



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

MARCOS LEANDRO LADEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO
SISTEMA SDDE (SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE DADOS E
ENERGIA)**

Assis

2014

MARCOS LEANDRO LADEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO
SISTEMA SDDE (SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE DADOS E
ENERGIA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso Superior de Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Me. Douglas Sanches da Cunha

Área de Concentração: Informática

Assis

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

LADEIRA, Marcos Leandro

Desenvolvimento de Projeto – Sistema SDDE (Sistema de distribuição de Dados e Energia) / Marcos Leandro Ladeira.

Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2014.

53p.

Orientador: Me. Douglas Sanches da Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA

1. SDDE 2. PAC 3. Internet 4. Fibra Óptica

COD: 001.6

Biblioteca da FEMA

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO
SISTEMA SDDE (SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE DADOS E
ENERGIA)

MARCOS LEANDRO LADEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso Superior de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Me. Douglas Sanches da Cunha

Analisador: Esp. Célio Desiró

Assis

2014

RESUMO

A constante evolução da tecnologia ocorre pelo simples fato da grande necessidade de buscar meios mais eficientes de comunicação. Hoje as empresas buscam melhorar sua plataforma de sistema para atender seus clientes cada vez melhor. Neste trabalho será apresentado um projeto usando a tecnologia SDDE (Sistema de Distribuição de Dados e Energia) destinado às empresas que atuam na área de Distribuição de Internet, sendo elas empresas iniciantes ou de grande porte com redes já existentes. O Sistema possibilitará a inovação do gerenciamento da rede e uma evolução dos serviços da empresa. Para o desenvolvimento do trabalho, foi feito um levantamento de todas as necessidades da empresa para atender determinados pontos da cidade, também foi realizado um estudo das tecnologias utilizadas atualmente, e optou-se pela tecnologia SDDE devida a descargas elétricas existentes nestes pontos. Em busca de melhorar o atendimento aos clientes, a melhor forma de se fazer isto é inovar com tecnologia que atendem as necessidades do usuário, provendo um serviço de qualidade onde o cliente pode confiar. O projeto foi desenvolvido seguindo todos os padrões e normas de segurança estipulados pelo fabricante e pela Concessionária de Energia Elétrica Vale Paranapanema.

Palavras chave: Tecnologia. Internet. SDDE. Descargas Elétricas.

ABSTRACT

The constant evolution of technology occurs simply because of the great need to seek more efficient means of communication. Today companies seek to improve their system platform to serve its customers better. In this work a project using the SDDE (Data Distribution System and Energy) technology for companies working in the area of Distribution Internet, and they beginners or large companies with existing networks will be presented. The system will allow the innovation of network management and evolution of enterprise. For development work, a survey of all the needs of the company was made to meet certain points of the city, also a study of the technologies used today was performed, and we opted for SDDE technology due to existing electrical discharges in these points. Striving to improve customer service, the best way to do this is to innovate with technology that meet user needs, providing a quality service where the customer can trust. The project was developed following all safety rules and standards stipulated by the manufacturer and dealership Electricity Paranapanema Valley.

Keywords: Technology. Internet. SDDE. Electrical discharges.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Intensidade de descargas elétricas.....	15
Figura 2 – Topologia em Barramento.....	22
Figura 3 – Topologia em Estrela	23
Figura 4 – Topologia em Árvore.....	24
Figura 5 – Topologia de rede Híbrida.....	24
Figura 6 – Fibra Óptica.....	26
Figura 7 – Funcionamento da Fibra Óptica.....	27
Figura 8 – Comparação entre Fibra Óptica e outros cabos.....	29
Figura 9 – Emenda Óptica por Fusão.	30
Figura 10 – Clivador Fibra Óptica.....	31
Figura 11 – Emenda Óptica Mecânica	31
Figura 12 – Alguns conectores usados para Emenda por Conectorização.....	32
Figura 13 – Sistema de Gerenciamento FPNT2012.....	34
Figura 14 – Fonte Primária com TSP.....	34
Figura 15 – PAC (Ponto de Acesso Cabeado).....	35
Figura 16 – Switch.....	35
Figura 17 – Fibra Óptica Prysmian Indoor/Outdoor 12-Strand	36
Figura 18 – Conjunto Ancoragem Fibra Óptica	37
Figura 19 – Suporte Dielétrico para Cabo Óptico.....	37
Figura 20 – Caixa de Emenda para Cabo Óptico.....	38
Figura 21 – Espaguete Termo Retrátil	38
Figura 22 – Cabo UTP Cat5e 4P.....	39
Figura 23 – Alça Plástica.....	39
Figura 24 – Roldana Plástica	40

Figura 25 – Conector RJ45 Blindado Cat5e 8 vias.....	40
Figura 26 – Sistema SDDE Vertical Simples.....	41
Figura 27 – Mapeamento Fibra Óptica.....	42
Figura 28 – Exemplo Instalação em curva	43
Figura 29 – Interligação dos Pontos de Acesso	44
Figura 30 – Especificações Técnicas do Ponto de Acesso	45
Figura 31 – Tela de Login do Ponto de Acesso.....	46
Figura 32 – Tela de Gerenciamento do Ponto de Acesso.....	46
Figura 33 – Formas de Cascadeamentos dos Pontos de Acesso.....	48
Figura 34 – Padrão T568A Conector RJ45	49
Figura 35 – Mapeamento	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma	17
Tabela 2 - Recursos e Justificativas	18
Tabela 3 - Tabela de Ip	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. OBJETIVOS	13
1.2. JUSTIFICATIVAS	13
1.3. MOTIVAÇÃO	14
1.4. PERSPECTIVA DE CONTRIBUIÇÃO.....	15
1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA	16
1.6. CRONOGRAMA.....	17
1.7. RECURSOS NECESSÁRIOS	18
1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. REDES	20
2.1. TOPOLOGIA DE REDES	22
2.1.1. Topologia em Barramento (Bus)	22
2.1.2. Topologia em Estrela (Star)	22
2.1.3. Topologia em Árvore.....	23
2.1.4. Topologia Híbrida	24
2.2. FIBRA ÓPTICA.....	25
2.2.1. Tipos de Fibra Óptica	27
2.2.2. Vantagens Consideráveis	28
2.2.3. Desvantagens Consideráveis	28
2.2.4. Diferença entre Fibra Óptica e outros cabos.....	29
2.2.5. Tipos de emendas de Fibra Óptica (Fusão).....	29
3. SISTEMA SDDE VERTICAL SIMPLES.....	33
3.1. CONCEITOS E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA SDDE.....	33

3.2. SOFTWARES E EQUIPAMENTO.....	33
3.2.1. Software	33
3.2.2. Fonte de Alimentação Primária	34
3.2.3. PAC.....	35
3.2.4. Switch TP-LINK TL-SL2210WEB.....	35
4. PROJETO.....	36
4.1. EQUIPAMENTOS.....	36
4.2. IMPLANTAÇÃO.....	41
4.2.1. Especificações do PAC (Ponto de Acesso Cabeado).....	44
4.2.2. Configurações do PAC	45
4.2.3. Tipos de Cascadeamentos dos Pac's.....	47
5. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, o constante desenvolvimento e evolução da humanidade, exigiu que novos métodos de transmissão de informações fossem abordados, criando assim sistemas cada vez mais aperfeiçoados, pois os já utilizados não eram suficientes para abranger toda a necessidade. Era necessário criar um novo método que permitisse enviar informação para todas as pessoas ao mesmo tempo. Foi pensando assim que o homem descobriu o telefone (1876), a televisão (1936), o computador (1943), o satélite (1962) e outros. O rápido avanço da tecnologia fez com que as várias ciências existentes se desenvolvessem e com isso surgiu o Laser. E foi através dele que o homem encontrou, em termos, o mais novo e melhor meio de comunicação, cujo aperfeiçoamento se deu com a descoberta da fibra óptica. Várias outras novas tecnologias no campo da computação estão ocorrendo graças ao laser, como é o caso do chip óptico, que vem possibilitando a realização de cálculos extraordinariamente rápidos. A invenção dos cabos de fibra óptica permitiu que as informações viajassem muito mais rápidas que antes, o que fez com que o número de usuários da Internet, rede mundial de computadores, aumentasse significativamente e as informações chegassem aos mais diversos pontos do mundo. Assim, nessa época de globalização, de realidade virtual, de interatividade, a Engenharia Óptica está crescendo aceleradamente. Ela é indispensável pois, através de princípios científicos da óptica, ela é responsável pela aplicação prática desses conhecimentos, tanto na construção como na aplicação de instrumentos, sistemas e componentes ópticos. Neste projeto de SDDE, serão especificados softwares e equipamentos específicos para implantação de uma infraestrutura usando a tecnologia de fibra óptica, citando passo a passo a montagem desta rede, até a conclusão da implantação.

1.1. OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo especificar as instalações a serem feitas, através dos lançamentos de cabo de fibra óptica, que irão compor um sistema integrado de distribuição de internet através de sistemas e equipamentos específicos projetados pela empresa Vertical Simples. Para o início do projeto, é necessário a instalação de uma Fonte Primária com TSP (Telessupervisão), que será interligada através do cabo de fibra óptica até o Provedor SuperNet. Nesta será ligado através de uma régua PoE cabos Utps, derivando assim a ligação dos Pac's (Ponto de Acesso Cabeado) distribuindo por estes, cabos Utps para os assinantes. O Provedor SuperNet será o ponto inicial de todo este projeto, onde acomodará o rack com os equipamentos de gerenciamento e servidores de armazenamentos, os quais receberão e enviarão os dados através das fibras existentes nos cabos de fibra ótica que serão implantados em pontos estratégicos. Partindo do Provedor o link será lançado pelo cabo de fibra ótica, o qual será ligado diretamente na Fonte Primária e desta através de um sistema de envio de dados e energia (PoE) ligando os switches Gerenciáveis (Pac's) e seguindo por cabos Utps até os pontos definidos como final.

A rede de fibra óptica será instalada em postes de concreto. Devem-se observar atentamente as trações que serão empregadas em cada lançamento, também a altura da Fonte e cabos. Os Switches Gerenciáveis serão instalados nos postes abaixo do sistema de distribuição de energia, com uma distância máxima de até 120 metros de um Switch ao outro, podendo atingir até 15 switches por porta da Fonte Primária.

1.2. JUSTIFICATIVAS

Nos tempos atuais as fibras ópticas são as maiores responsáveis pelas revoluções ocorridas nos sistemas de telecomunicações. Elas têm a capacidade de transmitir uma quantidade enorme de dados, com confiabilidade e em uma velocidade

impressionante.

Apesar de terem surgido há mais de 30 anos, as fibras ópticas ainda despertam certa curiosidade, pois representam um novo padrão de conectividade: não podem ser soldadas, nem crimpadas, não utilizam conectores convencionais e também não se pode testá-las com um multímetro. De fato, as fibras ópticas não são fios elétricos.

Desenvolver uma estrutura com fibra óptica deste porte, garante a credibilidade com o cliente final, garantindo para a empresa uma solidez no mercado de trabalho, conquistando sucesso e prestígio por proporcionar um produto de qualidade em que o cliente pode confiar para atender suas expectativas.

1.3. MOTIVAÇÃO

O Brasil é um dos países que mais recebem descargas elétricas todos os anos. Este recorde letal significa perigo para quem vive nas casas e para as próprias residências.

Além do mais, os equipamentos elétricos correm sérios riscos durante uma tempestade com raios e, convenhamos que em uma era onde tudo é online, onde pessoas dependem da internet para trabalhar, ter seu lazer entre outras coisas, e a última coisa que queremos que aconteça é que um raio acerte o ponto de internet.

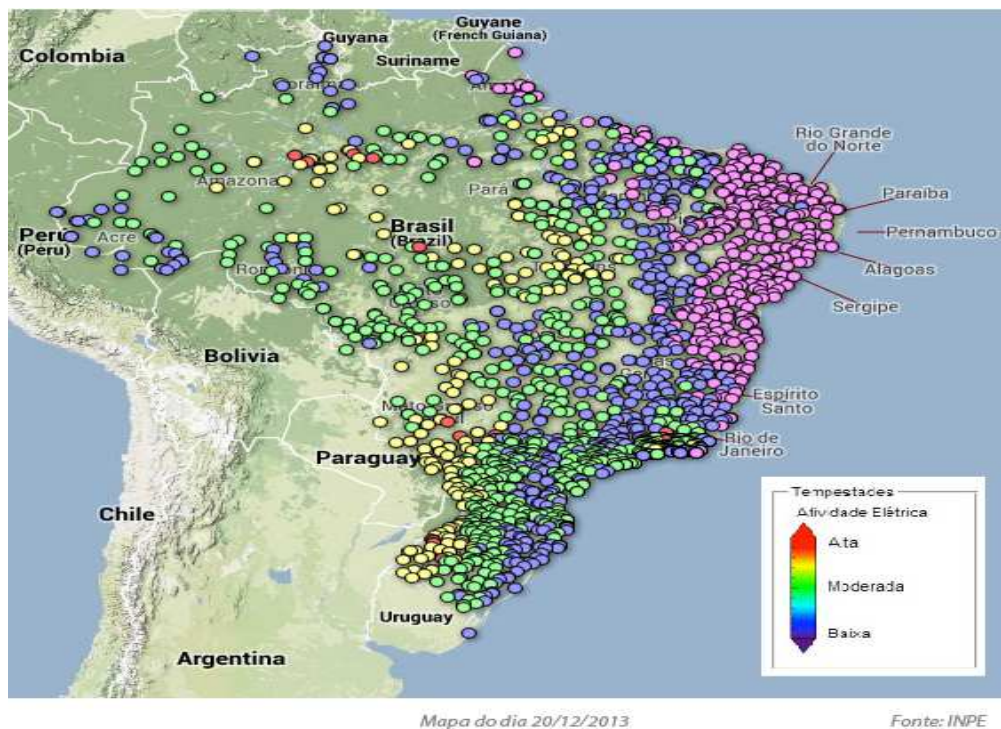
O Sistema SDDE garante a proteção contra surtos da rede elétrica provenientes de raios ou mesmo do próprio sistema de distribuição de energia, pois utiliza uma fonte simétrica (isolada da terra) garantindo também um bom nível de segurança aos operadores em campo, pois não existe possibilidade de ocorrência de choque elétrico em direção a terra através do operador.

Esta topologia permite a diminuição de tensões induzidas por descargas secundárias, contribuindo portanto para a melhoria da estabilidade do sistema.

Alimentado através de um único ponto de entrada de energia AC, o PAC (Ponto de Acesso Cabeado) é protegido contra possíveis descargas elétricas pelos pontos frágeis de entrada de energia.

A imagem abaixo mostra a maior intensidade de descargas atmosféricas no Brasil Segundo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

Figura 1 – Intensidade de descargas elétricas



Fonte: DataSheet Vertical Simples

1.4. PERSPECTIVA DE CONTRIBUIÇÃO

O ambiente atual do mercado vem exigindo de todas as empresas, sejam elas de qualquer segmento comercial, produtos e serviços de maior qualidade, que atendem suas expectativas de uma maneira rápida e garantida.

Em vista disso, implantar um sistema eficaz para atender um público que cresce cada dia mais passa a desempenhar papel de grande relevância entre as empresas que disponibilizam um determinado serviço.

Assim, considerando que as empresas necessitam disponibilizar serviços cada vez melhores, o cliente final procura sempre o melhor, e nesse mercado de trabalho atual, sai na frente quem usa o diferencial para atrair esse cliente.

1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada neste trabalho abrangeu a coleta de dados através de várias fontes de informações, como:

- Entrevistas com pessoas ligadas a empresas de telecomunicações, entidades da Prefeitura Municipal de Assis e responsáveis pela Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema,
- Entrevista com engenheiros ligados a área de urbanização e construções de vias,
- Pesquisa de campo, onde foi visitada toda a área da implantação,
- Reunião com técnicos da empresa sobre os equipamentos, instrumentos, ferramentas e sistemas para implantação,

1.6. CRONOGRAMA

MÊS ATIVIDADE	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Preparação projeto	X									
Correção projeto	X									
Entrega do projeto	X									
Aplicação Bibliográfica		X	X							
Leitura e Fichamento		X	X							
Elaboração do Documento de Qualificação		X	X							
Revisão do Documento de Qualificação		X	X							
Entrega do Documento de Qualificação		X	X							
Bancas de Qualificação		X	X							
Desenvolvimento do TCC			X	X	X					
Revisão e Correção do TCC				X	X					
Entrega do TCC para Defesa						X				
Defesa							X			
Entrega do TCC no Núcleo							X			

Tabela 1 - Cronograma

1.7. RECURSOS NECESSÁRIOS

Recursos	Justificativas
Livros	Formas de pesquisa
Computadores	Um Computador contendo o Serviço de Internet para ser usado como uma fonte de pesquisa e informações.
Pesquisa de Campo	Visitar pessoalmente local da implantação.
Equipamentos	Específicos para esse tipo de infraestrutura

Tabela 2 - Recursos e Justificativas

1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este projeto esta estruturado em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução a proposta do projeto a ser desenvolvido, sobre o que será o projeto, como será desenvolvido e implantado, motivações e justificativas entre outras informações do processo da implementação do projeto como um todo.

O capítulo 2 apresenta a introdução a redes, estudo de redes a serem usadas e apresenta de uma maneira visual estas estruturas de rede, introdução e especificações detalhadas de fibra óptica.

O capítulo 3 apresenta o Sistema SDDE Vertical simples e seus componentes.

O capítulo 4 apresenta a proposta do projeto, contendo todas as especificações detalhadas, como e onde este projeto será implantado. Apresenta também que tipo de rede será usada, detalhada em figuras e ilustrações, contendo toda e qualquer parte para implantação do projeto, desde o provedor até o cliente final.

E o capítulo 5 mostra as considerações finais e conclusões do trabalho.

2. REDES

Uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos capazes de processar a troca de informações entre si, ou seja, compartilhar qualquer tipo de recurso alocado em sua base de dados, interligados por um sistema de comunicação (hardware e software), sendo eles físicos, como uma impressora, ou lógicos, como um arquivo de foto, músicas entre outros. A Internet é a maior rede existente, pois conecta vários computadores entre si, compartilhando por diversas formas e usando inúmeros tipos de equipamentos, com especificações e determinados requisitos de segurança, meios de acessos específicos e protocolos. Essas interligações podem ser através de linhas telefônicas, cabos, satélites ou mesmo conexões sem fio. O objetivo de uma Rede é simplesmente permitir a comunicação entre periféricos para troca de dados entre eles. Tempos antes do uso de computadores dotados de algum tipo de sistema de telecomunicação, a comunicação entre máquinas antigas era feita por usuários através do carregamento de instrução entre elas. Segundo o site Wikipédia (dezembro de 2013) George Stibitz em setembro de 1940, usou uma máquina de teletipo para enviar instruções para um conjunto de problemas de Nova Hampshire para sua calculadora em Nova York e recebeu os resultados de volta pelo mesmo meio. Conectar sistemas como teletipo a computadores se tornou um interesse na Advanced Research Projects Agency (ARPA), e em 1962, J. C. R. Licklider foi contratado e desenvolveu um grupo que ele mesmo batizou de "Rede Intergaláctica", um precursor da ARPANET. Em 1964, pesquisadores de Dartmouth desenvolveram o Sistema de Compartilhamento de Tempo de Dartmouth para usuários de grandes sistemas de computadores. No mesmo ano, no MIT, um grupo de pesquisa apoiado pela General Electric e Bell Labs usou um computador (DEC's PDP-8) para rotear e gerenciar conexões telefônicas. Durante a década de 1960, Leonard Kleinrock, Paul Baran e Donald Davies, de maneira independente, conceituaram e desenvolveram sistemas de redes os quais usavam datagramas ou pacotes, que podiam ser usados em uma rede de comutação de pacotes entre sistemas de computadores. E em 1969, a Universidade da Califórnia em Los Angeles, SRI (em Stanford), a Universidade da Califórnia em Santa Bárbara e a

Universidade de Utah foram conectadas com o início da rede ARPANET usando circuitos de 50 kbits/s. Redes de computadores e as tecnologias necessárias para conexão e comunicação entre elas continuam crescendo e se desenvolvendo com softwares e hardwares cada vez mais específicos. Esse desenvolvimento é devido o crescimento nos números e tipos de usuários de redes. Atualmente essas redes de computadores são o centro da comunicação moderna. A quantidade de troca de informação e a necessidade disso cresceram significativamente na década de 1990 e essa explosão nas comunicações não teria sido possível sem o avanço das redes de computadores. Segundo Tanenbaum, uma rede pode ser definida por seu tamanho, topologia, meio físico e protocolo utilizado. A classificação de redes em categorias pode ser realizada segundo diversos critérios:

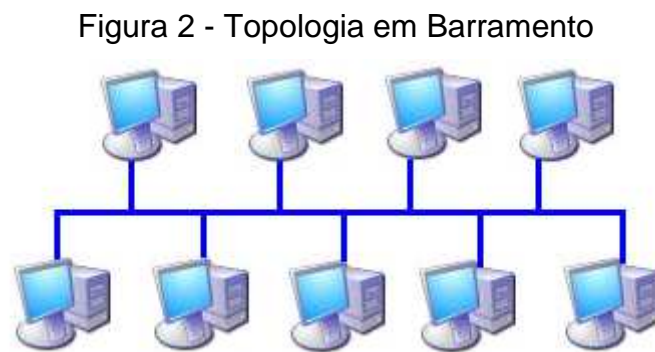
- **Dimensão ou área geográfica ocupada**
Redes Pessoais / Redes Locais / Redes Metropolitanas / Redes de área alargada
- **Capacidade de transferência de informação**
Redes de baixo débito / Redes de médio débito / Redes de alto débito
- **Topologia**
Redes em estrela / Redes em "bus" / Redes em anel
- **Meio físicos de suporte ao envio de dados**
Redes de cobre / Redes de fibra óptica / Redes rádio / Redes por satélite
- **Ambiente em que se inserem**
Redes de industriais / Redes de corporativas
- **Método de transferência dos dados**
Redes de "broadcast" / Redes de comutação de pacotes / Redes de comutação de circuitos / Redes ponto-a-ponto
- **Tecnologia de transmissão**
Redes "ethernet" / Redes "token-ring" / Redes FDDI / Redes ATM / Redes ISDN (Wikipédia 2013)

2.1. TOPOLOGIA DE REDES

A topologia refere-se à forma que os computadores serão interligados na rede. Os pontos no meio onde são conectados recebem a denominação de nós, e para que possam ser reconhecidos pela rede, estes nós sempre estarão associados a um endereço.

2.1.1 Topologia em Barramento (Bus)

Uma topologia em bus é a estrutura mais simples de uma rede, a figura abaixo demonstra este exemplo:



Fonte: Site CulturaMix – Topologias de Rede

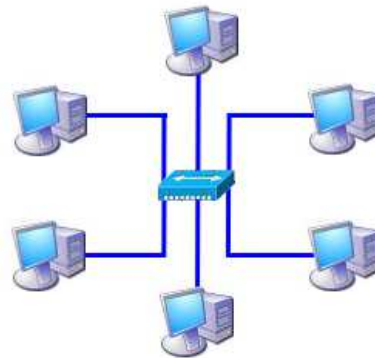
Desta forma todos os computadores estão ligados a uma mesma linha de transmissão através de cabo. A palavra "bus" designa a linha física que liga as máquinas da rede. Esta topologia tem por vantagens a fácil instalação e funcionalidade, mas é extremamente vulnerável já que se uma das conexões estiver com problemas a rede toda será afetada.

2.1.2 Topologia em Estrela (Star)

Numa topologia em estrela, os computadores da rede estão ligados a um periférico

central. Trata-se de um equipamento que faz o trabalho de junção dos computadores, no qual podem-se conectar por cabo ou mesmo por Wi-Fi. Ele tem o papel de assegurar a comunicação entre as máquinas. Na figura abaixo podemos perceber este exemplo de topologia:

Figura 3 – Topologia em Estrela



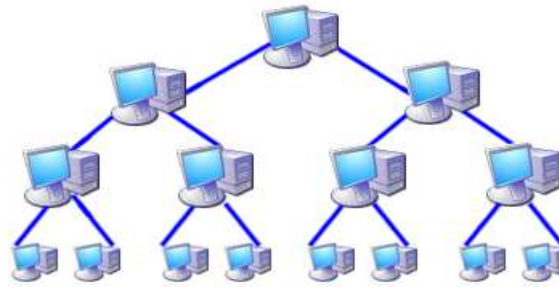
Fonte: Elaborada pelo autor

Em relação às redes estruturadas pela topologia em bus, as redes de acordo com uma topologia em estrela são muito menos vulneráveis, pois pode-se facilmente retirar uma das conexões com problema sem paralisar o resto da rede. O principal ponto desta rede é o concentrador, porque sem ele nenhuma comunicação entre os computadores é possível. É uma estrutura um pouco mais cara que uma rede de topologia em bus porque usa esse periférico a mais.

2.1.3 Topologia em Árvore

As topologias em árvore são basicamente periféricos interconectados, onde ramos menores são conectados a um central, baseada em uma estrutura hierárquica de várias redes e sub-redes. Veja um exemplo pela figura abaixo:

Figura 4 – Topologia em Árvore



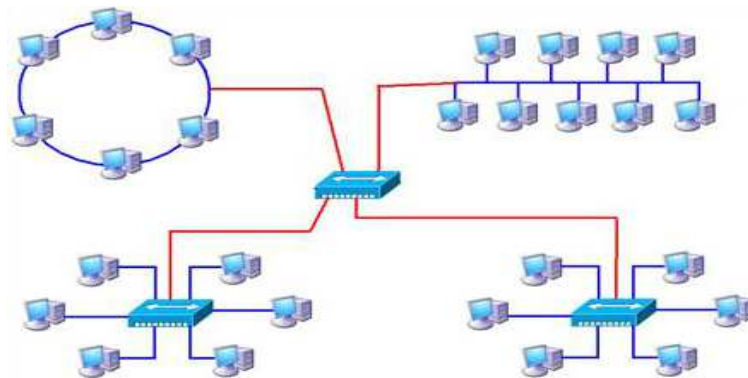
Fonte: Elaborada pelo autor

Ela conta com um ou mais concentradores que ligam cada rede local e existente a outro concentrador que interliga todos os outros concentradores. Uma das vantagens de utilizar uma rede em árvore é a fácil manutenção do sistema e, em caso de dano, a praticidade em diagnosticar com mais facilidade quaisquer transtornos que possam ocorrer.

2.1.4 Topologia Híbrida

A figura abaixo demonstra esse modelo de rede:

Figura 5 – Topologia de rede Híbrida



Fonte: Site CulturaMix – Topologias de Rede

A topologia híbrida é bem complexa e muito utilizada para estruturar grandes redes. Nela podemos encontrar uma mistura de topologias como as de anel, estrela, barramento, entre outras, que possuem como características as ligações ponto a ponto e multiponto.

2.2 FIBRA ÓPTICA

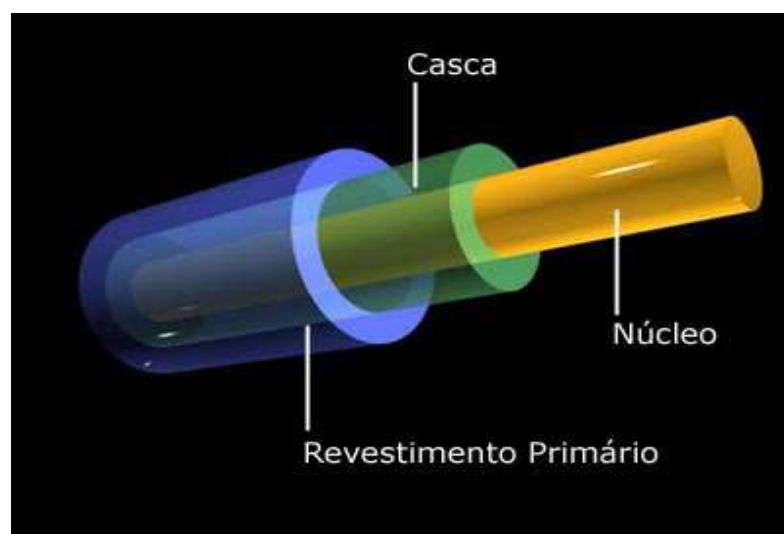
A fibra óptica é um filamento bastante fino, feito de vidro ultrapuro ou outro isolante com alta resistência à interferências de corrente elétrica. Sua estrutura é simples, composta por capa protetora, interface e núcleo. A tecnologia vem conquistando o mundo, sendo muito utilizada nas telecomunicações e até em outros segmentos, como na medicina, sendo usada em endoscopias e cirurgias corretivas de problemas visuais por exemplo. É uma tecnologia em que a luz transporta informação digital através de seus pequenos fios de vidro, onde cada qual determina um caminho para os raios de luz que transportam o sinal. As fibras ópticas permitem que quantidades enormes de dados e informações possam ser enviadas a qualquer parte do mundo em um tempo e eficiência surpreendente.

Para sistemas de transmissões de dados, as fibras ópticas são úteis porque não conduzem eletricidade, evitando interferências indesejáveis, sendo assim elas estão tomando lugar dos cabos de cobre. Essa maior eficiência e a grande capacidade de transmissão tornam a fibra óptica ideal para sistemas telefônicos, ou para a transmissão de dados entre computadores, pois nas fibras ópticas a atenuação não aumenta com a frequência, algo que ocorre com os cabos de cobre, portanto este meio é capaz de transmitir altas taxas de transmissão por longas distâncias.

Para entender melhor o funcionamento da fibra óptica, é necessário lembrar o conceito básico de refração da luz. Por exemplo, se mergulharmos em uma piscina, segurando uma lanterna acesa e apontada para cima observa-se que a luz vai seguir um sentido dentro da água, mas sofrerá um desvio ao entrar em contato com um outro ambiente, neste caso o ar. Isso ocorre porque os índices de refração dos dois ambientes são diferentes, fazendo com que haja certa mudança na direção e velocidade da luz. No entanto existe um ângulo limite para que a refração aconteça.

Se o feixe de luz é lançado em uma direção que vá além desse ângulo, a luz não chega a ultrapassar a superfície da água e volta a se refletir para dentro da piscina. Esse é o fenômeno denominado de reflexão total, e é exatamente isto que ocorre no interior de um filamento ótico, a luz percorre de uma extremidade à outra da fibra, refletindo várias vezes nas paredes da interface que manda o feixe de volta para o núcleo, fazendo uma espécie de ziguezague pelo caminho. A imagem abaixo ilustra o que é a estrutura de uma fibra ótica:

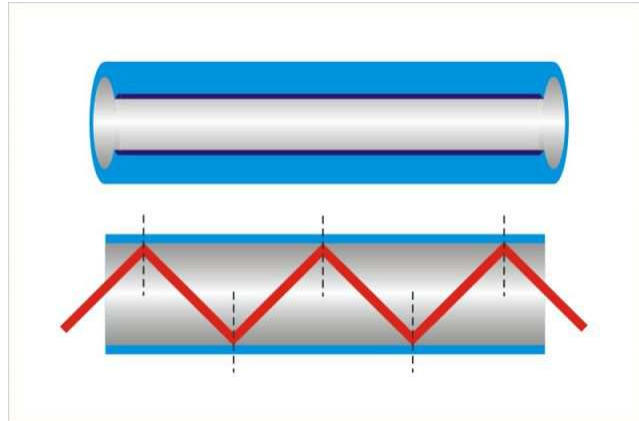
Figura 6 – Fibra Ótica



Fonte: Site Cianet – Tecnologia em Fibra Ótica

A luz transmitida pela fibra ótica consegue proporcionar um alcance elevadíssimo de taxas de transmissão por segundo, algo em torno de 40Gbps, com baixa taxa de atenuação pelo caminho a ser percorrido. Mas a velocidade de transmissão real possível ainda não foi alcançada pelas tecnologias existentes hoje, pois como a luz se propaga no interior de um meio físico, sofrendo o fenômeno de reflexão, ela não consegue alcançar a velocidade de propagação no vácuo, que é de 300.000 km por segundo, sendo sua velocidade diminuída consideravelmente. A imagem abaixo ilustra como a luz passa pela fibra:

Figura 7 – Funcionamento da Fibra Óptica



Fonte: Site OficinaDaNet – O que é Fibra Óptica e como funciona

Para realizar uma transmissão de dados em uma fibra óptica, é preciso utilizar equipamentos específicos que possa transformar sinais elétricos em pulsos de luz, assim os pulsos de luz passam a ser representados por valores digitais binários correspondentes aos dados.

2.2.1 Tipos de Fibra Óptica

Os tipos de fibras variam de acordo com o tipo de fonte luminosa a ser usada e a quantidade de sinais a serem transmitidos. São eles:

- Monomodo

A propagação do sinal é feita por um único modo, pois o núcleo da fibra é pequeno. Isto significa que a largura da banda utilizada será maior e há menor dispersão da luz emitida, permitindo a transmissão desses sinais por grandes distâncias. A fabricação é mais cara, o manuseio é difícil e exige técnicas avançadas para manuseio e implantação.

- Multimodo

Possuem um diâmetro maior podendo assim transitar mais de um sinal pelo filamento. Divididas em duas subdivisões: fibras multimodo de índice degrau e as de índice gradual, a diferença é que a capacidade de fibra de índice degrau é inferior pela quantidade de sinal transmitido e por causar maior perda das informações. Devido a isso, as multimodo são mais usadas para comunicações a curta distância como redes locais.

2.2.2 Vantagens Consideráveis

- Dimensões de cabos reduzidas;
- Capacidade para transportar uma altíssima quantidade de informação comparada a outros cabos;
- Não sofre interferências elétricas;
- Baixíssima atenuação do sinal;
- Segurança total no sinal;
- Material não deteriora rapidamente;
- Pouca manutenção;
- Leveza;
- Imunidade á ruídos;
- Sem risco de fogo.

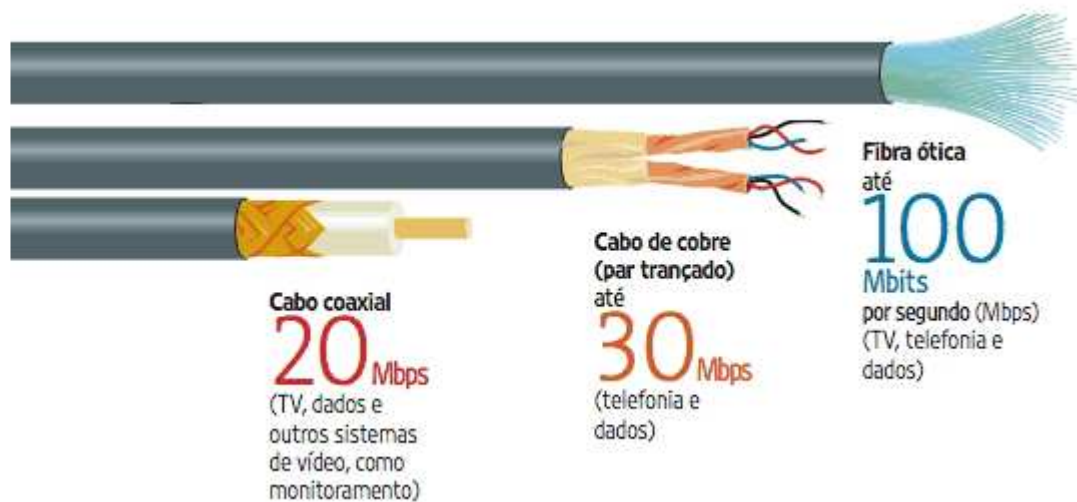
2.2.3 Desvantagens Consideráveis

- Alto custo;
- Fragilidade no manuseio;
- Falta de padronização dos componentes ópticos;
- Manutenção só com pessoal qualificado;
- Fusão apenas com equipamentos específicos e caros.

2.2.4 Diferença entre fibra óptica e outros cabos

Essa diferença é demonstrada na figura abaixo:

Figura 8 – Comparação entre Fibra óptica e outros cabos



Fonte: Site OficinaDaNet – O que é Fibra Óptica e como funciona

As principais diferenças entre um cabo de fibra óptica e um de par trançado é a velocidade da transmissão dos dados e a ausência de interferências eletromagnéticas. Em alguns casos de testes pesquisadores conseguiram enviar 100 Tb por segundo através de fibra óptica. O fator mais preocupante dos cabos de par trançado é a interferência elétrica que sofrem.

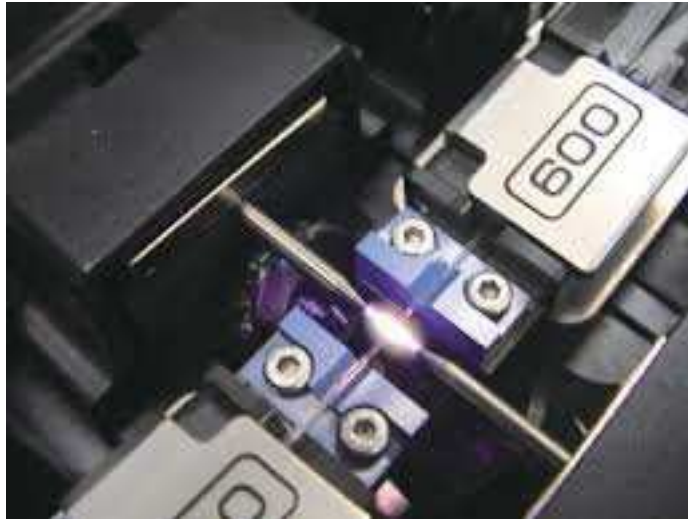
2.2.5 Tipos de emendas Fibra Óptica (Fusão)

A emenda óptica consiste em uma junção permanente ou temporária de dois ou mais segmentos de fibras, com isso aumentar a extensão de um cabo óptico, seja para manobras em um sistema de cabeamento já estruturado ou mesmo fazer a mudança de tipo de cabo. Existem três tipos de emendas:

- Emenda óptica por Fusão

A figura abaixo demonstra este procedimento:

Figura 9 – Emenda Óptica por Fusão



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

Este processo, como o nome já diz, consiste em "fundir" uma fibra óptica à outra. E não é exatamente um procedimento simples. Neste tipo de emenda a fibra é introduzida na máquina de fusão limpa e clivada, para ser alinhada apropriadamente, seja de modo automático ou manual dependendo do modelo da máquina, em seguida é submetida à um arco voltaico que eleva a temperatura nas faces das fibras, o que provoca seu derretimento e a sua soldagem. O arco voltaico é obtido a partir de uma diferença de potencial aplicada sobre dois ou três eletrodos de metal. Após a fusão a fibra é revestida por resinas com proteção que tem a função de oferecer resistência à emenda, protegendo-a contra quebras e fraturas. Após a proteção, a fibra emendada é colocada em caixas chamadas caixa de emendas. Essas caixas de emendas podem variar de acordo com a aplicação e o número de fibras. São de tipos impermeáveis, outras resistentes ao sol, para instalação aérea. O custo de todo esse material é alto, pois o processo de "Emenda Óptica por Fusão" exige um custo alto de investimento nos equipamentos para a sua operação. Entretanto, este processo agiliza as instalações e é considerado o melhor procedimento entre os três, pois garante uma maior confiabilidade no sistema.

A clivagem é o processo de corte da ponta da fibra óptica. Primeiramente é feita uma limpeza na ponta da fibra, apenas com um papel limpo e álcool isopropílico, em seguida é feito um pequeno “ferimento” na casca da fibra, a seguir a fibra é tracionada sob esse “ferimento”, assim o pequeno risco se propaga pela estrutura da fibra. A qualidade de uma clivagem deve ser observada com microscópio e não pode conter nenhuma deformidade, pois o mínimo de defeito já pode acarretar em uma fusão defeituosa e com isso uma perda de sinal significativa. A figura abaixo mostra o equipamento específico para este procedimento:

Figura 10 – Clivador Fibra Óptica



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Emenda óptica Mecânica (Fusão Mecânica)

A figura abaixo mostra o resultado do procedimento:

Figura 11 – Emenda Óptica Mecânica



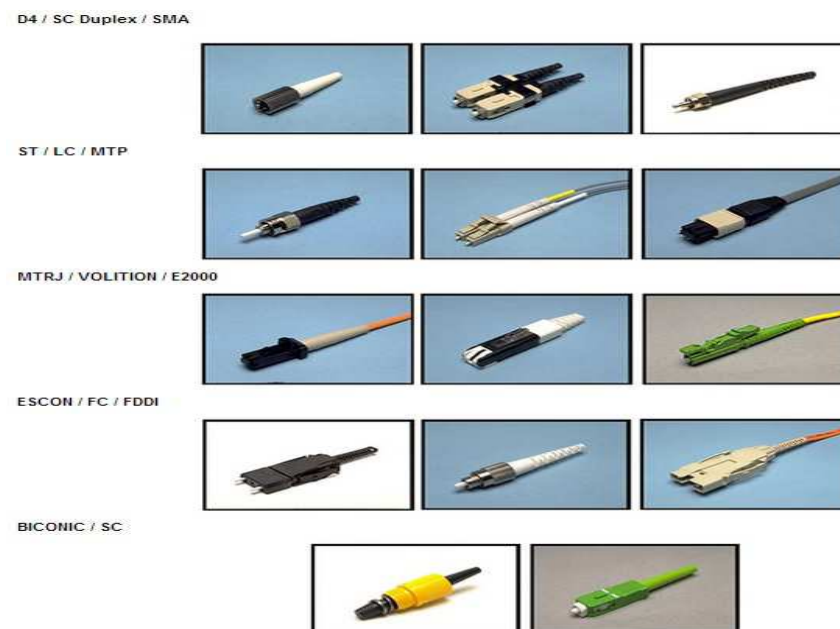
Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

Este tipo de emenda usa como princípio o alinhamento das fibras através de estruturas mecânicas próprias, que mantêm estas fibras posicionadas frente a frente, apenas uma em contato com a outra, sem uni-las definitivamente. É recomendado apenas quando necessitar de um número reduzido de emenda. Seu custo é relativamente barato.

- Emenda por Conectorização

A figura a seguir demonstra alguns conectores utilizados neste procedimento:

Figura 12 – Alguns conectores usados para Emenda por Conectorização



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

Este processo é basicamente semelhante ao processo de Emenda Mecânica, onde as fibras devem ser somente alinhadas. A diferença é que neste processo é utilizado um conector óptico na ponta de cada fibra e estes conectores são encaixados em um acoplador óptico para tornar possível o alinhamento entre essas fibras. Esta emenda é executada de forma simples e rápida, desde que os conectores já estejam devidamente instalados nas pontas das fibras ópticas.

3. SISTEMA SDDE VERTICAL SIMPLES

O Sistema SDDE é uma solução completa, que une eficiência máxima, praticidade e custo acessível para empresas de pequeno à grande porte, garantindo a todos os equipamentos da rede uma segurança total contra descargas elétricas naturais ou provenientes da rede de energia.

3.1. CONCEITOS E FUNDAMENTOS DO SISTEMA SDDE

O Sistema SDDE (Sistema de Distribuição de Dados e Energia) estabiliza e protege a rede, entregando energia aos seus ativos de rede através do próprio cabo cat5e. A alimentação é feita através de corrente contínua e de forma protegida, evitando choques e possíveis danos elétricos.

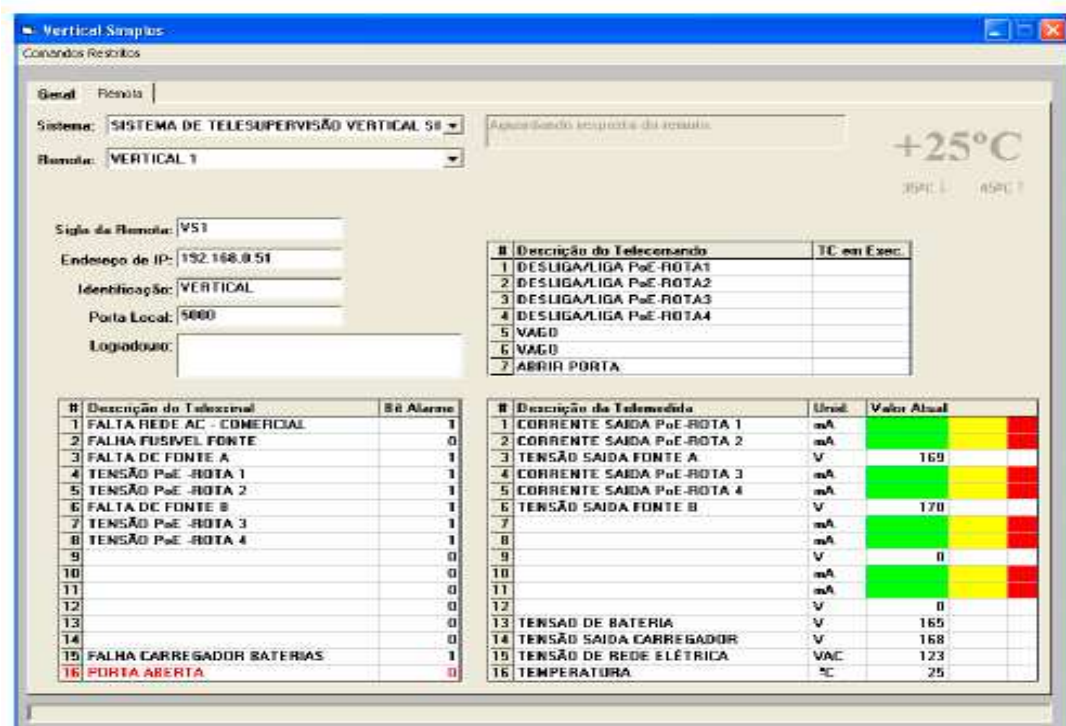
3.2. SOFTWARES E EQUIPAMENTOS

Para implantar um Sistema SDDE é necessário estudos na área de urbanização e construções de vias, e a utilização de softwares e equipamentos específicos homologados pela anatel e pelo órgão regularizador do sistema de abastecimento de energia.

3.2.1 Software

O Software de Gerência (Vertical-Bd) da FPNT2012 (Fonte Primária TSP) é responsável pelo gerenciamento total da Fonte Primária.

Figura 13 – Sistema de Gerenciamento FPNT2012



Fonte: DataSheet Vertical Simple

3.2.2 Fonte de Alimentação Primária

Alimentada pela Rede Comercial de Energia, regulada com isolamento galvânica da Rede Elétrica, proteção contra curtos circuitos.

Figura 14 – Fonte Primária com TSP



**FONTE PRIMÁRIA
COM TSP**

Fonte: DataSheet Vertical Simple

3.2.3 PAC

PAC (Ponto de Acesso Cabeado) com Switch Gerenciável. Interface de distribuição de Dados e Energia com 8 vias (conectores RJ45 protegidos eletricamente).

Figura 15 – Pac (Ponto de Acesso Cabeado)



Fonte: DataSheet Vertical Simples

3.2.4.Switch.TP-LINKTL-SL2210WEB

O TP-LINK TL-SL2210WEB é um switch inteligente web com 8 portas 10/100Mbps, 1 Porta 10/100/1000 Mbps e 1 slot SFP Gigabit apoio Mini módulos GBIC. Ele integra a gestão avançada e funções de segurança que proporcionam desempenho e escalabilidade. Ele oferece taxa de transferência máxima onde é necessário alto desempenho em grupos de trabalho na borda da rede.

Figura 16 – Switch



Fonte: DataSheet Vertical Simples

4. PROJETO

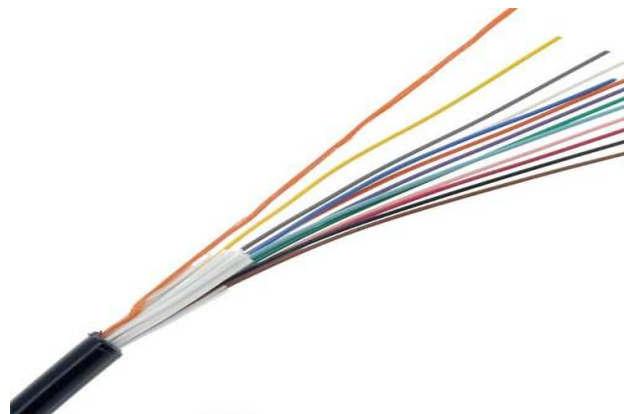
O projeto resume-se na implantação de uma rede de distribuição de internet, saindo do provedor com um cabo óptico lançado de forma aérea até um ponto específico, utilizando o Sistema de Distribuição de Dados e Energia (SDDE) da Empresa Vertical Simplex, até chegar ao cliente final. Para este projeto serão usados os seguintes equipamentos:

4.1. EQUIPAMENTOS

Para que o projeto possa funcionar da maneira esperada, é necessário que existam, além do cabeamento óptico principal, dispositivos de hardware cuja função é controlar a comunicação entre os diversos componentes da rede. Vários dispositivos serão usados nesta rede, cada um deles possuindo funções específicas. Como por exemplo, as placas de rede, switches, routers entre outros. Abaixo as figuras mostrarão os equipamentos que serão utilizados:

- Fibra Óptica Prysmian Indoor/Outdoor 12-Strand

Figura 17 - Fibra Óptica Prysmian Indoor/Outdoor 12-Strand



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Conjunto para Ancoragem Fibra Óptica

Figura 18 – Conjunto Ancoragem Fibra Óptica



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Suporte Dielétrico para Cabo Óptico

Figura 19 – Suporte Dielétrico para Cabo Óptico



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Kit Caixa de emenda para Cabo Óptico

Figura 20 – Caixa de Emenda para Cabo Óptico



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Espaguete Termo Retrátil

Figura 21 – Espaguete Termo Retrátil



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Cabo UTP CAT 5E 4P X 24 AWG com mensageiro IFE

Figura 22 – Cabo UTP Cat5e 4P



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Alça Plástica para fio FE-FEB

Figura 23 – Alça Plástica



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Roldana Plástica 2 Vias Preta RP2

Figura 24 – Roldana Plástica



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Conector RJ45 Blindado Cat5e 8 Vias

Figura 25 – Conector RJ45 Blindado Cat5e 8 vias



Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

- Sistema SDDE Vertical Simples

Figura 26 – Sistema SDDE Vertical Simples

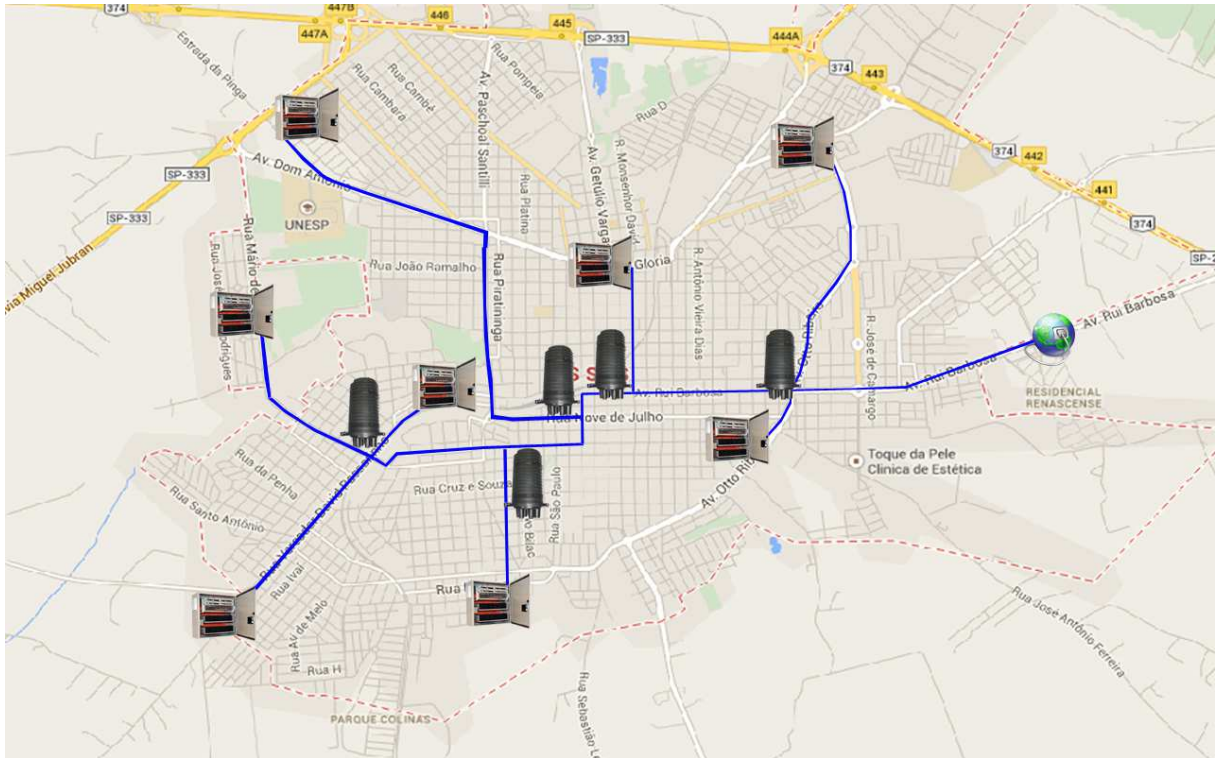


Fonte: Site CableLan – Solução em Infraestrutura

4.2. IMPLANTAÇÃO

Durante a montagem da infraestrutura e a passagem dos cabos deverão ser observadas as recomendações constantes na última versão da Norma Técnica ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). Para o início da implantação será adotada a Topologia de Rede em Barramento para levar o Cabo Óptico do provedor até os pontos estratégicos. A figura abaixo demonstra por onde o cabo óptico será lançado até chegar ao ponto onde as Fontes de Alimentação Primárias estão instaladas, todas devidamente com os equipamentos de fixação no poste e seguindo o protocolo de segurança da Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema:

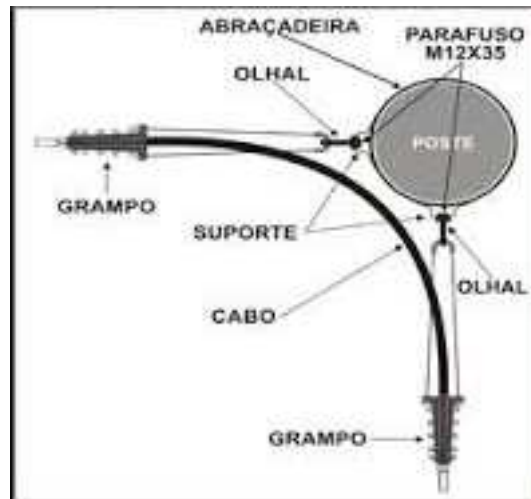
Figura 27 – Mapeamento Fibra Óptica



Fonte: Elaborada pelo autor

Os cabos ópticos serão acomodados nos postes com os devidos equipamentos para este processo. Será instalada uma braçadeira Bap para fixação do Suporte Dielétrico onde o cabo óptico vai ser passado. Procurando garantir um desempenho adequado para não haver um problema num futuro próximo, optou-se por equipamentos que garantam atendimento às necessidades. Devido à dificuldade de seguir a linha da rede de postes será preciso, em alguns pontos da cidade, usar uma estratégia de curva do cabo óptico para que não surja nenhum problema. A figura abaixo mostra como é feito este procedimento:

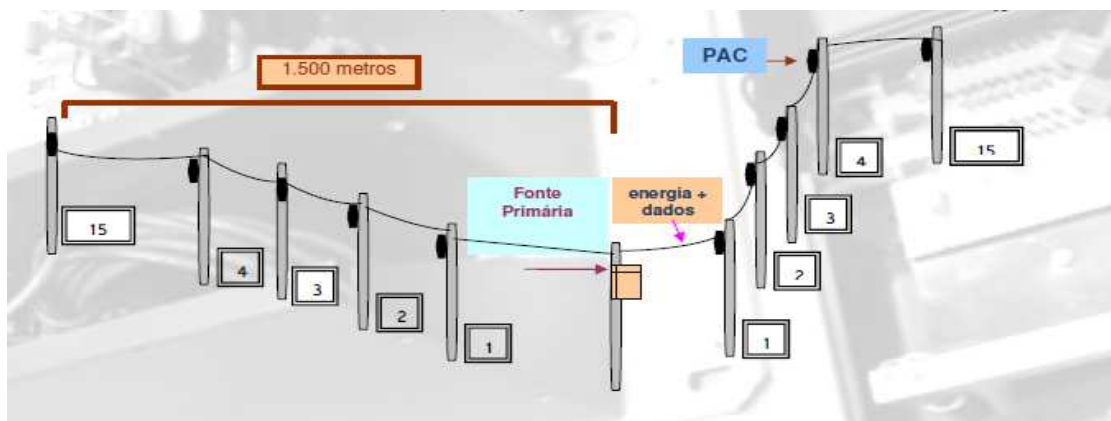
Figura 28 – Exemplo Instalação em curva



Fonte: Site UFRJ - Fibras ópticas - Conceitos e Composição

As definições das localizações dos Pontos de Acesso foram feitas em campo com medição de intensidade de sinal para o atendimento satisfatório das áreas, seguindo o critério estabelecido pelo fabricante. De um Ponto de Acesso ao outro, segue como padrão a distância máxima de 100 m, podendo variar até 120 m se necessário. Para esta etapa do projeto será adotada a Topologia em Estrela, onde o Ponto de Acesso Primário (Fonte Primária), através de uma régua PoE (Saída Dados + Energia), interliga por 4 saídas os Pontos de Acesso Cabeados, lembrando que conforme as especificações do fabricante são 15 Pontos de Acesso por porta, com um total de 60 Pontos de Acesso por Fonte Primária. Os Pontos de Acesso, fixados por uma abraçadeira Bap, são interligados por cabos Utps, alocados por roldanas plásticas nos postes. A figura Abaixo demonstra a maneira que estes Pontos de Acesso são interligados:

Figura 29 – Interligação dos Pontos de Acesso



Fonte: DataSheet Vertical Simples

4.2.1. ESPECIFICAÇÕES DO PAC (PONTO DE ACESSO CABEADO)

Este switch é desenhado com funções especiais, tornando-se ideal para empresas ISP pequenas e médias que oferecem conexões de internet em edifícios e apartamentos com Cabeamento CAT5. Sua interface gráfica fornece funções de software de gerenciamento, incluindo VLAN, controle de banda em cada porta, Trunk e segurança. Nesta caixa está contida a placa IDDE (Interface de Distribuição de Dados e Energia), que pode ser apresentada com 3 vias ou 8 vias (Conectores RJ45) podendo determinar o número de saídas ou direções com (Energia + Dados). Alimentado pela Fonte de Alimentação Primária, esta unidade mediante ajuste ao “jumper”, distribui a alimentação proveniente da Fonte Primária para até 7 direções. (1 entrada + 7 saídas = 8 vias). Cada direção pode ter 15 consumidores como citado anteriormente. Todas as linhas de dados da Interface IDDE dispõem de proteção contra surtos produzidos por indução de descargas elétricas, protegendo os switches, bem como não permitindo a propagação de tais surtos. A interface alimenta a Fonte Secundária, a qual fornece alimentação de 3,5 ou 12 Vdc para o Switch e sua sustentabilidade ou garantia de alimentação dos switches, na ocorrência de falta de energia elétrica por parte da concessionária, é suprida e centralizada através da Fonte Primária com No-Break Central, com autonomia de pelo menos 1 hora.

A chegada de dados e energia poderá ser feita pela porta 1 e as demais repetições pela porta 2 e assim por diante, as portas não utilizadas ou não alimentadas deverão ter seus 'jumpers' removidos, de modo a não enviar energia a pontos não desejados. O não envio de energia não altera o tráfego de dados. Para um melhor entendimento a figura abaixo mostra as principais características técnicas:

Figura 30 – Especificações Técnicas Ponto de Acesso

CARACTERÍSTICAS	PARÂMETROS E DESCRIÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> ■ Switch gerenciável de 8 portas. ■ Dados e energia trafegam através do mesmo conector RJ45. ■ Caixa para montagem em poste. ■ Interface Web. ■ VLAN em todas as portas. ■ Controle de largura de banda por porta. ■ Quality of Service – QoS. 	
Conforme normas	<ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet - IEEE 802.3u 100BASE-T Ethernet - IEEE 802.3x 100BASE-T Ethernet - CSMA/CD
LED indicadores	Cada porta: <ul style="list-style-type: none"> - 1 LED for Link-Atividade - 1 LED para alimentação
Cabos de rede	UTP category 5, 5e cable (máximo 100m) EIA/TIA-568 100 UTP/STP (máximo 100m)
PAC-PE	Proteção extra contra surtos em todas as portas
PAC	<ul style="list-style-type: none"> - Portas 1 - 3 com proteção extra contra surtos - Portas 4 - 8 com proteção dentro da norma ITU-T k44
Tensão de operação	<ul style="list-style-type: none"> -Tensão de entrada: 100 a 180VDC -Tensão de saída: 12,5VDC +- 0,5V -Ondulação de saída: 100mVpp -Rendimento: >70 -Proteção contra curto por limitação de corrente

Fonte: DataSheet Vertical Simples

4.2.2. CONFIGURAÇÃO DO PAC

A interface Web do PAC (Ponto de Acesso) é de fácil acesso para as configurações necessárias. Alocando o ip 192.168.2.2 a 200 na placa de rede do computador que vai ser utilizado para configuração, basta abrir o navegador e digitar o ip 192.168.2.1, após aparecer a tela de login basta digitar "admin" no campo ID e "system" no campo Password como na figura abaixo:

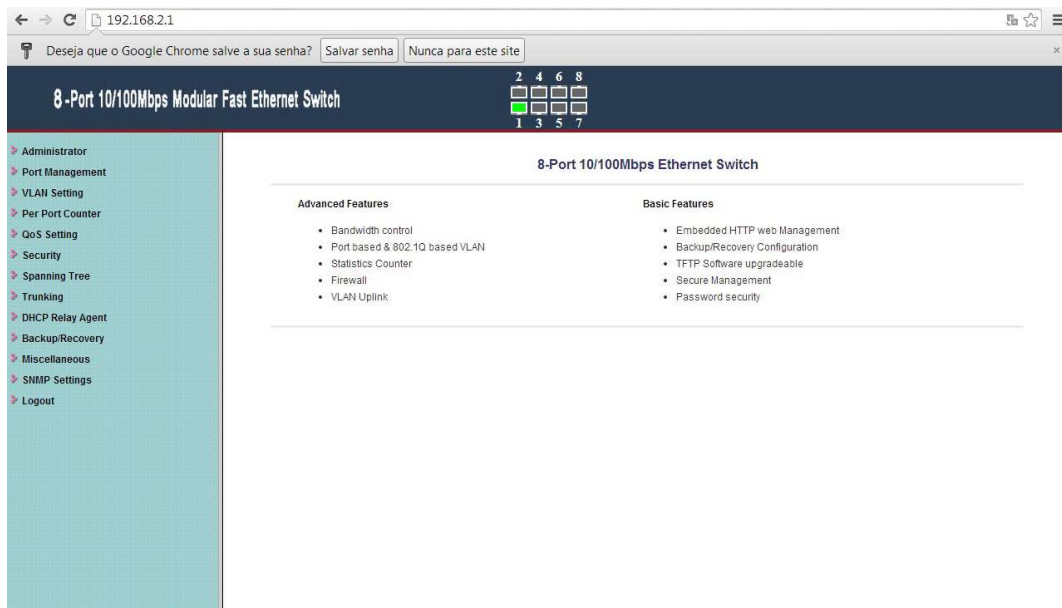
Figura 31 – Tela de Login do Ponto de Acesso



Fonte: Elaborada pelo autor

Após o login, a tela principal do gerenciador do Pac vai aparecer e nela será possível mudar qualquer configuração que precisar dependendo da necessidade, como senhas, login e especificações de rede:

Figura 32 – Tela Gerenciamento do Ponto de Acesso



Fonte: Elaborada pelo autor

Cada Ponto de Acesso precisa de um ip que o identifique dentro da rede, sendo que cada um seja diferente do outro para não haver possíveis conflitos e com isso o travamento de determinados terminais. Na tabela abaixo estão contidos os ip's que serão alocados nos Pac's:

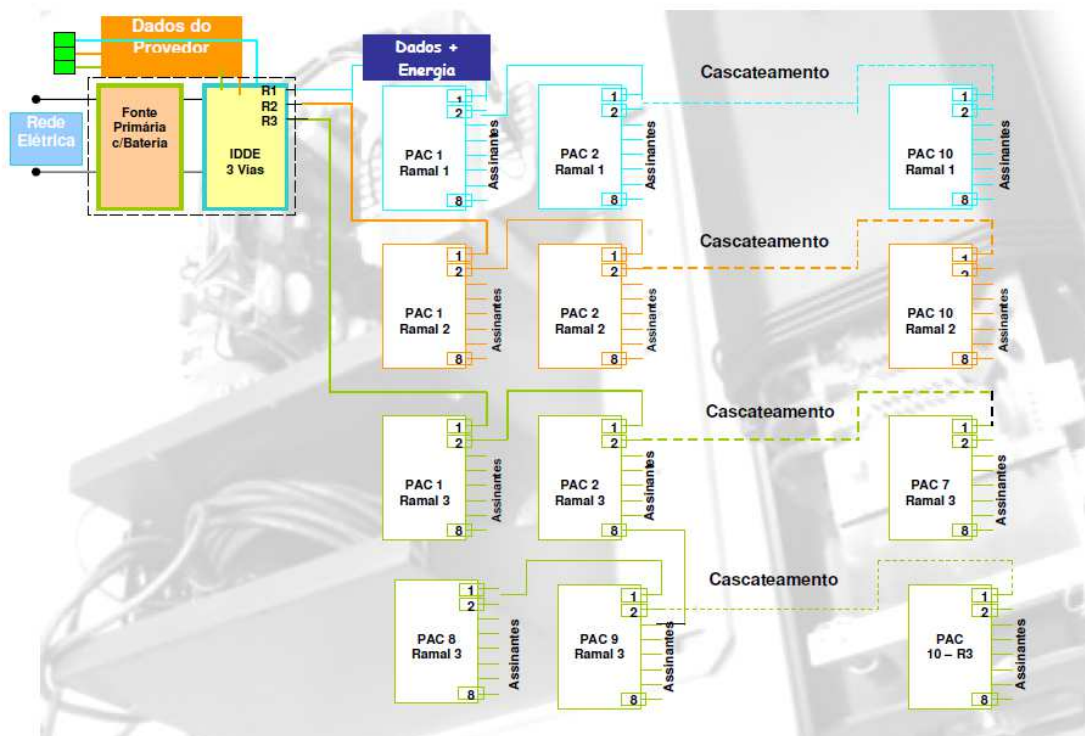
FONTE PRIMÁRIA 1			
PORTA 1	PORTA 2	PORTA 3	PORTA 4
192.168.2.1	192.168.2.16	192.168.2.31	192.168.2.46
192.168.2.2	192.168.2.17	192.168.2.32	192.168.2.47
192.168.2.3	192.168.2.18	192.168.2.33	192.168.2.48
192.168.2.4	192.168.2.19	192.168.2.34	192.168.2.49
192.168.2.5	192.168.2.20	192.168.2.35	192.168.2.50
192.168.2.6	192.168.2.21	192.168.2.36	192.168.2.51
192.168.2.7	192.168.2.22	192.168.2.37	192.168.2.52
192.168.2.8	192.168.2.23	192.168.2.38	192.168.2.53
192.168.2.9	192.168.2.24	192.168.2.39	192.168.2.54
192.168.2.10	192.168.2.25	192.168.2.40	192.168.2.55
192.168.2.11	192.168.2.26	192.168.2.41	192.168.2.56
192.168.2.12	192.168.2.27	192.168.2.42	192.168.2.57
192.168.2.13	192.168.2.28	192.168.2.43	192.168.2.58
192.168.2.14	192.168.2.29	192.168.2.44	192.168.2.59
192.168.2.15	192.168.2.30	192.168.2.45	192.168.2.60

Tabela 3 – Tabela de Ip

4.2.3. TIPOS DE CASCATEAMENTO DOS PAC'S

Não existe uma ordem específica para sequência dos Pac's, ou seja, uma topologia de rede definidas, por isso a configuração de ip dos Pac's precisa estar correta, para não acontecer imprevistos dentro da rede como conflitos e bloqueios de acesso. A figura a seguir mostra algumas maneiras de cascadeamentos do Pac's:

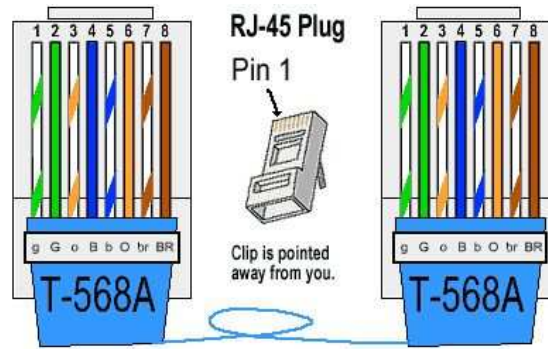
Figura 33 – Formas de Cascateamento dos Pontos de Acesso



Fonte: DataSheet Vertical Simples

Para finalizar a implantação será utilizado o Cabo UTP CAT com mensageiro, que conectado a uma porta do Ponto de Acesso através de um Conector RJ45, obedecendo as especificações do fabricante de no máximo 100 m, é posicionado em uma Alça Plástica e em seguida conectado em uma Roldana Plástica já fixada no poste por uma abraçadeira Bap, em seguida é lançado até o cliente final, de maneira aérea ou subterrânea liberando a conexão contratada do provedor. Toda a infraestrutura da rede será feita com base nas normas de cabeamento estruturado, estabelecida pela norma brasileira ABNT, seguindo as especificações da norma NBR 14565. Serão utilizados cabos UTP com padrão Fast Ethernet categoria 5, e a conectorização será feita com tomadas modulares de 8 vias (RJ 45) adotada pelas normas e convenções T568A. Abaixo a figura que explica o padrão adotado:

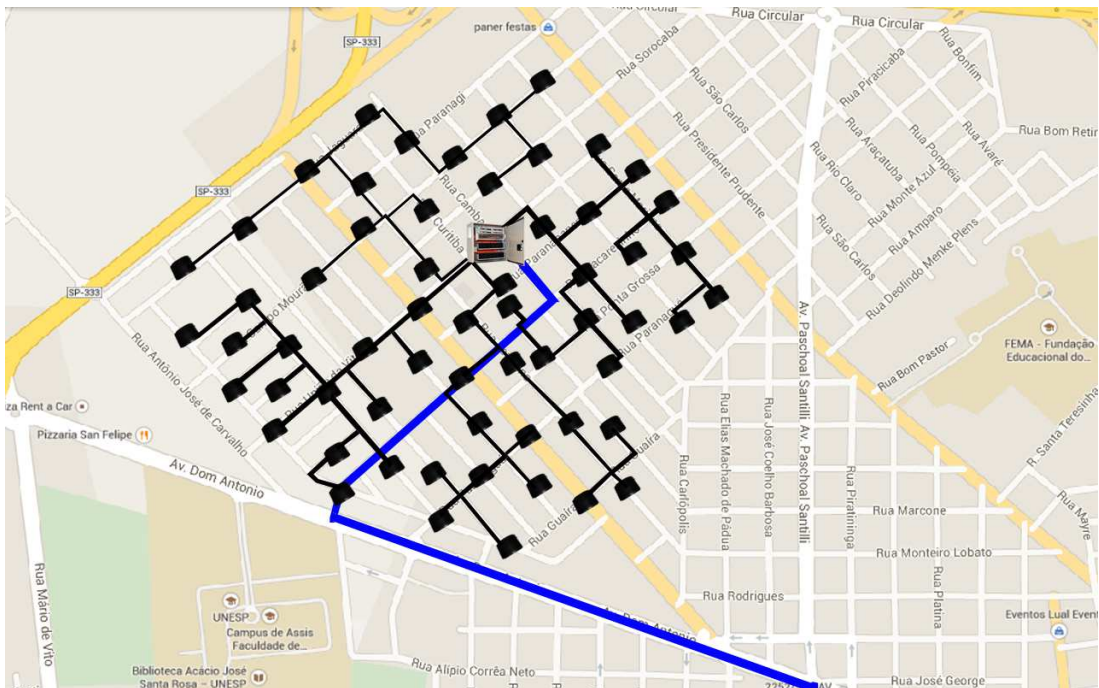
Figura 34 – Padrão T-568A Conector RJ45



Fonte: Site Suporte DTI-Funtelpa - Cabos de Rede - Padrão Adotado T-568A

A figura abaixo mostra um exemplo de como ficaria mapeado um bairro depois de todos os procedimentos executados:

Figura 35 – Mapeamento



Fonte: Elaborada pelo autor

5. CONCLUSÃO

Este trabalho serve como referência para a implantação da tecnologia SDDE, abrange especificações técnicas e específicas, explicando claramente passo a passo todas as etapas do processo, incluindo softwares, equipamentos, fotos ilustrativas do início (provedor) até o ponto final (cliente). Durante o desenvolvimento deste projeto houve muitas dificuldades por se tratar de uma tecnologia ainda pouco difundida, portanto muitas coisas foram descobertas através de videoconferências com o fabricante, contatos através de Skype e Telefone, e a maior parte das informações contidas neste documento adquiridas na prática.

O mais importante foi ter aprendido de forma teórica e prática sobre esta tecnologia, podendo contribuir numa implantação que garanta confiabilidade do cliente em seu provedor. É interessante ressaltar que esta tecnologia é bem útil aqui, pois o Brasil é um dos países que mais recebem descargas elétricas durante o ano, e o Sistema SDDE garante a proteção contra surtos da rede elétrica provenientes de raios ou mesmo do próprio sistema de distribuição de energia, por utilizar uma estrutura totalmente isolada da terra.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Claudio Antônio. **SDDE Sistema de Distribuição de Dados e Energia.** MK-AUTK e Mikrotik – SISTEMA MK-AUTH – Controle web de provedores com MK . Disponível em: <<http://mk-auth.com.br/forum/topics/sdde-sistema-de-distribui-o-de-dados-e-energia>>. Acesso em: 11 mai. 2014

ARSITEC. **Máquinas de fusão para fibras ópticas e acessórios IIsintech.** Arsitec – Arte em Sistemas e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.arsitec.com.br/produtoCategoria.php?produtoCategoria=14>>. Acesso em: 14 mai. 2014

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **Conceitos Básicos de Fibra Óptica (Módulo I).** Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfol/default.asp>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **Conceitos Básicos de Fibra Óptica (Módulo II).** Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfol/default.asp>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **Conceitos Básicos de Fibra Óptica (Módulo III).** Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfol/default.asp>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **Conceitos Básicos de Fibra Óptica (Módulo IV).** Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfol/default.asp>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

JUNIOR, José Francisco Meireles Aleixo. **Free Space Optics (FSO): Uso da tecnologia no Brasil**. Seção: Tutorial Infraestrutura - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em:

< <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtecfso/default.asp>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

LIMA, Clayton. **Redes Ópticas: Visão e Projeção**. Seção: Tutoriais - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em:

<<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrovisproj/default.asp>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

OLIVEIRA, Patrícia Beneti. **Soluções de Atendimento em Fibra Óptica I**. Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo1/default.asp>>. Acesso em: 12 mai. 2014.

OLIVEIRA, Patrícia Beneti. **Soluções de Atendimento em Fibra Óptica II**. Seção: Tutoriais Redes Ópticas - TELECO - Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo2/default.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

THYAGARAJAN, K.S; GATHAK, Ajoy. **Fibra Óptica**. Fiber Optic Essentials Wikipédia. Disponível em:

<http://www.http://pt.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica>. Acesso em: 1 mai. 2014.

VERTICAL SIMPLES. **Data Sheet PAC**. PAC/PAC-PCE – Informações Técnicas – Vertical Simple - Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://verticalsimples.com.br/wp-content/uploads/2013/12/VS_DatasheetPAC_PACPE.pdf>. Acesso em: 22 Abril 2014.

VERTICAL SIMPLES. **Data Sheet Fonte Primária TSP**. Fonte Primária com TSP – Informações Técnicas – Vertical Simples - Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://verticalsimples.com.br/site/produtos/pacs-switches/fonte-primaria>>. Acesso em: 22 Abril 2014.

VNOVAES. **Instalação e Fusão de Fibra Óptica**. Vnovaes – Cabeamento Estruturado. Brasília. Disponível em: <<http://www.vnovaes.com.br/servicos/59-instalacao-fusao-de-fibra-optica>>. Acesso em: 25 Abril 2014.