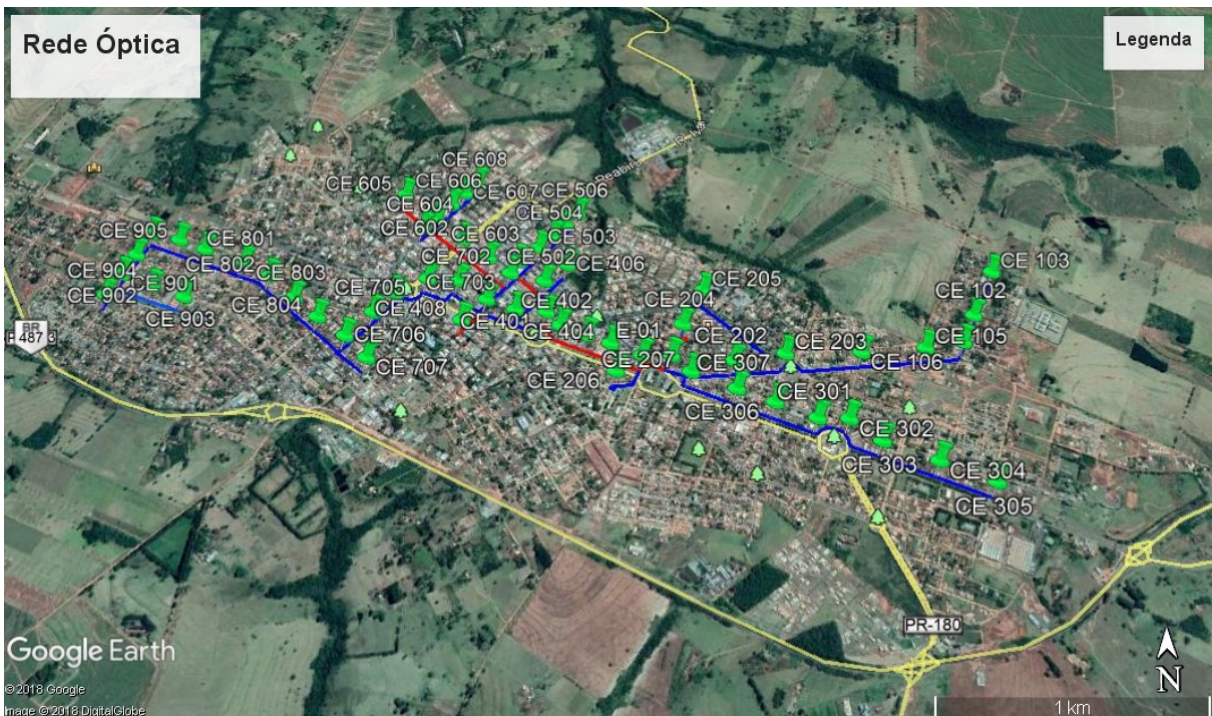
O quarto passo foi a realização do projeto, que ficou a cargo do engenheiro responsável pelo provedor de Internet. O desenho da rede foi realizado no Google Earth e o projeto da rede foi desenvolvido no AutoCad, para apresentação ao órgão regulador que detém a propriedade dos postes onde os cabos ópticos vão ser ancorados. Em conjunto com o projeto, foi desenvolvida, pelo engenheiro do provedor, toda a documentação necessária para apresentação na Copel.

A documentação contempla o memorial descritivo onde detalha todo o projeto a ser realizado, relacionando também todos os materiais utilizados, ainda fazem parte a ART – Anotação de Responsabilidade Técnica de Obras e Serviços, a qual atesta e identifica o responsável técnico pela obra e também uma carta de compartilhamento, onde contempla uma justificativa do porque da necessidade da ocupação do poste. O motivo da apresentação do projeto e documentação junto a Copel se deve ao fato que no estado do Paraná a mesma é o órgão detentor dos postes a onde a fibra óptica vai ser instalada. Na Figura 7 o desenho da rede realizado no Google Eearth é apresentado.



**Figura 7 – Rede Óptica desenhada no Google Earth**

A Figura 8 mostra onde estão definidas, no desenho do Google Earth, as instalações das caixas de atendimento a clientes, no percurso da fibra óptica.



**Figura 8 – Rede Óptica com caixas de atendimento a clientes**



A Copel só permite que os cabos ópticos sejam instalados em seus postes, a partir de um projeto protocolado junto ao órgão. Este projeto contém uma série de regras e exigências a serem cumpridas por definições impostas pela Copel e, o projeto, passa por avaliação das equipes de engenheiros do órgão.

Após o projeto ser protocolado junto ao órgão, a Copel tem um prazo de 30 dias para dar uma resposta sobre a aprovação ou não do projeto. Uma importante necessidade, para aprovação do projeto, é que exista a disponibilidade de espaço no poste em que a fibra óptica vai ser inserida. A Copel só libera espaço para 4 usuários (provedores), alegando que, mais do que isso, pode sobrecarregar os postes, sendo que, a Copel, por ser a proprietária dos postes, é detentora exclusiva de uma quinta vaga de ocupação.

Realizada a avaliação pela Copel, em caso de o projeto não ser aprovado, é necessário fazer ajustes e realizar um novo protocolo, aguardando novamente o tempo de até 30 dias para uma resposta. Em caso de aprovação, a Copel envia um comunicando por e-mail informando que está liberando a passagem de cabos ópticos nos endereços do projeto, juntamente com um contrato para assinatura onde o prazo para retorno do contrato digitalizado e fisicamente é de 60 (sessenta) dias, ver Apêndice A e B.

Assinado o contrato, a Copel realiza cobrança mensal no valor de R\$3,71 para cada poste ocupante, conforme o projeto.

Nas figuras 9, 10 e 11 podem ser evidenciadas as folhas de rosto dos projetos realizados em AutoCad para apresentação no órgão detentor da propriedade dos postes, ou seja, a Copel, podemos evidenciar a fibra óptica no projeto referenciado pela linha vermelha, os cabos de alta tensão referenciados pela linha azul e os cabos de baixa tensão referenciados pela linha verde.



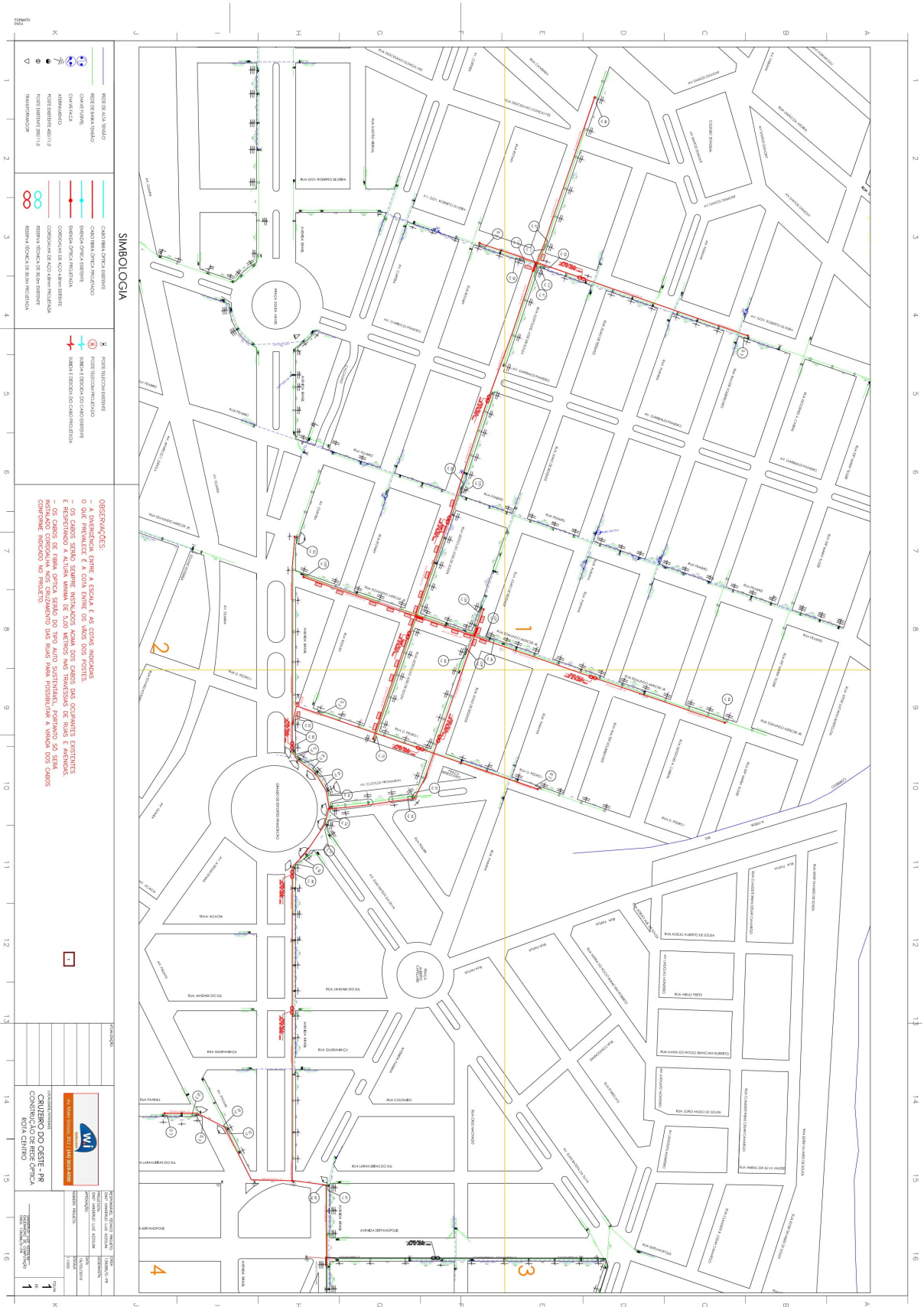


Figura 9 – Folha de rosto de uma parte do projeto

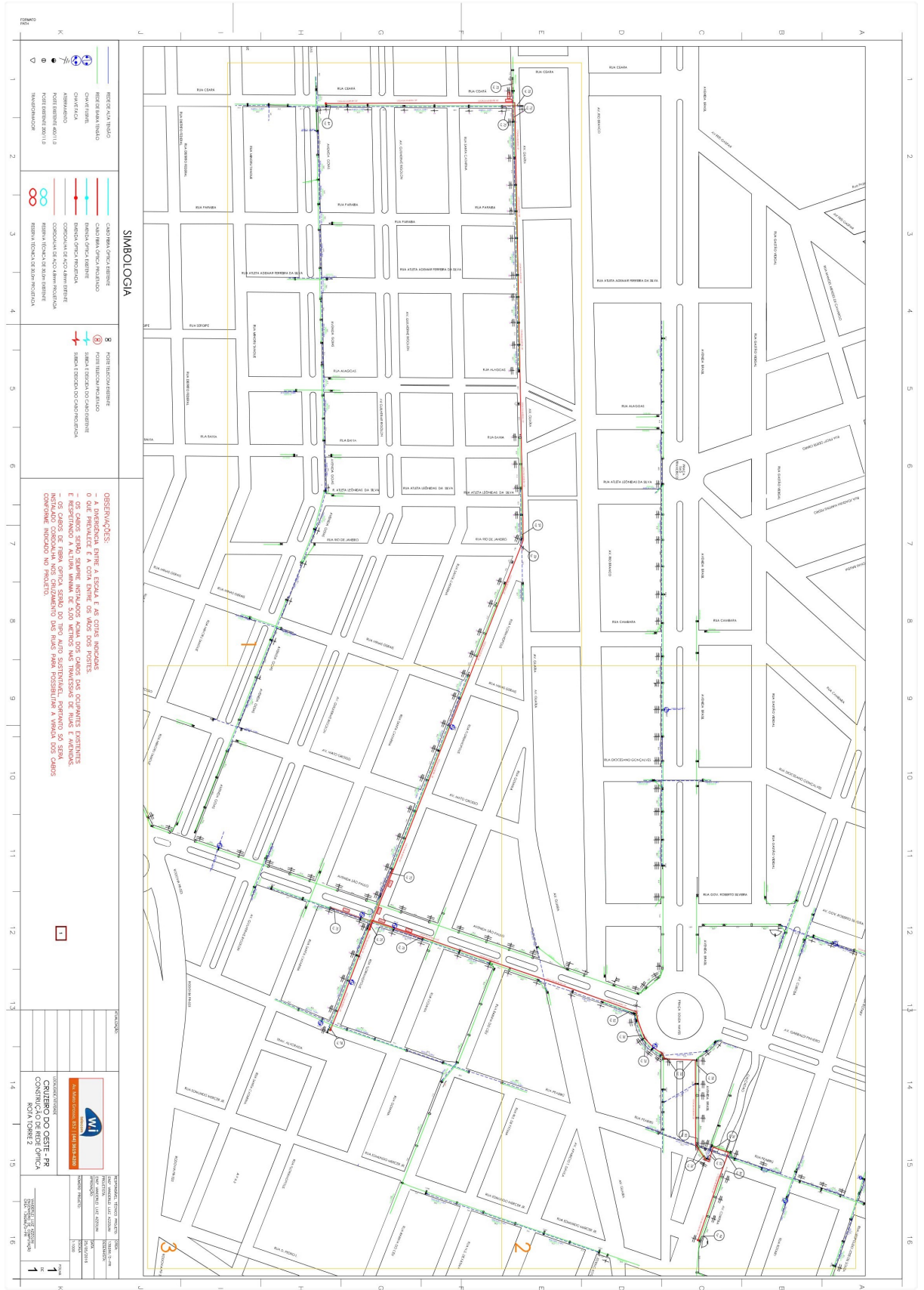
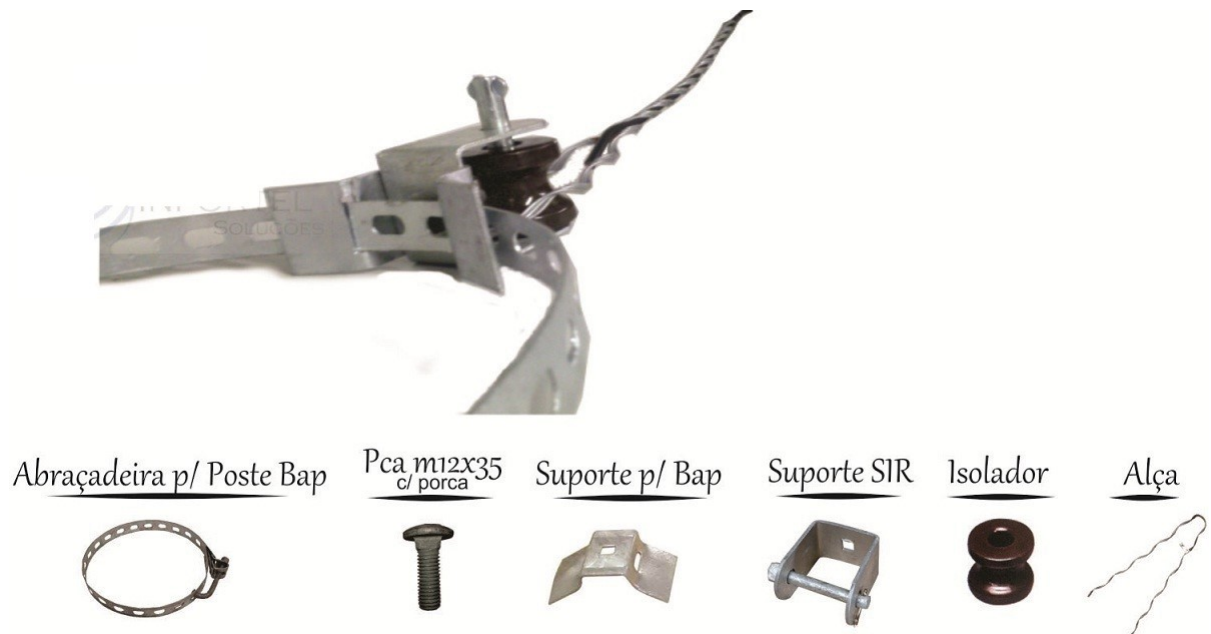


Figura 9 – Folha de rosto de uma parte do projeto



Após a autorização da Copel, o provedor de Internet já pode iniciar os trabalhos para inserir a fibra óptica nos cabos, a primeira etapa é fazer a equipagem dos postes, na Figura 12 podem ser visualizados os equipamentos para equipar os postes.



**Figura 12 – Equipamentos para ser realizada a equipagem dos postes**

Na Figura 13 mostra os materiais para equipar os postes instalados, já com uma fibra óptica ancorada no poste.



**Figura 13 – Exemplo de equipagem de poste**

Realizada a equipagem dos postes, as equipes técnicas já podem lançar os cabos ópticos nas rotas determinadas do projeto. O engenheiro faz o acompanhamento em campo,



orientando para que as tarefas sejam executadas conforme o projeto, a Figura 14 mostra técnicos puxando a fibra óptica de uma bobina de fibra óptica.



**Figura 14 – Técnico desenrolando o cabo óptico para lançamento.**

A Figura 15 mostra uma equipe fazendo a passagem da fibra óptica.



**Figura 15 – Técnicos atravessando a fibra óptica entre uma rua.**

Realizada as tarefas de passagem do cabo óptico nos postes, é necessário realizar a inserção das caixas de emenda, que irá acomodar os *splitter* ópticos ou divisores de sinal. Essa tarefa é realizada de acordo com as instruções do projeto, onde contempla toda a divisão da distribuição da rede. Essa etapa necessita ser realizada com muito cuidado, pois qualquer erro afeta a qualidade da potência do sinal que chega ao cliente.

Na rede óptica de Cruzeiro do Oeste foi utilizada uma OLT – *Optical Line Termination* Furukawa GPON de 8 portas, apresentada na Figura 16.



**Figura 16 – OLT GPON Furukawa**

A distribuição da rede GPON nesse projeto específico contempla uma OLT Furukawa com 8 portas, onde a partir de cada porta sai uma fibra óptica até as caixas de emenda óptica, a partir dessa caixa de emenda é feita a distribuição da rede através de um splitter 1\*8 inserido na caixa de emenda, esse splitter faz a divisão de sinal para mais 8 fibras onde essas fibras são unidas a 8 fibras de um cabo óptico, todas as fibras que entram e saem da caixa de emenda óptica são unidas através de fusão, o cabo óptico que sai da caixa de emenda é estendido até os locais definidos no projeto para abertura das caixas de atendimento.

As caixas de atendimento são o ponto final da rede de distribuição, dentro de cada caixa de atendimento é inserido um splitter conectorizado de 1\*8, essa caixa conectorizada é o ponto da onde vai sair a fibra para atendimento ao cliente final, a fibra que chega até a caixa de atendimento é realizada a junção através de fusão. As fibras que saem da caixa de atendimento unidas no splitter através de conectores de campo, uma vez que o splitter da caixa de atendimento é conectorizado e unidos a acopladores é possível realizar a interligação através dos conectores de campo, a partir desse ponto é estendido um cabo drop contendo uma única fibra até a residência do cliente.

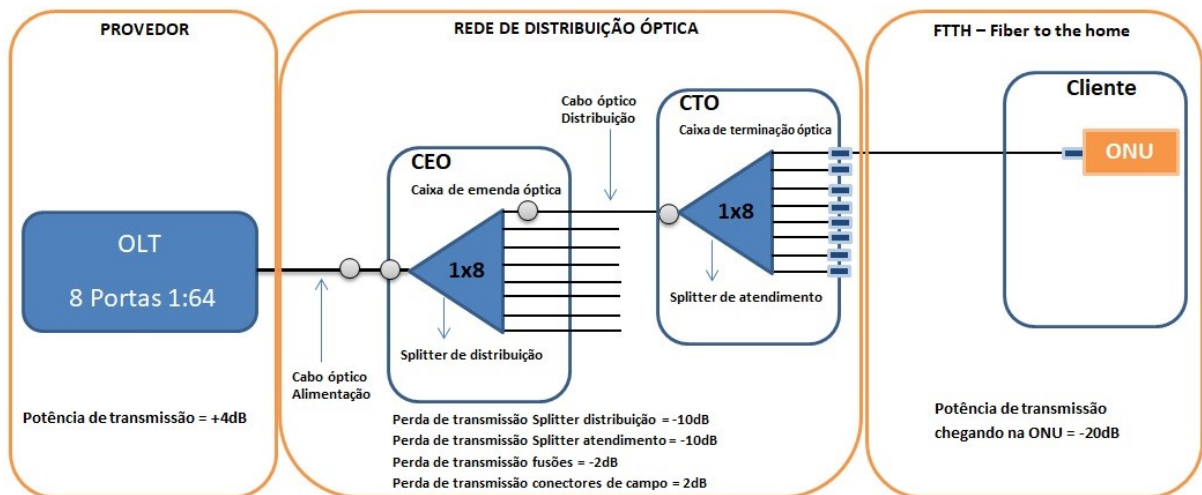
Na casa do cliente é inserida uma ONU e através do um conector de campo unido a fibra drop é conectado na ONU para permitir a conexão ao cliente, essa distribuição da caixa

de emenda até o cliente onde contempla uma única fibra exclusiva para o mesmo é chamada de FTTH.

A divisão da rede permite atender um total de 512, onde a cada porta da OLT possui um sinal de transmissão de +4dB e o atendimento no cliente final deve ser realizado conforme orientações técnicas do fabricante em até -26dB para contemplar um sinal de qualidade.

A OLT inicia sua transmissão com +4dB de potência na sequência da rede o splitter da caixa de emenda tem uma perda de transmissão de -10dB, o splitter da caixa de atendimento tem uma perda de transmissão de -10dB, as fusões tem uma perda de transmissão de -2dB e os conectores de campo tem uma perda de transmissão de -2dB, resultando em uma potência de transmissão chegando na ONU em -20dB garantindo um sinal de qualidade para o cliente.

Na figura 17 são apresentados detalhes do diagrama de rede.



**Figura 17 – Diagrama da rede óptica**

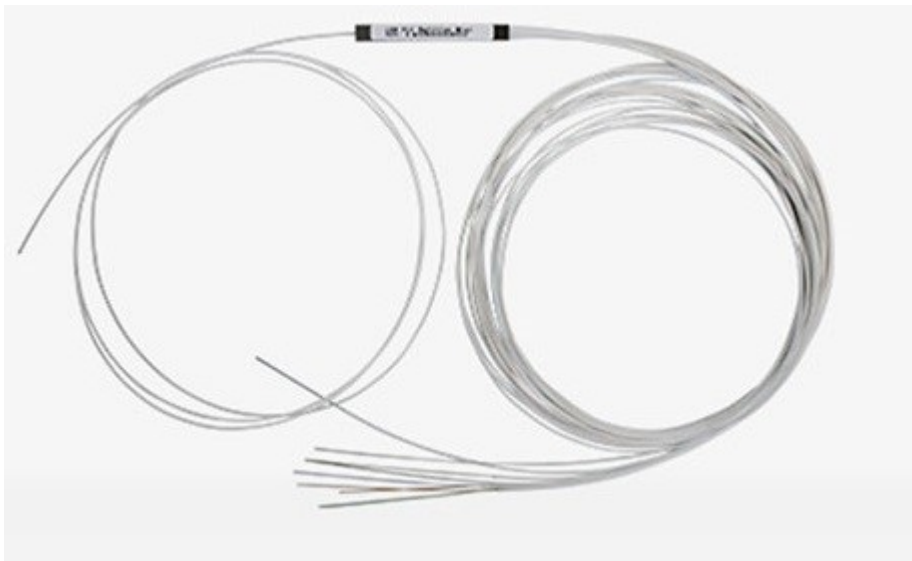
A Figura 18 apresenta uma CEO - caixa de emenda óptica, onde se encontra instalado o *Splitter* de distribuição.





**Figura 18 – Caixa de emenda óptica**

A Figura 19 apresenta a imagem de um *Splitter*.



**Figura 19 – Splitter não conectorizado**

Na etapa de montagem do *splitter* na caixa de emenda óptica, é necessária a utilização da máquina de fusão, pois o cabo óptico chega até a caixa e tem a necessidade de emendar a fibra no *Splitter* para ser realizada a distribuição conforme o projeto da rede,

Na Figura 20 é mostrada uma máquina de fusão.



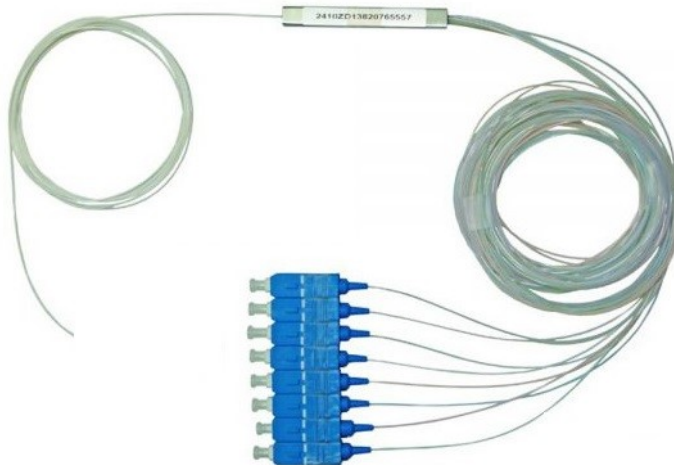
**Figura 20 – Máquina de fusão**

Após a montagem da caixa de emenda óptica, para permitir ser realizada a distribuição da rede, o próximo passo é a montagem da CTO – caixa de atendimento óptico, onde, a partir desse ponto, a rede vai ser distribuída até o cliente. No projeto de Cruzeiro do Oeste foi optado pela distribuição FTTH – *fiber to the home*. A Figura 21 apresenta uma caixa de atendimento óptico.



**Figura 21 – Caixa de atendimento óptico**

Dentro da caixa de atendimento óptico, é necessário inserir o *splitter* conectorizado e os acopladores ópticos, dessa forma é possível atender os clientes sem a necessidade de fazer fusão na fibra que vai até a localidade do cliente. Nesse formato é utilizado o conector de campo para fazer as instalações. Na Figura 22 é apresentado o *splitter* conectorizado e na Figura 23 o acoplador óptico.



**Figura 22 – Splitter conectorizado**



**Figura 23 – Acoplador óptico**

A Figura 24 apresenta uma CTO – Caixa de atendimento ótica montada com o *splitter* conectorizado e acopladores.



**Figura 24 – Caixa de atendimento ótica montada com *splitter* e acopladores.**

Realizada a instalação da caixa de atendimento, já é possível fazer a instalação da fibra ótica até o local do cliente, essa fase é chamada de *FTTH – fiber to the home*.

Na figura 25 é possível ver uma bobina de fibra ótica Drop, a mesma é constituída por uma única fibra e vai fazer a ligação por fibra ótica entre a caixa de atendimento até a ONU - *Optical Network Unit*.



**Figura 25 – Cabo óptico drop**

A Figura 26 apresenta o conector de campo, este conector evita fazer uma emenda por máquina de fusão entre o cabo óptico drop e a caixa conectorizada, ele é inserido no acoplador óptico instalado na caixa de atendimento, ainda o mesmo é utilizado para fazer a ligação do cabo drop até a ONU na propriedade do cliente.



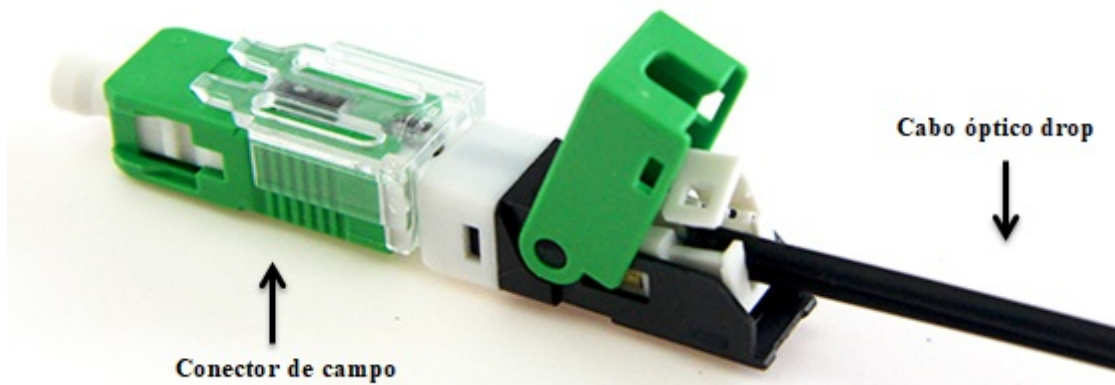


Figura 26 – Conector de campo

A figura 27 apresenta o ONU – Optical Network Unit, a mesma é instalada na propriedade do cliente onde a mesma recebe a conexão de Internet, contemplando a última etapa de instalação da rede de fibra óptica desde o provedor de Internet até a propriedade do cliente.



Figura 27 – ONU – Optical Network Unit

#### 4.1 SUB-SEÇÃO 1

Abaixo segue o depoimento do Coordenador de TI da Prefeitura de Cruzeiro do Oeste, o mesmo relata sobre o funcionamento da conexão via rádio, antes da implantação, e os resultados atingidos após a implantação de Internet Fibra Óptica.

“Nossa internet antes da fibra óptica, era distribuída via rádio, pois ainda não tínhamos esse serviço aqui na Cidade de Cruzeiro do Oeste. Somente a Copel Telecom fornecia esse serviço de Fibra.

No tempo que tínhamos a internet via rádio, nós tínhamos muitos problemas, desde lentidão no serviço até as constantes falhas de fornecimentos.

A lentidão se devia ao fato de perda no sinal, devido a equipamentos e também relacionado ao clima, uma vez que quando chovia, a internet já parava ou ficava oscilando o sinal. Quando um ponto de repetição que ficava em outra cidade parava aqui em Cruzeiro também, pois não tínhamos uma redundância de link. Isso gerava uma crítica muito grande por causa disso.

A Internet via Rádio ela depende muito do local onde se instala os pontos, uma vez que já tivemos problemas para ter acesso ao serviço. Teve lugar que não foi possível a instalação por não dar “visada” a torre de transmissão.

Após a implantação da rede de fibra óptica, conseguimos sanar muitos problemas, principalmente nas interrupções de fornecimento, dificilmente temos problemas no fornecimento. Outro ponto a ser dito, é que, após instalação não tivemos mais reclamações de lentidão do link nos pontos onde foram instalados, pois o serviço de fibra óptica dá uma condição melhor de trabalho, uma vez que, todos os nossos sistemas são on-line.

O fornecimento de internet em fibra óptica, também pode nos proporcionar que sejam instalados uma gama de outros serviços sobre a rede óptica, como câmeras de vigilância, árvores digitais nos centros de grande circulação, entre outros.

Posso concluir que a substituição da Rede Via Rádio pela Rede Óptica nos trouxe bons benefícios e também nos livrou de grandes problemas, principalmente pelo custo benefício, que antes pagávamos um valor considerado baixo por um serviço deficitário e hoje pagamos praticamente o mesmo valor por um serviço de melhor qualidade.”

## 5 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi desenvolver um projeto de implantação e implantar conexão de Internet através de rede óptica utilizando o provedor WI TELECOM, na Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Oeste – PR. Para atingir este objetivo principal foi necessário realizar um estudo aprofundado sobre as abordagens que envolvem as conexões de Internet, só assim foi possível compreender e conduzir o projeto de forma satisfatória.

O primeiro objetivo específico delimita a garantia de maior banda de conexão para os usuários, onde foi possível atender essa necessidade podendo ser evidenciada conforme o Quadro 3 onde faz menção as novas velocidades de cada ponto de conexão, onde antes era de apenas 5Mb por ponto.

O segundo objetivo específico trata de possibilitar a navegação de diversos usuários simultâneos sem perder a qualidade ao acessar as mídias, onde conforme depoimento do coordenador de TI da Prefeitura, não houve mais reclamação de lentidão após a mudança para fibra óptica, uma vez que todos os sistemas da Prefeitura são on-line.

Ainda conforme o terceiro objetivo específico, garantir a segurança na troca de dados, tal objetivo foi possível com a inibição de interrupções na conexão, para contemplar o quarto objetivo específico que é permitir a estabilidade da conexão, o coordenador de TI da Prefeitura menciona em seu depoimento antes a conexão oscilava por diversos fatores, inclusive em condições climáticas como chuva, agora já não ocorre oscilações, uma vez que a fibra óptica é imune a interferências eletromagnéticas.

As fibras ópticas tem muitas vantagens em relação aos meios de transmissão convencionais, uma das grandes vantagens é o fato de seu material ser dielétrico, ou seja são imunes a interferências eletromagnéticas, as mesmas são totalmente indicadas para lugares com alto risco de explosão, já que não sofrem curto-circuito.

As fibras ópticas necessitam de um alto investimento para construção da rede, entretanto é muito considerável a baixa necessidade de manutenção, sem contar com a garantia de estabilidade na conexão e possibilidade de maiores bandas para contratação do assinante.

A fibra óptica exige muito cuidado para seu manuseio, pelo fato de ser bem sensível, qualquer descuido ao fazer as instalações ou manutenções pode vir a quebrar a fibra, por isso é necessário uma série de cuidados. Outra questão importante é o grande trabalho para fazer uma junção de fibra, sendo necessária nas maiorias dos casos a utilização de uma máquina de



fusão. Outro fator de desvantagem é a falta de padronização dos equipamentos, tendo uma diversidade muito alta de produtos no mercado para utilização nas redes ópticas.

Outra desvantagem é tempo de instalação da fibra óptica desde a implantação da rede e até mesmo a ativação do cliente é extremamente maior se comparado a conexão via rádio, onde em questão de um dia é possível montar um ponto de acesso para atender diversos clientes, já na fibra a construção da rede para atender diversos clientes demora meses desde a aprovação do projeto até a construção da rede.

## REFERÊNCIAS

MEDEIROS, Julio Cesar de Oliveira. **Princípios de Telecomunicações - Teoria e Prática**. São Paulo: Erica, 2005.

TANENBAUM, Andrew S., WETHERALL, David. **Redes de Computadores**. São Paulo: Pearson, 2011.

BRIGGS, Asa, BURKE, Peter. **Uma História Social da Mídia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

Furukawa Certified Professional. **Cabeamento Estruturado Óptico**. Curitiba: Furukawa Electric, 5ª edição.

IBGE, **Cruzeiro do Oeste – PR**.

Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cruzeiro-do-oeste/panorama>>. Acesso em: 10 set. 2018.

GLUEDTKE, **Resenha do livro: Weaving The Web**. Disponível em:

<<https://gluedtke.wordpress.com/2007/12/02/resenha-do-livro-weaving-the-web-%E2%80%93-de-tim-berners-lee/>> Acesso em: 11 set. 2018.

BRASILESCOLA. **Internet**.

Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/informatica/internet.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2018

TARGETHD. **Os 40 anos da ARPANET**.

Disponível em: <<https://targethd.net/os-40-anos-da-arpamet/>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

USP. **A ARPANET**.

Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~is/abc/abc/node20.html>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

ESCOLADATECNOLOGIA. **O que é Internet via rádio? Como funciona? Para que serve?**. Disponível em: <<http://escoladatecnologia.com.br/o-que-e-internet-via-radio-como-funciona-para-que-serve/>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

WDC. **História da banda larga no Brasil**.

Disponível em: <<http://blog.wdcnet.com.br/historia-da-banda-larga-no-brasil/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

COMSTOR. **Os benefícios de conexões por fibra óptica**.

Disponível em: <<https://blogbrasil.comstor.com/os-beneficios-de-conexoes-por-fibra-optica>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

FIBRACEM. **7 benefícios oferecidos pela fibra óptica**.

Disponível em: <<https://fibracem.com/curiosidades/7-beneficios-oferecidos-pela-fibra-optica/>>

>. Acesso em: 07 ago. 2018.

YOUTUBE. **A história da Internet, *A Brief History of the Internet*.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6cyYX2PD5kc&feature=youtu.be>>.

Acesso em: 06 ago 2018.

YOUTUBE. **Qual a diferença entre Internet fibra óptica e Internet via rádio?.**

Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=kni9Ynws8\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=kni9Ynws8_E)>. Acesso em: 06 ago 2018.

UTFPR. **Redes sem fio e redes móveis.** Disponível em:

<[https://moodle.pb.utfpr.edu.br/pluginfile.php/61376/mod\\_resource/content/1/Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://moodle.pb.utfpr.edu.br/pluginfile.php/61376/mod_resource/content/1/Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 06 ago 2018.

UTFPR. **Redes sem fio e redes móveis – Aula 2.** Disponível em:

<[https://moodle.pb.utfpr.edu.br/pluginfile.php/61375/mod\\_resource/content/1/Motiva%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://moodle.pb.utfpr.edu.br/pluginfile.php/61375/mod_resource/content/1/Motiva%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 06 ago 2018.

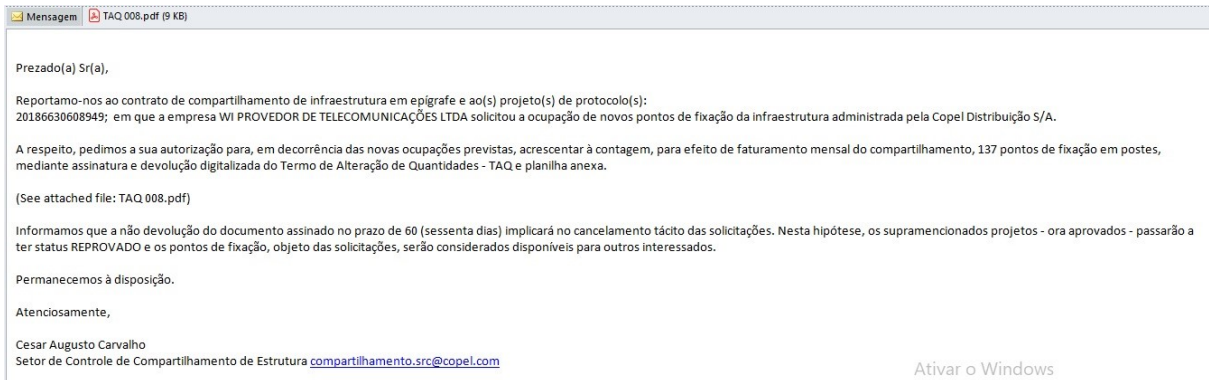
SALA DE APOIO. **Qual a diferença entre Redes Ópticas EPON e GPON?.** Disponível em: < <http://www.saladeapoio.com.br/blog/qual-a-diferenca-entre-redes-opticas-epon-e-gpon/>>. Novembro em: 14 nov 2018.

WNDW. **E-book Redes Sem Fio no Mundo em Desenvolvimento.** Disponível em: < <http://wndw.net/pdf/wndw-pt/wndw-pt-ebook.pdf>>. Novembro em: 14 nov 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – E-MAIL COPEL

E-mail enviado pela copel para o provedor de Internet comunicando a aprovação do projeto de passagem de fibra óptica.



### APÊNDICE B – CONTRATO COPEL

Contrato a ser assinado firmando compromisso do provedor de Internet junto a Copel referente a aprovação da passagem de fibra óptica nos postes da Copel.

## **WI PROVEDOR DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA**

Termo de Alteração de Quantidades - TAQ nº **008**  
Referente ao contrato de compartilhamento de infraestrutura nº **52.204**  
Documento emitido em

À Copel Distribuição S/A  
A/C Setor de Controle de Compartilhamento de Estrutura - STCCPE

Em decorrência das novas ocupações, conforme projetos aprovados pela Copel Distribuição S/A, descritos no anexo deste Termo, a empresa **WI PROVEDOR DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA**, com sede na \_\_\_\_\_, em \_\_\_\_\_-PR, inscrita no CNPJ sob n.º \_\_\_\_\_, neste ato por seu representante ao final assinado, manifesta concordância com o acréscimo de **137** pontos de fixação em postes, para efeitos de faturamento mensal, distribuídos conforme planilha anexa.

Estas quantidades poderão ser alteradas, se constatadas quantidades diferentes nas verificações que forem efetuadas pela Copel Distribuição S/A posteriormente à conclusão das obras de ocupação dos postes.

\_\_\_\_\_  
Sócio Adm.

\_\_\_\_\_  
**Cesar Augusto Carvalho**  
Visto da Copel

\_\_\_\_\_  
2º Conferente Copel  
( ) SS de implantação

**UC Referência: 83360158**

## ANEXO AO TERMO DE ALTERAÇÃO DE QUANTIDADES - TAQ N°

008

WI PROVEDOR DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA			Nº	Obra	Data Solicitação Cliente	Data Protocolo	Data liberação projeto	Quantidade de Pontos de Fixação
Ref	Responsável Técnico	Município	Protocolo	Local				
1	Vanderlei Luiz Azzolini	Cianorte - PR	PRT 14900/2018 (SS:20186630608949)	- Rua Tucano; Rua Macuco; Rua Perdiz; Rua Tico - Tico; Rua 7 de Setembro; Rua Arapongas; Av. Paraná; Rua Jacutinga; Rua Jorge C. Rodrigues; Rua Bern te Vi; Rua Bazilio Z.; Rua Anchieta				137
TOTAL Cianorte - PR								137
TOTAL DE NOVOS POSTES E PONTOS DE FIXAÇÃO OCUPADOS PELA WI PROVEDOR DE TELECOMUNICAÇÕES LTDA								137

Pela Solicitante:

Visto da Detentora:

---

 Sócio Adm.