



**EMERSON MICHELIN
JONAS MENDONÇA MICHELIN**

**PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DA REDE DA FAZENDA
ESCOLA DO IFSULDEMINAS CAMPUS INCONFIDENTES
UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA**

**INCONFIDENTES-MG
2015**

**EMERSON MICHELIN
JONAS MENDONÇA MICHELIN**

**PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DA REDE DA FAZENDA
ESCOLA DO IFSULDEMINAS CAMPUS INCONFIDENTES
UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação de Tecnologia em Redes de Computadores no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Vinícius Ferreira de Souza.

**INCONFIDENTES-MG
2015**

**EMERSON MICHELIN
JONAS MENDONÇA MICHELIN**

**PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DA REDE DA FAZENDA
ESCOLA DO IFSULDEMINAS CAMPUS INCONFIDENTES
UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA**

Data de aprovação: ____ de _____ 20__

Orientador: Vinícius Ferreira de Souza
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)

Prof.: Kleber Marcelo da Silva Rezende
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)

Prof.: Igor Oliveira Lara
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realizar este curso. Agradeço também de modo especial minha esposa Silvana pelo incentivo e por assumir todos os afazeres do lar, possibilitando minha frequência e dedicação nas aulas. Lembro ainda dos meus pais e demais familiares que, pelo exemplo de perseverança, inspiraram essa minha caminhada. E não menos importante agradeço aos colegas de classe, professores e funcionários da instituição que sempre nos atenderam com empenho e prontidão durante esse curso.

Emerson Michelin

A Deus por ter me dado a oportunidade de cursar algo que julgo tão importante e de extrema relevância para a sociedade, me dando saúde e força para superar as dificuldades. Também neste momento agradeço meu tio e colega Emerson pela responsabilidade e dedicação a fim de realizarmos este projeto. Minha família que me ensinou o valor do estudo, me inspirando e apoiando até o final desta etapa e de muitas que ainda virão. Aos colegas de classe, professores, orientador, que durante o curso me auxiliaram e contribuíram diretamente para a realização deste.

Jonas Mendonça Michelin

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de reestruturação na rede LAN da Fazenda Escola, de acordo com as necessidades que foram verificadas na referida rede, com o intuito de inovar e superar os desafios relacionados à disponibilidade, capacidade de transmissão de dados e escalabilidade. Após um levantamento detalhado das necessidades estruturais e operacionais do *backbone* da rede foram verificados enlaces susceptíveis a falhas e com largura de banda reduzida. Esta proposta faz uso de fibra óptica, com os objetivos de solucionar os problemas citados anteriormente, e propiciar uma rede com capacidade de atender novas implantações, setores e tecnologias. A conclusão mostrou um resultado, do ponto de vista econômico e quantitativo, favorável ao emprego da fibra óptica, considerando que os meios físicos de transmissão de dados são de crucial importância ao desenvolvimento social, econômico e sustentável da instituição.

Palavras-chave: Fibras Ópticas, Reestruturação, *Backbone*

ABSTRACT

This work presents a proposal for restructuring the Farm School LAN network, in accordance with the needs that have been checked over that network in order to innovate and overcome challenges related to availability, data transmission capacity and scalability. A detailed survey of the structural and operational needs of the backbone network, links were found susceptible to failures and reduced bandwidth. The proposal makes use of optical fiber, aiming to solve the problems mentioned above, and provide a network capable of meeting new deployments, sectors and technologies. The conclusion showed income, economic and quantitative point of view, favorable to the use of optical fiber, whereas the physical data transmission media are of crucial importance to the social, economic and sustainable institution.

Keywords: *Optical Fibers , Restructuring , Backbone.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes Básicos das Fibras [35].....	20
Figura 2 - Representação Estrutura da Fibra Óptica [36].....	21
Figura 3 - Diâmetros Nominais dos Núcleos de Fibras [37].....	24
Figura 4 - Propagação da Luz no Núcleo de Fibras Ópticas [38].	25
Figura 5 - Composição do Cabo Óptico Tipo Loose [39].	26
Figura 6 - Composição Cabo Óptico Tipo Tight [40].	27
Figura 7 - Composição do Cabo Óptico Tipo Groove [41].	28
Figura 8 - Composição do Cabo Óptico Tipo Ribbon [42].	29
Figura 9 - Cabo Fis - Optic – DG [43].	30
Figura 10 - Cabo Fis - Optic - AS [44].....	30
Figura 11 - Cabo Fis - Optic - AR [45].....	31
Figura 12 - Cabo Óptic - Lan [46].....	31
Figura 13 - Cabo Óptic - Lan Indor/Outdoor [47].....	32
Figura 14 - Tipos de Conectores Ópticos [48].	37
Figura 15 - Emenda Óptica por Fusão [49].	38
Figura 16 - Emenda Óptica Mecânica [50]	38
Figura 17 - Emenda Óptica por Conectorização [51].....	39
Figura 18 - Anilha de Identificação Óptica [52].....	40
Figura 19 - Plaqueta de Identificação Óptica [53].....	40
Figura 20 - Conversor de Mídia [25].....	41
Figura 21 - Distribuidor Interno Óptico [54].....	42
Figura 22 - Ponto de Terminação Óptica [55].	43
Figura 23 - Caixa de Emenda Óptica [56].....	43
Figura 24 - Cordão Óptico [58].	44
Figura 25 - Pig-Tail Óptico [57].....	44
Figura 26 - Protetor de Emenda Óptica [61].	445
Figura 27 - No-break [65].....	447
Figura 28 - Switch Gerenciável 24 Portas [33].	47
Figura 29 - Bloco dos Professores.....	540
Figura 30 - Mapa Geográfico da Fazenda Escola.	541

Figura 31 - Enlaces com Radiofrequência.....	54
Figura 32 - Enlaces com Fibra Óptica.....	55
Figura 33 - Enlaces com Par Trançado.....	56
Figura 34 - Prédios Fora da Rede.....	56
Figura 35 - Cenário Atual Completo.....	57
Figura 36 - Comparação links Bloco/Produção, Bloco/CPA e Bloco/Suíno: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.....	59
Figura 37 - Comparação links Bloco/Guarita, Bloco/ Anatomia e Bloco/Mudas: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.....	61
Figura 38 - Comparação links Bloco/Zoologia, Bloco/ Abatedouro, Bloco/ Bovino e Bloco/Entomologia: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.....	63
Figura 39 - Proposta da Reestruturação da Rede LAN da Fazenda.....	64
Figura 40 - Caixa de Emenda Óptica [59].....	65
Figura 41 - Ponto de Terminação Óptica [60].....	66
Figura 42 - Placa de Identificação Óptica.....	67
Figura 43 - Rack [62].....	657
Figura 44 - Patch Panel [63].....	668
Figura 45 - Guia de Cabo Horizontal [64].....	68
Figura 46 - Abraçadeira BAP 3.....	679
Figura 47 - Suporte Isolador para Suspensão [31].....	70
Figura 48 - Conjunto de Ancoragem.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Identificação de Setores.	52
Quadro 2 - Identificação de Links Atuais.....	53
Quadro 3 - Identificação de Enlaces Envolvidos na Reestruturação	58
Quadro 4 - Componentes do enlace Bloco/Produção.....	71
Quadro 5 - Componentes do enlace Bloco/CPA.	71
Quadro 6 - Componentes do enlace Bloco/Suíno.	72
Quadro 7 - Componentes do enlace Bloco/Guarita.....	72
Quadro 8 - Componentes do enlace Bloco/Anatomia.....	73
Quadro 9 - Componentes do enlace Bloco/Mudas.....	73
Quadro 10 - Componentes do enlace Bloco/Zoologia.	74
Quadro 11 - Componentes do enlace Bloco/Abatedouro.....	74
Quadro 12 - Componentes do enlace Bloco/Entomologia.....	75
Quadro 13 - Componentes do enlace Bloco/Bovino.....	75
Quadro 14 - Somatório do Investimento em Equipamentos para Reestruturação.	76

LISTA DE ABREVIACOES

AR	Anti Roedores
AS	Auto Sustentado
BAP	Abraçadeira Ajustável para Poste
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
DG	Direto na Terra
DIO	Distribuidor Interno ptico
FDM	Multiplexação por Divisão de Frequência
FTTX	Fibra para Vários Usuários
ILD	Diodo Injetor  Laser
IP	Protocolo de Internet
LAN	Rede Local
LED	Diodo Emissor de Luz
MMF	Fibras Multimodo
OTDR	Refletmetro óptico no Domínio do Tempo
PCM	Modulação por Código de Pulso
PoE	Power Over Ethernet
PSTN	Rede de Telefonia Fixa Comutada
RSR	Relação Sinal Ruído
SFP	Fator de Forma Pequena Plugvel
SMF	Fibras Monomodo
TDM	Multiplexação por Divisão de Tempo
TELESP	Telecomunicações de São Paulo
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UTP	Par Trançado sem Blindagem
VLAN	Rede Local Virtual
VoIP	Voz sobre IP
WDM	Multiplexação por Divisão de Comprimento de Onda

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE ABREVIACÕES	x
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. ESTADO DA ARTE	17
3. TECNOLOGIA DE FIBRA ÓPTICA	19
3.1. Histórico.....	19
3.2. Definição.....	20
3.2.1. <i>Componentes</i>	20
3.3. Vantagens e Desvantagens.....	21
3.4. Princípios de Funcionamento.....	22
3.5. Classificação	23
3.6. Fabricação.....	25
3.6.1. <i>Propriedades</i>	25
3.7. Tecnologia de Construção para Cabos Ópticos	26
3.7.1. <i>Cabos Tipo Loose</i>	26
3.7.2. <i>Cabos Tipo Tight</i>	27
3.7.3. <i>Cabos Tipo Groove</i>	27
3.7.4. <i>Cabos Tipo Ribbon</i>	28
3.8. Cabeamento Óptico para LAN'S.....	29
3.8.1. <i>Cabo Fis - Optic - DG</i>	29
3.8.2. <i>Cabo Fis - Optic - AS</i>	30
3.8.3. <i>Cabo Fis - Optic - AR</i>	30
3.8.4. <i>Cabos Optic - LAN</i>	31
3.8.5. <i>Cabo Fiber - LAN Indor/Outdoor</i>	32
3.9. Fontes de Luz.....	32

3.10. Modulação e Multiplexação.....	34
3.11. Atenuação e Dispersão.....	35
3.12. Normas sobre Cabeamento Óptico	35
3.13. Terminações Ópticas.....	36
3.13.1. <i>Características dos Conectores</i>	36
3.13.2. <i>Tipos de Conectores</i>	37
3.14. Emendas Ópticas.....	37
3.15. Identificação.....	39
3.16. Sistema de Comunicação por Fibras Ópticas.....	41
3.17. Acessórios Ópticos	42
3.18. Instalação de Cabos Ópticos - Procedimentos	45
3.19. Outros Equipamentos.....	456
3.19.1. <i>No-break</i>	456
3.19.2. <i>Switch</i>	457
3.20. Outras Tecnologias para Enlaces	457
3.20.1. <i>Radiofrequência</i>	458
3.20.2. <i>Cabos Metálicos</i>	458
4. REDE LAN ATUAL DA FAZENDA ESCOLA.....	49
4.1. Definição de LAN.....	49
4.2. Apresentação Detalhada do Cenário Atual	49
4.2.1. <i>Enlaces que Utilizam Radiofrequência</i>	53
4.2.2. <i>Enlaces que Utilizam Fibra Óptica</i>	54
4.2.3. <i>Enlaces que Utilizam Fios de Cobre</i>	55
4.2.4. <i>Prédios Isolados da rede LAN</i>	56
4.2.5. <i>Apresentação Completa do Cenário Atual</i>	57
5. PROPOSTA REESTRUTURAÇÃO DA REDE LAN NA FAZENDA ESCOLA.....	58
5.1. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Produção Vegetal	58
5.2. Enlace entre Bloco dos Professores e Cpa.....	59
5.3. Enlace entre Bloco dos Professores e Suinocultura.....	59
5.4. Enlace entre Bloco dos Professores e Guarita	60
5.5. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Anatomia.....	60
5.6. Enlace entre Bloco dos Professores e Viveiro de Mudas	60
5.7. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Zoologia	601

5.8. Enlace entre Bloco dos Professores e Abatedouro	61
5.9. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Entomologia.....	62
5.10. Enlace entre Bloco dos Professores e Bovinocultura de Corte	62
5.11. Levantamento de Necessidades	64
5.11.1. <i>Cabo de Fibra Óptica</i>	64
5.11.2. <i>Cordão Óptico</i>	65
5.11.3. <i>Conversor de Mídia</i>	65
5.11.4. <i>Caixa de Emenda Óptica</i>	65
5.11.5. <i>Ponto de Terminação Óptica</i>	66
5.11.6. <i>Protetor de Emenda Óptica</i>	66
5.11.7. <i>Placa de Identificação</i>	66
5.11.8. <i>Rack</i>	67
5.11.9. <i>Patch Panel</i>	67
5.11.10. <i>Guia de Cabo Horizontal</i>	68
5.11.11. <i>No-break</i>	68
5.11.12. <i>Switch</i>	69
5.11.13. <i>Abraçadeira BAP</i>	69
5.11.14. <i>Suporte Isolador para Suspensão</i>	69
5.11.15. <i>Conjunto de Ancoragem</i>	70
5.11.16. <i>Detalhamento dos Componentes</i>	70
5.12. Orçamento.....	76
6. CONCLUSÃO.....	777
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e o surgimento de aplicações que dependem diretamente de recursos na área da Tecnologia da Informação estão cada vez mais expressivos. Atualmente, os meios físicos de transmissão de dados são mais exigidos e no Campus, não acompanham esse traço marcante da evolução. Nesse contexto, uma proposta de reestruturação na LAN da Fazenda Escola, vem ao encontro das necessidades verificadas na referida rede, com o intuito de inovar e superar os desafios relacionados à disponibilidade, capacidade de transmissão de dados e escalabilidade.

Este trabalho apresenta uma proposta de reestruturação na infraestrutura da rede de comunicação de dados da Fazenda Escola do IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes, de forma a buscar soluções que venham resolver os problemas enfrentados atualmente pelos setores que utilizam essa rede, visando a otimização através da modernização e ampliação da mesma.

Tal proposta tem o intuito de buscar melhorias significativas para o funcionamento da rede LAN da Fazenda Escola, focando não apenas em aspectos estruturais, como também operacionais, uma vez que são faces conjuntas para um desempenho satisfatório em redes de computadores. Desse modo, o presente trabalho apresenta um estudo para a viabilização da implantação de fibra óptica na rede local.

Observa-se na realidade da rede LAN da Fazenda Escola, que alguns problemas ocorrem ocasionando a perda de pacotes e até mesmo a queda de links, devido à condições climáticas desfavoráveis como ventos, chuvas fortes e descargas atmosféricas. Em função disso, fica evidenciada a necessidade de refazer e implantar enlaces menos propensos a tais adversidades, o que é o propósito deste trabalho de conclusão de curso.

Além disso, a carência de maior largura de banda, que atenda também a outras demandas da Instituição, tais como: monitoramento das dependências da Fazenda Escola via câmeras IP, inclusive de áreas periféricas da mesma, suporte para VoIP e futuras tecnologias que acompanhem a expansão do campus em atividades que requeiram uma rede LAN com maior disponibilidade e escalabilidade.

Nessa reestruturação, foram propostas substituições e implementações de novos links, fazendo referência aos meios físicos para transmissão de dados. Tecnologias empregadas em alguns enlaces, como cabeamento metálico e links de rádio, foram analisados observando a possibilidade da implantação de novos links com o uso de fibras ópticas. Alguns enlaces ainda permanecerão como atualmente, por se tratar de distâncias compatíveis com normas inerentes ao uso de fios de cobre par trançado.

Com o emprego da fibra, a rede passa a ter um comportamento mais uniforme e confiável, uma vez que as fibras apresentam muitas vantagens. Dentre elas, podem ser destacadas algumas:

- Disponibilidade, buscando minimizar os períodos de interrupção citados anteriormente;
- Maior capacidade de transmissão de dados, propiciando a implantação de novas aplicações;
- Baixa atenuação, ampliando o alcance e elevando a relação sinal ruído (RSR);
- Imunidade a ruídos, protegendo a rede contra interferências eletromagnéticas;
- Meio físico guiado, minimizando ocorrências relacionadas em função de condições climáticas desfavoráveis;

Uma revisão bibliográfica da literatura na área de redes ópticas apontou o rumo a ser tomado para alcançar, de maneira efetiva, uma rede que satisfaça todas as necessidades da instituição. Adicionalmente, foi necessário realizar um levantamento da infraestrutura da rede atual e das condições de campo.

Após um entendimento das tecnologias que compõem a rede, fez-se uma consideração dos dispositivos que integrarão a proposta de reestruturação da mesma. Por último, foi feita uma análise da possibilidade de implementação no campus, observando aspectos econômicos e técnicos.

Este trabalho tem caráter de campo, uma vez que foi levantado e estudado o comportamento, a composição física e a realidade operacional da rede.

Inicialmente foi feita a introdução ao tema, seguindo para uma abordagem sobre a importância da tecnologia envolvendo fibras ópticas e a motivação pela escolha deste tema, apresentados no capítulo 1.

No capítulo 2 foram relacionados os trabalhos acadêmicos que deram suporte ao embasamento das diretrizes do estudo do tema.

O capítulo 3 é todo dedicado à tecnologia de fibras ópticas, com breve histórico, sua constituição, aplicações, normas e cuidados relacionados ao seu emprego.

O capítulo 4 tem o objetivo de mostrar o cenário atual da rede LAN que hoje interliga os prédios na Fazenda Escola, e a tecnologia empregada nestes enlaces.

O capítulo 5 dedica-se em apontar para o futuro cenário proposto com a reestruturação na rede, de forma a informar os novos links de fibras ópticas com as suas respectivas necessidades, os enlaces que permanecerão e os que deixarão de existir. Também apresenta um resultado final contendo os tópicos primordiais para a implementação da proposta.

O capítulo 6 mostra uma conclusão sobre os questionamentos que levaram a escolha do tema e aos desafios mencionados no começo do trabalho, enfatizando também a viabilidade da tecnologia de fibras em suplantando outros meios de transmissão de dados.

2. ESTADO DA ARTE

Apresentam-se neste momento, trabalhos acadêmicos de suma importância para a realização deste projeto. São autores cujas obras salientam com dados e características relevantes quando se pensa em reestruturação baseada em fibra óptica.

BERTOLOTO e GUSHIKEN (2011), em seu artigo, explicam que com capacidade de transmissão até um milhão de vezes maior do que o cabo metálico, a fibra óptica tornou-se hoje a base tecnológica das relações de comunicação no mundo. Praticamente não há diferença entre a velocidade de transmissão em um cabo metálico e a fibra. O que muda é a capacidade de transmissão. A fibra pode transportar um número muito maior de bits por segundo do que o cabo. Além da enorme capacidade de transmissão, a fibra tem outras vantagens na comparação com o cabo metálico, como a alta estabilidade, baixa perda na transmissão e grande resistência. Além disso, como não conduzem eletricidade, ficam imunes a interferências elétricas exteriores [12].

BERTOLOTO (2012), em sua dissertação relata que, os cabos com par trançado e os cabos coaxiais estão rapidamente sendo substituídos por fibras ópticas por diversas razões. Através das fibras ópticas, um sistema de comunicação possuirá uma maior capacidade de transmissão de informação ou largura de banda (largura de banda é uma medida da capacidade de uma fibra óptica transmitir dados). Além de uma maior largura de banda, as fibras ópticas podem transmitir dados numa velocidade muito maior. Ainda com base nesta dissertação, o autor afirma que uma primeira razão para o uso de fibras no lugar dos cabos de cobre é a diminuição na potência do sinal transmitido. Os sinais que são transmitidos através de uma fibra óptica experimentam menor atenuação (ou perda da potência dos sinais) e, portanto, podem viajar por distâncias muito maiores. Mesmo para distâncias relativamente curtas, as fibras ópticas ainda se sobressaem milhares de vezes aos cabos de cobre mais avançados[08].

ASSIS e WALDMAN (2002), afirmam que a transmissão de informação por meio de fibras ópticas cresceu e amadureceu enormemente nos últimos 30 anos; e segundo critérios técnicos e econômicos, é a opção mais atraente para as redes de comunicações com serviços de faixa larga. Avanços recentes nesta área vêm revolucionando a infraestrutura de telecomunicações em todo o mundo. Capacidades de transmissão cada vez mais elevadas têm possibilitado a implantação de redes de comunicações que viabilizam a integração de diferentes tipos de tráfego, a sofisticação dos serviços e a interconexão de redes remotas [21].

BENZINHO (2011), explica que os sistemas de informação associados às redes de telecomunicações, com adequado desempenho, são os ingredientes básicos para a disponibilização de novos serviços e para o aparecimento de inovações tecnológicas que permite não só aumentar a capacidade de processamento de informações, como também elevar a produtividade, expandir negócios e agilizar as organizações [11].

LAGE e OLIVEIRA (2006), em seu projeto final de graduação, evidencia benefícios que o emprego da tecnologia de fibras ópticas oferecem; a fibra, por ser composta de material dielétrico, é imune a interferências eletromagnéticas, podendo ser utilizada em ambientes nos quais outros tipos de condutores não poderiam ser empregados; não existe nenhuma possibilidade de incêndios decorrentes do rompimento de uma fibra óptica, já que somente há luz em seu interior; pequeno tamanho e peso, com maior facilidade de manuseio e instalação; as fibras ópticas apresentam atualmente perdas de transmissão extremamente baixas. Desse modo, é possível implantar sistemas de transmissão de longa distância com um maior espaçamento entre repetidores, o que reduz significativamente a complexidade e custos do sistema e a produção de fibras ópticas em larga escala tende a tornar o custo da mesma mais baixo do que outros materiais, como o cobre [02].

CAMPOS (2010), destaca a segurança da informação, ao relatar que as fibras ópticas não irradiam significativamente a luz que propagam. A maior parte das tentativas de captação de mensagens do interior da fibra é detectável, pois tais tentativas exigem que seja desviada uma quantidade significativa da potência luminosa que corre no interior da fibra. Isso é uma característica que garante segurança à informação transportada. Um outro fato, mais importante nas aplicações militares, é que as fibras ópticas não são detectáveis por sensores, como detectores de metais, o que dificulta sabotagens aos sistemas de comunicação que utilizam fibras ópticas [10].

3. TECNOLOGIA DE FIBRA ÓPTICA

3.1. Histórico

O primeiro sistema óptico de comunicação surgiu há mais de dois séculos, quando o engenheiro francês Claude Chappe inventou, em 1790, o telégrafo óptico que foi substituído pelo telégrafo elétrico em meados do século XIX. Alexander Graham Bell patenteou um sistema óptico de telefonia, que chamou de *Photophone*, em 1880. Entretanto, o telefone, sua invenção anterior, provou ser mais prática na época [12, 22].

A década de 1960 foi assinalada por transmissões de sinais luminosos por fibras. Essa tecnologia era forte candidata a substituir, gradativamente, os sistemas baseados em fios de cobre nos sistemas de telefonia, o que certamente impulsionaria o campo de pesquisa e desenvolvimento. Entretanto, duas barreiras se puseram na frente do avanço da tecnologia em comunicação por fibra óptica: as grandes perdas de luz durante a transmissão e o excessivo calor que os lasers geravam [12, 22].

No Brasil, a UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas, em São Paulo) foi o primeiro instituto a desenvolver e a produzir fibra ótica no início dos anos 1970 [12,14, 22].

A tecnologia desenvolvida foi transferida para a Telebrás que, no início dos anos 1980, a repassou para empresas começarem a produzir a fibra em escala comercial [12, 22]. Foi através do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações CPQD que a concessão da tecnologia para a indústria nacional aconteceu. A primeira planta piloto para a fabricação da fibra óptica no Brasil foi montada no centro de pesquisa e desenvolvimento da Telebrás [12].

A ABC X-TAL, empresa sediada em Campinas, formalizou contrato de US\$ 6 milhões para a produção de dois mil quilômetros de fibra óptica. Após ter contratado parte da equipe da UNICAMP, entregou em agosto de 1984 o primeiro lote de 500 quilômetros. No mesmo ano entrava em funcionamento o primeiro sistema não experimental de comunicações

ópticas, produzido integralmente no Brasil, ligando duas estações telefônicas de Uberlândia. Já em 1985, a antiga TELESP construiu o primeiro *backbone* de fibra óptica com a extensão de 1,4 quilômetros na capital paulista, dando início à exploração da tecnologia [12].

3.2. Definição

Fibras ópticas são fios longos e finos de vidro com alto nível de pureza, com o diâmetro aproximado de um fio de cabelo humano, dispostas em feixes chamados cabos ópticos e usadas para transmitir sinais de luz ao longo de grandes distâncias [01, 12].

3.2.1. Componentes

As fibras ópticas contêm componentes básicos, necessários para atribuição das características fundamentais para transmissão dos sinais luminosos em seu interior, conforme mostra a Figura 1 [05, 12, 14, 15].

- Núcleo: o núcleo é um fino filamento transparente por onde passa a luz;
- Casca ou bainha: camada de revestimento do núcleo, que possui índice de refração menor, impedindo refração;
- Revestimento: camada de plástico que envolve o núcleo e a bainha, protegendo-os contra choques mecânicos e curvatura excessiva.

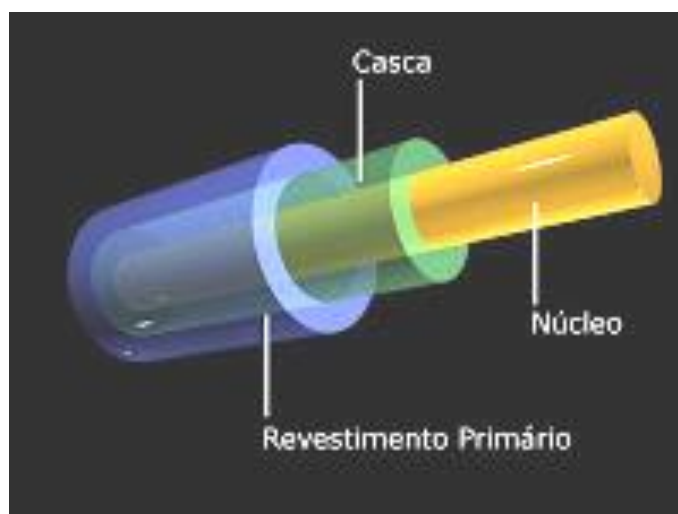


Figura 1 - Componentes Básicos das Fibras [35].

As fibras ópticas são constituídas de materiais dielétricos, com imunidade às interferências eletromagnéticas; possuem uma região cilíndrica composta de uma parte central, denominada núcleo, por onde a luz passa; e uma área periférica denominada casca ou bainha, que envolve o núcleo. O núcleo e a bainha que o envolve são feitos de vidro sólido com alto índice de pureza, mas com índices de refração diferentes. O índice de refração do núcleo é sempre maior que o índice de refração da bainha. Se o ângulo de incidência da luz em uma das extremidades da fibra for menor que certo ângulo, chamado de ângulo crítico ocorrerá à reflexão total da luz no interior da fibra [14, 15].

A Figura 2 ajuda visualizar tal representação:

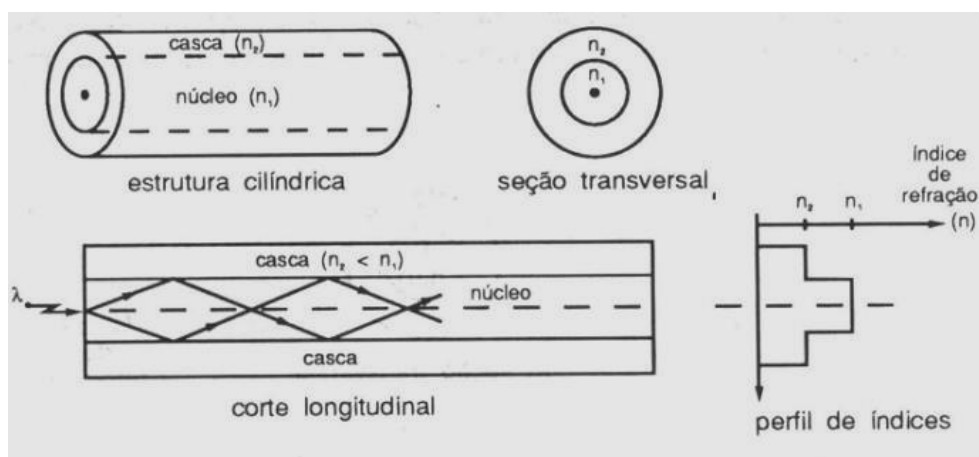


Figura 2 - Representação Estrutura da Fibra Óptica [36].

Dezenas dessas fibras ópticas são dispostas em feixes nos cabos ópticos, que são protegidos pela cobertura externa do cabo, chamada jaqueta [12].

3.3. Vantagens e Desvantagens

As fibras ópticas proporcionam várias vantagens no campo da comunicação, e nesta seção serão citadas algumas vantagens.

A banda passante é teoricamente grande, os cabos de fibra óptica possuem largura de banda muito maior que os cabos de metal. Isso significa que podem transportar maior quantidade de dados em um mesmo período de tempo [03, 04, 09, 10, 19]. Devido à baixa atenuação, os cabos ópticos têm uma capacidade de transmissão muito superior à dos sistemas em cabos metálicos e por isso os sistemas de comunicações por fibras ópticas podem transmitir sinais a distâncias muito maiores [03, 10].

As fibras ópticas proporcionam imunidade a interferências eletromagnéticas e ruídos, por serem feitas de materiais dielétricos. Esse fato é muito vantajoso, pois as fibras são imunes a pulsos eletromagnéticos, descargas elétricas atmosféricas e imunes a interferências causadas por outros aparelhos elétricos [02, 03, 09, 19, 22]. Quando uma fibra óptica se rompe, não há faíscas, riscos de curto-circuito e outras condições que podem constituir perigo, dependendo da aplicação a que se destinam. Logo, elas estão desprovidas de partes elétricas [02, 19].

O tamanho das fibras ópticas é outro fator muito importante. As fibras ópticas possuem dimensões próximas às de um fio de cabelo humano. Um cabo metálico de cobre de 94 quilogramas pode ser substituído por 3,6 quilogramas de fibra óptica. Essa redução de volume permite aliviar o problema de espaço no subsolo de cidades e em instalações prediais [02, 10, 19, 22]. Outro fator relevante é a segurança nas comunicações, obtém-se sigilo devido às dificuldades de extração do sinal transmitido [03, 10].

As desvantagens das fibras ópticas estão ligadas à fragilidade das fibras ainda não encapsuladas. As fibras ópticas “nuas” exigem um manuseio muito mais cuidadoso do que o realizado com cabos metálicos [02, 10, 22]. Outra desvantagem é quanto a dificuldade para conexão. O fato das fibras ópticas serem pequenas e compactas gera problemas para o encaixe de conectores em suas pontas e eleva sensivelmente o custo, em especial para as fibras monomodo [10, 22].

As fibras ópticas são mais adequadas para conexões ponto a ponto, pois seus acopladores de tipo “T” sofrem com perdas muito elevadas, ou seja, a dificuldade para ramificações [10]. Ao contrário que ocorre com cabos elétricos, nas fibras ópticas é impossível que ocorra a alimentação remota do repetidor através do próprio meio. O repetidor deve estar localizado num local que seja abastecido pela energia elétrica. Seria difícil abastecê-lo remotamente por conta da atenuação que a energia elétrica sofreria ao chegar até ele [02, 10].

3.4. Princípio de Funcionamento

Em 1952, o físico Narinder S. Kapany, baseado em estudos feitos pelo físico John Tyndall, de que a luz poderia descrever trajetórias curvas, realizou experimentos que levaram à criação da fibra óptica. O princípio que rege o funcionamento das fibras ópticas é o fenômeno físico denominado reflexão da luz. Para que haja a reflexão total, a luz deve sair de

um meio mais refringente para um meio menos refringente, onde o ângulo de incidência é igual ou maior do que o ângulo limite [13, 14].

Feixes de luz, ao serem interceptados por uma superfície plana transparente, têm parte dela refletida pela superfície e se propaga em sentido oposto, como se originado naquela superfície, a outra parte é refratada. A luz sempre mudará de direção quando atravessar superfícies transparentes em situações onde o feixe incidente não for perpendicular. A lei que descreve a relação entre os ângulos de incidência e refração é chamada lei de Snell [13, 14].

Baseado neste princípio, a luz é injetada em uma das extremidades da fibra óptica sob um cone de aceitação, em que este determina o ângulo no qual o feixe de luz deverá ser injetado, para que ele possa se propagar ao longo da fibra óptica [22].

3.5. Classificação

Existem duas categorias de fibras ópticas: Fibras Monomodo/*Single Mode Fiber* (SMF) e Fibras Multimodo/*Multi Mode Fiber* (MMF). Elas são diferenciadas pela forma como a luz se propaga no interior do núcleo [04, 07, 14, 15, 17, 19].

As fibras monomodo possuem núcleos pequenos (cerca de nove micrômetros, ou seja, nove milésimos de milímetro de diâmetro) e transmitem luz laser infravermelha (comprimento de onda de 1.300 a 1.550 nanômetros) [08, 12, 19]. Além disso, as fibras monomodo são ideais para aplicações que envolvam grandes distâncias, embora requeiram conectores mais precisos e dispositivos dispendiosos. A luz possui apenas um modo de propagação, percorrendo o núcleo através de um único ângulo [07, 14, 19].

Elas também se diferenciam pela variação do índice de refração do núcleo em relação à casca: classificam-se por Índice Degrau *Standart*, *Dispersion Shifed* (Dispersão Deslocada) ou *Non-Zero Dispersion* (Dispersão Não Zero) [07, 19] e possuem a vantagem de transportar sinais por distâncias maiores e em velocidades mais altas, porém é mais cara e mais difícil de instalar. A fibra monomodo, sendo mais fina do que a fibra multimodal, é mais difícil de manusear [10, 19].

As fibras multimodo possuem núcleos maiores (cerca de 50 a 62,5 milésimos de milímetro de diâmetro) e transmitem luz infravermelha (comprimento de onda = 850 a 1.300 nm) proveniente de diodos emissores de luz *LED* [07, 08, 12, 19].

Dependendo da variação de índice de refração entre o núcleo e a casca, as fibras multimodo podem ser classificadas por Índice Gradual ou Índice Degrau [07, 17, 19]. Possuem também, diâmetro do núcleo maior do que as fibras monomodo, permitindo à luz mais modos de propagação, portanto a luz pode percorrer o interior da fibra óptica por diversos ângulos. Os conectores e transmissores ópticos para este tipo de fibra são mais baratos [07, 14, 19], e transmitem em muitos modos ou caminhos de luz (cerca de 500) e admitem vários modos de propagação. Também possuem limitação de distância devido às perdas elevadas e dispersão modal [07, 19].

Para melhor compreensão, a Figura 3 ilustra os diâmetros das fibras:

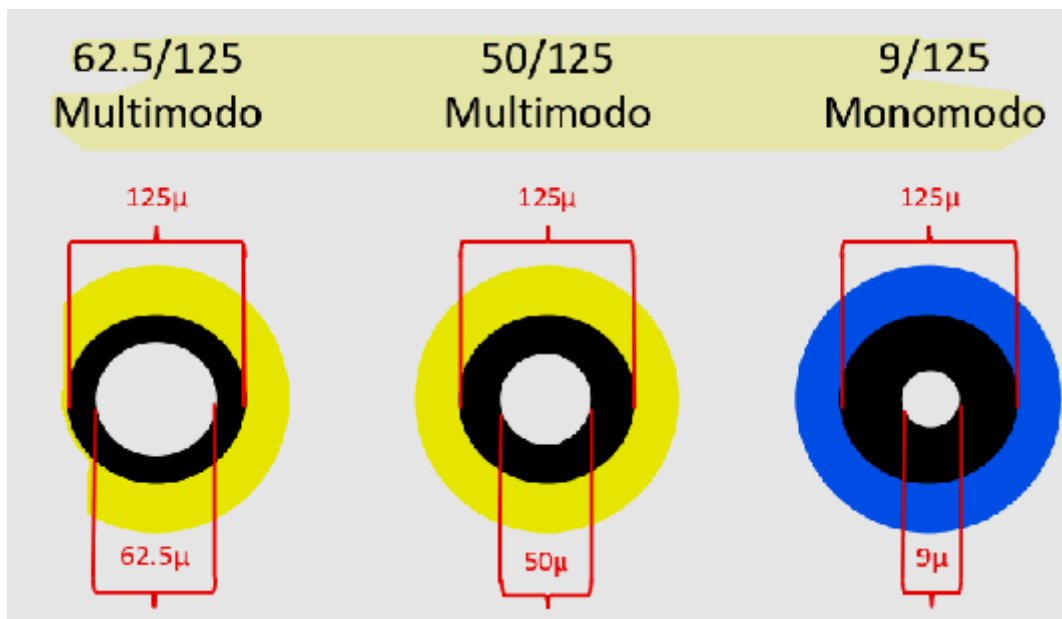


Figura 3 - Diâmetros Nominais dos Núcleos de Fibras [37].

Os cabos de fibra óptica são determinados conforme a sua aplicação, podendo ser utilizados para cabos submarinos de transmissão por longas distâncias, controle de aviões, instrumentação e conexão entre computadores e periféricos, comunicação por cabo para redes ferroviárias e elétricas e comunicação em televisão a cabo [10].

A Figura 4, mostra os meios de propagação da luz no interior dos núcleos das fibras ópticas.

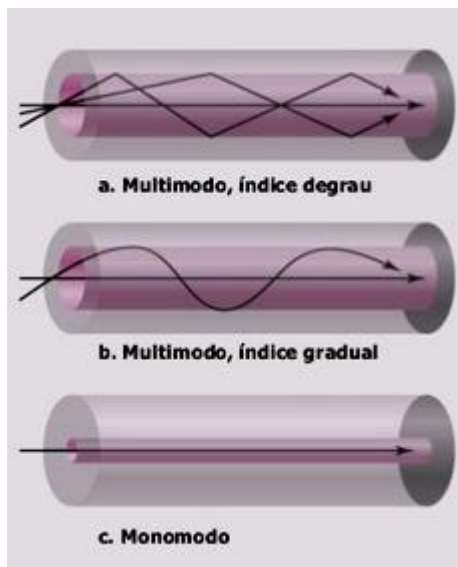


Figura 4 - Propagação da Luz no Núcleo de Fibras Ópticas [38].

3.6. Fabricação

Para melhorar as características geométricas, ópticas e mecânicas das fibras, sua fabricação é feita em processos com diversas etapas que permitem produção de grandes quantidades, em curtos períodos e com custos menores. Os materiais usados são sílicas puras ou dopadas, vidro composto e plástico. As fibras óptica fabricadas de sílica pura são as que apresentam as melhores características de transmissão. Fibras ópticas fabricadas de vidro composto e plástico não tem boas características de transmissão [05, 09, 14, 15].

3.6.1. Propriedades

As fibras ópticas possuem propriedades específicas que as tornam ideais para uso em redes que necessitam de alta largura de banda e longas distâncias, são elas [14, 15]:

- Imunidade a interferências eletromagnéticas;
- Ausência de diafonia;
- Confiabilidade quanto ao sigilo das informações transmitidas;
- Capacidade de transmissão superior;
- Baixa atenuação.

3.7. Tecnologia de Construção para Cabos Ópticos

A reunião de várias fibras ópticas revestidas de materiais que proporcionam resistências mecânicas e proteção contra intempéries denomina-se cabo óptico. Em nenhuma aplicação as fibras ópticas podem ser utilizadas sem uma proteção adequada, ou seja, em todas as aplicações são utilizados os cabos ópticos.

3.7.1. Cabos Tipo Loose

Nesta configuração de cabo, as fibras ópticas são alojadas dentro de tubos (Tubo Loose) em que o diâmetro é, de quatro a sete vezes maior que o diâmetro da fibra óptica. Dentro desses tubos contém uma espécie de geleia sintética a base de petróleo, protegendo a fibra óptica de intempéries como principalmente umidade e atrito mecânico, além de melhor acomodação da fibra óptica [22].

Envolvendo o Tubo Loose tem-se uma camada de enfaixamento, o que nada mais é, do que uma simples faixa de material plástico que protege o Tubo Loose da Fita Bloqueadora, que por sua vez é composta de material metálico a fim de proteger contra roedores e garantir integridade da fibra [17].

O elemento de tração para esse tipo de cabo é chamado de aramida, um material que só é capaz de ser partido ou cortado com equipamentos certos, e por fim a capa externa [17, 22].

Esse tipo de cabo, ilustrado na Figura 5, é normalmente utilizado em instalações externas aéreas e subterrâneas, principalmente em sistema de comunicação de longa distância.

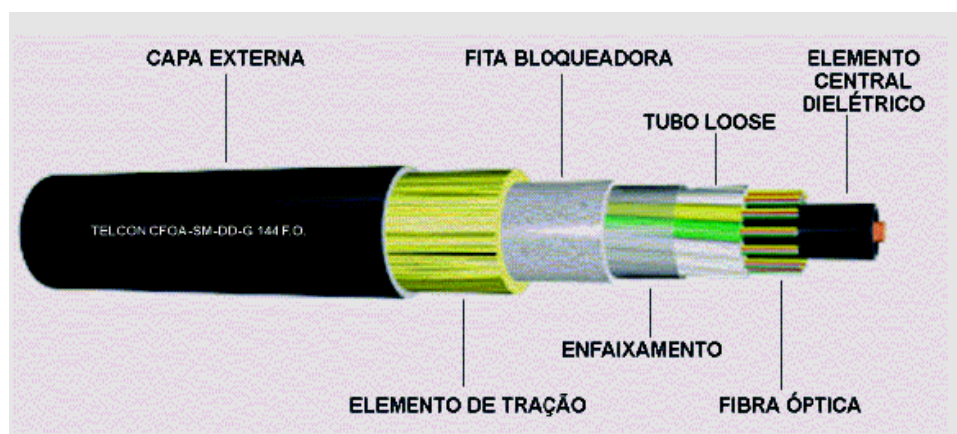


Figura 5 - Composição do Cabo Óptico Tipo Loose [39].

3.7.2. Cabos Tipo Tight

Na tecnologia dos cabos ópticos tipo Tight, as fibras primeiramente recebem uma proteção de plástico (Tight), e cada fibra óptica que é revestida por esse plástico é denominada elemento óptico. Os elementos ópticos são revestidos por um material de nylon, plástico ou poliéster que assumem a tarefa de serem elementos de tração para a tecnologia Tight, por fim o revestimento externo envolve todas as instâncias citadas [22, 32].

Essa tecnologia de cabo tipo Tight, mostrada na Figura 6, é pouco utilizada. Desenvolvida para ambientes internos e de curtas distâncias, por conta da flexibilidade e fácil manuseio do cabo [22].

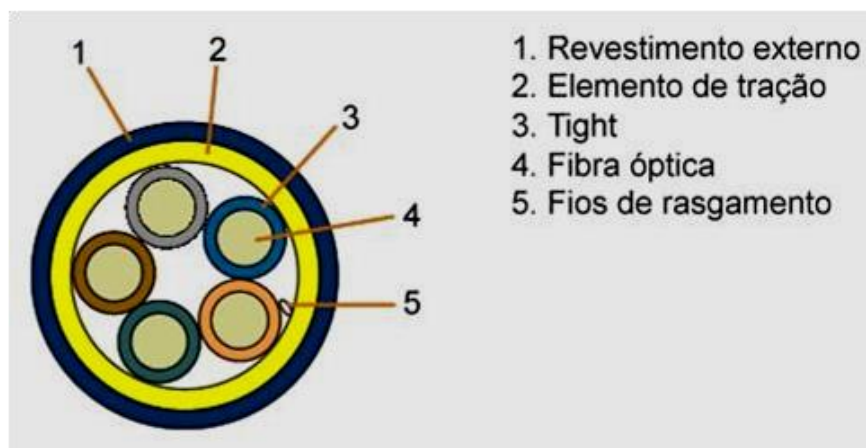


Figura 6 - Composição Cabo Óptico Tipo Tight [40].

3.7.3. Cabos Tipo Groove

Nesse tipo de configuração, as fibras ópticas são acomodadas soltas em canaletas no formato em 'V' (Groove) ao redor do cabo em formato de estrela, no centro do cabo é posto um elemento de tração, proporcionando ao conjunto uma maior resistência mecânica [22, 32].

Esta tecnologia permite um número maior de fibras que podem ser acomodadas no cabo como ilustrado na Figura 7, por isso são mais usados em projetos que necessitam de um grande número de fibras ópticas [22].

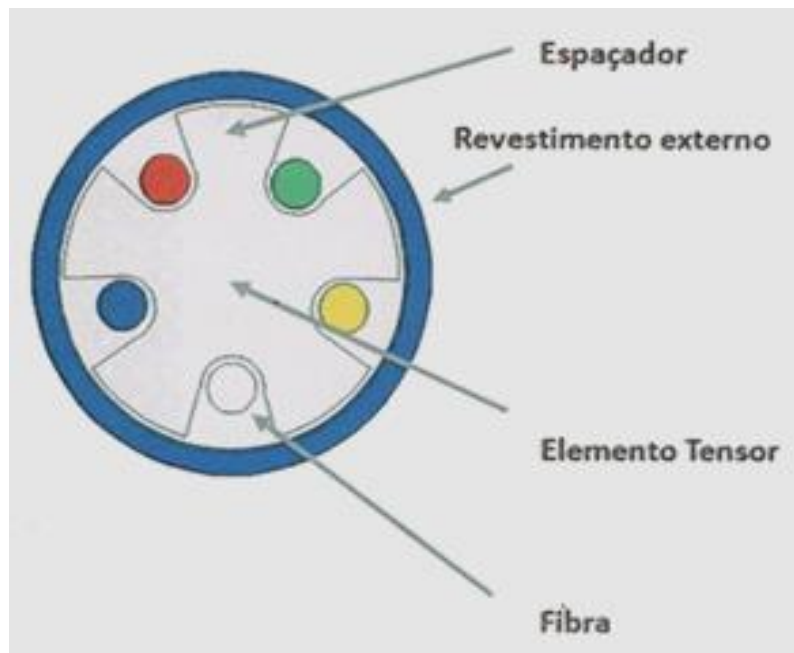


Figura 7 - Composição do Cabo Óptico Tipo Groove [41].

3.7.4. Cabos Tipo Ribbon

A tecnologia Ribbon é derivada do tipo Groove, visto anteriormente. Nesta configuração, as fibras ópticas são acomodadas horizontalmente e envolvidas por uma proteção antiatrito, uma capa é utilizada para separar esta proteção do elemento de tração, por fim uma fita envolve todo esse bloco [17].

Cabos do tipo Ribbon permitem uma concentração muito grande de fibras ópticas, como ilustrado na Figura 8, sendo que cada fita pode conter até 16 fibras e cada tubo loose ou tubo groove pode acomodar até 12 fitas [22, 32].

As aplicações desse cabo são para trabalhos que necessitam de um número muito grande de fibras, aproximadamente de 4.000 fibras no mesmo cabo [32].

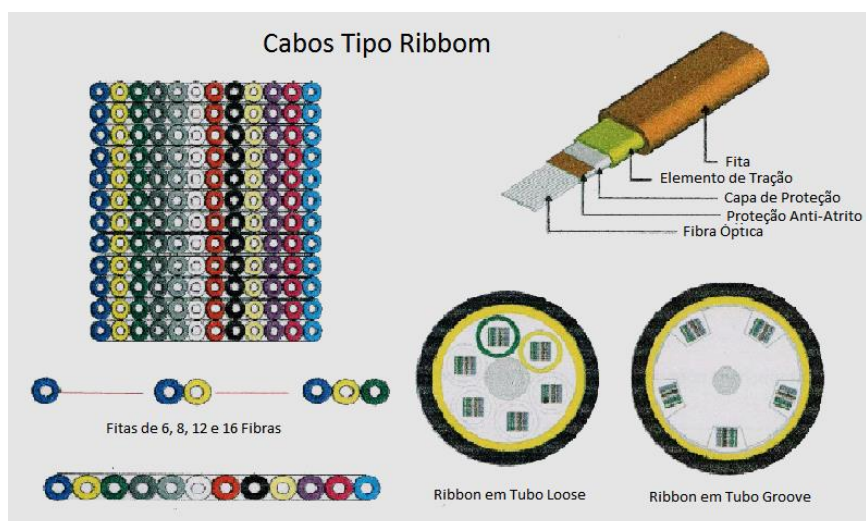


Figura 8 - Composição do Cabo Óptico Tipo Ribbon [42].

3.8. Cabeamento Óptico para LAN'S

Assim como existem cabos para linhas aéreas, subterrâneas, para grandes distâncias, para curtas distâncias, para área externa, área interna, também tem-se variados tipos de cabos para diversas aplicações nas LAN's.

3.8.1. Cabo Fis - Optic - DG

Cabo óptico do tipo Loose constituído por fibras ópticas multimodo, com revestimento primário em acrilato, protegidas por um tubo de material termoplástico. Esse tubo é preenchido em seu interior com um gel para evitar umidade e garantir à fibra maior proteção mecânica. Esse cabo também é provido de um elemento de tração dielétrico proporcionando uma maior resistência. O tubo e o elemento de tração também são revestidos de material termoplástico [22]. Cada cabo pode conter de 2 a 12 fibras e seu formato é ilustrado na Figura 9.

É recomendado para instalações externas em caixas de passagens, eletrodutos ou até mesmo para lançamento aéreo espinado em cordoalhas de aço fim a fim em cada poste, devido a sua sustentação em elevada carga de tração [22].

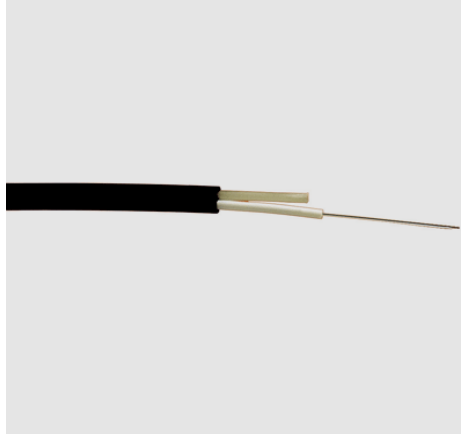


Figura 9 - Cabo Fis - Optic – DG [43].

3.8.2. Cabo Fis - Optic - AS

Tecnologia similar ao cabo Fis-Optic-DG, porém, seu diferencial está nos elementos de sustentação que permitem ser autossustentado sem a necessidade de cordoalhas de aço, também pode conter de 2 a 12 fibras. A Figura 10 demonstra esse tipo de cabo. Ideal para instalações aéreas externas, permitindo ser lançado e sustentado a um vão de 120 metros entre postes [22].



Figura 10 - Cabo Fis - Optic - AS [44].

3.8.3. Cabo Fis - Optic - AR

Este cabo também é derivado do tipo Loose com fibra óptica multimodo, com revestimento primário em acrilato, introduzido em tubo termoplástico preenchido com um gel evitando atrito e proporcionando melhor acomodação à fibra. Uma capa de aço corrugado envolve os elementos citadas a fim de proteger contra roedores, por fim, mas não menos importante, uma capa preta de polietileno ou polímetro satisfaz a importância de revestir toda essa tecnologia [22], como mostra a Figura 11.

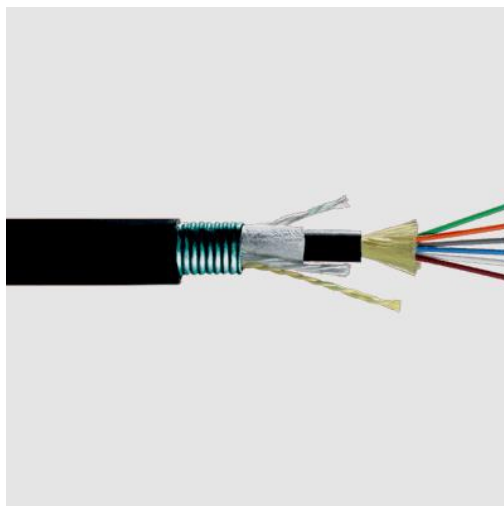


Figura 4 - Cabo Fis - Optic - AR [45].

3.8.4. Cabos *Optic - LAN*

Com as mesmas propriedades e características do cabo óptico tipo loose, o *Optic - LAN*, se difere por ter um elemento de tração dielétrico, proporcionando ao cabo um melhor desempenho em quesitos de resistência na tração, evitando assim que o esforço tracionador seja inserido na fibra óptica. Esse cabo pode conter de 2 a 12 fibras. Entre suas aplicações destacam-se suas instalações em dutos subterrâneos externos ou aéreo espinado com cabo mensageiro. A Figura 12 ilustra o referido cabo [22].

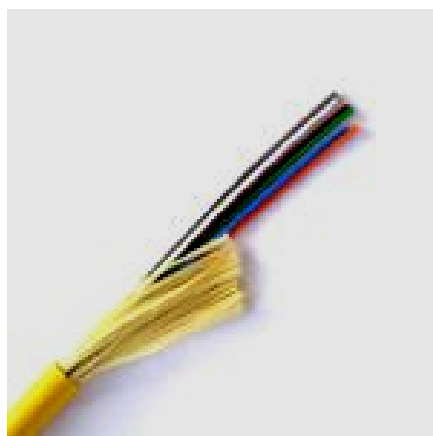


Figura 5 - Cabo Óptic - Lan [46].

3.8.5. Cabo Fiber - LAN Indoor/Outdoor

Este cabo é derivado da família Tight utilizando fibras multimodo, com revestimento primário em acrilato e secundário em polimérico, composto por um elemento de tração dielétrico, proporcionando aderência e resistência quando tracionado, revestido por material termoplástico resistente à chama, conforme é ilustrado na Figura 13. Pode ser aplicado em instalações internas em calhas e conduítes, também subterrâneo, onde aguenta intempéries como alagamento e chamas [22].

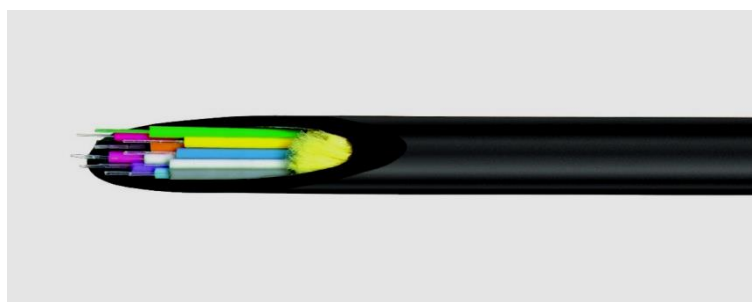


Figura 13 - Cabo Óptico - Lan Indoor/Outdoor [47].

3.9. Fontes De Luz

Na fibra óptica, a luz é utilizada para carregar uma quantidade de dados numa velocidade surpreendentemente alta guiada por um meio de transmissão. Para que tamanha façanha se realize, são necessários dois componentes essenciais, que consistem em transmissor e receptor.

Transmissor é o componente responsável por transmitir a luz e hoje em dia são utilizados basicamente dois tipos de fontes para transmitir luz, são eles: LEDs ou ILDs. Ambos são diodos semicondutores modulados diretamente pela variação da corrente de entrada [22].

Os dados saem de um dispositivo via pulsos elétricos e se transformam em luz para viajarem ao longo do percurso. Essa transformação é feita por um dispositivo chamado Conversor Eletro-óptico. Tal dispositivo é composto por: conversor ou codificador responsável por converter sinais analógicos ou digitais em sinais ópticos; Circuito Driver, responsável por controlar a polarização e emissão de potência; Fonte Luminosa, consistem em emissores de luz [22, 16].

Do outro lado, é necessário algum dispositivo que seja capaz de receber esses sinais ópticos e transformá-los em pulsos elétricos. Esse dispositivo é chamado de receptor,

seu circuito é dado por: Detector óptico, converte sinais ópticos em sinais elétricos; Amplificador ou Filtro, regenera e amplifica o sinal elétrico; Decodificador, decodifica os pulsos vindo do circuito amplificador [22].

Na sequência, são descritos os componentes que emitem o sinal luminoso, que são LED e ILD.

Diodo emissor de luz (LED), é um dispositivo que quando polarizado correta e adequadamente tem a capacidade de emitir luz, sendo ela visível ou invisível. Normalmente é aplicado em projetos com banda de aproximadamente 200MHz / Km [16, 22]. As principais vantagens de se utilizar o LED como emissor de luz são o baixo custo e a vida útil elevada, quando trabalhando em condições e temperaturas normais.

Outro componente capaz de emitir luz e compatível com a demanda da tecnologia tratada são os ILD, ou seja, Diodo injetor à laser ou Diodo Laser [16]. A construção desses diodos é muito semelhante à dos LEDs. Aspectos e características que diferem uma tecnologia da outra são: regiões ativas estreitas, ou seja, poucas frequências que rodeiam a frequência central; alta largura de banda, na ordem de 1GHz/km; altas taxas de transmissão, cerca de 1Gbps; maior velocidade de transmissão. Em contrapartida, os ILDs são de alto custo; sensível a altas e baixas temperaturas; vida útil consideravelmente menor que a dos LEDs [16, 22].

Dentro da tecnologia ILDs, tem-se uma classe de laser denominada tipo VCSEL. Esse equipamento é de última geração, suas principais características são: feixes de saída circulares, o que facilita o acoplamento nos fotodetectores; altas taxas de modulação na casa de Gigabit Ethernet; adaptável a sistemas novos e de baixo custo. A tecnologia permite ser “sintonizável”, ou seja, permite que seu foco seja regulado, melhorando assim sua estabilidade [22]. A tecnologia óptica para telecomunicações trabalha com comprimento de ondas bem definido, normalmente usados entre 850 e 1320nm até entre 1420 e 1600nm. Esse espaçamento limitado dos comprimentos de onda são reflexos da absorção (difração) no vidro das fibras ópticas [22].

3.10. Modulação e Multiplexação

Antes da luz ser inserida no meio óptico, existem processos que tem a finalidade de “moldar” a forma luminosa a fim de identificar determinadas aplicações, chamados de técnicas de modulação e multiplexação.

A modulação consiste numa técnica na qual antes de se transmitir o sinal luminoso, alteram-se características como sua amplitude, frequência e fase, por meio de uma portadora. Esse processo é chamado de modulação de portadora. A modulação de uma portadora é usada em todos os tipos de transmissões hoje existentes. Responsáveis por transmitir o sinal em uma banda de frequência, as portadoras o fazem a fim de modular, para que os receptores possam detectá-los separadamente os diversos serviços e informações que trafegam pelo meio [22, 34].

Quando a portadora é recebida, o sinal pode ser recuperado através das mudanças sofridas por esse ele ao ser transmitido, mudanças essas na amplitude, frequência e ou fase do mesmo conforme o tipo da modulação. A transmissão que utiliza essa técnica de modulação é denominada de transmissão analógica.

Porém, existe outro tipo de transmissão, mais comumente utilizado em fibras ópticas, que é a técnica de modulação PCM (Pulse Code Modulation), que em outras palavras, consiste em uma transmissão digital, ou seja, parte do princípio do sistema binário mostrando níveis de luz quando igual a '1', e ausência de luz quando representado o bit '0' [22, 34].

A técnica de multiplexação é a maneira que torna possível a transmissão de várias informações na mesma fibra. Na tecnologia em questão, são utilizados três tipos de multiplexação:

- TDM (Time Division Multiplexing), ou multiplexação por divisão de tempo. Neste modo, basicamente, cada canal é associado a um intervalo de tempo para que possa fazer sua transmissão [22];

- FDM (Frequency Division Multiplexing), ou multiplexação por divisão de frequência, cada canal é associado a uma portadora específica com amplitude, frequência e fase diferentes, a fim de serem multiplexadas em um único meio de transmissão. Esta técnica de multiplexação não é muito utilizada pelo fato de suas fontes não serem lineares o que acaba causando distorções harmônicas nos sinais transmitidos [22, 34];

➤ WDM (Wavelength Division Multiplexing) ou multiplexação por divisão de comprimento de onda, a rede WDM utiliza a tecnologia de multiplexação óptica para compartilhar a mesma fibra com diversos sinais ópticos de diferentes comprimentos de onda, que são usualmente denominados de canais com “cores” distintas. A tecnologia das redes WDM permite ainda implementar mecanismos ópticos de proteção nos equipamentos ou diretamente nas redes da camada de aplicação, oferecendo serviços com alta disponibilidade e efetiva segurança no transporte de informações [34];

3.11. Atenuação e Dispersão

As características de transmissão em uma fibra óptica podem ser descritas pelas suas propriedades de atenuação e dispersão. Existem alguns fatores que influenciam, negativamente, a propagação do sinal pela fibra, como absorção, espalhamento, curvaturas e características do projeto de guia de onda. No enlace óptico também existem alguns elementos que contribuem para as perdas, devido a sua própria característica construtiva: acopladores de entrada do canal, emendas, conectores, a própria característica da fibra, regeneradores e todo elemento passivo e ativo na rede [05, 22, 34].

As fibras de plástico possuem maiores atenuações que as fibras de vidro, devido às características do material, por isso as fibras de vidro são mais utilizadas em longos enlaces [22]. Os enlaces estão limitados em comprimento pela atenuação do sinal, e em capacidade de transmissão pela distorção do sinal [05, 22].

3.12. Normas sobre Cabeamento Óptico

A seguir estão relacionadas algumas leis que fazem referência aos procedimentos com fibras ópticas:

- ANSI/TIA/EIA-568-B – Especifica sistema de cabeamento para telecomunicações;
- ANSI/EIA/TIA 526-14 – Especificações técnicas para medidas ópticas multimodo;
- ANSI/EIA/TIA 526-7 – Especificações técnicas para medidas ópticas monomodo;

- NBR14160-Especificação de cabo óptico dielétrico autossustentado;
- NBR14104- Procedimento de amostragem e inspeção em fábrica de cabos e cordões ópticos;
- NBR13975-Método de ensaio para determinação da força de extração do revestimento das fibras ópticas;
- NBR14706-Cabos ópticos, fios e cabos telefônicos – Determinação do coeficiente de absorção de ultravioleta;
- NBR9148-Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – Ensaio de envelhecimento acelerado;

3.13. Terminações Ópticas

As terminações ópticas são constituídas basicamente de conectores. Esses são destinados a conectar e desconectar de forma frequente e fácil, fibras ópticas entre si, a uma fonte de luz (laser ou LED) ou a um detector óptico (fotodetector) [19, 20, 22].

3.13.1. Características dos Conectores

Os conectores ópticos são acessórios compostos basicamente de um ferrolho, onde se encontra a terminação da fibra óptica, e de uma parte responsável pela fixação das fibras. Na extremidade do ferrolho é realizado um polimento para reduzir problemas relacionados com a reflexão e espalhamento da luz. Além disso, assim como nas emendas, os conectores também contribuem para o aumento da atenuação [22].

Os conectores ópticos são utilizados em conexões das fibras ópticas nas seguintes formas: extensões ópticas (*pig-tail*), cordões ópticos e cabos multicordão [22].

O processo de montagem de um conector consiste em: preparação do cabo, montagem do conector, cura da resina, polimento e testes ópticos. Todos os cabos em laboratórios apropriados, devendo ser avaliados em relação à sua perda por inserção em dB [19].

Alguns fatores que causam grande atenuação em conectores, em relação à qualidade da face são os seguintes: excesso de cola no núcleo do conector, fibra partida ou vincada, riscos na face do conector e falta de polimento [19].

3.13.2. Tipos de Conectores

Há diversos tipos de conectores ópticos que variam nos formatos e na forma de fixação (encaixe, rosca). Os conectores são todos machos, ou seja, os ferrolhos são estruturas cilíndricas ou cônicas, dependendo do tipo de conector que é inserido em adaptadores ópticos [22]. A Figura 14 mostra os tipos de conectores ópticos.

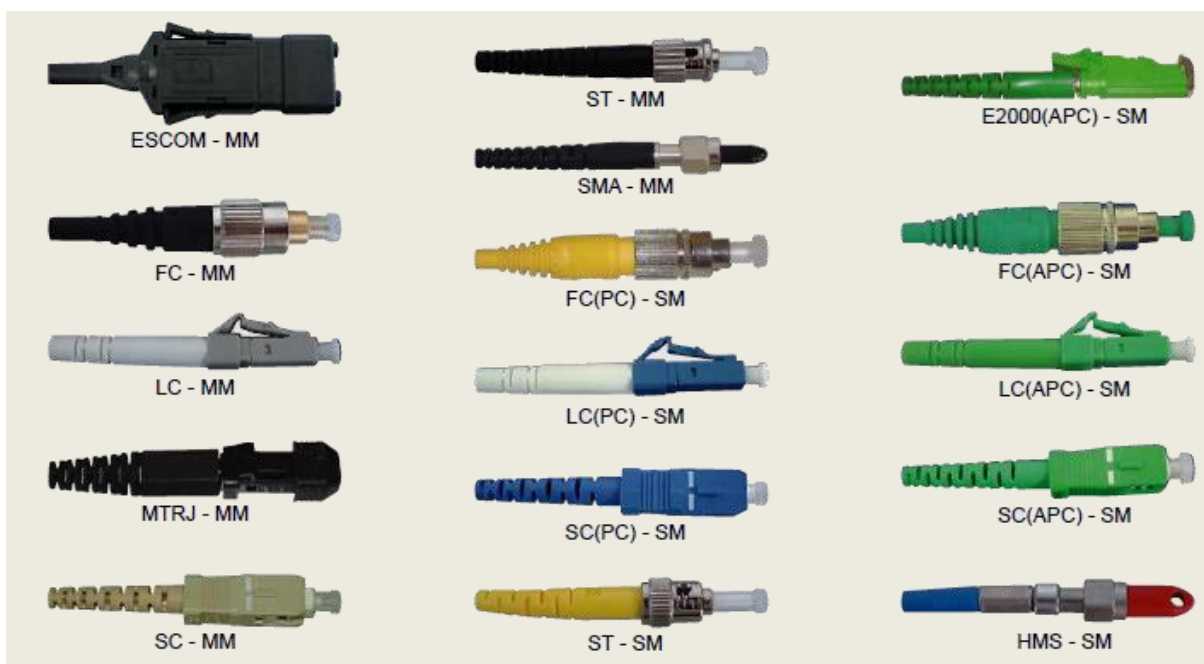


Figura 6 - Tipos de Conectores Ópticos [48].

3.14. Emendas Ópticas

Uma emenda óptica consiste na junção de dois ou mais segmentos de fibras, podendo ser permanente ou temporária. Servem para prolongar um cabo óptico, uma mudança de tipo de cabo, para conexão de um equipamento ativo ou efetuarmos manobras em um sistema de cabeamento estruturado [20, 22].

Como características básicas, as emendas apresentam as seguintes características: baixa atenuação (típica de 0,02 a 0,2 dB por emenda), alta estabilidade mecânica (cerca de 4Kgf de tração) e, em aplicações em campo, requer poucos equipamentos para sua feitura [22].

A seguir serão abordados os três tipos de emendas ópticas:

➤ Emenda por fusão: as fibras são fundidas entre si através de descargas elétricas. A fibra é inserida em uma máquina de fusão, que é realizada através de um arco voltaico, para posteriormente ser colocado um protetor que então é aquecido [14, 15]. A Figura 15 ilustra uma máquina de fusão de fibras ópticas;



Figura 15 - Emenda Óptica por Fusão [49].

➤ Emenda mecânica: as fibras são posicionadas muito próximas pelo uso de conectores/adaptadores, como mostra a Figura 16. É o tipo de emenda realizada para ligar equipamentos ativos aos DIOS [14, 15];



Figura 16 - Emenda Óptica Mecânica [50]

➤ Emenda por conectorização: neste processo são aplicados conectores ópticos nas fibras envolvidas nas emendas, que não são unidas e sim posicionadas próximas utilizando um outro tipo de conector chamado adaptador óptico. Este tipo de emenda, como ilustra a Figura 17, é executada de forma rápida, desde que os conectores já estejam instalados nos cordões ópticos [22].



Figura 17 - Emenda Óptica por Conectorização [51].

As emendas ópticas por fusão ou mecânicas, apresentam uma atenuação muito menor que um conector óptico [22].

3.15. Identificação

Como nas redes de cabos metálicos, faz-se necessário identificar os cabos e acessórios da rede óptica. Isso é de fundamental importância, pois, além de contribuir para a organização, simplifica bastante os trabalhos de manutenção [22].

Os sistemas de identificação variam geralmente como resultado dos padrões adotados pelo instalador ou pelo próprio cliente. Logo, com o intuito de apresentar um padrão de identificação, descrevem-se a seguir o padrão desenvolvido, ao longo dos anos na área de instalações [22].

As características principais são:

➤ Cabos Ópticos: deverão ser identificados em ambas as extremidades nos locais visíveis, com materiais identificadores adequados e resistentes às condições de manuseio dos mesmos. Geralmente, esses materiais consistem em anilhas e porta anilhas identificadoras [22]. A Figura 18 exibe a identificação referida.

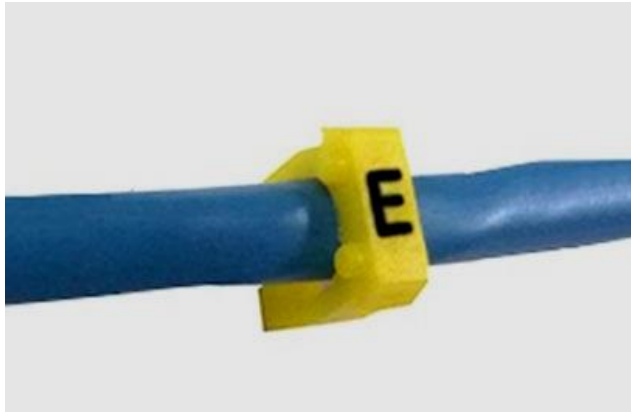


Figura 18 - Anilha de Identificação Óptica [52].

➤ Plaquetas Ópticas: devem constar a identificação citada acima e sua rota como ilustra a Figura 19. Por exemplo: cabo óptico do CPD para Almoxarifado [22].



Figura 19 - Plaqueta de Identificação Óptica [53].

3.16. Sistema de Comunicação por Fibras Ópticas

Um sistema de comunicação é composto basicamente por três blocos distintos: o bloco transmissor, o bloco receptor e o bloco do meio físico (canal), que neste caso são as fibras ópticas.

Em um sistema que emprega fibras ópticas, o bloco transmissor possui a função de transformar o sinal elétrico em óptico, sendo constituído de dois componentes básicos: o circuito de processamento elétrico ou drive e o circuito emissor de luz. O circuito drive possui a função de controle de polarização elétrica e emissão da potência óptica. A conversão e a emissão do sinal óptico são realizadas pelo circuito emissor de luz [22]. A Figura 20 ilustra um modelo de conversor de mídia.



Figura 20 - Conversor de Mídia [25].

O bloco receptor possui a função inversa do bloco transmissor, ou seja, detectar o sinal óptico e convertê-lo em sinal elétrico. É constituído de um semiconductor fotodetector que realiza a conversão optoeletrônica e de um circuito amplificador – filtro, onde o sinal recebe um tratamento adequado para a sua leitura [22].

Esses equipamentos que realizam a conversão elétrica/óptica e (vice-versa) também são conhecidos como conversores de mídia. Os conversores de mídia são projetados e fabricados para converter fibra óptica para cabo de cobre ou vice-versa. Existem conversores com variados tipos de conectores de fios de cobre e conectores de fibra óptica, para uso com fibras monomodo ou multimodo e também distâncias diversas. O meio físico, composto pelas fibras ópticas, basicamente é um guia, cujo interior a luz trafega, desde a extremidade emissora até a extremidade receptora.

3.17. Acessórios Ópticos

Outros componentes de uma rede LAN estruturada em fibras ópticas podem ser usados, os seguintes itens são relacionados a seguir:

➤ **Distribuidor Interno Óptico (DIO):** bastidor óptico para uso interno e instalação em rack's, para cabeamento estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo os requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568-C.3. As condições e locais de aplicação são especificados pela norma ANSI/TIA/EIA-569. Para ser utilizado com fusão e ou conectorização em campo. Sua composição interna é modular [23], como mostra a Figura 21.



Figura 21 - Distribuidor Interno Óptico [54].

➤ **Ponto de Terminação Óptica:** o ponto de terminação óptica é utilizado em projetos FTTx para realizar a terminação de cabos ópticos através de conectorização direta ou por emenda óptica em extensões pré-conectorizadas. É um produto de fácil manuseio sem necessidade de ferramentas especiais, e possui dimensão compacta podendo ser instalado em qualquer superfície vertical plana [23]. A Figura 22 mostra um ponto de terminação óptica.

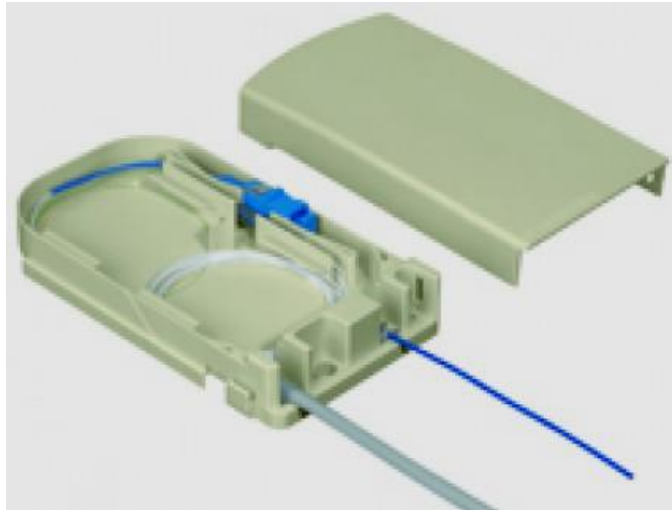


Figura 22 - Ponto de Terminação Óptica [55].

➤ Caixa de Emenda Óptica: A caixa de emendas ópticas ilustrada na Figura 23, tem a finalidade de acomodar e proteger emendas ópticas por fusão entre o cabo tronco e os de derivação da rede de distribuição óptica [23]. Ela protege e abriga as emendas de cabos ópticos, possui capacidade para até 144 fibras, seu uso é externo e apresenta fechamento mecânico. São utilizadas geralmente como acessórios de transição entre o cabo e o receptor óptico para derivação de cabos ópticos para efeito de desmembramento de rotas, ou para armazenamento de reserva técnica de fibras [22, 26].



Figura 23 - Caixa de Emenda Óptica [56].

➤ Cordão Óptico/Extensão Óptica: Usados em sistemas de cabeamento estruturado para tráfego de voz, dados e imagens, segundo requisitos da norma ANSI/TIA/EIA-568B.3, uso interno, para cabeamento vertical ou primário, em salas ou armários de distribuição principal, ou para cabeamento horizontal ou secundário, em salas de telecomunicações, na função de interligação de distribuidores e bloqueios ópticos com os equipamentos de rede [23]. A Figura 24 ilustra um cordão óptico.



Figura 24 - Cordão Óptico [58].

➤ Pig - Tail Óptico: é uma extensão óptica conectorizada somente em uma das pontas. Usado para fazer a emenda óptica por fusão [23]. Como mostra a Figura 25.



Figura 25 - Pig-Tail Óptico [57].

➤ Protetor de Emenda Óptica: O protetor de emenda óptica é termocontrátil, de material plástico transparente e com reforço em aço inoxidável [26]. A Figura 26 exibe o tipo de protetor a ser usado neste projeto.



Figura 26 - Protetor de Emenda Óptica [61].

3.18. Instalação de Cabos Ópticos - Procedimentos

Na instalação de cabos ópticos deve-se tomar mais cuidado que na instalação de cabo UTP, pois existe um risco muito grande de provocar danos às fibras pela fragilidade das mesmas. Antes de qualquer instalação, faz-se necessário analisar a infraestrutura existente, pois não há possibilidade de realizar uma boa instalação sem que a infraestrutura esteja adequada. Abaixo estão enumerados alguns cuidados para com a instalação de cabos ópticos [22]:

1. Antes de desenrolar as bobinas dos cabos óptico, verificar visualmente e com equipamentos como refletômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) ou *Power Meter* se estão em ordem, ou seja, se não foram danificadas durante o embarque, transporte e desembarque;
2. Os cabos ópticos não devem ser estrangulados, torcidos, trançados ou pisados, com risco de provocar alterações em sua característica original;
3. Evitar reutilizar cabos ópticos de outras instalações, pois eles são projetados para suportar apenas uma instalação;
4. As folgas dos cabos devem ser acomodadas convenientemente e mantidas fixas com abraçadeiras;

5. Todos os cabos ópticos deverão ser identificados com materiais resistentes ao lançamento, para poderem ser reconhecidos e instalados em seus respectivos pontos;

6. Não utilizar produtos químicos como vaselina, sabão, detergente, etc., para facilitar o lançamento dos cabos no interior dos dutos, pois esses produtos podem atacar a capa de proteção dos cabos, reduzindo-lhes a vida útil. O ideal é que a infraestrutura esteja dimensionada adequadamente para não haver necessidade de utilizar produtos químicos, ou então provocar tracionamentos excessivos aos cabos ópticos;

7. Evite lançar cabos ópticos em infraestruturas externas que não tenham proteção contra intempéries;

8. Os cabos ópticos não devem ser lançados em infraestrutura que apresentem arestas vivas ou rebarbas tais que possam provocar-lhes danos;

9. Evitar que os cabos ópticos sejam lançados perto de fontes de calor, pois a temperatura máxima de operação permitida ao cabo é de 60 °C;

10. Evite instalar os cabos ópticos na mesma infraestrutura com cabos de energia e/ou aterramento. Não há risco de interferência eletromagnética. Contudo, uma eventual manutenção dos cabos elétricos pode trazer danos;

11. Os cabos ópticos devem ser decapados somente o necessário, isto é, somente nos pontos de terminação e de emenda;

12. Nas caixas de passagem deixar uma volta de cabo óptico contornando as laterais da caixa, para ser utilizado como folga estratégica para uma eventual manutenção;

13. Nos pontos de emendas, deverão ser deixados, no mínimo 3 metros de cabo em cada extremidade, para haver folga suficiente para as emendas ópticas;

3.19. Outros Equipamentos

Os equipamentos relacionados a seguir também são utilizados para possibilitar a instalação e o funcionamento de uma infraestrutura que emprega dispositivos de fibra óptica.

3.19.1 *No-break*

O no-break tem a finalidade de alimentar as cargas conectadas ao mesmo por um certo período de tempo, possibilitando o salvamento de dados e evitando tempos de paralisação aos dispositivos conectados, além de proteger contra problemas causados pela variação da energia elétrica [28]. A figura 27 representa este equipamento.



Figura 27 - No-break [65].

3.19.2 Switch

Um switch pode ser descrito como um equipamento com um número de portas onde diferentes dispositivos podem ser conectados. Quando um pacote chega a um switch este deve descartá-lo ou movê-lo para a porta correta de saída para que ele siga seu caminho [29].

O switch implementa uma conexão ou circuito virtual, e a decisão de encaminhamento não é tomada pacote a pacote. A porta de saída correta é determinada pela informação contida no pacote e em alguns casos no próprio switch [29]. A figura 28 ilustra este dispositivo.



Figura 28 - Switch Gerenciável 24 Portas [33].

3.20. Outras Tecnologias para Enlaces

Além da tecnologia estudada com ênfase neste projeto, existem também, outras que desempenham o papel de interligar dispositivos em redes, como cabo metálico de cobre

par trançado e radiofrequência.

3.20.1 *Radiofrequência*

São correntes alternadas de alta frequência que passam pelos cabos condutores e que chegando até as antenas, são convertidas em ondas eletromagnéticas e irradiadas pelo ar. No lado do receptor, essa energia é captada e transformada em sinais elétricos, novamente compreendido pelos rádios, fazendo o processo inverso do transmissor. As ondas eletromagnéticas possuem as seguintes características [34]:

- Amplitude: tensão máxima em volts que pode atingir;
- Período: é o tempo em segundos que uma onda leva para completar um ciclo (em segundos);
- Comprimento de onda: espaço em metros que a onda percorre entre dois sinais a partir do qual ela se repetiu. Ou seja, o espaço que essa onda percorre em um período;
- Frequência: número de ciclos que a onda percorre no tempo em um segundo, sua unidade é o Hertz (Hz). A frequência é o inverso do período.

3.20.2 *Cabos Metálicos*

Os canais de transmissão guiados por cabos metálicos são sempre descritos por parâmetros principais, característicos de cada condutor metálico, como a resistência, indutância, capacitância e a condutância, que variam de acordo com a geometria dos condutores e propriedades dielétricas dos materiais de revestimento dos cabos. De uma forma geral, podemos descrever um canal de comunicação metálico como um arranjo de resistências e indutâncias em série, unidas a capacitâncias e condutâncias em paralelo, todas por unidade de comprimento do condutor. Como principais meios metálicos, podemos citar os cabos coaxiais e os cabos de par trançado [34].

4. REDE LAN ATUAL DA FAZENDA ESCOLA

4.1. Definição de LAN

Rede LAN (Local Área Network) é um tipo de rede em que todas as máquinas estão situadas em uma área geográfica, como um edifício ou um Campus de uma Universidade, com até alguns quilômetros de extensão. Quando um usuário acessa a Internet a partir de um campus universitário ou a partir de uma empresa, o acesso é quase sempre feito por uma rede LAN [06, 18].

Do mesmo modo, uma rede de computadores é composta por dois ou mais computadores ligados entre si, de modo a poderem partilhar recursos, dados e programas. Esta ligação pode ser efetuada através de fios de cobre, fibra óptica ou mesmo uma ligação sem fios (Wireless), que por sua vez poderá ser feita por ondas de rádio, por infravermelhos ou ainda por comunicação via satélite [19].

Redes LAN's e suas respectivas tecnologias, são capazes de desempenhar velocidades de 10Mbps até 10Gbps quando se trata de par trançado, que hoje é comumente utilizado em edifícios e residência. Já quando se trata de fibras ópticas, velocidades de 51Mbps até 39.8Gbps podem ser alcançadas na transmissão de dados, voz, imagens. Radiofrequência, por sua vez, são bastante utilizadas em links de grandes distâncias, e devem ser levados em consideração fatores climáticos, ambientais, distância de um rádio até outro, pois tudo isso são fatores que interferem na atenuação [18].

4.2. Apresentação Detalhada do Cenário Atual

Nesta seção são apresentados os enlaces que atualmente constituem a interligação de diversos setores localizados na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais Campus Inconfidentes.

A rede LAN da Fazenda Escola apresenta hoje alguns enlaces que utilizam a

tecnologia de fibras ópticas, outros que empregam radiofrequência e interligações com fios de cobre, que complementam este cenário.

Cabe destacar que, é através do Bloco dos Professores localizado na Fazenda que está a interligação com o *backbone* no prédio principal, e que utiliza a tecnologia de fibra óptica. A Figura 29 mostra o referido prédio.



Figura 29 - Bloco dos Professores.

A Figura 30 ilustra o mapa geográfico da Fazenda Escola.

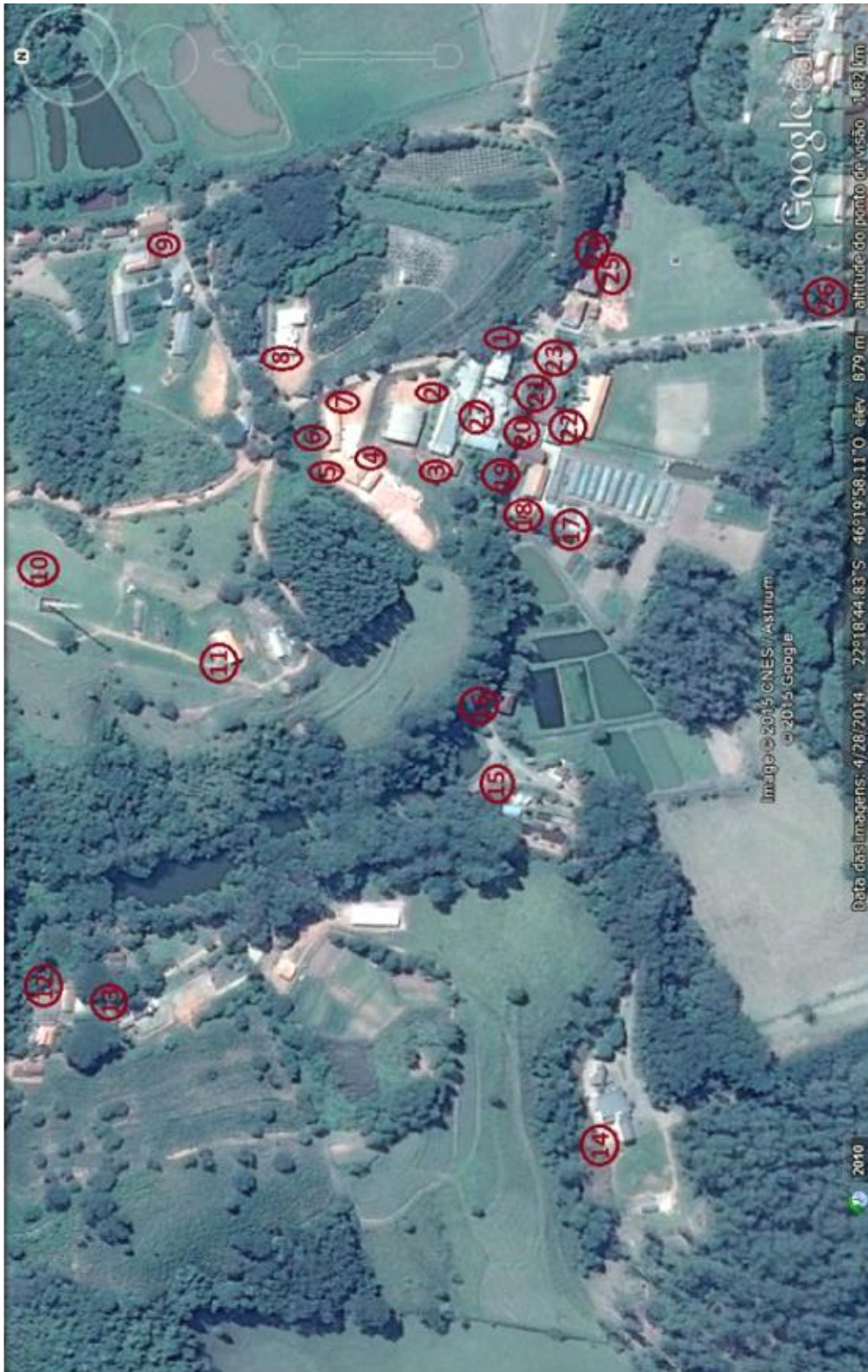


Figura 30 - Mapa Geográfico da Fazenda Escola.

No Quadro 1 estão relacionados todos os setores mostrados na Figura 30, com suas respectivas identificações numéricas.

Quadro 1 - Identificação de Setores.

Item	Referência
1	Bloco dos Professores
2	Bloco Pedagógico I
3	Laboratório de Biologia Celular
4	Laboratório de Química
5	Laboratório de Produção Vegetal
6	Laboratório de Microbiologia
7	Laboratório de Bromatologia
8	CPA
9	Suinocultura
10	Torre do Cristo
11	Bovinocultura de Corte
12	Laboratório de Biotecnologia
13	Laboratório de Entomologia
14	Abatedouro
15	Viveiro de Mudas
16	Laboratório de Zoologia
17	Laboratório de Anatomia
18	Laboratório de Física de Solos
19	Laboratório de Análise de Solos
20	Mecanização
21	Laboratório de Informática
22	Incubadora de Empresas
23	Recepção
24	CIEC
25	Laticínio
26	Guarita
27	Auditório

O Quadro 2 apresenta a identificação dos atuais links da Fazenda Escola e como serão referenciados durante o trabalho.

Quadro 2 - Identificação de Links Atuais.

Enlace entre:	Referência
Bloco dos Professores e Laboratório de Anatomia	Bloco/Anatomia
Laboratório de Anatomia e Viveiro de Mudas	Anatomia/Mudas
Bloco dos Professores e Guarita	Bloco/Guarita
Laboratório de Produção Vegetal com Prédio Principal	Produção/Principal
Torre do Cristo e Centro de Procedimentos Ambientais	Torre/CPA
Torre do Cristo e Suinocultura	Torre/Suíno
Torre do Cristo e Prédio Principal	Torre/Principal
Bloco dos Professores e Prédio Principal	Bloco/Principal
Bloco dos Professores e Recepção	Bloco/Recepção
Bloco dos Professores e Laboratório de Análise de Solo	Bloco/Análise
Bloco dos Professores e Auditório	Bloco/Auditório
Bloco dos Professores e Bloco Pedagógico I	Bloco/Pedagógico
Bloco dos Professores e CIEC.	Bloco/CIEC
Recepção e Incubadora de Empresas	Recepção/Incubadora
Recepção e Laboratórios de Informática	Recepção/Informática
Recepção e Mecanização	Recepção/Mecanização
Bloco Pedagógico I e Laboratório de Biologia Celular	Bloco/Biologia
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Química	Produção/Química
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Microbiologia	Produção/Microbiologia
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Bromatologia	Produção/Bromatologia
Laticínio e CIEC	Laticínio/CIEC

4.2.1. Enlaces que utilizam Radiofrequência

A tecnologia empregada nestes enlaces é através de radiofrequência, operando na frequência de operação em 5.8GHz.

Os equipamentos utilizados para realizar o link são duas antenas, sendo uma receptora e outra transmissora, de mesmo modelo e fabricantes, sendo elas AirGrid M5 e NanoStation locoM5, ambas do fabricante Ubiquiti Network. Os enlaces Bloco/Anatomia, Anatomia/Mudas, Torre/Principal, Bloco/Guarita, Torre/CPA e Produção/Principal usam

antenas AirGrid, enquanto que os dispositivos NanoStation conectam Torre/Suíno.

Na Figura 31, indicados com letras 'RF', são apresentados os enlaces que utilizam radiofrequência para conexão: Laboratório de Anatomia e Viveiro de Mudas, Bloco dos Professores e Laboratório de Anatomia, Bloco dos Professores e Guarita, Laboratório de Produção Vegetal e Prédio Principal, Torre do Cristo e Centro de Procedimentos Ambientais, Torre do Cristo e Suinocultura e Torre do Cristo e Prédio Principal.

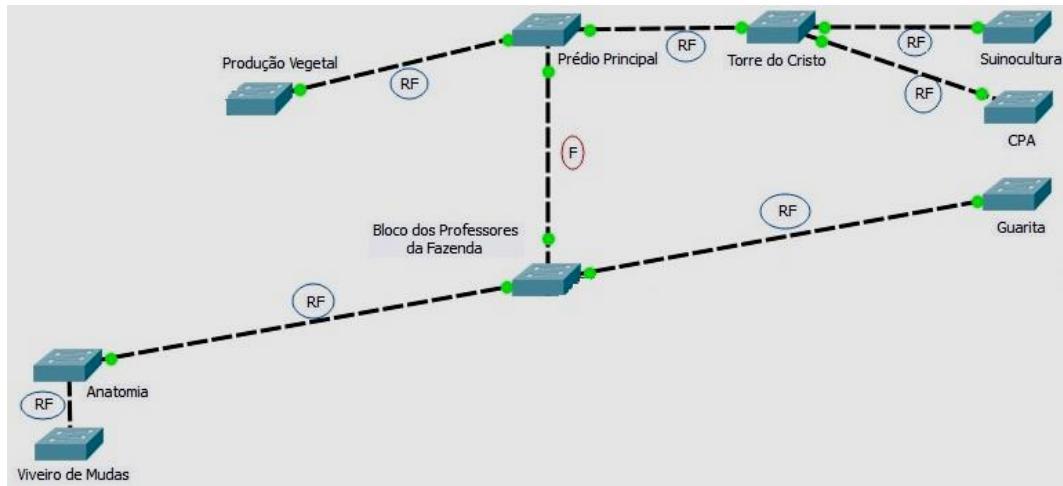


Figura 31 - Enlaces com Radiofrequência.

4.2.2. Enlaces que utilizam Fibra Óptica

Os enlaces que já utilizam fibras ópticas em sua tecnologia para transmissão de dados, estão representados na Figura 32 com a letra 'F'.

São eles: Bloco dos Professores e Prédio Principal, Bloco dos Professores e Recepção, Bloco dos Professores e Laboratório de Análise de Solo, Bloco dos Professores e Auditório, Bloco dos Professores e Bloco Pedagógico I e Bloco dos Professores e CIEC.

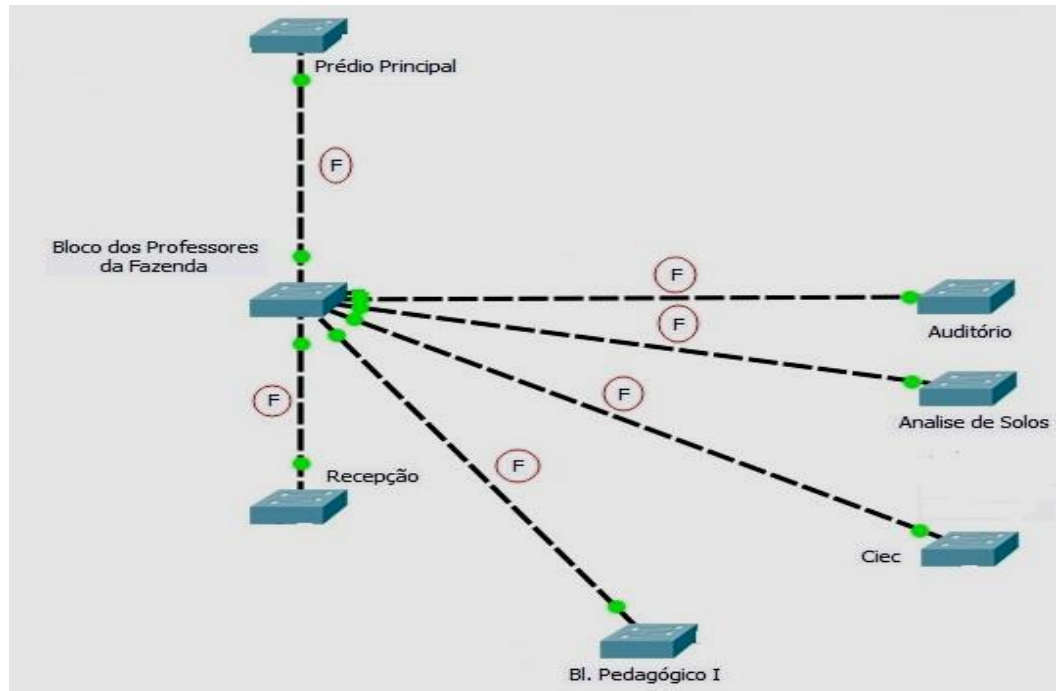


Figura 32 - Enlaces com Fibra Óptica.

4.2.3. Enlaces que utilizam Fios de Cobre

Existem enlaces que fazem a interligação entre prédios através de fios de cobre (par trançado), que utilizam tecnologia categoria 5e. Na Figura 33, esses links estão representados com a letra 'C'.

Os enlaces são: Recepção e Incubadora de Empresas, Recepção e Laboratórios de Informática, Recepção e Mecanização, Bloco Pedagógico I e Laboratório de Biologia Celular, Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Química, Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Microbiologia, Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Bromatologia e Laticínio e CIEC.

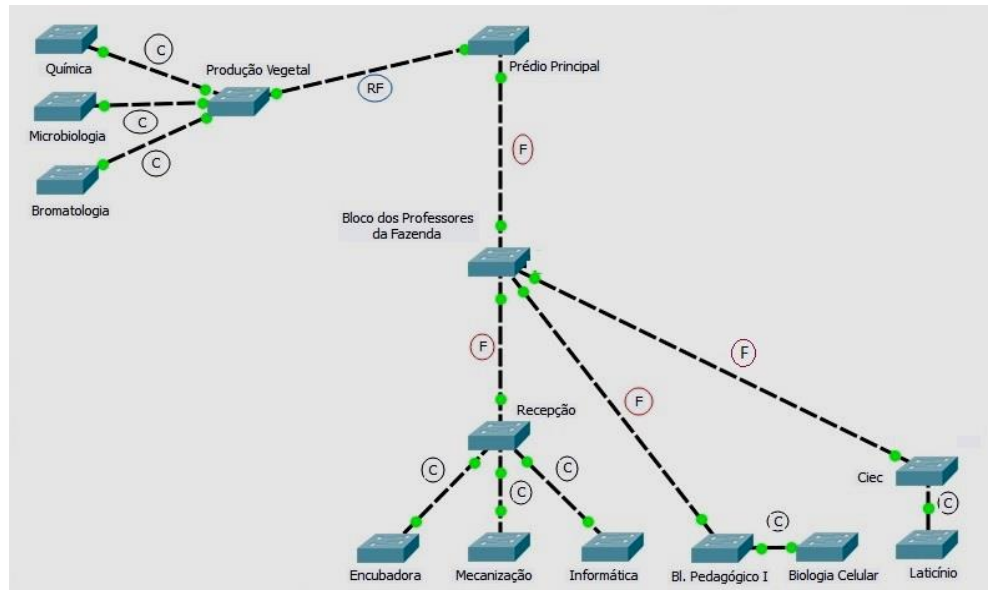


Figura 33 - Enlaces com Par Trançado.

4.2.4. Prédios Isolados da rede LAN

Há ainda setores indicados na Figura 34, que não possuem interligação com a rede interna da Fazenda Escola, que são: Laboratório de Zoologia, Laboratório de Física de Solo, Laboratório de Entomologia, Laboratório de Biotecnologia, Prédio do Abatedouro, Prédio da Bovinocultura de corte.

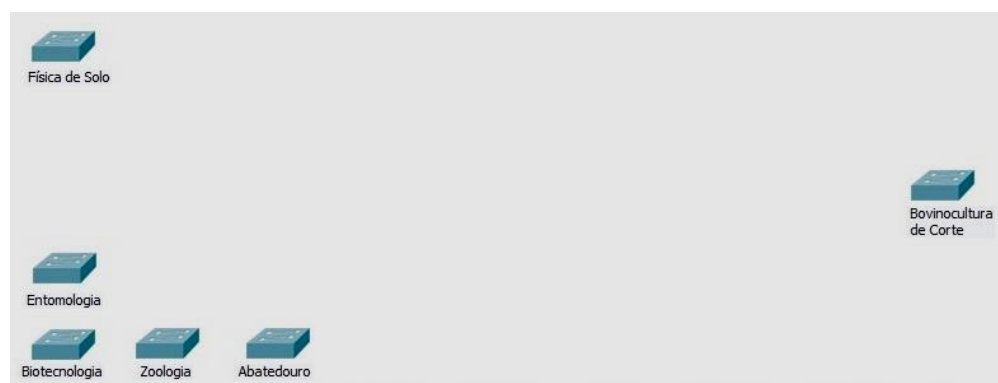


Figura 34 - Prédios Fora da Rede.

4.2.5. Apresentação Completa do Cenário Atual

A Figura 35 mostra o cenário atual completo da rede LAN na Fazenda Escola do Campus Inconfidentes, como também o enlace de interligação por fibra entre o Bloco dos Professores e o *backbone* Prédio Principal.

Excetuando-se o Prédio Principal, os demais prédios estão todos localizados na área da Fazenda Escola.

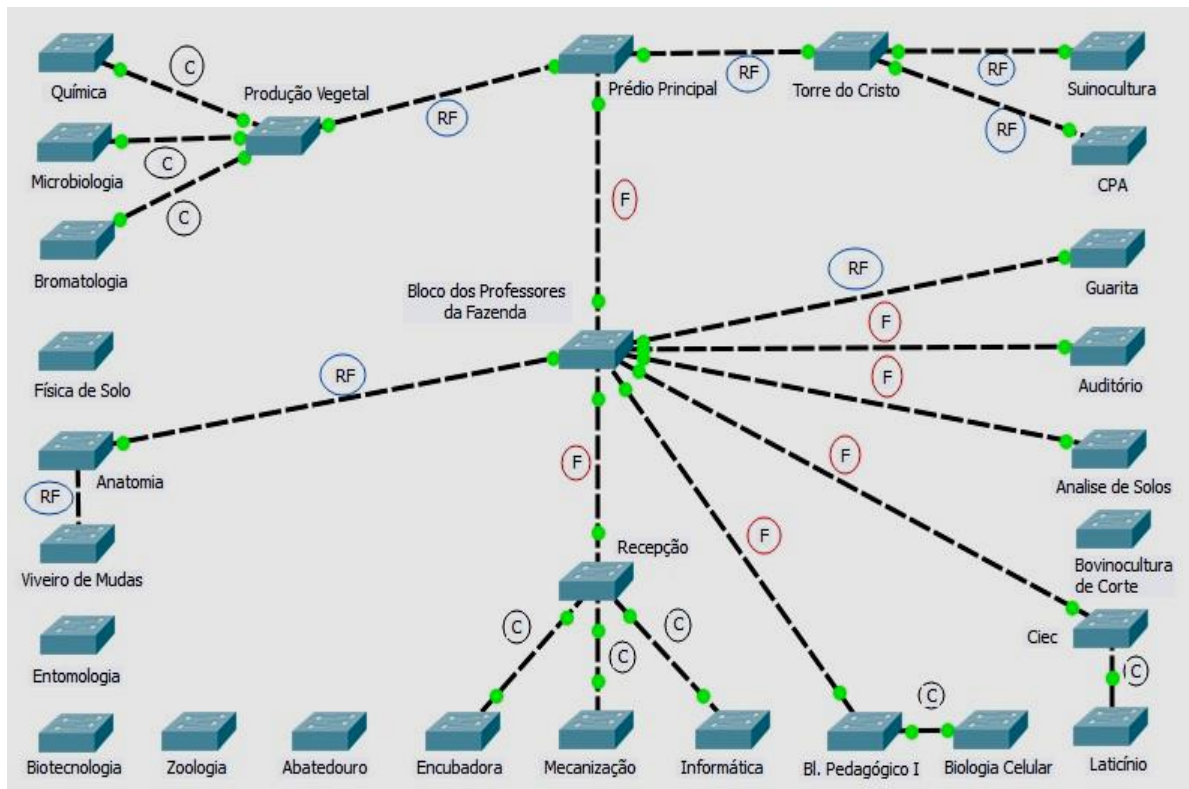


Figura 35 - Cenário Atual Completo.

5. PROPOSTA REESTRUTURAÇÃO DA REDE LAN NA FAZENDA ESCOLA

O Quadro 3 lista os novos enlaces propostos na Fazenda Escola e como serão referenciados durante este capítulo.

Quadro 3 - Identificação de Enlaces Envolvidos na Reestruturação

Enlace entre:	Referência
Bloco dos Professores e Laboratório de Produção Vegetal	Bloco/Produção
Bloco dos Professores e CPA	Bloco/CPA
Bloco dos Professores e Suinocultura	Bloco/Suíno
Bloco dos Professores e Guarita	Bloco/Guarita
Bloco dos Professores e Laboratório de Anatomia	Bloco/Anatomia
Bloco dos Professores e Viveiro de Mudanças	Bloco/Mudanças
Bloco dos Professores e Laboratório de Zoologia	Bloco/Zoologia
Bloco dos Professores e Abatedouro	Bloco/Abatedouro
Bloco dos Professores e Laboratório de Entomologia	Bloco/Entomologia
Bloco dos Professores e Bovinocultura de Corte	Bloco/Bovino
Laboratório de Anatomia e Laboratório Física de Solo	Anatomia/Solo
Laboratório de Entomologia e Laboratório de Biotecnologia	Entomologia/Biotecnologia
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Química	Produção/Química
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Microbiologia	Produção/Microbiologia
Laboratório de Produção Vegetal e Laboratório de Bromatologia	Produção/Bromatologia

5.1. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Produção Vegetal

Esta interligação será realizada com fibra óptica, e o link terá 250 metros de distância. Atualmente o Laboratório de Produção Vegetal têm conexão com a rede LAN através de radiofrequência. As interligações Produção/Química, Produção/Bromatologia e Produção/Microbiologia continuarão sendo com fios de cobre. Assim, o link de rádio Produção/Principal deixará de existir.

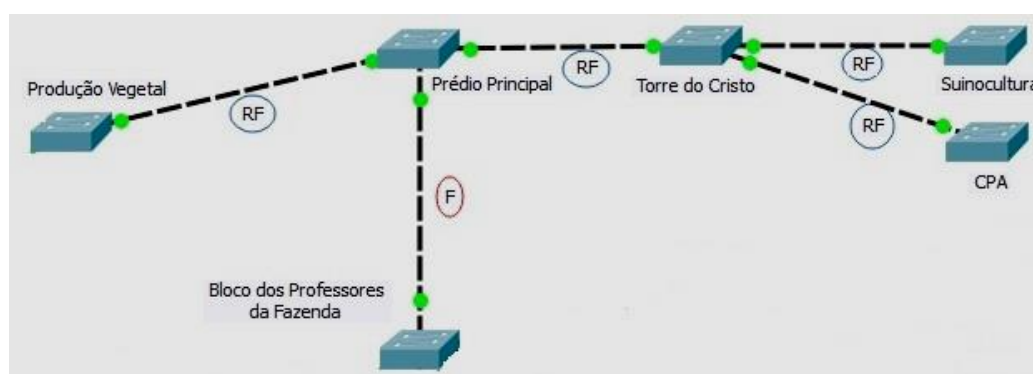
5.2. Enlace entre Bloco dos Professores e CPA

Este enlace será novo, com a tecnologia de fibra óptica, e terá um comprimento de 350 metros. Hoje, a conexão do prédio CPA com a rede LAN da Escola é feita por radiofrequência e, dessa forma, deixará de ser utilizado o link de rádio entre o prédio CPA e a Torre do Cristo.

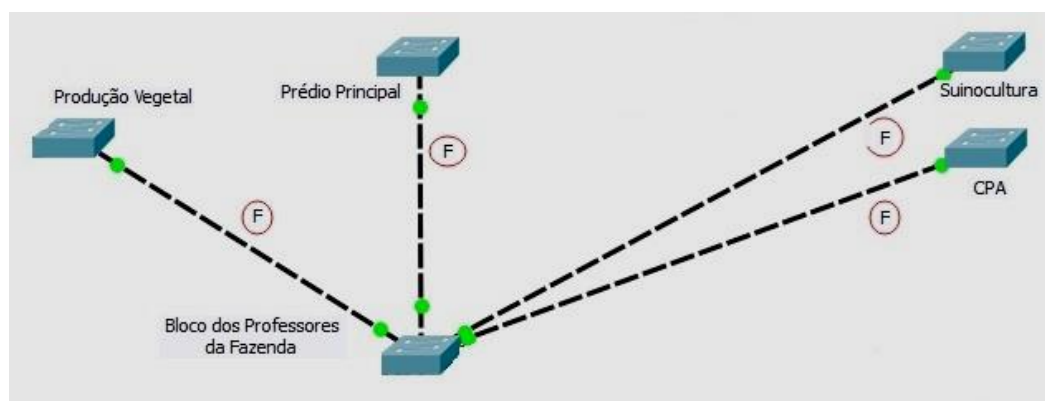
5.3. Enlace entre Bloco dos Professores e Suinocultura

Esta conexão também será nova e com o emprego de fibra óptica. O tamanho deste link será de 450 metros. Atualmente, o prédio da Suinocultura tem conexão com a rede LAN da Escola através de rádio. Estabelecido o novo enlace, o link de rádio Torre/Suíno também deixará de existir.

A Figura 36 mostra detalhes dos enlaces atuais e propostos para este link e os relacionados nos itens 5.1 e 5.2.



(A)



(B)

Figura 36 - Comparação links Bloco/Produção, Bloco/CPA e Bloco/Suíno: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.

Considerando que os setores CPA e Suinocultura estarão interligados à rede LAN da Escola por fibra óptica, não será mais necessário o enlace de rádio frequência Torre/Principal, uma vez que este local tem o objetivo de servir de elo entre os links de rádio anteriormente citados, como mostrou a figura anterior.

5.4. Enlace entre Bloco dos Professores e Guarita

Este enlace já existe e conecta a Guarita à rede LAN da Escola. A partir da reestruturação, esse link, que possui comprimento de 310 metros, passará a ser de fibra óptica, não sendo mais necessária a conexão por rádio existente entre Bloco/Guarita.

5.5. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Anatomia

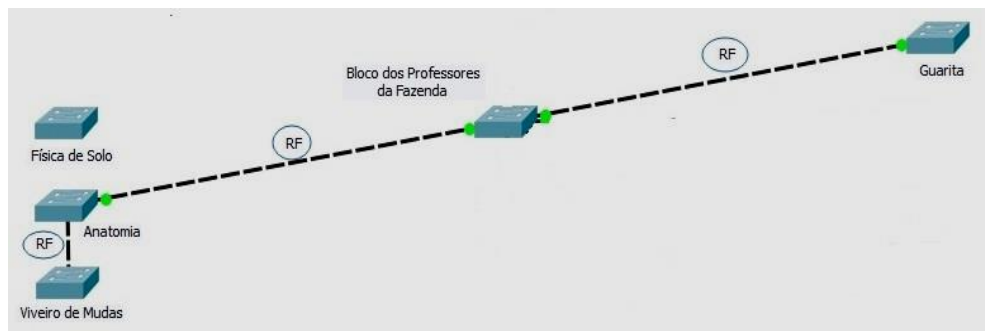
Na proposta de reestruturação da rede LAN da Fazenda, este link também passará a ter fibra óptica, sendo desnecessária a interligação por rádio entre esses dois prédios. O link terá distância de 200 metros.

O Laboratório de Anatomia encontra-se localizado a 40 metros do Laboratório de Física de Solo, sendo assim a primeira interligação desse prédio com a rede LAN da Escola dar-se-á com o emprego de cabo par trançado com o Laboratório de Anatomia.

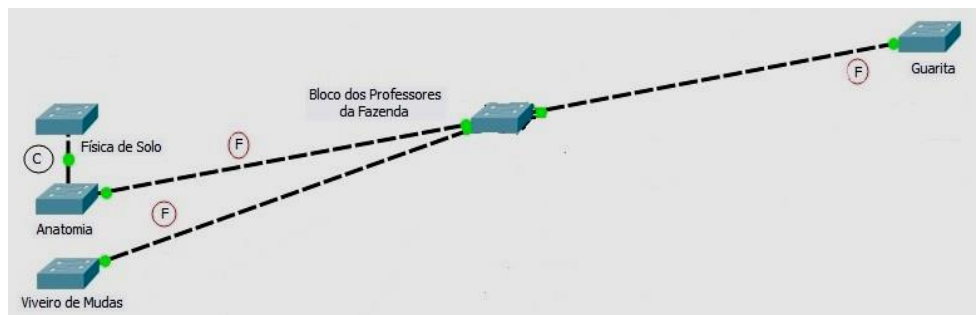
5.6. Enlace entre Bloco dos Professores e Viveiro de Mudas

O setor do Viveiro de Mudas possui atualmente conexão com a rede LAN da Escola através do link de radiofrequência Anatomia/Mudas. Esta proposta de reestruturação da rede LAN também contempla um enlace de fibra óptica Bloco/Mudas, deixando de existir o link de rádio citado anteriormente. O link tem tamanho de 450 metros.

A Figura 37 mostra detalhes dos enlaces atuais e propostos para este link e os relacionados nos itens 5.4 e 5.5.



(A)



(B)

Figura 37 - Comparação links Bloco/Guarita, Bloco/ Anatomia e Bloco/Mudas: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.

5.7. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Zoologia

Este enlace será inédito, sendo a primeira conexão de Zoologia com a rede LAN da Escola, e terá o emprego de fibra óptica entre os dois prédios. Seu comprimento será de 310 metros.

5.8. Enlace entre Bloco dos Professores e Abatedouro

A reestruturação da rede LAN da Fazenda também abrange uma interligação inédita, utilizando fibra óptica para o enlace Bloco/Abatedouro. Esse enlace terá um comprimento de 700 metros.

5.9. Enlace entre Bloco dos Professores e Laboratório de Entomologia

O enlace Bloco/Entomologia com uso de fibra óptica também estará incluso na reestruturação da rede LAN da Escola, visto que esse prédio não está conectado com a referida rede. O link terá uma distância de 800 metros.

O Laboratório de Entomologia encontra-se localizado a 50 metros do Laboratório de Biotecnologia, sendo assim essa interligação desse prédio com a rede LAN da Escola dar-se-á com o emprego de cabo par trançado entre Entomologia/ Biotecnologia.

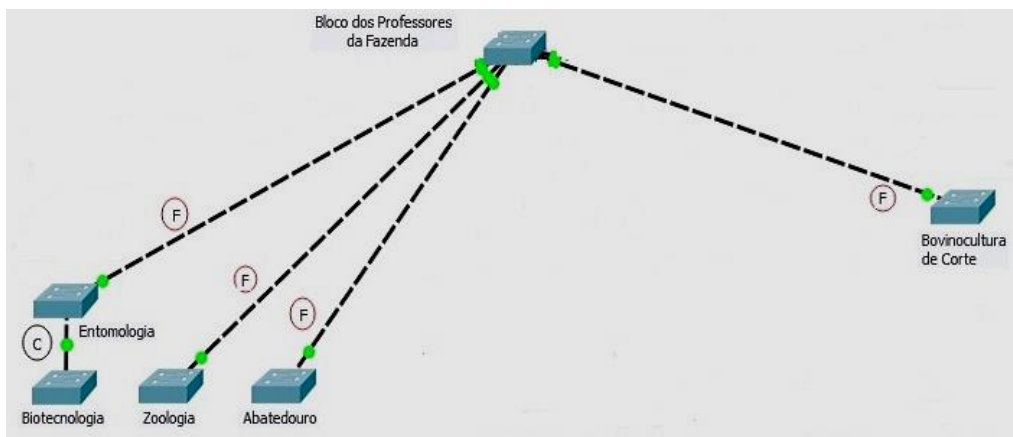
5.10. Enlace entre Bloco dos Professores e Bovinocultura de Corte

O prédio de bovinocultura de corte, não possui conexão com a rede LAN e, desse modo, a proposta de reestruturação também inclui um enlace inédito com fibra entre o Bloco/Bovino. O link tem tamanho de 600 metros.

A Figura 38 mostra detalhes dos enlaces atuais e propostos para este item e os relacionados em 5.7, 5.8 e 5.9.



(A)



(B)

Figura 38 - Comparação links Bloco/Zoologia, Bloco/ Abatedouro, Bloco/ Bovino e Bloco/Entomologia: (A) Cenário Atual e (B) Cenário Proposto.

Como pôde ser visto no capítulo 4, inicialmente a rede LAN da Fazenda era composta por 6 (seis) enlaces utilizando fibras ópticas. Considerando a reestruturação proposta, essa rede passa a contar com 10 (dez) novos link's de fibras, totalizando 16 (dezesesseis) enlaces que empregam essa tecnologia. A Figura 39 mostra como ficará a rede LAN com o novo cenário trazendo inclusive enlaces de fios de cobre que também farão parte desta proposta.

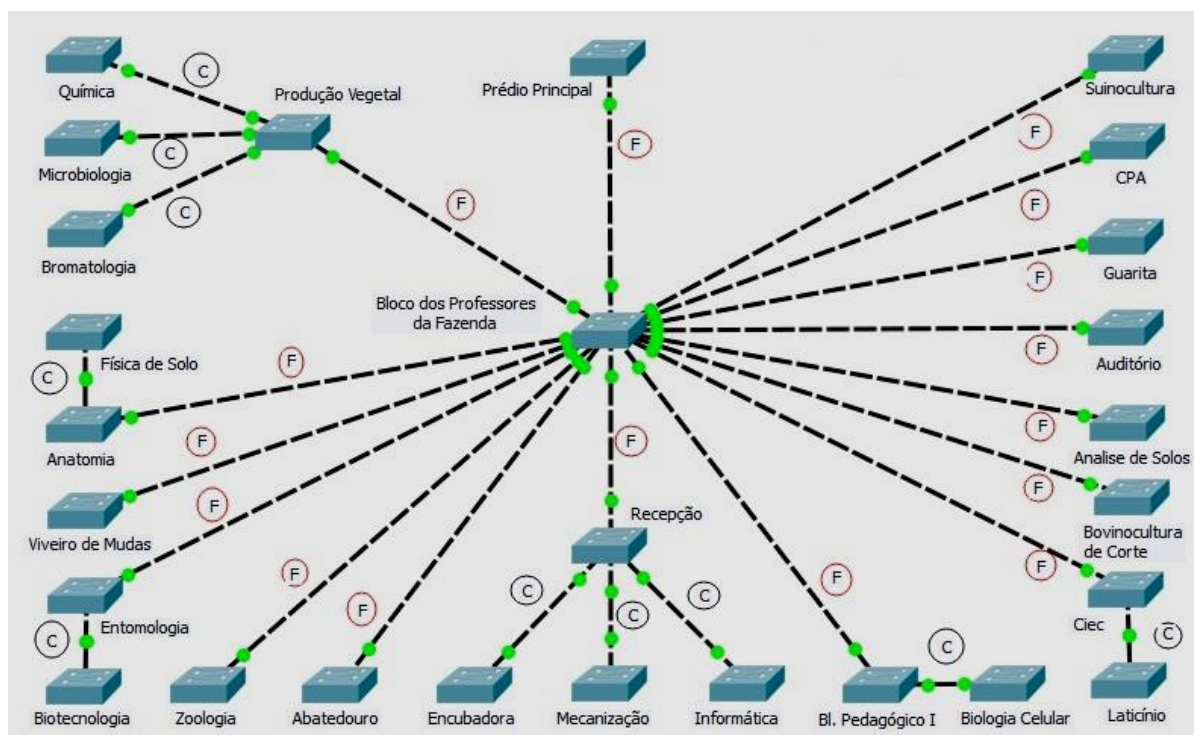


Figura 39 - Proposta da Reestruturação da Rede LAN da Fazenda.

Pôde-se observar na figura anterior que os sete enlaces de radiofrequência que existiam anteriormente já não fazem parte da nova rede LAN proposta para a Fazenda.

5.11. Levantamento de Necessidades

Nesta seção é feito um levantamento da especificação dos equipamentos que irão compor estes enlaces propostos. São eles: cabo de fibra óptica; cordão óptico; conversor de mídia; caixa de emenda óptica; ponto de terminação óptica; protetor de emenda óptica; placa de identificação; rack; patch panel; guia de cabos horizontal; no-break; switch; abraçadeira BAP, suporte isolador para suspensão e conjunto de ancoragem.

5.11.1. Cabo de Fibra Óptica

O tipo de cabo de fibra óptica a ser empregado neste trabalho será o cabo autossustentado tipo Loose de modo único, que contém 12 fibras em sua composição. Os tipos de cabo, sua aplicabilidade e vantagens já foram abordados no terceiro capítulo dessa monografia. A Figura 10 traz o modelo de cabo de fibra que será usado na reestruturação [23].

5.11.2. *Cordão Óptico*

O cordão óptico a ser empregado é para aplicações em fibra óptica monomodo com conectores SC/SC, SM DUPLEX com comprimento igual a 3 metros. A Figura 24 mostra o cordão óptico a ser empregado neste projeto [22, 23].

5.11.3. *Conversor de Mídia*

O conversor de mídia a ser utilizado neste projeto de reestruturação é para uso em transmissões em longas distâncias com fibra óptica monomodo(SM) para até 15 km, conector SC, projetado para converter as fibras 1000BASE-LX/LH para mídia 1000Base-T de cobre ou vice-versa. O modelo a ser utilizado neste projeto está referenciado na Figura 20 [25].

5.11.4. *Caixa de Emenda Óptica*

A caixa a ser utilizada neste projeto é a de 24 fibras incluindo bandeja para abrigar as fusões com respectivos protetores de emenda [22, 26]. A Figura 40 apresenta a caixa relacionada para este trabalho.



Figura 40 - Caixa de Emenda Óptica [59].

5.11.5. *Ponto de Terminação Óptica*

O ponto de terminação óptica a ser utilizado neste projeto, abriga até doze emendas ópticas, e tem a finalidade de fazer a transição entre o cabo e o cordão óptico através de emenda por fusão [26]. A Figura 41 destaca o modelo do ponto de terminação óptica a ser utilizado neste projeto.



Figura 41 - Ponto de Terminação Óptica [60].

5.11.6. *Protetor de Emenda Óptica*

O protetor de emenda óptica a ser empregado neste projeto é termocontrátil, de material plástico transparente e com reforço em aço inoxidável [26]. A Figura 26 exhibe o tipo de protetor a ser usado neste projeto.

5.11.7. *Placa de Identificação*

É utilizada para identificar os cabos de fibra óptica em redes aéreas e subterrâneas, podendo ser utilizada em ambientes internos e externos. Essa placa identifica cabos ópticos em toda sua extensão [26]. A Figura 42 ilustra em detalhe uma placa de identificação.



Figura 42 - Placa de Identificação Óptica.

5.11.8. Rack

O rack que será empregado neste projeto é o de modelo 19' X 8U X 400 mm. Possui estrutura e fechamento em chapa pré-zincada com porta frontal e abertura visual em acrílico transparente, com fechadura [27]. A Figura 43 destaca o rack que será empregado no projeto.



Figura 43 - Rack [62].

5.11.9. Patch Panel

O patch panel a ser utilizado é o modelo 24 portas de acordo com os requisitos das normas para cabeamento categoria 6. Possui corpo fabricado em termoplástico de alto impacto não propagante a chama, painel frontal em plástico, com porta etiqueta para

identificação e velcros para organização, instalação direta em racks de 19 polegadas e é fornecido com guia traseiro para melhor organização dos cabos [27]. A Figura 44 apresenta o modelo de patch panel a ser utilizado neste projeto.

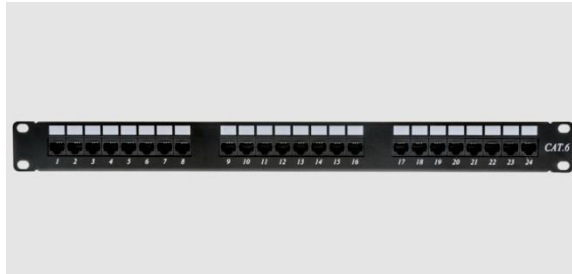


Figura 7 - Patch Panel [63].

5.11.10. Guia de Cabo Horizontal

O organizador de cabos para uso em cada rack será o guia de cabos horizontal fechada 1U, confeccionada em material de aço com tampa frontal removível [27]. A Figura 45 exibe o modelo de guia de cabo para com este projeto.



Figura 45 - Guia de Cabo Horizontal [64].

5.11.11. No-break

O no-break especificado na Figura 27 será utilizado em cada rack visando a manutenção de fonte de energia para os equipamentos internos ao rack, tais como switch, conversor de mídia, PoE de câmera, PoE de *access point* [28].

5.11.12. *Switch*

O switch a ser empregado inicialmente em cada rack será um Switch HP V1920-24G Gigabit gerenciável de 24 portas 10/100/1000 RJ-45, 04 portas SFP Gigabit Ethernet e 01 porta de console serial RJ-45. Possibilita o uso simultâneo das 04 portas SFP e das 24 portas UTP RJ45. Suporta VLAN, IPv4 e IPv6 simultaneamente e permite a comunicação de hosts IPv4 com hosts IPv6 [29]. A Figura 28 ilustra o Switch a ser empregado neste projeto.

5.11.13. *Abraçadeira BAP*

A abraçadeira ajustável BAP tem a finalidade de prender suportes de ancoragem, isoladores e demais acessórios aos postes, por onde passará a rede aérea do cabeamento óptico. Existem 4 tamanhos de abraçadeiras, BAP1, BAP2, BAP3 e BAP4, no caso deste projeto será utilizada BAP3 que possui 1,2 metro de comprimento. Apresenta acabamento galvanizado propiciando seu uso em ambientes externos [30]. A Figura 46 mostra detalhes da abraçadeira relacionada neste projeto.



Figura 46 - Abraçadeira BAP3.

5.11.14. *Suporte Isolador para Suspensão*

O suporte isolador para suspensão do cabo de fibra óptica é usado junto à abraçadeira BAP fixada em cada poste. Possui composição em material plástico de alta resistência [26]. A Figura 47 destaca o suporte que será utilizado no projeto.



Figura 47 - Suporte Isolador para Suspensão [31].

5.11.15. *Conjunto de Ancoragem*

O conjunto de ancoragem não isolado contém os seguintes itens: suporte reforçado BAP (utilizado em abraçadeira BAP, fabricado em aço-carbono e sofre processo de galvanização para proteção contra corrosão, com furo de 14 mm); porca olhal reto (utilizado em conjunto com outras peças para ancoragem de cabo mensageiro ou cabo óptico autossustentável com rosca M12); parafuso M12 X 35mm [32]. A Figura 48 exibe em detalhe um conjunto de ancoragem que será empregado neste projeto.



Figura 48 - Conjunto de Ancoragem.

5.11.16. *Detalhamento dos Componentes*

Nesta seção são apresentadas em detalhes as necessidades para cada enlace proposto no projeto, referentes aos itens que foram abordados anteriormente. Durante a

verificação de cada quadro referente ao seu enlace, somente estão exibidos os itens que necessitam ser adquiridos, não sendo citados os que já estão em operação.

O cabo que servirá o link Bloco/Produção, compõe-se de dois segmentos, já que haverá uma emenda por fusão na caixa localizada próxima ao Laboratório de Produção. A primeira parte deste cabo é o mesmo que prossegue até o Bovino, a segunda parte compreende o lance final, da caixa até o referido prédio. A passagem aérea do cabo está livre, bastando que sejam observados os procedimentos necessários para o lançamento de fibras. O Quadro 4 apresenta os componentes necessários para implantação deste link.

Quadro 4 - Componentes do enlace Bloco/Produção.

Bloco/Produção			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	120 metros	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	No-break	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	Switch	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Abraçadeira BAP	4 unidades
Protetor de Emenda Óptica	6 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	2 unidades
Placa de Identificação	4 unidades	Conjunto de Ancoragem	4 unidades
Patch Panel	1 unidade	-	-

O link Bloco/CPA possuirá dois segmentos: primeiro do Bloco até a caixa de emenda em frente ao CPA, e segundo desta para o referido prédio abrigando uma emenda das duas partes. O trajeto aéreo para passagem de cabo está livre. O Quadro 5 ilustra o material para fazer o enlace.

Quadro 5 - Componentes do enlace Bloco/CPA.

Bloco/CPA			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	110 metros	Placa de Identificação	4 unidades
Cordão Óptico	1 unidade	Abraçadeira BAP	4 unidades
Conversor de Mídia	2 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	2 unidades
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Conjunto de Ancoragem	4 unidades
Protetor de Emenda Óptica	6 unidades	-	-

O percurso aéreo para o cabo entre Bloco/Suíno tem visada livre. O referido cabo terá segmento único em toda extensão, passando por uma caixa de emenda que ficará instalada em frente ao prédio CPA. O Quadro 6 destaca os dispositivos para confecção deste enlace.

Quadro 6 - Componentes do enlace Bloco/Suíno.

Bloco/Suíno			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	450 metros	Placa de Identificação	14 unidades
Cordão Óptico	1 unidade	No-break	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	Switch	1 unidade
Caixa de Emenda Óptica	1 unidade	Abraçadeira BAP	13 unidades
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	8 unidades
Protetor de Emenda Óptica	4 unidades	Conjunto de Ancoragem	10 unidades

O percurso para passagem do cabo de fibra ligando Bloco/Guarita está livre e um segmento único interligará os referidos prédios, bastando apenas que seja observada a norma para o cabeamento externo. O Quadro 7 exhibe as necessidades para este enlace.

Quadro 7 - Componentes do enlace Bloco/Guarita.

Bloco/Guarita			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	310 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Abraçadeira BAP	9 unidades
Protetor de Emenda Óptica	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	6 unidades
Placa de Identificação	10 unidades	Conjunto de Ancoragem	6 unidades

O link Bloco/Anatomia será feito em duas partes. Uma caixa de emendas será instalada em frente ao Laboratório de Solos e abrigará a junção dos segmentos da mesma até o Bloco e Anatomia. Com relação a passagem do cabeamento externo, faz-se necessário uma poda superficial em uma árvore próxima ao Laboratório de Solos. No Quadro 8 estão indicados os componentes necessários para este enlace.

Quadro 8 - Componentes do enlace Bloco/Anatomia.

Bloco/Anatomia			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	130 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Switch	1 unidade
Protetor de Emenda Óptica	6 unidades	Abraçadeira BAP	4 unidades
Placa de Identificação	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	2 unidades
Rack	1 unidade	Conjunto de Ancoragem	4 unidades

O enlace Bloco/Mudas será composto de duas partes: a primeira do Bloco até uma caixa de emendas que será instalada em frente ao Viveiro de Mudas, e desta até o referido setor. Um poste deverá ser implantado próximo ao setor para que possibilite a passagem do cabeamento, também serão necessárias podas superficiais de duas árvores em frente ao Laboratório de Zoologia. O Quadro 9 aponta as necessidades deste link.

Quadro 9 - Componentes do enlace Bloco/Mudas.

Bloco/Mudas			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	120 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Switch	1 unidade
Protetor de Emenda Óptica	6 unidades	Abraçadeira BAP	3 unidades
Placa de Identificação	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	2 unidades
Rack	1 unidade	Conjunto de Ancoragem	4 unidades

O link entre Bloco/Zoologia será em segmento único passando pela caixa de emenda em frente ao Laboratório de Solos. Será preciso apenas que duas árvores localizadas próximas ao Laboratório de Zoologia sejam podadas em suas laterais para possibilitar a passagem do cabeamento óptico. As necessidades deste enlace estão relacionadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Componentes do enlace Bloco/Zoologia.

Bloco/Zoologia			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	310 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Caixa de Emenda Óptica	1 unidade	Switch	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Abraçadeira BAP	10 unidades
Protetor de Emenda Óptica	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	8 unidades
Placa de Identificação	10 unidades	Conjunto de Ancoragem	4 unidades
Rack	1 unidade	-	-

O enlace Bloco/Abatedouro será composto de dois segmentos: o primeiro do Bloco até a caixa de emenda do viveiro de mudas e desta para o prédio referido. Com relação a passagem do cabeamento aéreo serão necessárias duas intervenções: poda superficial de uma árvore próxima ao destino final e implantação de postes, uma vez que existe um lance de 130 metros com ausência de postes. O Quadro 11 retrata equipamentos que serão utilizados para a realização do trabalho.

Quadro 11 - Componentes do enlace Bloco/Abatedouro.

Bloco/Abatedouro			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	380 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Switch	1 unidade
Protetor de Emenda Óptica	6 unidades	Abraçadeira BAP	10 unidades
Placa de Identificação	10 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	8 unidades
Rack	1 unidade	Conjunto de Ancoragem	8 unidades

A interligação entre Bloco/Entomologia será em cabo com segmento único e esse passará por uma caixa de emendas que será instalada em frente ao Viveiro de Mudanças. O percurso deste cabo apresenta-se com duas adversidades: a primeira e mais simples é uma poda que será necessária próximo ao destino final e a segunda questão é a impossibilidade de ligação entre dois postes que apresentam três árvores de porte médio que precisam serem cortadas para passagem do cabeamento. Uma alternativa seria a instalação do cabeamento

subterrâneo neste trecho. O Quadro 12 detalha as necessidades para este link.

Quadro 12 - Componentes do enlace Bloco/Entomologia.

Bloco/Entomologia			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	800 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Caixa de Emenda Óptica	1 unidade	Switch	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Abraçadeira BAP	15 unidades
Protetor de Emenda Óptica	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	10 unidades
Placa de Identificação	24 unidades	Conjunto de Ancoragem	10 unidades
Rack	1 unidade	-	-

O percurso aéreo do cabo de fibra para o link Bloco/Bovino apresenta-se praticamente livre, com exceção de duas árvores que precisam ser podadas de forma moderada em sua lateral. O cabo será em segmento único em todo o trajeto, passando pela caixa de emenda próxima ao Laboratório de Produção. O Quadro 13 lista os componentes necessários para realização deste enlace.

Quadro 13 - Componentes do enlace Bloco/Bovino.

Bloco/Bovino			
Equipamento	Quantidade	Equipamento	Quantidade
Cabo de Fibra Óptica	600 metros	Patch Panel	1 unidade
Cordão Óptico	1 unidade	Guia de Cabo Horizontal	1 unidade
Conversor de Mídia	2 unidades	No-break	1 unidade
Caixa de Emenda Óptica	1 unidade	Switch	1 unidade
Ponto de Terminação Óptica	2 unidades	Abraçadeira BAP	12 unidades
Protetor de Emenda Óptica	4 unidades	Suporte Isolador para Suspensão	8 unidades
Placa de Identificação	12 unidades	Conjunto de Ancoragem	8 unidades
Rack	1 unidade	-	-

Tendo em vista que todo o percurso do cabeamento óptico acompanha e utiliza os mesmos postes da rede elétrica, as podas mencionadas anteriormente, se fazem necessárias para a desobstrução da passagem de cabos, visando a passagem livre do circuito óptico e elétrico.

5.12. Orçamento

Nesta seção é apresentado o resultado com a soma de todos os valores totais de cada um dos 15 (quinze) itens relacionados a equipamentos abordados anteriormente, esse resultado é destacado no Quadro 14. Esse valor representará o montante a ser investido, tendo a finalidade de proporcionar a reestruturação do *backbone* (cabearno vertical), da rede LAN da Fazenda Escola.

Os postes de concreto não estão considerados neste orçamento, visto que o foco desta proposta de reestruturação faz referência aos equipamentos e dispositivos diretamente envolvidos com a área técnica.

O valor de cada item, é o preço médio estimado para licitação, baseado em pesquisa de mercado no mês de agosto de 2015 [68].

Quadro 14 - Somatório do Investimento em Equipamentos para Reestruturação.

EQUIPAMENTO	R \$ - UNITÁRIO	QUANTIDADE	R \$ - TOTAL
Cabo de Fibra Óptica	2,71	3320	8.997,20
Cordão Óptico	50,65	10	506,50
Conversor de Mídia	200,13	20	4.002,60
Caixa de Emenda Óptica	185,13	4	740,52
Ponto de Terminação Óptica	42,26	20	845,20
Protetor de Emenda Óptica	0,44	50	22,00
Placa de Identificação	1,16	96	111,36
Rack	285,67	6	1.714,02
Patch Panel	708,41	8	5.667,28
Guia de Cabo Horizontal	15,15	8	121,20
No-break	409,28	9	3.683,52
Switch	1.958,11	8	15.664,88
Abraçadeira BAP	7,58	84	636,72
Suporte Isolador para Suspensão	5,71	56	319,76
Conjunto de Ancoragem	7,80	62	483,60
TOTAL			43.516,36

6. CONCLUSÃO

A escolha da tecnologia de fibra óptica para reestruturar a rede, é justamente por ela possibilitar maior capacidade de transmissão de informação ou largura de banda. Somado a isso, as fibras podem transmitir dados numa velocidade muito superior a qualquer outro tipo de tecnologia. Também possibilitará atender alguns setores que hoje não fazem parte da rede de comunicações da Fazenda Escola, por impedimentos relacionados às condições geográficas.

Uma vez implantada a tecnologia em questão, problemas como atenuação do sinal em radiofrequência, ruído na transmissão e interferências eletromagnéticas que consequentemente levam a perda de pacotes entre os prédios que hoje são interligados através da radiofrequência, serão reduzidos notavelmente, minimizando a preocupação com questões climáticas, que se caracterizam por intempéries como chuva, ventos fortes, descargas elétricas, e outros fenômenos que venham trazer perda de potência ou até a ruptura de enlaces. Além de superar essas adversidades, com o emprego das fibras, diminuirão consideravelmente as intervenções corretivas realizadas pelas equipes encarregadas de manutenção da rede.

Otimizar a infraestrutura da rede, também abrirá espaço para implementação de novas tecnologias, como o VoIP, monitoramento via câmera IP e aplicações futuras que necessitem de recursos compatíveis para suportá-las, principalmente o requisito de largura de banda.

A implementação utilizando as fibras substituirá todos os links de radiofrequência, não sendo mais necessário o repetidor Torre do Cristo, representando mais uma vantagem da proposta, visto a dificuldade de acesso físico até o ponto. Também serão contemplados com a reestruturação, os setores de Zoologia, Abatedouro, Entomologia, Biotecnologia e Bovino, passando a partir de então a fazer parte da topologia na rede da Escola pela primeira vez.

Em conformidade com a norma ANSI/TIA/EIA 568B, que não contempla o emprego da radiofrequência fazendo interligação de cabeamento vertical, a proposta de reestruturação vem padronizar o *backbone* da rede LAN da Fazenda Escola, uma vez que implantada a nova topologia proposta, esta empregará o uso de fibras ópticas e cabos par

trançado UTP.

Cabe salientar que para qualquer sistema de comunicação de dados, os méritos relativos de condutores metálicos *‘versus’* fibras ópticas ou radiofrequência, devem ser avaliados. O investimento é frequentemente o parâmetro mais importante a ser considerado em um sistema. Comparações entre fibras com as tecnologias citadas, devem ser feitas com cuidado, considerando-se muitos fatores, entre eles: atenuação, velocidade, disponibilidade e escalabilidade de uma rede LAN.

Em observação à todas as carências da rede atual, a sua necessidade de reestruturação é comprovada. Tendo em vista os benefícios estudados e verificados durante este trabalho, fica evidenciada a viabilidade de implantação da proposta de reestruturação na infraestrutura da rede LAN da Fazenda Escola, com o emprego da tecnologia de fibras ópticas, levando em consideração a relação entre o investimento a ser feito, e o benefício que a mesma irá proporcionar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01-**WIRTH, Almir.** Fibras óticas: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Alta Books, 2002.
- 02-**ESTUDO DE UMA REDE DE ACESSO VIA FIBRA ÓPTICA(2006).OLIVEIRA. LAGE,** Luíza Basílio, **OLIVEIRA,** Maria Clara Alcântara de. Projeto Final de Graduação, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- 03-**RIBEIRO, José Antônio Justino.** Comunicações Ópticas. São Paulo: Érica, 2012.454 p. 4ª edição.
- 04-**ROCHOL, Juergen.** Comunicação de Dados. Porto Alegre: Bookman, 2012. 366 p. 1ª edição.
- 05-**AMAZONAS, José Roberto de Almeida.** Projetos de Sistemas de Comunicações Ópticas. Barueri: Manole, 2005. 696 p. 1ª edição.
- 06-**TANAENBAUM, Andrew S., David Wetherall.** Redes de Computadores. Tradução Daniel Vieira. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 583 p. 5ª edição.
- 07-**MARIN, Paulo Sérgio.** Cabeamento Estruturado. Desvendando cada passo: do projeto a instalação. São Paulo: Érica, 2012. 336 p. 3ª edição
- 08-**REDES DE FIBRA ÓPTICA: CONEXÕES LOCAIS EM DIMENSÕES GLOBAIS NO BRASIL/DANILO COSTA BERTOLOTO-2012.** Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Linguagens, Programa de Pós_Graduação em Estudos de Cultura Contemporânea, Cuiabá-2012.
- 09-**SOUZA,** Lindeberg Barros de. Redes de Computadores: guia total. São Paulo. Érica-1ª Edição, 2009.
- 10-**ANÁLISE TÉRMICA EM LASER VCSEL/BRUNO DE OLIVEIRA CAMPOS-2010.**Monografia do Curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Alfenas, 2010.
- 11-**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE REDES FTTH EM DIFERENTES CENÁRIOS GEOGRÁFICOS/JOSÉ MIGUEL BENZINHO-2011.**Dissertação Mestrado em Engenharia Eletrônica e Telecomunicações a Universidade de Aveiro, 2011.
- 12-**XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – RECIFE, 2011 REDES DE FIBRA ÓPTICA: CONEXÕES LOCAIS EM DIMENSÕES GLOBAIS NO BRASIL. DANILO BERTOLOTO/ YUJI GUSHIKEN.** Universidade Federal de Mato Grosso-2011

- 13-**ALVARENGA, B.; MÁXIMO A.** Física. São Paulo: Editora Scipione, 2006.
- 14-**SISTEMA PARA CONTROLE DE REDES ÓPTICAS METROPOLITANAS/ADRIANO ROBERTO PINTO e RODRIGO DE FARIAS-** Curitiba (2014) Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná.
- 15-**KEISER, G.** Optical Fiber Communications. New Delhi: McGraw-Hill, 2008.
- 16-**AGRAWAL, Govind P.** Sistema de Comunicação por Fibra Óptica. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2014.(Tradução José Rodolfo Souza)
- 17-**REDES FTTx NO BRASIL/ RAFAEL GOES BARRETO-** Curitiba, 2014. Dissertação em Pós-Graduação em Teleinformática e Redes de Computadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-2014
- 18-**KUROSE, James F.** Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down / James F. Kurose e Keith W. Ross. São Paulo: Addison Wesley-2010.5ª edição.615 p.
- 19-**GOUVEIA, José.** Gestão Prática de Redes. Lisboa: FCA- Editora de Informática, 2011.312 p.
- 20-**PINHEIRO, José Maurício dos S.** Guia Completo de cabeamento de Redes. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2003. 264 p.
- 21-**TOPOLOGIA VIRTUAL E TOPOLOGIA FÍSICA DE REDES ÓPTICAS: UMA PROPOSTA DE PROJETO INTEGRADOR/KARCIUS D.R. ASSIS-HÉLIO WALDMAN-** Natal-2002. Projeto Integrado de Topologias de Redes Ópticas. IEEE/SBrT Simpósio Internacional de Telecomunicações(Setembro-2002)
- 22-**APOSTILA TECNOPONTA,** Treinamentos-Curso Fibra Óptica (V.006)
- 23-**APOSTILA FURUKAWA,** Soluções Inteligentes para Infraestrutura de Redes (Revisão 4)
- 24-**FURUKAWA.** 2015. Disponível em: < www.furukawa.com.br > Acesso em: 06 jul. 2015.
- 25-**TP-LINK.** 2013. Disponível em: < www.tp-link.com.br > Acesso em: 04 jul. 2015.
- 26-**FIBRACEM.** 2015.Disponível em: < www.fibracem.com.br > Acesso em: 15 jul. 2015.
- 27-**NILKO.** 2012.Disponível em: < www.nilko.com.br > Acesso em: 13 jul. 2015.
- 28-**ENERMAX.** 2014.Disponível em: < www.enermax.com.br > Acesso em: 27 jul. 2015.

- 29-**HP**. 2014. Disponível em: < www1.hp.com/br/pt/networking/products/switches > Acesso em: 07 jul. 2015.
- 30-**NUCLEOTELECOM**. 2014. Disponível em: < www.nucleotelecom.com.br > Acesso em: 07 jul. 2015.
- 31-**DPR**. 2014. Disponível em: < www.dpr.com.br > Acesso em: 07 fev. 2015.
- 32-**TIPO DE CABO DE FIBRA ÓPTICA**. 2014. Disponível em: < www.curso-fibra-optica.com.br/artigos/tipos-de-cabo-de-fibra-optica > Acesso em: 08 jul. 2015.
- 33-**HP**. 2014. Disponível em: < www8.hp.com > Acesso em: 09/ jul. 2015.
- 34-**TELECO**. 2015. Disponível em: < www.teleco.com.br > Acesso em: 09 jul. 2015.
- 35-**TECNOLOGIAS DE FIBRAS ÓPTICAS**. 2014. Disponível em: < www.cianet.ind.br/pt/produtos/tecnologias/tecnologia-fibra-optica > Acesso em: 10 jul. 2015.
- 36-**ESTRUTURARTELECOM**. 2014. Disponível em: < www.estruturartelecom.com > Acesso em: 10 jul. 2015.
- 37-**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA FIBRAS ÓPTICAS**. 2014. Disponível em: < <http://labcisco.blogspot.com.br/2014/10/especificacoes-tecnicas-das-fibras.html> > Acesso em: 10 jul. 2015.
- 38-**FUSÃO DE FIBRA ÓPTICA**. 2014. Disponível em: < <http://fusaodefibraoptica.com.br> > Acesso em: 15 jul. 2015.
- 39-**TIPOS DE CABEAMENTO**. 2014. Disponível em: < http://webtech.br.tripod.com/siportal/ce/tipos_cabeamento/fibra_optica.htm > Acesso em: 15 jul. 2015.
- 40-**FIBRAS ÓPTICAS**. 2014. Disponível em: < www.stconsulting.com.br/telecom/fibras-opticas > Acesso em: 15 jul. 2015.
- 41-**CABOS DE FIBRA ÓPTICA**. 2014. Disponível em: < www.ponlan.com.br/detalhe-produto/cabos-de-fibra-optica > Acesso em: 16 fev. 2015.
- 42 -**CABOS DE FIBRA ÓPTICA**. 2014. Disponível em: < www.ponlan.com.br/detalhe/produto > Acesso em: 16 jul. 2015.
- 43-**INATEL**. 2014. Disponível em: < www.lantele.com.br/produto > Acesso em: 17 jul. 2015.
- 44-**LIDERCOM**. 2014. Disponível em: < www.lidercon.com.br/prod_det.php > Acesso em:

17 jul. 2015.

45-**PONLAN**. 2014. Disponível em: <www.ponlan.com.br> Acesso em: 22 jul. 2015.

46-**LANTELE**. 2015. Disponível em: <www.lantele.com.br/produto/busca> Acesso em: 22 jul. 2015.

47-**FIBRAS ÓPTICAS**. 2014. Disponível em: <www.sp.olx.com.br/fibras-opticas> Acesso em: 22 jul. 2015.

48-**SOLUÇÕES INDUSTRIAIS**. 2014. Disponível em: <www.solucoesindustriais.com.br> Acesso em: 23 jul. 2015.

49-**FUJIKURA**. 2014. Disponível em: <www.fusionsplicer.fujikura.com> Acesso em: 23 jul. 2015.

50-**TELECOMUNICAÇÕES**. 2015. Disponível em: <http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/Telecomunicacoes> Acesso em: 23 jul. 2015.

51-**ITCOMTECH**. 2015. Disponível em: <www.itcomtech.com.br> Acesso em: 23 jul. 2015.

52-**UNICASERV**. 2015. Disponível em: <www.unicaserv.com.br> Acesso em: 23 jul. 2015.

53-**CONDUFIBRAS**. 2015. Disponível em: <www.condufibra.com.br> Acesso em: 24 jul. 2015.

54-**Fibras ópticas**. 2015. Disponível em: <www.fstelecom.com.br> Acesso em: 24 jul. 2015.

55- **FURUKAWA**. 2015. Disponível em: <www.furukawa.com.br/fibra-optica.php> Acesso em: 25 jul. 2015.

56-**PLP**. 2015. Disponível em: <www.plp.com.br> Acesso em: 25 jul. 2015.

57-**TELECOM**. 2015. Disponível em: <www.inforteltelecom.com.br> Acesso em: 25 jul. 2015.

58-**INFODIGITAL**. 2015. Disponível em: <www.infodigitalonline.com.br> Acesso em: 26 jul. 2015.

59-**FIBRASNET**. 2015. Disponível em: <www.fibrasnet.com.br> Acesso em: 25 jul. 2015.

60-**CIANET**. 2015. Disponível em: <www.cianet.ind.br> Acesso em: 26 jul. 2015.

61-**CABEAMENTO_ÓPTICO**. 2015. Disponível em: <<http://produtos.i9network.com.br>> Acesso em: 27 set. 2015.

62-**ATERA**. 2015. Disponível em: < www.atera.com.br > Acesso em: 25 set. 2015.

63-**Cablesandkits**. 2015. Disponível em: < www.cablesandkits.com > Acesso em: 30 set. 2015.

64-**Guia de Cabos**. 2015. Disponível em: < <http://informatica/guia-de-cabos-horizontal-fechada> > Acesso em: 25 set. 2015.

65-**VERSATILTELECOM**. 2015. Disponível em: < <http://versatiltelecom.com.br> > Acesso em: 25 set. 2015.

66-**COMPRASNET.GOV.BR**.2015. Disponível em: <www1.comprasnet.gov.br/siasgnetirp/resumoIRP.domethod=iniciar&acesso> Acesso em: 26 set. 2015.