

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE
COMPUTADORES

LEANDRO LUIS DE SOUSA

**ATENDIMENTO A CLIENTE ATRAVÉS DE REDE PRIVATIVA
VIRTUAL (VPN)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2013

LEANDRO LUIS DE SOUSA

**ATENDIMENTO A CLIENTE ATRAVÉS DE REDE PRIVATIVA
VIRTUAL (VPN)**

Monografia apresentada ao Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Oliveira

CURITIBA
2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria do Campus Curitiba
Gerência de Pesquisa e Pós-graduação
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso de Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores

TERMO DE APROVAÇÃO

Atendimento a Cliente Através de Rede Privativa Virtual (VPN)

por

Leandro Luis de Sousa

Esta monografia foi apresentada às 19 h, do dia 31 de julho de 2013, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Rede de Computadores – Departamento Acadêmico de Eletrônica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho *APROVADO COM NOTA 9,5*

(aprovado, aprovado com restrições, reprovado)

Prof. Dr. Valmir de Oliveira
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Walter Godoy Junior
(UTFPR)
Coordenador do Curso de Especialização em
Teleinformática e Redes de Computadores

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me ter dado saúde e sabedoria para que pudesse concluir meu trabalho.

Agradeço ao professor Dr. Valmir de Oliveira pela orientação, apoio e paciência dispensada durante toda execução do trabalho.

A toda a comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio incondicional.

Agradeço a minha família, namorada e amigos por estarem presentes e me apoiarem nessa importante fase da minha vida.

RESUMO

SOUSA, Leandro Luis de. Apresentação de uma solução de atendimento a um cliente corporativo por rede virtual privada (VPN). 2013. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores) – Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

Este trabalho apresenta uma solução proposta por uma operadora de telecomunicações para prover conectividade entre duas filiais e uma matriz de uma empresa contratante através de uma rede privativa virtual, tendo em vista a necessidade de comunicação de dados entre as três unidades. A empresa contratante é composta por duas filiais e uma matriz em uma mesma cidade, e é na matriz que se concentram o banco de dados e servidores de e-mail, de arquivos e de acesso à internet para todas as unidades. São apresentados conceitos utilizados na confecção de projetos de redes, como diferentes tipos de meios de transmissão, equipamentos ativos e passivos frequentemente utilizados nas redes e protocolos como DHCP, *Spanning-tree* e HSRP. Além disso, tem-se o descritivo técnico para cada ambiente levando-se em conta as normas existentes. Também são apresentadas sugestões para a realização da identificação e cadastro da rede. Desta forma, tem-se material disponível para consulta quando existir necessidade de manutenção na rede e para o caso de futuras alterações na sua estrutura. Sendo assim, o presente trabalho visa não somente atender as necessidades atuais do cliente, ou seja, comunicação de dados, mas também permitir que a rede possa ser expandida ou alterada posteriormente.

Palavra-chave: Redes de Computadores, VPN.

ABSTRACT

SOUSA, Leandro Luis de. Care solution for a corporate client for virtual private network (VPN). 2013. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores) – Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

This work presents a solution proposed by a telecommunications carrier to provide connectivity between two branches and an array of a contracting company, in view of the need for data communication between the three units. The hiring company is composed of two branches and a head office in the same city, and is the matrix that concentrate the database servers and e-mail, files and Internet access for all units. Presented concepts are used in electrical network design, such as different types of transmission media, equipment, assets and liabilities often used in networks and protocols such as DHCP, Spanning-tree and HSRP. Furthermore, there is the technical description for each scene taking into account the existing standards. We also present suggestions for carrying out the identification and registration of the network. Therefore, there is equipment available for viewing when there is need for maintaining the network and in the event of future changes in their structure. Therefore, this study aims to not only meet the client current needs, but also allow the network can be expanded or changed later.

Keywords: Computer Networks, VPN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do cliente	14
Figura 2 – Subdivisão da estrutura do cliente	15
Figura 3 – Esboço geral do projeto	16
Figura 4 – Exemplo de cabo UTP, FTP, STP e SSTP.....	19
Figura 5 – Exemplo de cabo coaxial	20
Figura 6 – Exemplo de fibra óptica.....	21
Figura 7 – Equipamentos utilizados em redes.....	22
Figura 8 – Exemplo de repetidor	23
Figura 9 – Exemplo de modem	23
Figura 10 – Exemplo de roteador	24
Figura 11 – Exemplo de conversor óptico	25
Figura 12 – Exemplo de <i>hub</i>	25
Figura 13 – Exemplo de <i>bridge</i>	26
Figura 14 – Exemplo de <i>switch</i>	27
Figura 15 – Exemplo de placa de rede.....	28
Figura 16 – Exemplo de eletroduto rígido e flexível	28
Figura 17 – Exemplo de eletrocalha lisa, perfurada e com septo divisor	29
Figura 18 – Exemplo de prateleira	30
Figura 19 – Exemplo de canaleta.....	30
Figura 20 – Exemplos de pisos elevados.....	31
Figura 21 – Exemplo de suporte tipo gancho.....	32
Figura 22 – Exemplo de topologia em anel	32
Figura 23 – Exemplo de topologia em estrela	33
Figura 24 – Exemplo de topologia estrela-barramento e estrela-anel	33
Figura 25 – Subsistemas que compõem o sistema de cabeamento	34
Figura 26 – Modelo das distâncias limites entre os componentes	36
Figura 27 – Sistema de cabeamento genérico.....	37
Figura 28 – Modelo de interconexão de cabeamento genérico.....	39
Figura 29 – Modelo de interconexão de cabeamento centralizado	39
Figura 30 – Distribuição dos elementos funcionais no edifício	40
Figura 31 – Interconexão e conexão cruzada	41
Figura 32 – Interface para cabeamento horizontal e <i>backbone</i>	41
Figura 33 – Canal permanente, enlace permanente e enlace do CP	42
Figura 34 – Modelo de configuração do cabeamento de <i>backbone</i>	43
Figura 35 – Polaridade de conectores e adaptadores.....	44
Figura 36 – Modelo de rede usando <i>Proxy</i>	47
Figura 37 – Exemplo da utilização de VLANs	49
Figura 38 – Exemplo de ligação entre duas cidades.....	50
Figura 39 – Exemplo de bloqueio.....	50
Figura 40 – Exemplo redundância.....	51
Figura 41 – Topologia comutada redundante simples.....	51
Figura 42 – Tempestade de <i>broadcast</i>	52
Figura 43 – Transmissão de vários quadros	53
Figura 44 – Instabilidade do banco de dados de MAC	53
Figura 45 – Exemplo de bloqueio de porta.....	54

Figura 46 – Exemplo de um circuito HSRP.	56
Figura 47 - Conexão VPN sobre internet.....	58
Figura 48 - Conexão VPN sobre rede dedicada.....	58
Figura 49 - Conexão do R-DIST-CTA01 com o SW-DIST-CTA01	59
Figura 50 - Conexão do SW-DIST-CTA01 com os demais equipamentos do POP ..	60
Figura 51 – Conexão de um <i>switch</i> de transmissão com os <i>switches</i> de rua.....	61
Figura 52 – <i>Switch</i> de Acesso	62
Figura 53 - Conexão entre os CPEs e um <i>Switch</i> de transmissão	62
Figura 54 – Equipamentos CPE fornecidos pela operadora.....	63
Figura 55 – Disposição dos equipamentos dentro do armário de rua	64
Figura 56 – Topologia de acesso da Filial-01	66
Figura 57 – Topologia de acesso da Filial-02.....	67
Figura 58 – Topologia de acesso da Matriz.....	68
Figura 59 – Diagrama unifilar geral do projeto	69
Figura 60 – Distribuição dos endereços IP em cada unidade do cliente	71
Figura 61 – Modelo de identificação do roteador de distribuição	72
Figura 62 – Modelo de identificação de um dos <i>switches</i> de transmissão	73
Figura 63 – Modelo de identificação de um cabo	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de velocidade e custo do link <i>spanning-tree</i>	55
Tabela 2 - Distribuição dos endereços IP em cada unidade do cliente	70

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

- ACL – Listas de Controle de Acesso (*Access Control Lists*)
- ATR – Área de Trabalho
- CH – Cabeamento Horizontal
- CPE – Equipamento nas Instalações do Cliente (*Customer Premises Equipment*)
- DGT – Distribuidor Geral de Telecomunicações
- DHCP – Servidor de endereços IP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)
- DIO – Distribuidor Interno Óptico
- EIA – Aliança de Industrias Eletrônicas (*Electronic Industries Alliance*)
- FTP – Cabo de Par Trançado (*Foiled Twisted Pair*)
- FTTH – Fibra para Casa (*Fiber To The Home*)
- HSRP – Protocolo de Roteamento *Hot-standby* (*Hot-standby Router Protocol*)
- IEC – Comissão Internacional de Eletrotécnica (*International Electrotechnical Commission*)
- ISO – Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*).
- LAN – Rede Local (*Local Area Network*)
- NBR – Normas Brasileiras
- NIC – Cartão de Interface de Rede (*Network Interface Card*)
- POP – Ponto de Venda (*Point Of Purchase*)
- PT – Ponto de Comunicação
- R-DIST – Roteador de Distribuição
- SSH – Concha Segura (*Secure Shell*)
- SSTP – Par Trançado Blindado Visível (*Screened Shielded Twisted Pair*)
- STP – Par Trançado Blindado (*Shielded Twisted Pair*)
- STP – Protocolo Abrangendo-Árvore (*Spanning-Tree Protocol*)
- SW-DIST – *Switch* de Distribuição
- TELNET – Terminal de Rede (*Terminal Network*)
- TFTP – Protocolo de Transferência de Aquivo Trivial (*Trivial File Transfer Protocol*)

TIA – Associação das Indústrias de Telecomunicações (*Telecommunications Industry Association*)

UTP – Par Trançado Desprotegido (*Unshielded Twisted Pair*)

VIP – IP Virtual (*Virtual IP*)

VLAN – Rede Local Virtual (*Virtual Local Area Network*)

VPN – Rede Privativa Virtual (*Virtual Private Network*)

VRF – Roteamento e Encaminhamento Virtual (*Virtual Routing and Forwarding*)

VTP – Protocolo de Entroncamento de VLAN (*VLAN Trunking Protocol*)

WAN – Rede de Grande Área (*Wide Area Network*)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DO CLIENTE	13
1.1.1	Subdivisão da estrutura do cliente	14
1.1.2	Descrição geral do projeto	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	CABEAMENTO ESTRUTURADO	17
2.1.1	Meios de rede	18
2.1.1.1	Cabo de par trançado	18
2.1.1.2	Cabo coaxial	19
2.1.1.3	Fibra óptica	20
2.2	EQUIPAMENTOS	21
2.2.1	Estação de trabalho	22
2.2.2	Repetidor	22
2.2.3	Modem	23
2.2.4	Roteador	23
2.2.5	Conversor óptico (Transceiver)	24
2.2.6	Hub	25
2.2.7	Bridges	26
2.2.8	Switch	26
2.2.9	Placas de Rede	27
2.3	INFRA-ESTRUTURA	28
2.3.1	Eletrodutos	28
2.3.2	Eletrocalhas	29
2.3.3	Prateleiras	29
2.3.4	Canaletas	30
2.3.5	Pisos elevados	31
2.3.6	Forros	31
2.4	TOPOLOGIAS DE REDES.....	32
2.4.1	Anel	32
2.4.2	Estrela	33
2.4.3	Híbridas	33
2.5	SISTEMAS DE CABEAMENTO	34
2.6	NBR-14565.....	36
2.6.1	Estrutura do sistema de cabeamento genérico	37
2.6.2	Subsistema de cabeamento de backbone de campus	38
2.6.3	Subsistema de cabeamento de backbone de edifício	38
2.6.4	Subsistema de cabeamento horizontal	38
2.6.5	Interconexão dos subsistemas	39
2.6.6	Localização dos elementos funcionais	40
2.6.7	Interfaces	40
2.6.8	Classificação do cabeamento balanceado	41
2.6.9	Desempenho do cabeamento balanceado	42
2.6.10	Cabeamento de backbone	43
2.6.11	Opções de conectividade na tomada de telecomunicações	44
2.6.12	Aterramento	45
2.6.13	Administração	45
3	SERVIÇOS DE REDE	46

3.1	DHCP.....	46
3.2	PROXY.....	47
3.3	VLAN.....	48
3.4	SPANNING-TREE.....	50
3.4.1	Topologias comutadas redundantes.....	51
3.4.2	O Protocolo Spanning-Tree.....	54
3.5	HSRP.....	56
3.6	VPN.....	57
4	A DISPOSIÇÃO DA REDE DA OPERADORA.....	58
4.1	ROTEADOR DE DISTRIBUIÇÃO.....	59
4.2	SWITCH DE DISTRIBUIÇÃO.....	60
4.3	SWITCHES DE TRANSMISSÃO.....	60
4.4	SWITCHES DE ACESSO.....	61
4.5	EQUIPAMENTOS CPE FORNECIDOS PELA OPERADORA.....	62
4.6	ARMÁRIO DE RUA.....	63
4.7	TOPOLOGIA LÓGICA E FÍSICA DE CADA UNIDADE.....	64
4.7.1	Filial-01.....	65
4.7.2	Filial-02.....	66
4.7.3	Matriz.....	67
4.8	DIAGRAMA UNIFILAR GERAL DO PROJETO.....	68
4.9	DISTRIBUIÇÃO DOS ENDEREÇOS IP E CAPACIDADE PLANEJADA.....	69
4.10	CADASTRO DOS CLIENTES E DOS EQUIPAMENTOS.....	71
4.10.1	Identificação dos equipamentos.....	72
5	CONCLUSÃO.....	74
6	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

Observando o atual cenário encontrado quando se trata de tecnologia percebe-se um aumento significativo na oferta de serviços *triple play* (dados, voz e vídeo) aos usuários domésticos fornecidos por uma mesma empresa.

Com enfoque no mundo corporativo, nota-se a crescente migração para a utilização de redes convergentes viabilizando a utilização de uma rede estruturada para a transmissão de dados, voz e vídeo.

Visando essa migração de serviços no âmbito corporativo, o objetivo deste trabalho é apresentar uma solução para prover a comunicação de dados sobre rede virtual privada (*Virtual Private Network*) para um cliente utilizando a rede de dados pública de uma operadora.

As medidas a serem tomadas devem atender as necessidades de desempenho e também de segurança para prover um serviço que garanta a estabilidade e eficiência para os usuários e que permita uma futura evolução da rede abrangendo não somente a transmissão de dados, mas também a transmissão de voz.

1.1 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DO CLIENTE

A estrutura do cliente, como pode ser observada na figura 1, é composta por três unidades em locais distintos da cidade de Curitiba para as quais se desenvolveu um projeto de rede com o intuito de prover conectividade entre ambas.

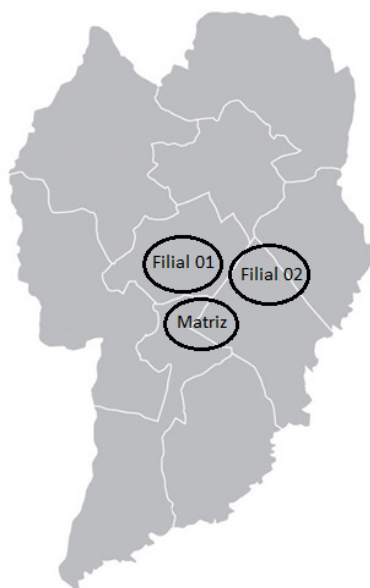


Figura 1 – Estrutura do cliente
Fonte: Autoria Própria.

Este projeto levará em conta o uso de equipamentos ativos utilizados pela operadora, como *switches* e roteadores, e passivos, como cabos ópticos e metálicos, *racks*, assim como os demais acessórios necessários.

No entanto, não se descreve qualquer infraestrutura física necessária no ambiente do cliente final, sendo assim, para aplicação prática desta nova rede deverá ser realizada uma avaliação das infraestruturas necessárias para viabilização construtiva do projeto.

1.1.1 Subdivisão da estrutura do cliente

Para efeito de projeto a estrutura do cliente foi subdividida fisicamente em três partes identificadas da seguinte forma:

- Matriz;
- Filial-01;
- Filial-02;

A seguir tem-se a representação desta divisão, figura 2.

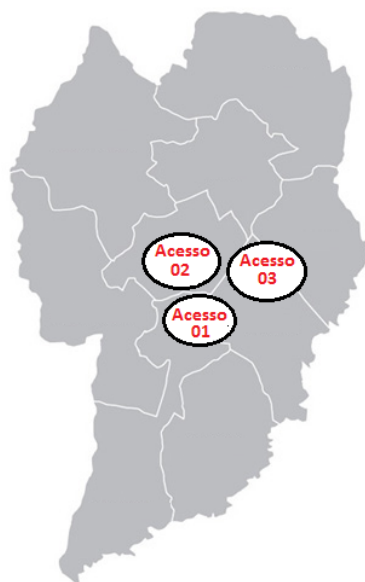


Figura 2 – Subdivisão da estrutura do cliente
Fonte: Autoria própria.

Respeitando a divisão citada anteriormente, tem-se a composição da rede lógica definida por três pontos de acesso, sendo elas:

- Acesso-01 que atenderá a Matriz;
- Acesso-02 que atenderá a Filial-01;
- Acesso-03 que atenderá a Filial-02.

Estes acessos serão interligados de acordo com a forma de atendimento mais segura e eficaz que a operadora poderá prover em cada região.

1.1.2 Descrição geral do projeto

Basicamente o projeto consiste na interligação de três ambientes corporativos, onde a Matriz será atendida por dupla abordagem, visando à redundância necessária nesta unidade, e as filiais atendidas por uma única abordagem. Ambos os acessos serão entregues de acordo com a tecnologia que melhor caber à operadora.

Na figura 3 a seguir pode-se observar um esboço geral do projeto.

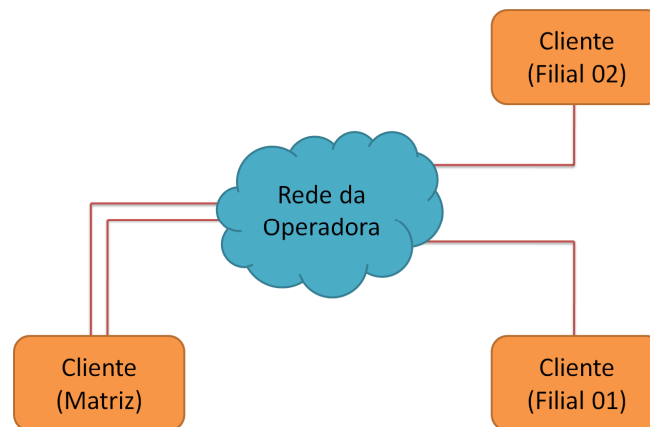


Figura 3 – Esboço geral do projeto
Fonte: Autoria própria.

A função principal da operadora é prover a comunicação entre as três unidades do cliente. De forma geral, ela fornece ao cliente um conversor de mídia e um roteador que, por consequência, são de sua gerência e responsabilidade.

A Matriz é considerada a unidade principal uma vez que nesta unidade são concentrados todos os equipamentos dos provedores de acesso/serviços, entre eles provedores de acesso à internet, e também os servidores internos da rede (servidor de e-mail, *Proxy*, arquivos e outros que venham a ser necessários). Além disso, a Matriz é onde se encontram os administradores da rede.

As filiais são consideradas secundárias, uma vez que dependem diretamente da matriz para acessar e-mails, arquivos, banco de dados e até mesmo sair para a internet, embora eventualmente a matriz também necessite acessar dados das filiais.

A partir de cada roteador CPE entregue, será derivado a rede interna do cliente, sendo que esta rede interna é de total responsabilidade do cliente.

Portanto, quando identificado uma falha na rede interna do cliente, esta falha deverá ser tratada pelos administradores da rede e não pela operadora.

No decorrer deste projeto serão apresentadas em mais detalhes as partes integrantes da estrutura da operadora, sendo elas:

- *Backbone* óptico (rede óptica/anel óptico)
- Estrutura de cada acesso
- Protocolos de rede
- Equipamentos passivos
- Equipamentos ativos

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO

Em meados dos anos 80 não existia um padrão definido que determinasse orientações ou normas sobre a instalação de sistemas que utilizassem fiação, como sistemas de voz, dados, luz e segurança, sendo assim, tratavam-se de cabeamentos não estruturados (CISCO A, 2006).

O principal motivo para essa falta de padronização era o fato de as tecnologias disponíveis serem de origem proprietária, ou seja, cada fabricante determinava as normas que iria adotar.

Contudo, enfrentavam-se diversos problemas uma vez que havia mudanças de tecnologias repentinas e a infra-estrutura da rede privada era inadequada para acompanhar essas modificações. Além disso, havia uma saturação muito rápida de canaletas, dutos e outros meios utilizados como suporte para o cabeamento.

Outro problema encontrado eram as dificuldades para manutenção da rede, já que o suporte técnico era ofertado apenas pelo fabricante daquele determinado produto.

Para tentar solucionar estes problemas, em 1991 a EIA/TIA (*Electronic Industries Association / Telecommunications Industry Association*) propôs a primeira versão da norma de padronização para fios e cabos de telecomunicações conhecida como EIA/TIA-568. Esta norma definia alguns pontos principais como a implantação de um padrão genérico de cabeamento que fosse seguido por fornecedores distintos, estruturação de sistemas de cabeamento intra e inter prediais e o estabelecimento de critérios técnicos de desempenho para avaliação os diversos sistemas de cabeamento (FIGUEIREDO E SILVEIRA, 2002).

Em 1994 a associação EIA/TIA lançou a revisão desta norma a EIA/TIA-568A que incluía os padrões de cabeamento UTP categoria 4 e categoria 5. Esta, por sua vez, foi reeditada pela ISO recebendo o nome ISO/IEC 11801 (ROSS, 2007).

Em 2001 sofreu uma nova revisão sendo a partir daí denominada EIA/TIA-568B.

Essa padronização proporcionou alguns benefícios relevantes como à alta flexibilização, a centralização de operações, a facilidade de manutenção e gerenciamento e a alta confiabilidade.

2.1.1 Meios de rede

Quando se fala de meios de transmissão de dados na rede refere-se ao meio físico por onde os dados irão trafegar. Basicamente existem três tipos de cabo, são eles cabo de par trançado, o cabo coaxial e a fibra óptica (MORIMOTO, 2008).

2.1.1.1 Cabo de par trançado

O cabo de par trançado tem sua origem vinculada a transmissão de telefonia analógica, pois era essa sua finalidade inicial. Contudo, esse meio de transmissão tornou-se interessante para a transmissão de dados, uma vez que seria aproveitada a grande quantidade de linhas já instaladas.

Sua taxa de transmissão oscila entre 9600 e 19200 bps conforme as condições das linhas telefônicas. Além disso, pode sofrer atenuações por influência do meio externo limitando a distância entre os pontos a serem ligados.

Existem quatro tipos de cabos de par trançado, o cabo UTP (*unshielded twisted pair*), o FTP (*Foiled Twisted Pair*), o STP (*shielded twisted pair*) e o SSTP (*Screened Shielded Twisted Pair*) (MORIMOTO, 2008).

O cabo UTP, representado na figura 4, é composto de quatro pares de fios, contudo não possui blindagem tornando-se mais vulnerável a interferências externas. Esses cabos são divididos em várias categorias, como a categoria 6 que atua com frequências acima dos 250MHz e é adequado para 10Base-T/100Base-TX e 1000BaseT/1000Base-TX (*Gigabit Ethernet*). Seu comprimento máximo é de 100 metros e suporta uma tensão máxima de 48V.

O cabo FTP é o que possui a blindagem mais simples, sendo composta por uma fina folha de aço ou de liga de alumínio envolve todos os pares do cabo e protege-os apenas contra interferências externas.

O cabo STP é composto de oito fios trançados em pares que são blindados individualmente por uma capa metálica ou por uma malha metálica como a dos cabos coaxiais que auxilia na redução da interferência causada pelo meio externo, como ilustrado na figura 4.

O cabo SSTP faz uso tanto da blindagem individual nos pares de cabo como da blindagem externa, tornando esse tipo de cabo o mais adequado a ambientes com muita interferência.

Uma das principais vantagens apresentada pelos cabos de par trançado é o fato de ser barato e de instalação muito simples. Além disso, possui baixo custo de manutenção (TANENBAUM, 2003).



Figura 4 – Exemplo de cabo UTP, FTP, STP e SSTP
Fonte: Morimoto, 2013

2.1.1.2 Cabo coaxial

Esse tipo de cabo possui uma blindagem formada por uma malha metálica, sendo este o condutor externo que envolve o condutor interno (dielétrico) fazendo com que este permaneça isolado. Por fim, tem-se uma camada de revestimento, chamada de jaqueta (MORIMOTO, 2013). Portanto, o grande diferencial do cabo coaxial é sua blindagem que protege o sinal contra o fenômeno

da indução ocasionado por interferências elétricas e eletromagnéticas permitindo que sua velocidade de transmissão torne-se bastante alta.

Contudo a conexão e o reparo do cabo coaxial são mais difíceis para serem realizados quando comparado ao cabo de par trançado, pois requer o uso de conectores mecânicos, como pode ser observado na figura 5. Além disso, a necessidade de conectores torna seu custo mais elevado.



Figura 5 – Exemplo de cabo coaxial
Fonte: Cyberconductor, 2012

2.1.1.3 Fibra óptica

A fibra óptica é o meio de transmissão que faz uso de sinais luminosos codificados para realizar a transmissão dos dados, sendo a luz utilizada pertencente ao espectro do infravermelho com comprimentos de onda entre 850 a 1550 nanômetros (FERNANDES, 2012).

Ela pode ser produzida com material plástico ou vidro, sendo revestida com um material de baixo índice de refração. Além disso, ela ainda recebe um revestimento plástico para proteção mecânica contra o ambiente externo (CISCO B, 2006).

A transmissão através da fibra óptica possui uma taxa de transmissão muito elevada quando comparada a outros meios, pois a atenuação do sinal não está vinculada à frequência utilizada. Contudo, para que se possa transmitir por este meio é necessário à utilização de um conversor de sinais elétrico para óptico, um transmissor e um receptor de sinais ópticos e um conversor de sinais óptico para elétrico, tornando-se este um dos fatores de seu alto custo para implementação.

Outro fator relevante é a imunidade da fibra a interferências eletromagnéticas permitindo que esta seja instalada em locais onde outros tipos de cabos não podem ser instalados. Além disso, não há necessidade de aterramento.

De acordo com a capacidade de transmissão as fibras podem ser divididas em três tipos: monomodo, multimodo com índice degrau e multimodo com índice gradual. No caso das fibras monomodo o núcleo fica entre 8 e 10 microns de diâmetro, já nas fibras multimodo o núcleo é geralmente de 62.5 microns (MORIMOTO, 2013). Tem-se o exemplo de fibras ópticas na figura 6.

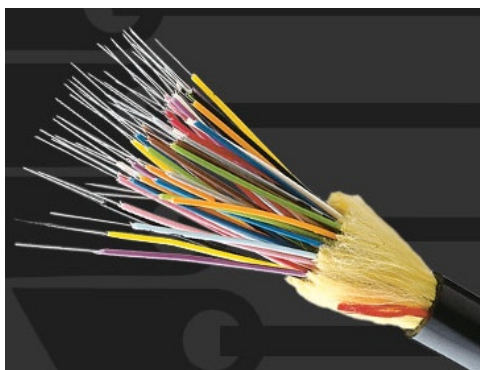


Figura 6 – Exemplo de fibra óptica
Fonte: Morimoto, 2013.

2.2 EQUIPAMENTOS

Para que uma rede de computadores funcione corretamente é fundamental a utilização de dispositivos de *hardware* e *software* adequados, além de um meio de transmissão adequado por onde os dados irão trafegar (PINHEIRO, 2004).

Dentre os dispositivos mais frequentemente encontrados em uma rede tem-se placas de rede, *hubs*, *switches*, *bridges* e roteadores, como exemplificados na figura 7. A função básica destes equipamentos são a interpretação e encaminhamento de sinais aos seus destinos.

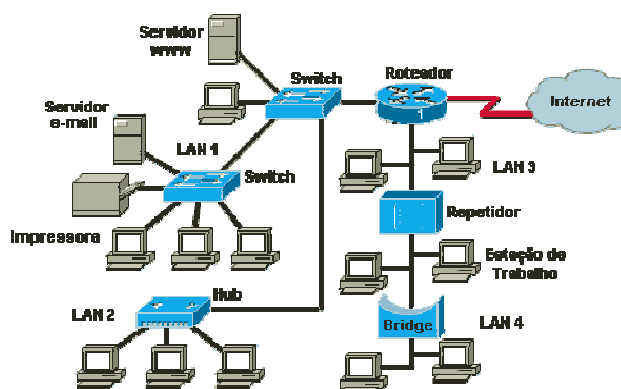


Figura 7 – Equipamentos utilizados em redes
Fonte: Pinheiro, 2004.

2.2.1 Estação de trabalho

A estação de trabalho é o equipamento por onde o usuário terá acesso à rede, sendo necessário no mínimo uma placa adaptadora para interface com a rede (NIC – *Network Interface Card*).

2.2.2 Repetidor

O repetidor é um dispositivo usado na conexão entre os segmentos da rede com a função de receber o sinal, amplificá-lo e repeti-lo ao outro segmento da rede, ou seja, de regenerar o sinal. Além disso, é utilizado para fornecer corrente elétrica e auxilia no controle de cabos longos.

Existe uma regra implementada pela IEEE 802.3 e Ethernet denominada regra 5-4-3 que define a quantidade de repetidores e segmentos na rede. Ela divide a rede em dois tipos de segmentos físicos, sendo eles segmentos populadas (usuários) e segmentos não populadas (*links*).

Segundo esta regra, entre dois nós devem existir no máximo cinco segmentos conectados através de quatro repetidores, sendo que somente três dos cinco segmentos podem ser conexões de usuários. (CISCO B, 2006)

Na figura 8 a seguir tem-se um exemplo de repetidor.



Figura 8 – Exemplo de repetidor
Fonte: Global Tronic, 2010.

2.2.3 Modem

O Modem trata-se de um dispositivo conversor de sinais (modulador e demodulador) que realiza a comunicação entre computadores através de uma linha destinada a isto. Sendo assim, ele transforma através da modulação ou da codificação os sinais emitidos pelo computador em sinais analógicos para serem transmitidos pela linha telefônica. Quando o sinal vem da linha, o modem demodula os tons recebidos em sinais digitais para que possam ser transmitidos ao computador (PINHEIRO, 2004).

Abaixo se tem um exemplo de modem, figura 9.



Figura 9 – Exemplo de modem
Fonte: Digitel, 2013.

2.2.4 Roteador

O roteador é um equipamento utilizado na rede com a finalidade de interligar redes distintas através da utilização de protocolos de comunicação como o TCP/IP. Além disso, ele desempenha a função de direcionar os pacotes entre as redes, funcionando como direcionadores e filtros de informações. Quando

enquadrado no modelo OSI ele atua nas camadas física, enlace e rede (PINHEIRO, 2004).

Com a utilização de recursos como compressão de dados e *spanning tree*, realizam a compensação de inconvenientes como velocidades de transmissão ao utilizar modems ou linhas privadas como meio de transmissão de redes remotas.

Como o roteador, figura 10, possui recursos avançados para gerenciamento de redes, eles são utilizados para interligar redes que trabalham com protocolos distintos. Além disso, não permite que pacotes com erros sejam transmitidos para a próxima LAN, uma vez que realiza a análise do pacote de dados inteiro antes de transmiti-lo.

A transmissão dos pacotes de dados pelo roteador ocorre em cima de várias regras, como rotas estáticas e dinâmicas definidas através de protocolos de roteamento utilizados entre roteadores, como RIP, OSPF, entre outros (CISCO C, 2006).



Figura 10 – Exemplo de roteador
Fonte: CISCO, 2013.

2.2.5 Conversor óptico (*Transceiver*)

O conversor óptico trata-se de um dispositivo de *hardware* encontrado em redes onde se faz uso de cabeamento metálico juntamente com a fibra óptica, sendo ele responsável pela conexão eletro-óptica na rede que será transmitido ao *switch*, ou seja, realiza a conversão do sinal elétrico em óptico e de sinal óptico em elétrico (MORIMOTO, 2008). A seguir tem-se modelos de *transceiver*, figura 11.



Figura 11 – Exemplo de conversor óptico
Fonte: D-Link, 2013 e Morimoto, 2013.

2.2.6 Hub

O *hub* trata-se de um repetidor com a função de realizar a conexão física entre os equipamentos de uma rede visando uma maior flexibilidade da mesma. Eles viabilizam ligações conhecidas como cascadeamento e empilhamento, sendo que no primeiro caso a interligação dos *hubs* é realizada através das portas de interface de rede. Já no caso do empilhamento, os *hubs* são conectados através de portas específicas para esta função (*Daisy-chain Port*) tornando-se um único repetidor.

Ele traz como vantagens a fácil solução de problemas, o melhor gerenciamento da rede e a facilidade de inclusão de novas estações na rede, contudo pode aumentar o domínio de colisão, uma vez que todos os dispositivos ligados ao *hub* recebem o tráfego que passa por ele. Desta forma, quanto maior o número de dispositivos conectados a ele, maior a chance de ocorrerem colisões.

Estas colisões acontecem quando mais de uma estação de trabalho enviam mensagens na rede ao mesmo tempo, sendo que todos os dispositivos conectados a um mesmo segmento de rede formam um domínio de colisão. A figura 12 é um exemplo de *hub* (CISCO B, 2006).



Figura 12 – Exemplo de hub
Fonte: Enconre, 2013.

2.2.7 Bridges

As *bridges* (pontes) são equipamentos utilizados na rede com a capacidade de segmentá-la diminuindo, desta forma, o tráfego na rede. Ou seja, quando um sinal é enviado, somente os computadores que estiverem no mesmo segmento de rede que o micro que o enviou irão receber o sinal. Este sinal só será transmitido a outro segmento se o computador de destino estiver em outro segmento. Portanto, sua principal função é filtrar os pacotes entre os segmentos da LAN (CISCO B, 2006).

Ela também desempenha os papéis de ler o endereço do pacote e reenvia-lo, filtrar as mensagens para que não sejam transmitidos pacotes com erros, armazenar os pacotes quando o tráfego for elevado e realizar o papel de uma estação repetidora comum.

Uma das vantagens de sua utilização é o fato de permitir que seus pacotes contêm informações de camadas superiores de forma totalmente invisível, sendo assim retransmitidos sem nenhuma alteração. Além disso, só retransmitem *frames* completamente válidos, ou seja, não retransmitem erros. Tem-se um exemplo de *bridge* na figura 13.

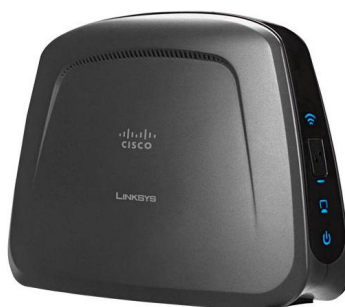


Figura 13 – Exemplo de bridge
Fonte: Plug Informática, 2013.

2.2.8 Switch

O *switch* é uma evolução do *hub* originado devido ao aumento da demanda por taxas de transmissão maiores e melhor utilização de meios físicos.

Juntamente as funções de um *hub*, foram acrescentadas as funções de roteadores e *bridges*, além de um *hardware* diferenciado aumentando sua eficiência e reduzindo os custos.

Sendo assim, ele possibilita a troca de mensagens entre diversos computadores ao mesmo tempo e não apenas o compartilhamento do meio de transmissão como ocorria no *hub*. Desta forma, é possível adquirir um aumento da taxa de transmissão.

Para isso, sua estrutura contém barramentos internos comutáveis que permitem o chaveamento das conexões, fazendo com que o *switch* permaneça parte do tempo dedicado a dois nós permitindo que estes utilizem toda a capacidade do meio físico. Na figura 14 tem-se um exemplo de *switch*.



Figura 14 – Exemplo de switch
Fonte: D-Link, 2013.

2.2.9 Placas de Rede

A placa de rede (adaptador de LAN ou NIC) realiza a interface entre o computador e o cabeamento da rede. Trabalhando em conjunto com o sistema operacional, esta placa tem como objetivo transmitir e receber mensagens a partir da rede.

Além disso, a placa de rede desempenha as funções de mover os dados para dentro da memória RAM, gerar o sinal elétrico que trafega na rede e controlar o fluxo de dados na rede (CISCO B, 2006).

Ela contém um *buffer* onde os dados de um determinado período ficam armazenados compatibilizando a velocidade de tráfego, uma vez que no computador os dados são processados de forma paralela e no cabeamento da rede o tráfego é processado forma serial. A seguir tem-se um exemplo de placa de rede, figura 15.



Figura 15 – Exemplo de placa de rede
Fonte: Morimoto, 2013.

2.3 INFRA-ESTRUTURA

Os elementos que fazem parte da infra-estrutura de rede seguem os padrões da norma TIA/EIA 569-A.

2.3.1 Eletrodutos

Os eletrodutos são materiais adequados para instalações de cabeamento embutido ou aparente, sendo produzidos em PVC, ferro galvanizado, inox, entre outros (CUBAS, 2007). Estes dutos especiais possuem bitola e maleabilidade variadas, podendo ser rígidos ou flexíveis de acordo com a sua aplicação, como exemplificado na figura 16.



Figura 16 – Exemplo de eletroduto rígido e flexível
Fonte: Elbran, 2013 e Eletrohercules, 2013.

2.3.2 Eletrocalhas

A eletrocalha é um material que auxilia na distribuição quando são utilizadas instalações sob pisos elevados ou sobre forros. Sua principal vantagem é a grande quantidade de cabos suportada, a simples manutenção e a facilidade de inspeção. Geralmente as eletrocalhas são de origem metálica recebendo tratamento na superfície através de zincagem, podendo ser abertas ou fechadas, lisas ou perfuradas, com ou sem septos divisores. A eletrocalha lisa é a mais utilizada devido ao custo mais barato, contudo a perfurada é mais adequada a instalações elétricas, pois possui uma maior ventilação. Na figura 17 abaixo tem-se o exemplo de eletrocalha lisa, perfurada e com septo divisor.



Figura 17 – Exemplo de eletrocalha lisa, perfurada e com septo divisor
Fonte: *Orbita Eletricidade*, 2010.

2.3.3 Prateleiras

Assim como as eletrocalhas, as prateleiras permitem a realização de uma distribuição adequada e de maneira eficaz para os cabos quando se trata de instalações sobre forros. O uso das prateleiras apresenta como vantagens a grande quantidade de cabos suportada e as facilidades de inspeção e manutenção. Em sua maioria são metálicas recebendo tratamento de superfície através de zincagem (CUBAS, 2007). A seguir tem-se um exemplo de prateleira, figura 18.



Figura 18 – Exemplo de prateleira
Fonte: Souza, 2010.

2.3.4 Canaletas

As canaletas são o tipo de infra-estrutura mais utilizada no que se refere a instalações aparentes, uma vez que em um número considerável de instalações não existe estrutura embutida para passagem da rede. Quando projetadas, deve-se dimensionar a estrutura considerando uma ocupação de 40 a 60 por cento da capacidade total. Na figura 19 tem-se um exemplo de canaleta.



Figura 19 – Exemplo de canaleta
Fonte: Tecnologia Lopez, 2010.

2.3.5 Pisos elevados

Os pisos elevados são estruturas compostas por painéis modulares suportados por pedestais, como pode ser observado na figura 20. Sua implantação deve seguir alguns padrões como altura mínima em áreas de escritório de 10 cm e de 30 cm para sala de equipamentos e sala de telecomunicações. Além disso, todas as partes metálicas pertencentes ao piso elevado devem ser aterradas. Outro item relevante é a necessidade de eletrocalhas ou dutos, pois os cabos não podem estar em contato direto com o piso (CUBAS, 2007).



Figura 20 – Exemplos de pisos elevados
Fonte: Modline, 2010.

2.3.6 Forros

Forros são muito utilizados em instalações onde não existe uma instalação embutida, contudo deseja-se um projeto de rede não aparente. Nestes casos são utilizadas placas removíveis no teto para que se possa ter acesso aos cabos que devem ter uma estrutura própria. Além disso, é importante avaliar a possibilidade de se utilizar um sistema de distribuição com suporte a cabos que contemple desde a sala de telecomunicações até as áreas de trabalho.

Em casos onde seja permitida a passagem de cabos suspensos nos espaços do forro sem o uso de eletrodutos deve-se usar prateleiras, eletrocalhas, suportes tipo gancho (*J - Hooks*) ou malhas flexíveis, como mostra a figura 21.



Figura 21 – Exemplo de suporte tipo gancho
Fonte: Foothillsnetcom, 2010.

2.4 TOPOLOGIAS DE REDES

2.4.1 Anel

Na topologia em anel os computadores são ligados ao meio de comunicação da mesma forma que na topologia linear, contudo a linha central se fecha no formato de um anel, como ocorre nas redes Token Ring. A transmissão de dados é feita de maneira unidirecional criando-se um círculo lógico onde cada computador tem a função de regenerar o sinal e retransmiti-lo até que chegue ao computador ao qual foi endereçado.

A grande desvantagem apresentada por esta topologia é a baixa tolerância à falhas (ROSS, 2008).

Na figura 22 abaixo tem-se um exemplo de rede com topologia em anel.

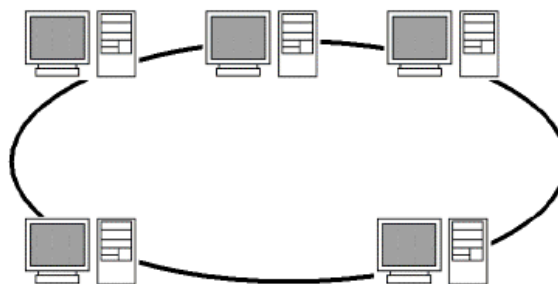


Figura 22 – Exemplo de topologia em anel
Fonte: Morimoto, 2008.

2.4.2 Estrela

Neste tipo de topologia de rede os computadores são ligados em um ponto central que tem o objetivo de supervisionar e controlar os demais, como representado na figura 23. Na topologia em estrela a capacidade de processamento da rede é atribuída ao ponto central, pois é através dele que trafegam os dados entre os computadores da rede (CISCO B, 2006).

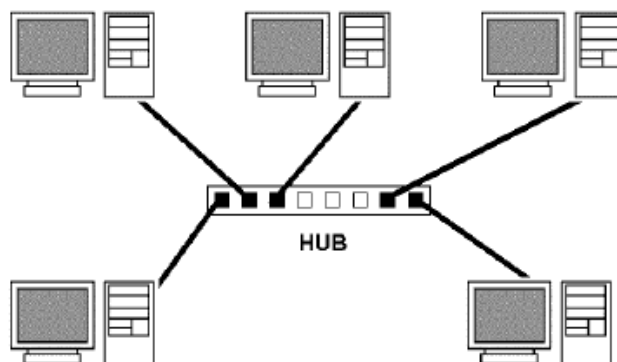


Figura 23 – Exemplo de topologia em estrela
Fonte: Morimoto, 2008.

2.4.3 Híbridas

As redes híbridas são aquelas onde ocorre a utilização de uma ou mais topologias de rede, tendo como principal característica sua maior complexidade. Alguns exemplos dessas redes são a estrela-barramento e a estrela-anel, figura 24.

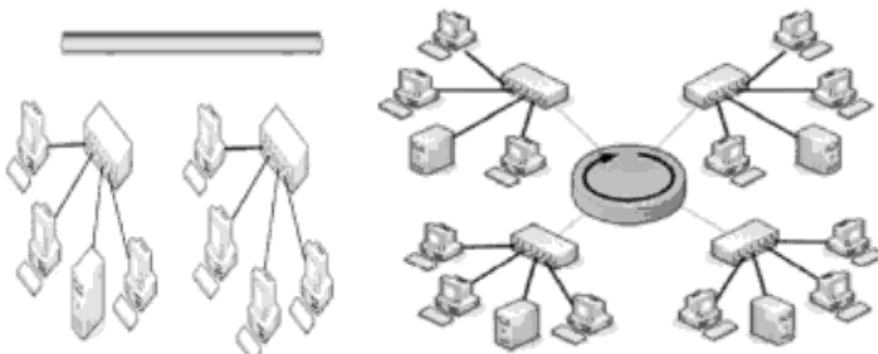


Figura 24 – Exemplo de topologia estrela-barramento e estrela-anel
Fonte: Ross, 2008.

2.5 SISTEMAS DE CABEAMENTO

Um sistema de cabeamento pode ser definido como um sistema baseado na distribuição de cabos onde há a integração de serviços, dados e voz que podem ser redirecionados por caminhos distintos dentro do mesmo complexo de cabeamento a diversos pontos da rede.

Ele é composto por seis subsistemas, sendo eles entrada do edifício, sala de equipamentos, cabeamento vertical, armário de telecomunicações, cabeamento horizontal e área de trabalho, conforme a figura 25.

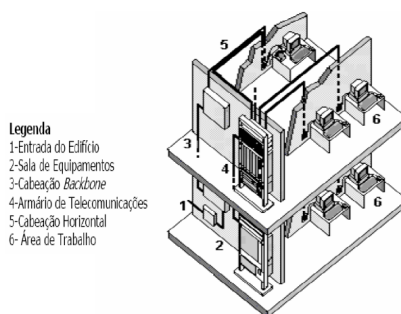


Figura 25 – Subsistemas que compõem o sistema de cabeamento
Fonte: Figueiredo e Silveira, 2002.

A entrada do edifício é conhecida como o ponto por onde é realizada a interface de comunicação entre o cabeamento externo e o cabeamento intra-edifício, sendo formada por cabos, equipamentos de conexão, dispositivos de proteção, equipamentos de transição e outros equipamentos necessários na conexão entre a parte externa e interna do cabeamento. A norma que a define é a EIA/TIA-569.

Já a sala de equipamentos trata-se do local adequado para alojar os equipamentos de telecomunicações, de conexão e instalações de aterramento e proteção também definida pela norma EIA/TIA-569. É neste local que estão localizadas as conexões cruzadas principal e secundárias seguindo a hierarquia do *backbone*.

O *backbone* (também conhecido como cabeamento vertical) é composto pelos meios de transmissão, conectores de cruzamento principal e secundário, terminadores mecânicos que auxiliam na interligação de armários de telecomunicações, sala de equipamentos e instalações de entrada.

Existem alguns padrões de cabos homologados para utilização em *backbone*, sendo eles cabo UTP 100 Ohms (no máximo 800 metros para voz e 90 metros para dados), cabo STP 150 Ohms (no máximo 90 metros para dados), fibra óptica multimodo de 62,5/125m (no máximo 2000 metros para dados) e fibra óptica monomodo de 8,5/125m (no máximo 3000 metros para dados).

Além disso, o *backbone* define alguns requisitos no projeto de cabeamento estruturado como o local para instalação evitando interferências de radiofrequência e eletromagnetismo e o modo para confecção do aterramento segundo a EIA/TIA-607.

Outro subsistema que compõe o sistema de cabeamento é o armário de telecomunicações onde ficam alguns elementos do cabeamento, contudo os equipamentos neste local são menos complexos que os encontrados na sala de equipamentos.

Já o cabeamento horizontal compreende os cabos que vão da tomada de telecomunicação da área de trabalho até o armário de telecomunicação, sendo assim, os elementos que fazem parte deste subsistema são o cabeamento horizontal, a tomada de telecomunicações, o terminal de cabo e a conexão cruzada.

Segundo a EIA/TIA-568A o limite máximo do cabo independente do meio de transmissão é de 90 metros.

Na área de trabalho a EIA/TIA-568A estabelece que os componentes localizados entre a tomada de telecomunicação e a estação de trabalho devem ser simples e de baixo custo. Além disso, devem permitir flexibilidade de deslocamento sem que haja comprometimento da conexão física.

A área de trabalho é formada por elementos que podem ser agrupados da seguinte maneira: equipamentos da estação (computadores, terminais de dados e telefones), cabos de ligação (cordões modulares, cabos de adaptação e jumpers de fibra) e adaptadores.

A figura 26 a seguir mostra as distâncias limites entre os componentes desde a área de trabalho até a sala de telecomunicações.

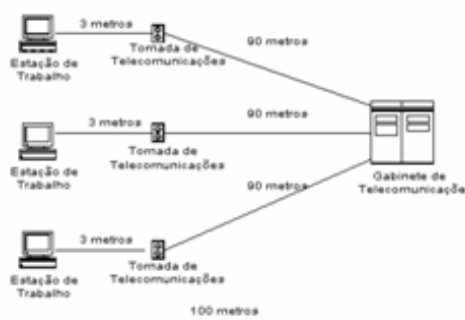


Figura 26 – Modelo das distâncias limites entre os componentes
Fonte: Figueiredo e Silveira, 2002.

2.6 NBR-14565

A norma NBR-14565 foi criada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade em conjunto com a Comissão de Estudos de Cabeamento de Telecomunicações para Edifícios Comerciais e teve sua primeira publicação em julho de 2000.

Com o surgimento da ISO/IEC 11801 publicada em 2002 a norma foi revisada com base nesta e atualizada, sendo publicada a segunda versão da NBR-14565 em 2006.

Ela traz como principal objetivo a especificação de um cabeamento genérico, podendo ser metálico e/ou fibra óptica, utilizado nas dependências de um ou mais edifícios. Para isso, são especificados os seguintes itens (NBR-14565, 2006).

- Estrutura e configuração mínima para o cabeamento genérico;
- Interfaces para tomadas de telecomunicações;
- Requisitos de desempenho para enlaces e canais individuais de cabeamento;
- Recomendações e requisitos gerais;
- Requisitos de desempenho para o cabeamento para as distâncias máximas especificadas;
- Requisitos de conformidade e procedimentos de verificações.

2.6.1 Estrutura do sistema de cabeamento genérico

Essa estrutura identifica os elementos do cabeamento genérico descrevendo como eles devem estar interconectados formando os subsistemas. Para que um sistema seja formado é fundamental a existência de três subsistemas, sendo eles *backbone* de campus, *backbone* de edifício e cabeamento horizontal que devem ser interconectados como mostra a figura 27 abaixo.

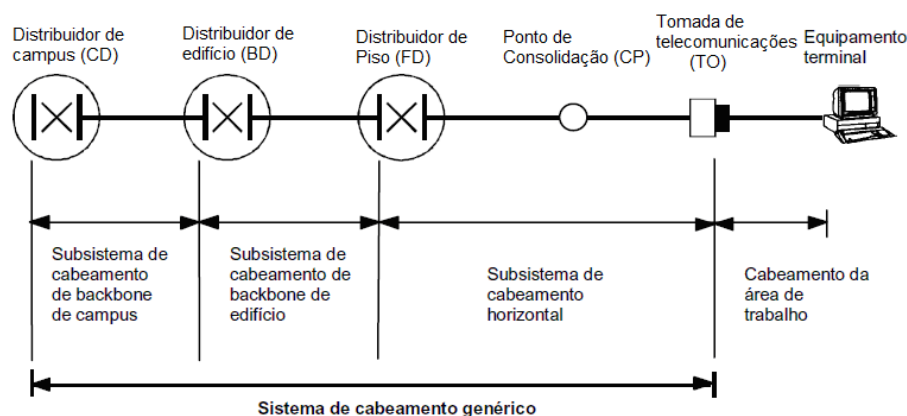


Figura 27 – Sistema de cabeamento genérico
Fonte: NBR-14565, 2006.

As conexões entre eles podem ser ativas, requerendo a utilização de equipamentos para aplicações específicas ou passivas. No caso de conexões de equipamentos para aplicações específicas pode-se utilizar tanto a interconexão quanto a conexão cruzada, já no caso das conexões passivas normalmente utilizam-se conexões cruzadas através de *patch cords* ou *jumpers* (NBR-14565, 2006).

Quando se utiliza cabeamento centralizado, as conexões passivas nos distribuidores podem ser feitas através de conexões cruzadas ou interconexões. Além disso, se o meio utilizado for fibra óptica pode-se realizar as conexões nos distribuidores usando emendas, contudo reduz-se a possibilidade de reconfigurações.

2.6.2 Subsistema de cabeamento de *backbone* de campus

Este subsistema corresponde aos elementos encontrados desde o distribuidor de compus até os distribuidores de edifício, sendo assim, é formado por cabos de *backbone* de campus, componentes de cabeamento dentro da infraestrutura de entrada, *jumpers* e *patch cords* no distribuidor do campus e o *hardware* de conexão onde os cabos de *backbone* de campus terminam.

2.6.3 Subsistema de cabeamento de *backbone* de edifício

Neste subsistema tem-se a abrangência desde os distribuidores de edifício até os distribuidores de piso, ou seja, é composto pelos cabos de *backbone* de edifício, *jumpers* e *pach-cords* no distribuidor de edifício e o *hardware* de conexões onde terminam os cabos do *backbone* de edifício (NBR-14565, 2006).

2.6.4 Subsistema de cabeamento horizontal

O subsistema de cabeamento horizontal compreende desde os distribuidores de piso até as tomadas de telecomunicações conectadas a ele, desta forma, fazem parte dele os cabos horizontais, os *jumpers* e *patch cords* no distribuidor de piso, as terminações mecânicas cabos horizontais nas tomadas de telecomunicações, as terminações mecânicas dos cabos horizontais nos distribuidores de piso, incluindo o *hardware* de conexão e as tomadas de telecomunicações.

Os cabos horizontais devem ser contínuos desde o distribuidor de piso até a tomada de telecomunicações, caso contrario deve haver um ponto de consolidação instalado.

2.6.5 Interconexão dos subsistemas

Nos sistemas de cabeamento genéricos os elementos funcionais dos subsistemas devem ser interconectados formando estruturas hierárquicas, como ilustrado na figura 28 (NBR-14565, 2006).

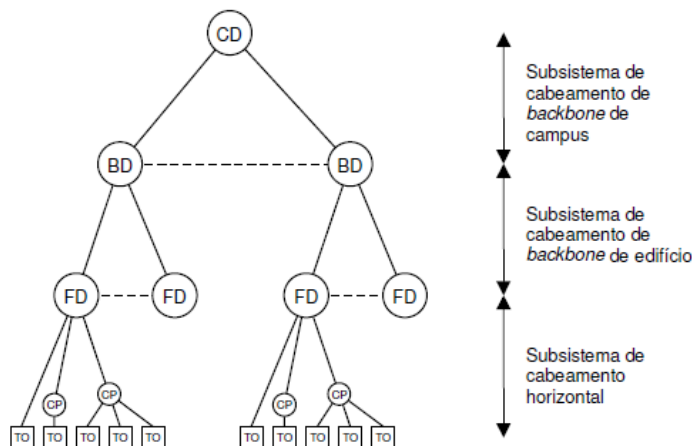


Figura 28 – Modelo de interconexão de cabeamento genérico
Fonte: NBR-14565, 2006.

No caso do cabeamento centralizado criam-se *backbone* e canais horizontais, sendo os canais formados por conexões passivas nos distribuidores, como mostra a figura 29.

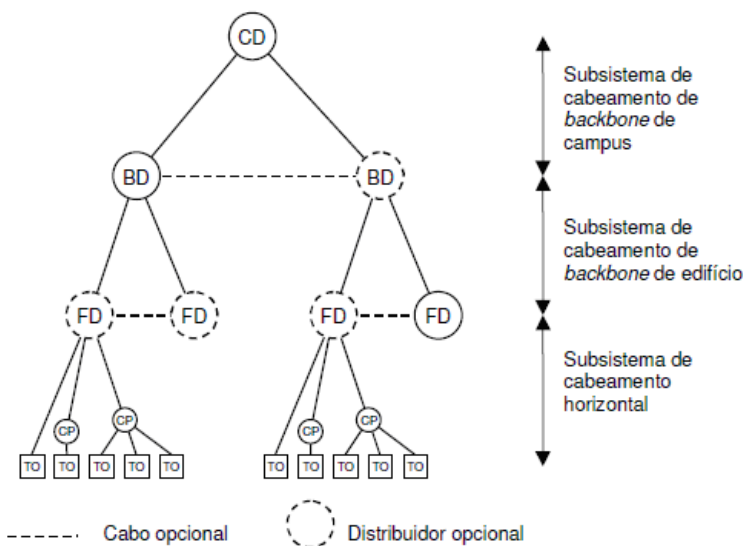


Figura 29 – Modelo de interconexão de cabeamento centralizado
Fonte: NBR – 14565, 2006.

2.6.6 Localização dos elementos funcionais

Os elementos funcionais devem ser distribuídos no edifício como mostra o exemplo da figura 30 seguinte. Desta forma, os distribuidores devem estar localizados na sala de equipamentos ou na sala de telecomunicações, seguindo os padrões da ISO/IEC TR 14763-2.

Os cabos devem ser lançados utilizando-se canaletas, eletrodutos, entre outros ou apenas rotas definidas, atendendo os padrões da ISO/IEC 18010.

As tomadas de telecomunicações ficam localizadas na área de trabalho (NBR-14565, 2006).

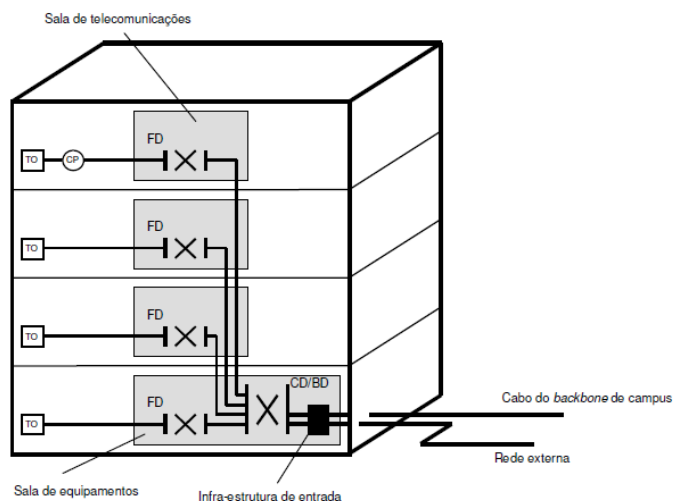


Figura 30 – Distribuição dos elementos funcionais no edifício
Fonte: NBR-14565, 2006.

2.6.7 Interfaces

No cabeamento genérico, as interfaces de equipamento ficam localizadas nas extremidades dos subsistemas.

No caso dos distribuidores, é possível ter uma interface de equipamento para serviço externo usando interconexões ou conexões cruzadas, como mostra a figura 31.

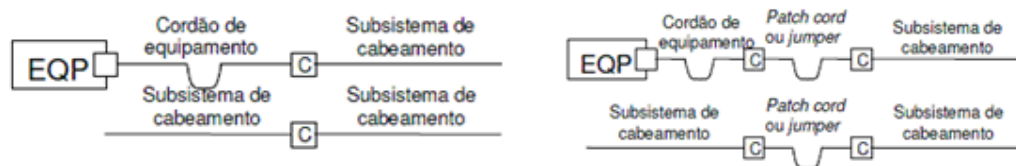


Figura 31 – Interconexão e conexão cruzada
 Fonte: NBR-14565, 2006.

Já para os subsistemas de cabeamento horizontal e de *backbone* tem-se as seguintes interfaces de equipamentos, figura 32. Além disso, na figura 36 mostram-se as possíveis interfaces de ensaio (NBR-14565, 2006).

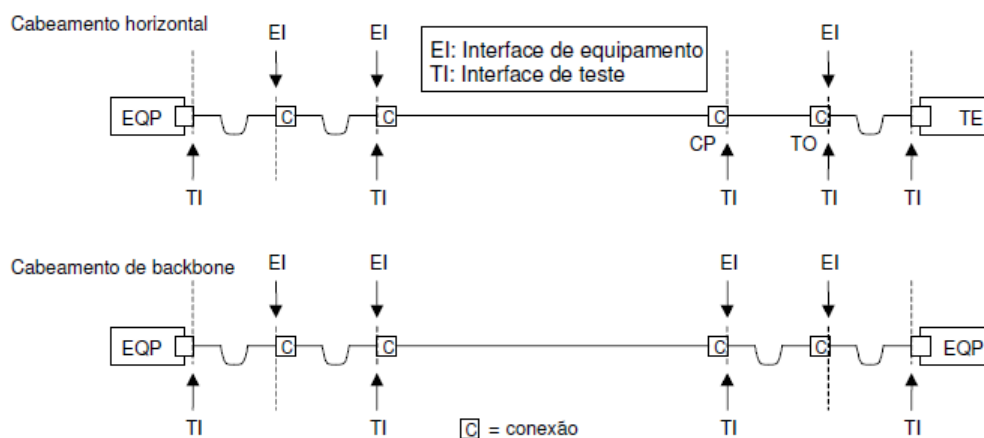


Figura 32 – Interface para cabeamento horizontal e backbone
 Fonte: NBR-14565, 2006.

Para o ponto de consolidação não se tem uma interface de comunicação no sistema de cabeamento genérico.

2.6.8 Classificação do cabeamento balanceado

O cabeamento balanceado é dividido em seis categorias, sendo elas classe A (especificada até 100 kHz), classe B (especificada até 1 MHz), classe C – Cat. 3 (especificada até 16 MHz), classe D – Cat. 5e (especificada até 100 MHz), classe E – Cat. 6 (especificada até 250 MHz) e classe F – Cat. 7 (especificada até 600 MHz) (NBR-14565, 2006).

Cada uma dessas classes é especificada com o objetivo de estabelecer um desempenho mínimo de transmissão suportando aplicações dentro da classe em que se encontra, sendo assim, uma classe superior suporta aplicações de uma classe inferior.

2.6.9 Desempenho do cabeamento balanceado

O desempenho mínimo de um cabeamento balanceado é especificado para canal, enlace permanente e enlace do ponto de consolidação, devendo atender a faixa de temperatura de operação do cabeamento.

Na figura 33 abaixo se apresenta o canal, enlace permanente e enlace do ponto de consolidação de um cabeamento balanceado.

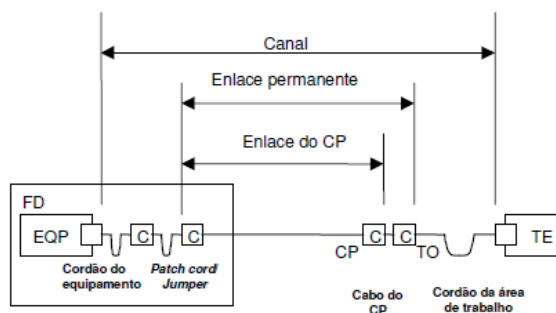


Figura 33 – Canal permanente, enlace permanente e enlace do CP
Fonte: NBR-14565, 2006.

Além disso, devem ser consideradas margens adequadas tendo em vista a dependência da temperatura dos componentes do cabeamento segundo as especificações e instruções de seus fabricantes.

Para que se tenha um bom desempenho da rede deve-se manter a compatibilidade entre os cabos usados no mesmo canal ou enlace permanente, ou seja, deve-se evitar a realização de conexões entre cabos com impedâncias nominais distintas (NBR-14565, 2006).

Alguns parâmetros são adotados para realizar a avaliação de desempenho, são eles:

- ACR – Relação atenuação paradiáfonia;

- ELFEXT – Perda de telediafonia de nível equalizado;
- EMC – Compatibilidade eletromagnética;
- FEXT – Telediafonia;
- LCL – Perda de conversão longitudinal;
- LCTL – Perda de transferência de conversão longitudinal;
- NEXT – Paradiafonia;
- OFL – Preenchimento total do núcleo;
- PS ACR – Relação atenuação PS NEXT;
- PS ELFEXT – Somatória de perda de telediafonia de nível equalizado;
- PS FEXT – Somatória de potências de ruído por telediafonia;
- PS NEXT – Somatória de potências de ruído por paradiafonia;
- RL – Perda de retorno;
- TCL – Perda de conversão transversal;
- TCTL – Perda de transferência de conversão transversal.

2.6.10 Cabeamento de *backbone*

A configuração do cabeamento de *backbone* deve seguir o modelo da figura 34 a seguir que representa a configuração máxima para as classes D, E e F para o canal de *backbone*. Neste modelo se tem uma conexão cruzada em cada extremidade.

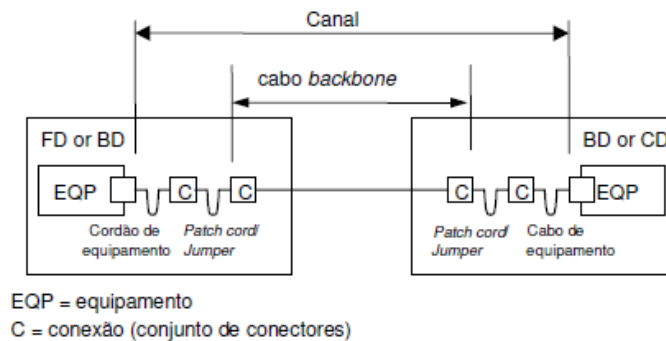


Figura 34 – Modelo de configuração do cabeamento de backbone
Fonte: NBR-14564, 2006.

Fazem parte do canal os *patch cords* e *jumpers* adicionais e cordões de equipamento.

Para as classes D, E e F define-se que o comprimento total do canal não pode ultrapassar 100 metros. Além disso, se utilizadas quatro conexões no canal o comprimento mínimo do cabo de *backbone* deve ser de 15 metros (NBR-14565, 2006).

2.6.11 Opções de conectividade na tomada de telecomunicações

Quando se trata de conexões de fibras ópticas *duplex* deve manter-se a polaridade em todo o sistema de cabeamento por meio de polarização física, administração (etiquetas) ou ambos. Além disso, as portas ópticas devem estar de acordo com o IEC 60825 (NBR-14565, 2006).

A polaridade na tomada de telecomunicações é definida pela polarização física e pela identificação dos adaptadores com as posições A e B, contudo para que se mantenha esta polarização é necessário que a mesma orientação, código de cores e configuração das fibras sejam mantidas.

A polaridade de conectores e adaptadores é mostrada na figura 35 abaixo.

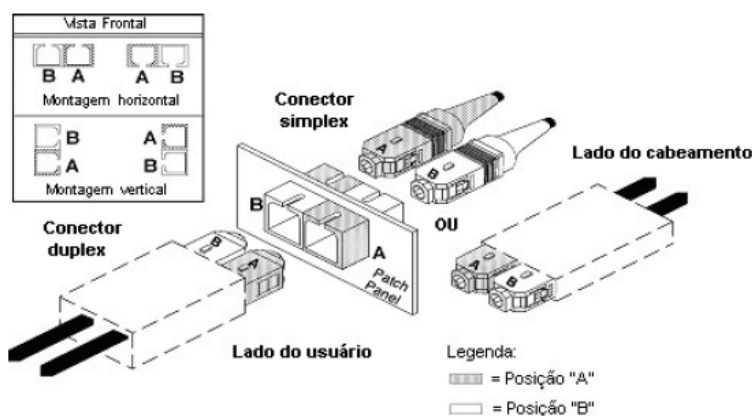


Figura 35 – Polaridade de conectores e adaptadores
Fonte: NBR-14565, 2006.

2.6.12 Aterramento

A norma que define os padrões para aterramento é a NBR 5410. Segundo ela todas as blindagens dos cabos devem ser conectadas a terra em cada um dos distribuidores. Além disso, é necessário verificar a necessidade de utilização de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS).

Ao projetar o aterramento deve-se garantir que o caminho para a terra seja permanente, contínuo e de baixa impedância. Outro item relevante a ser observado é a blindagem dos cabos, que deve oferecer um aterramento contínuo a todas as partes do sistema interconectadas por ele (NBR-14565, 2006).

O aterramento é fundamental para garantir que as tensões que são induzidas no cabeamento sejam direcionadas ao terra do edifício e não causem interferência nos sinais transmitido, sendo assim, o aterramento do edifício não deve ser maior que o limite de diferença de potencial de terra de 1 V entre quaisquer dois pontos de terra da rede.

2.6.13 Administração

Um dos aspectos relevantes para que se obtenha a máxima utilização do cabeamento genérico é a administração, uma vez que através da documentação atualizada de todos os componentes que compõem a rede, assim como as mudanças realizadas nesta, torna-se possível uma melhor administração desta por parte do administrador de rede (NBR-14565, 2006).

A ISO/IEC 14763-1 é a norma que define os padrões para a realização da administração do cabeamento de telecomunicações.

3 SERVIÇOS DE REDE

3.1 DHCP

O protocolo DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) teve sua origem na década de 90 tendo como base um antigo protocolo denominado BOOTP que permitia a configuração automática de impressoras e computadores em uma rede realizando a associação entre o endereço MAC e o endereço IP. Contudo este protocolo tornou-se cada vez mais limitado, em grande parte devido à baixa eficiência na configuração de grandes redes (CISCO E, 2006).

O DHCP trata-se de uma maneira para realizar a distribuição automática de endereços IP conforme a demanda dos computadores que se conectam na rede. Uma vez que o computador se desconecta da rede, automaticamente o endereço IP que era utilizado por ele volta a estar disponível para ser utilizado por outro computador.

Ele funciona da seguinte maneira, quando um micro conecta-se a rede ele não sabe qual seu endereço IP nem qual o endereço IP do servidor DHCP. O micro então envia um pacote endereçado ao IP 255.255.255.255 que é transmitido a todos os computadores da rede. Por sua vez, o servidor DHCP recebe o pacote e responde com um pacote endereçado ao IP 0.0.0.0 que também é transmitido para toda a rede, contudo só é lido pelo micro que o enviou, pois é destinado ao endereço MAC deste.

No pacote enviado pelo servidor DHCP estão contidos o endereço IP, endereços de servidores DNS, o nome que o computador deverá utilizar na rede, rotas, máscara, *gateway*, entre outros.

Existem três opções de configuração para o funcionamento do protocolo DHCP. Quando configurado como automático, um determinado número de endereços IP é disponibilizado para uso e atribuído aos computadores que tentam se conectar a rede de forma aleatória (ALECRIM, 2005).

Já quando é configurado como dinâmico a distribuição também é realizada de maneira aleatória, contudo existe um tempo pré-definido pelo qual a conexão possui valor.

No caso da configuração manual, um endereço MAC é atribuído a um determinado endereço IP, ou seja, o endereço IP é fixo. Sendo assim, somente os computadores configurados poderão conectar-se a rede.

Em alguns casos, quando a rede é muito grande, o servidor DHCP não se encontra na mesma rede física de alguns computadores. Porém, o servidor consegue localizá-las através do *relay* DHCP que envia e recebe pacotes DHCP. Além disso, ele permite que existam na mesma rede computadores com sistemas operacionais distintos (CISCO E, 2006).

3.2 PROXY

Um servidor *proxy* se caracteriza como o elemento intermediário entre os usuários e o dispositivo de acesso a internet (modem). Geralmente o servidor *proxy* é utilizado em redes aonde se tem apenas um IP disponível. Neste caso, o servidor *proxy* é quem realmente está conectado à internet, sendo que os usuários ficam conectados diretamente ao servidor *proxy*, conforme a figura 36 a seguir (MORIMOTO, 2009).



Figura 36 – Modelo de rede usando Proxy
Fonte: Morimoto, 2009.

Na maioria das aplicações, os servidores *proxy* são utilizados para bloquear o acesso a determinadas páginas na internet ou até mesmo programar para que uma determinada lista de palavras sejam bloqueadas. Além de desempenhar tais atividades, o servidor *proxy* ajuda também a melhorar o desempenho do acesso, armazenando arquivos ou páginas mais acessadas em

cachê a fim de não precisar baixa-los novamente no futuro, melhorando o desempenho da rede (TANENBAUM, 2003).

3.3 VLAN

Uma das características mais úteis da comutação *Ethernet* é o uso de VLAN's (redes locais virtuais), pois são agrupamentos lógicos de vários dispositivos de rede ou estações sendo que estes podem ser agrupados por departamento, função, aplicação independente da posição física dos usuários. Portanto, uma das características mais relevantes referente ao uso de VLAN's é a possibilidade de organizar a rede de forma lógica, sem a necessidade de mover fisicamente as estações de trabalho (CISCO D, 2006).

Além disso, torna os serviços de rede não restritos a um segmento físico, permitindo que o administrador da rede possa adicionar mais elementos, alterar a configuração e contar com uma melhoria na segurança e controle do tráfego da rede.

A VLAN pode ser definida como um domínio de *broadcast* criado na rede por um ou mais *switches* com a função de melhorar o desempenho da rede de uma forma geral.

Ao configurar uma VLAN em um *switch*, este executa a criação das tabelas de *bridging* para aquela determinada VLAN. Desta maneira, quando um quadro chega a uma porta da VLAN X, o *switch* procura esta VLAN em sua tabela de *bridging*. Se um quadro desconhecido é recebido, o *switch* verifica o endereço de origem que não existe na sua tabela de *bridging* e o adiciona a ela. Em seguida, o *switch* verifica o endereço de destino e toma uma decisão de encaminhamento (CISCO D, 2006).

Neste processo de armazenamento e encaminhamento, a consulta é feita na tabela de endereços exclusiva para uma determinada VLAN.

A comunicação entre as VLAN's é restrita, uma vez que *switches* e *bridges* fazem a comunicação somente em segmentos da rede que compõem a VLAN à qual o tráfego de dados pertence. Caso haja necessidade de uma

conectividade entre duas ou mais VLAN's, esta comunicação deverá ser realizada com o auxílio do uso de roteadores.

O uso das VLAN's acarreta um aumento de desempenho considerável na rede devido à agregação lógica de recursos e estações, sendo assim, muitas organizações e empresas utilizam as VLAN's para agrupar usuários de um mesmo setor independentemente da sua localização física.

Na figura 37 a seguir, tem-se o exemplo de uma empresa onde os funcionários dos setores de Engenharia, Marketing e Finanças de um determinado prédio estão todos misturados e espalhados em três andares. Neste caso, os usuários do setor de Engenharia são colocados na VLAN de Engenharia, os usuários do setor de Marketing são colocados na VLAN de Marketing e os usuários do setor de Finanças são colocados na VLAN de Finanças através de configuração de VLAN's nos *switches* por *software*, o que torna desnecessário conectar fisicamente ou mover cabos e equipamentos. (CISCO D, 2006)

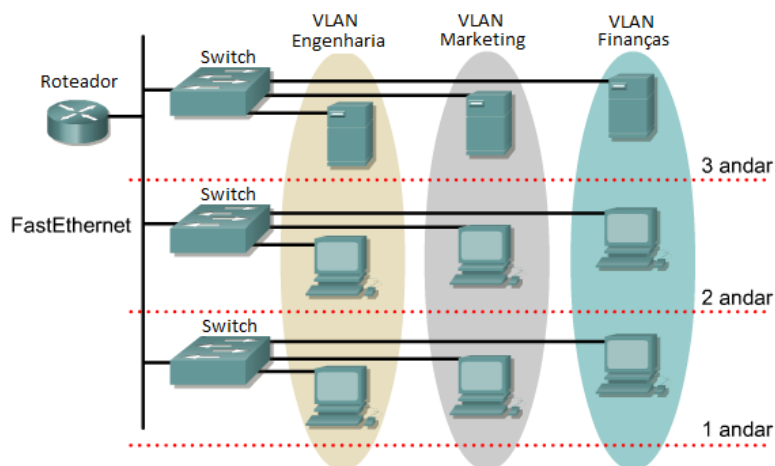


Figura 37 – Exemplo da utilização de VLANs
Fonte: Cisco D, 2006.

Vale ressaltar que uma VLAN bem configurada torna-se uma poderosa ferramenta para um administrador de redes, já que facilita tarefas como acréscimos de usuários, mudanças e modificações em uma rede além de melhorar a segurança da rede e ajudar a controlar *broadcasts* da camada de rede. Contudo, se for projetada e configurada de maneira incorreta pode ocasionar instabilidades ou até mesmo uma paralisação total da rede.

3.4 SPANNING-TREE

O protocolo *spanning-tree* (IEEE 802.1d) surgiu da necessidade de segurança que o setor corporativo passou a apresentar, uma vez que as grandes empresas dependem cada vez mais das redes de computadores em suas atividades diárias.

Neste contexto, falhas ou indisponibilidades da rede podem causar grandes prejuízos para a organização e insatisfações por parte dos usuários. Com o intuito de minimizar estes problemas, uma das saídas encontradas é a redundância que tem como função evitar as interrupções causadas por um único ponto de falha na rede.

Toda rede de computadores precisa de redundância para melhorar sua confiabilidade (CISCO D, 2006).

Tomando como exemplo uma estrada que liga duas cidades, conforme a figura 38 a seguir.



Figura 38 – Exemplo de ligação entre duas cidades
Fonte: Autoria própria.

Se esta estrada for bloqueada para uma construção, figura 39, os veículos ficarão impossibilitados de transitar entre as duas cidades enquanto o problema não for resolvido.



Figura 39 – Exemplo de bloqueio
Fonte: Autoria própria.

Uma segunda estrada entre as cidades cria uma topologia redundante, sendo assim, uma cidade não ficaria isolada da outra enquanto uma das estradas esteja bloqueada, figura 40.



Figura 40 – Exemplo redundância
Fonte: Autoria própria.

3.4.1 Topologias comutadas redundantes

Para que uma rede possa ser considerada confiável é necessário que ela seja projetada para reconvergir rapidamente, sendo assim, faz-se necessário o uso de equipamentos e projetos de rede tolerantes a falhas e defeitos.

As topologias redundantes eliminam os pontos únicos de falha, uma vez que se uma rota ou equipamento falhar, a rota ou equipamento redundante pode assumir suas tarefas.

No caso da topologia comutada redundante simples, se o *switch* A falhar, o tráfego ainda pode fluir do segmento 2 para o segmento 1 e para o roteador através dos *switch* B, como pode ser observado na figura 41 a seguir (CISCO D, 2006).

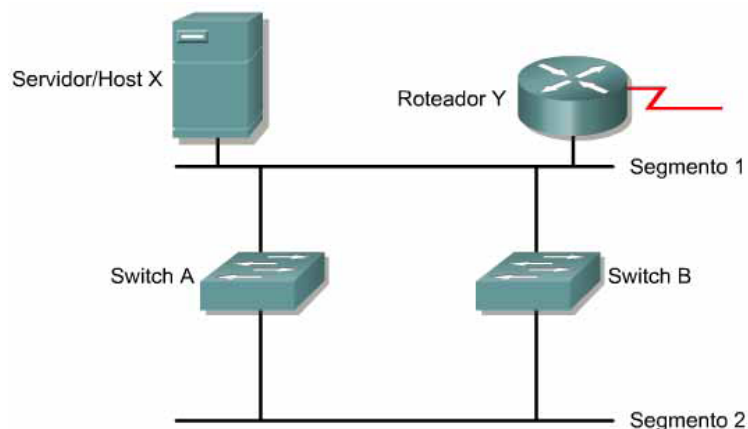


Figura 41 – Topologia comutada redundante simples
Fonte: Cisco D, 2006.

Os *switches* armazenam os endereços MAC dos dispositivos em suas portas, para que os dados possam ser encaminhados corretamente ao destino.

Além disso, inundam quadros para destinos desconhecidos até aprenderem os endereços MAC dos dispositivos.

Esta inundação pode causar efeitos como tempestades de *broadcast* e transmissão de vários quadros.

No caso da tempestade de *broadcast* os *switches* propagam o tráfego de *broadcast* repetidamente causando uma redução do fluxo de tráfego dos usuários, já que exigem tempo e recursos da rede para serem processados. Este efeito torna a rede extremamente lenta e a tempestade continuará até que um dos *switches* seja desconectado.

Tomando como exemplo a figura 42 a seguir, se o *host X* enviar um *broadcast*, como, por exemplo, uma solicitação ARP para o endereço da camada 2 do roteador, o *switch A* encaminhará o *broadcast* por todas as portas, lembrando que os quadros de *broadcast* são enviados por todas as portas, com exceção da que recebeu o quadro. O *switch B*, que está no mesmo segmento, encaminha também todos os *broadcasts*. O *switch B* irá receber os *broadcasts* provenientes do *switch A* e o *switch A* irá receber os *broadcasts* do *switch B*. O *switch A* envia todos os *broadcasts* recebidos do *switch B*. O *switch B* envia todos os *broadcasts* recebidos do *switch A* (CISCO D, 2006).

Na figura 42 a seguir tem-se o exemplo de uma tempestade de *broadcast*.

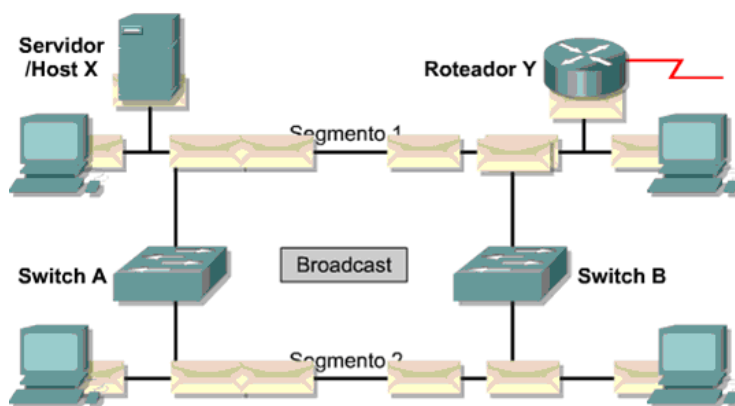


Figura 42 – Tempestade de broadcast
Fonte: Cisco D, 2006.

Já no caso da transmissão de vários quadros, representada na figura 43, tem-se a seguinte situação. Suponha que o endereço MAC do roteador Y excedeu o limite de tempo nos dois *switches*. Suponha também que o *host X* ainda tem o endereço MAC do roteador Y em sua *cache* ARP e envia um quadro *unicast* para o roteador Y. O roteador recebe o quadro, pois está no mesmo segmento do *host X*.

O *switch* A não tem o endereço MAC do roteador Y e, portanto, inundará o quadro por suas portas. O *switch* B também não sabe em qual porta está o roteador Y. Então, o *switch* B inunda o quadro que recebeu. Isso faz com que o roteador Y receba várias cópias do mesmo quadro. Essa é uma causa da utilização desnecessária dos recursos da rede (CISCO D, 2006).

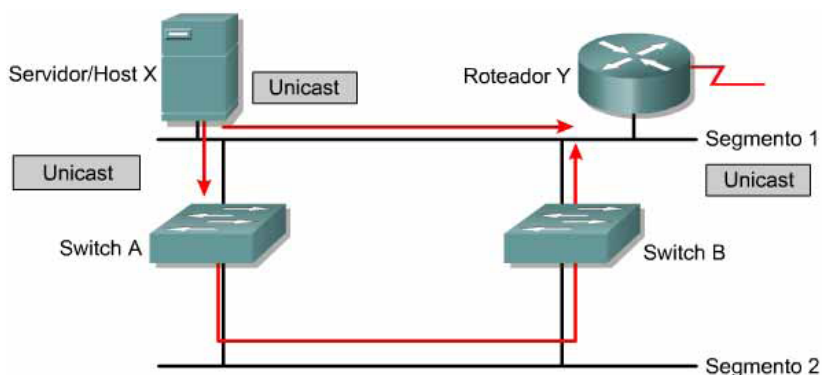


Figura 43 – Transmissão de vários quadros
Fonte: Cisco D, 2006.

Outro problema encontrado em uma rede comutada redundante é a instabilidade do banco de dados de MAC, ilustrada na figura 44.

Neste caso, pode ocorrer encaminhamento de informações incorretas, pois um *switch* pode aprender que um endereço MAC está em uma porta, quando na verdade ele está em outra.

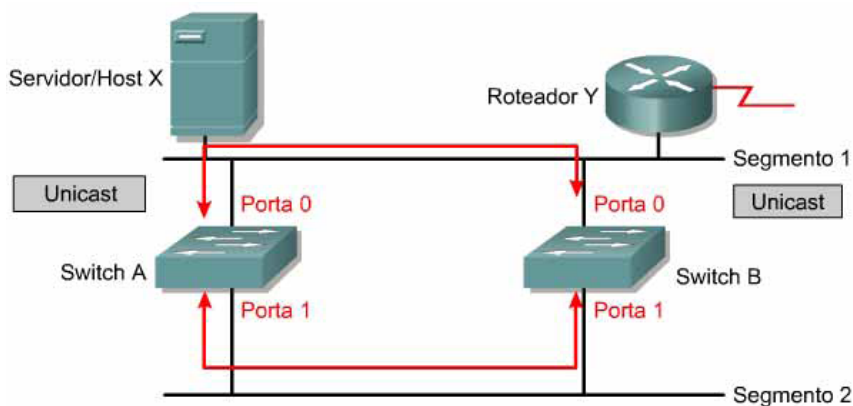


Figura 44 – Instabilidade do banco de dados de MAC
Fonte: Cisco D, 2006.

Neste exemplo, o endereço MAC do roteador Y não está na tabela de endereços MAC de nenhum dos *switches*.

O *host X* envia um quadro destinado ao roteador Y. Os *switches A* e B aprendem o endereço MAC do *host X* na porta 0.

O quadro para o roteador Y é despejado na porta 1 dos dois *switches*. Os *switches A* e B recebem essa informação na porta 1 e aprendem incorretamente o endereço MAC do *host X* na porta 1. Quando o roteador Y envia um quadro para o *host X*, o *switch A* e o *switch B* também recebem o quadro e o enviam pela porta 1. Isso é desnecessário, mas os *switches* aprenderam incorretamente que o *host X* está na porta 1.

Neste exemplo, o quadro *unicast* do roteador Y para o *host X* ficará preso em um *loop* (CISCO D, 2006).

3.4.2 O Protocolo *Spanning-Tree*

Com a utilização do *spanning-tree*, torna-se possível a construção de uma rede lógica de caminhos mais curtos e sem *loops* ao colocar determinadas portas em estado de bloqueio, como mostra a figura 45.

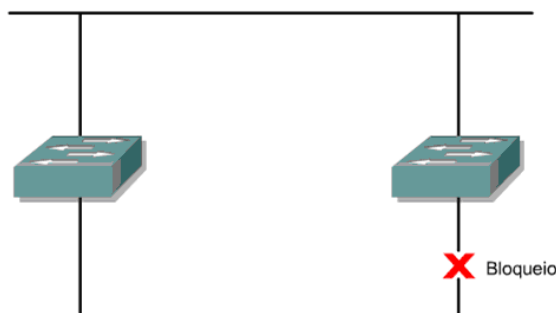


Figura 45 – Exemplo de bloqueio de porta
Fonte: Cisco D, 2006.

Este protocolo constrói um nó raiz, denominado de “*bridge raiz*”, construindo uma topologia de rede que alcance todos os nós da rede, sendo que a origem da árvore provém da *bridge raiz*. Os *links* redundantes não pertencentes à árvore do caminho mais curto são bloqueados (CISCO D, 2006).

Desta forma, é possível obter uma topologia sem *loops* fazendo com que todos os quadros de dados que forem recebidos em *links* bloqueados sejam descartados.

Além disso, o protocolo *spanning-tree* faz com que mensagens de detecção de *loops* de *bridging* sejam trocadas entre os dispositivos, sendo assim, quando um *link* causador de *loop* é detectado ele é automaticamente colocado em estado de bloqueio.

Para permitir a formação de uma topologia lógica sem *loops*, os *switches* realizam uma troca de mensagens especiais chamadas BPDUs (unidades de dados de protocolo de *bridge*). Estas mensagens são trocadas constantemente pelos *switches*, inclusive pelas portas bloqueadas, garantindo que uma nova *spanning-tree* poderá ser calculada no caso de um caminho ou dispositivo ativo falhar.

As mensagens BPDUs possuem informações que permitem aos *switches* realizarem ações específicas como selecionar o *switch* que irá atuar como raiz da *spanning-tree* e selecionar um dos *switches* e considerá-lo o mais próximo da raiz, para cada segmento da LAN. Este *switch* é chamado de *switch* designado e irá tratar de toda a comunicação da LAN para a *bridge* raiz (CISCO D, 2006).

Além disso, permitem designar uma de suas portas como porta raiz, para cada *switch* não raiz, que será a interface que fornece o melhor caminho até o *switch* raiz. Determinam as portas que irão fazer parte da *spanning-tree*, que serão conhecidas como portas designadas e bloqueiam as demais portas.

Outra função é selecionar o caminho mais curto de si mesmo até o *switch* raiz, sendo esta escolha baseada nos custos de *links* cumulativos que são determinados com base na velocidade desses *links*.

A tabela 1 a seguir relaciona a velocidade e o custo do *link* da *spanning-tree*.

Tabela 1 – Relação de velocidade e custo do link *spanning-tree*

Velocidade	Custo
10 Gbps	2
1 Gbps	4
100 Mbps	19
10Mbps	100

Fonte: Autoria própria

3.5 HSRP

O protocolo Cisco *Hot-Standby Routing Protocol* (HSRP) é proprietário Cisco e tem por função chavear o tráfego de um roteador para outro, em caso de queda no link, ou do próprio roteador. O diagrama abaixo ilustra a situação:

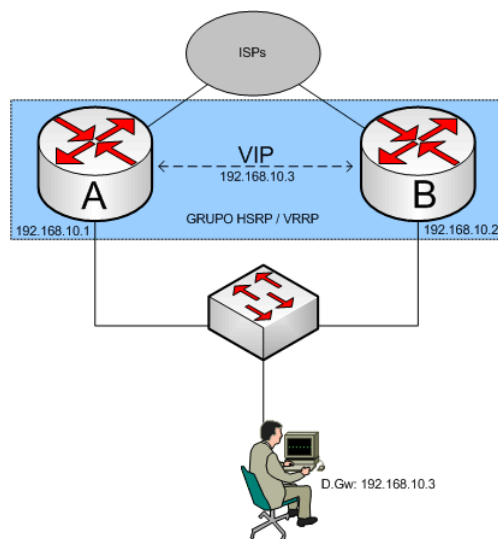


Figura 46 – Exemplo de um circuito HSRP.
Fonte: Autoria própria.

Neste diagrama, é possível visualizar dois roteadores (A e B), ambos conectados aos respectivos provedores e ao switch da LAN. O HSRP possibilita que a rede local (LAN) “enxergue” ambos os roteadores via um único endereço IP (192.168.10.3, no exemplo), conhecido como “*Virtual IP*”, ou “VIP”, já que este seria o endereço IP de um roteador virtual. Ou seja, nas máquinas da rede local, o *default gateway* a ser configurado seria apenas um: 192.168.10.3. Entretanto, o protocolo HSRP não faz o balanceamento do tráfego entre os dois roteadores, por padrão. Ao invés disso, um dos dois roteadores é configurado como *active* e o outro como *standby*. Desta forma, o tráfego gerado pela LAN sempre atravessará o mesmo roteador (o que se encontra como *active*, na rede). O outro roteador apenas será usado caso o roteador *active* venha a ter problemas. O HSRP permite que se monitorem interfaces ou mesmo entradas na tabela de roteamento. É possível, portanto, informar aos roteadores participantes do grupo HSRP o que deve ser observado para que o tráfego chaveie automaticamente para o roteador *standby*. Por exemplo, se uma entrada na tabela de roteamento desaparecer, ou se a

interface serial cair por algum motivo no roteador que se encontrava como *active* na rede, este pode ter sua prioridade decrescida e o roteador que antes era o *standby* automaticamente passaria a ser o *active*, e todo o tráfego passaria a ser desviado para ele.

3.6 VPN

Uma VPN (rede privada virtual) é uma rede privada utilizada por empresas, para conectar com segurança usuários e escritórios, que pode ser construída em uma infraestrutura de rede pública, como a internet global ou links dedicados.

A utilização da internet como infraestrutura de conexão entre hosts da rede privada é uma ótima solução em termos de custos mas, não em termos de privacidade, visto que a internet é uma rede pública onde os dados em trânsito podem ser lidos por qualquer equipamento.

No caso de uma VPN sobre uma rede pública como a internet, torna-se fundamental a criptografia na comunicação entre usuários da rede privada de forma que, se os dados forem capturados durante a transmissão, não possam ser decifrados. Os túneis virtuais habilitam o tráfego de dados criptografados pela internet e esses dispositivos são capazes de traduzir os dados criptografados formando uma rede virtual segura sobre a rede internet.

A figura 47 ilustra um exemplo de conexão VPN sobre a internet, onde um usuário se conecta a um provedor de internet e através desta conexão estabelece um túnel com a rede remota.

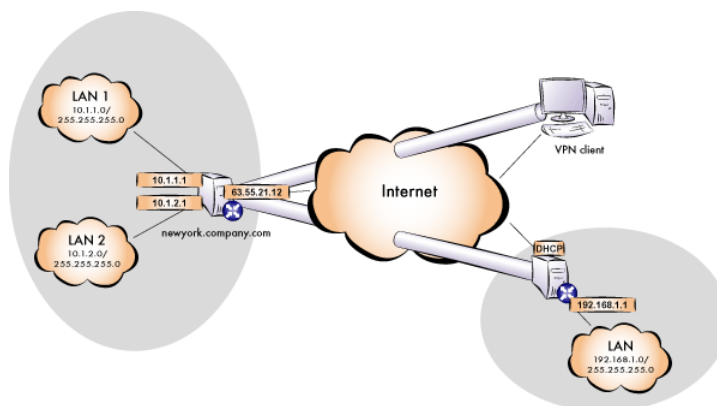


Figura 47 - Conexão VPN sobre internet
Fonte: Redline Software 2013.

Na figura 48, tem-se um exemplo de duas redes se interligando através de usuários com *link* dedicado, formando assim um túnel entre as duas redes.

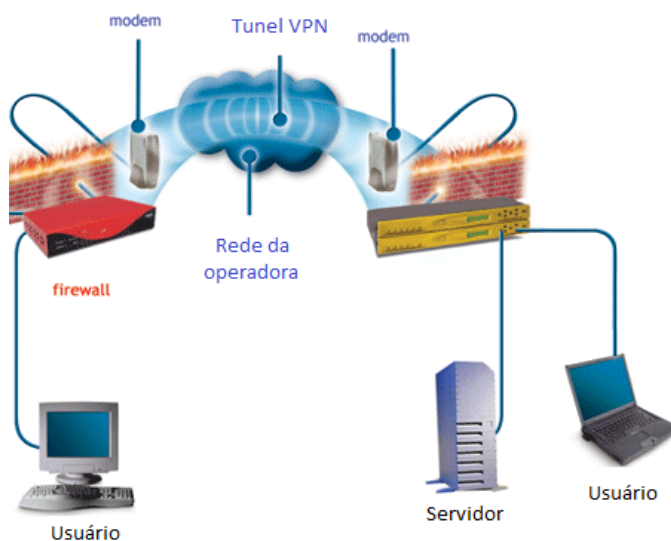


Figura 48 - Conexão VPN sobre rede dedicada
Fonte: Vienthonglaocai 2013.

4 A DISPOSIÇÃO DA REDE DA OPERADORA

Visto que a operadora provê serviços para diversos clientes e está situada na cidade de Curitiba, esta possui uma central onde se encontram os equipamentos de *Core* e distribuição chamada de POP. Dentre estes equipamentos estão os roteadores de distribuição (R-Dist's), *switches* de distribuição (SW-Dist's) e os *switches* de transmissão (SW-Tx's). Sendo assim, tem-se a composição dos equipamentos no POP definida da seguinte forma:

- R-DIST-CTA01;
- SW-DIST-CTA01;
- SW-TX-POP-CTA01;
- SW-TX-POP-CTA02;

- SW-TX-POP-CTA03;
- SW-ACESSO-CTA01;
- SW-ACESSO-CTA02;

Onde “CTA” é a sigla da cidade de Curitiba

4.1 ROTEADOR DE DISTRIBUIÇÃO

É no roteador de distribuição que os circuitos dos clientes são configurados. Este roteador possui quatro conexões físicas com o SW-DIST-CTA01 através de interfaces do tipo *10 GigabitEthernet*. Estas conexões são realizadas por cordões ópticos do tipo multimodo com diâmetro do núcleo igual a 850mm. Uma configuração lógica é feita neste roteador de forma que estas quatro interfaces trabalhem como se fossem uma só, provendo balanceamento de tráfego e redundância entre elas. Esta estrutura pode ser observada na figura 49.

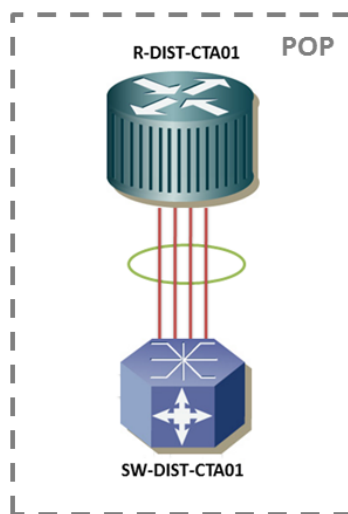


Figura 49 - Conexão do R-DIST-CTA01 com o SW-DIST-CTA01
Fonte: Autoria própria.

4.2 SWITCH DE DISTRIBUIÇÃO

O SW-DIST-CTA01 (*switch* de distribuição), além de conectar-se com o R-DIST-CTA01, possui também conexões físicas do tipo *10 GigabitEthernet* por cabos do tipo UTP Cat. 6e com os demais *switches* do POP (SW-TX-POP-CTA01, SW-TX-POP-CTA02, SW-TX-POP-CTA03, SW-ACESSO-CTA01 e SW-ACESSO-CTA02). Cada um destes demais *switches* se conectam a duas portas do SW-DIST-CTA01, provendo balanceamento de tráfego e redundância entre elas pelo mesmo método utilizado na conexão entre o R-DIST-CTA01 e o SW-DIST-CTA01. A estrutura destes equipamentos pode ser observada na figura 50.

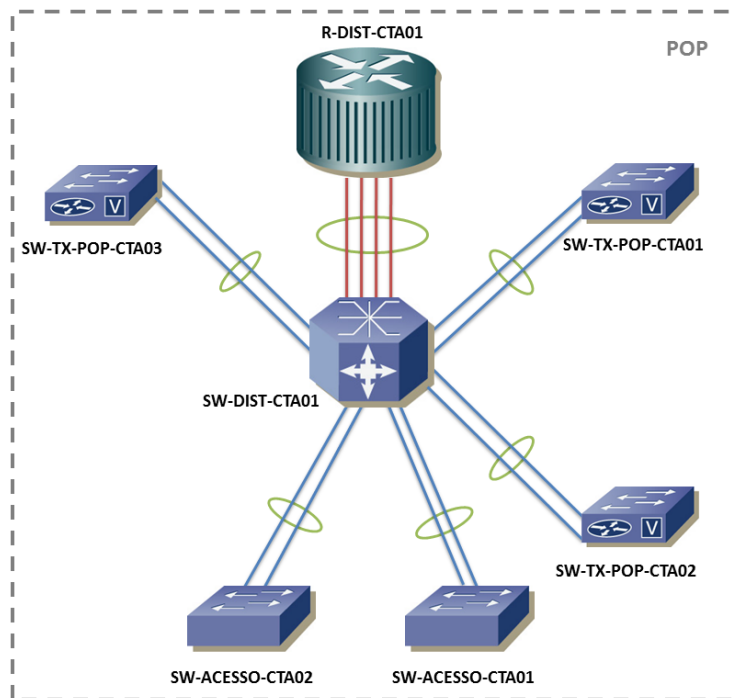


Figura 50 - Conexão do SW-DIST-CTA01 com os demais equipamentos do POP
Fonte: Autoria própria.

4.3 SWITCHES DE TRANSMISSÃO

Cada *switch* de transmissão possui conexão lógica com outros cinco *switches* em topologia de anel, sendo que duas destas conexões são físicas. Desta

forma, existe uma redundância caso haja falha em algum equipamento ou fibra desde anel. O protocolo *Spanning-Tree* é configurado nestes *switches*, evitando possíveis loops na rede visto que os circuitos são configurados pelo método de marcação de Vlans.

Estes *switches* de transmissão que estão conectados ao *switch* de transmissão do POP ficam situados em ambientes pertencentes ou alugados pela operadora e se conectam entre si por fibra óptica do tipo multimodo com diâmetro do núcleo igual a 62,5 μm . Desta forma, temos a topologia conforme mostra a figura 51 a seguir:

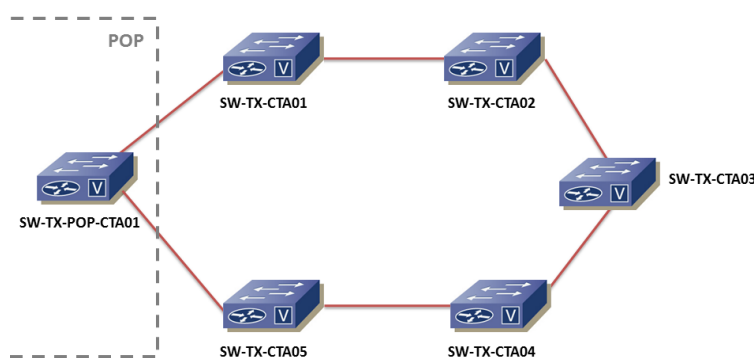


Figura 51 – Conexão de um switch de transmissão com os switches de rua
Fonte: Autoria própria.

4.4 SWITCHES DE ACESSO

Para o caso de clientes que estão geograficamente próximos do POP da operadora, os equipamentos de acesso ao cliente são conectados diretamente ao SW-ACESSO-CTA01. Na figura 52 tal configuração é apresentada.

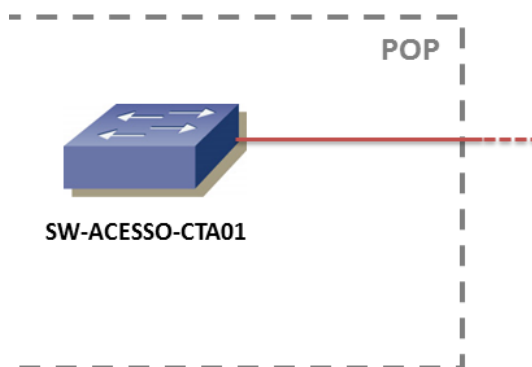


Figura 52 – Switch de Acesso
Fonte: Autoria própria.

Caso o cliente esteja geograficamente distante do POP, a operadora avalia qual é o *switch* de transmissão mais próximo a este cliente, visto que em cada ambiente privado ou alugado pela operadora há um *switch* de transmissão. Essa configuração é mostrada na figura 53.

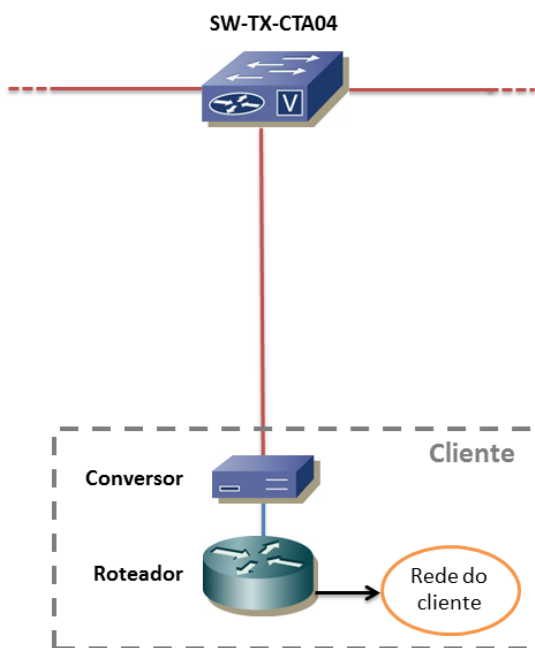


Figura 53 - Conexão entre os CPEs e um Switch de transmissão
Fonte: Autoria própria.

4.5 EQUIPAMENTOS CPE FORNECIDOS PELA OPERADORA

Em geral, a operadora provê o serviço de dados ao cliente fornecendo a ele o roteador e um conversor de mídia, mostrados na figura 54. Portanto, estes equipamentos são gerenciados pela operadora e são de sua responsabilidade.

O roteador possui duas interfaces do tipo *GigabitEthernet*, onde uma delas está conectada ao conversor de mídia e a outra ao equipamento da rede do cliente.

O conversor de mídia também possui duas interfaces do tipo *GigabitEthernet*, porém uma delas é do tipo óptica. A interface elétrica se conecta ao roteador através de cabo UTP Cat. 5e. Já a interface óptica se conecta a fibra óptica que vem da rua. Esta fibra entre a operadora e o ambiente do cliente é do tipo monomodo com diâmetro do núcleo igual a 0,8mm.

O cliente não terá permissões de acesso local (via console) a estes equipamentos e também não possuirá o direito de alterar as configurações dos mesmos. Caso o cliente opte por este privilégio, este deverá verificar a compatibilidade com a rede da operadora e adquirir os equipamentos por conta própria.

A disposição dos equipamentos no ambiente do cliente também fica a cargo do cliente, embora a operadora oriente a instalação dos equipamentos em *racks* situados em ambientes climatizados.

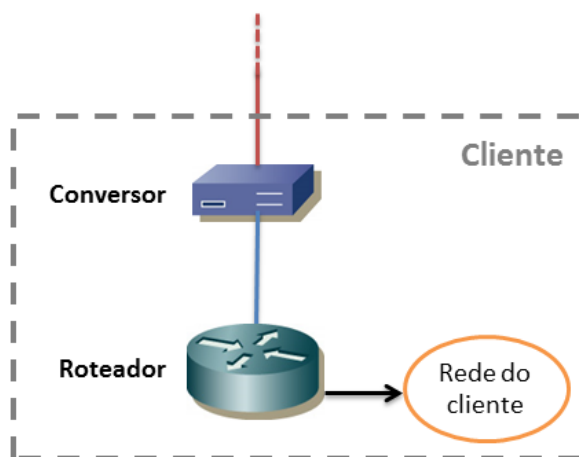


Figura 54 – Equipamentos CPE fornecidos pela operadora
Fonte: Autoria própria.

4.6 ARMÁRIO DE RUA

Visto que os clientes sempre são atendidos pelos *Switches* de Transmissão mais próximos a eles e que nem sempre estes *Switches* estão situados no POP da operadora, tornou-se então necessário a instalação deste e outros demais equipamentos em ambientes pertencentes ou alugados pela operadora. De forma geral, trata-se de um armário onde ficam instalados os equipamentos de

transmissão e acesso aos clientes que possui ambiente climatizado e seguro, além de banco de baterias que evitam a interrupção dos serviços em caso de falha de energia. Na figura 55 apresenta-se um armário de rua com a disposição típica dos seus equipamentos.

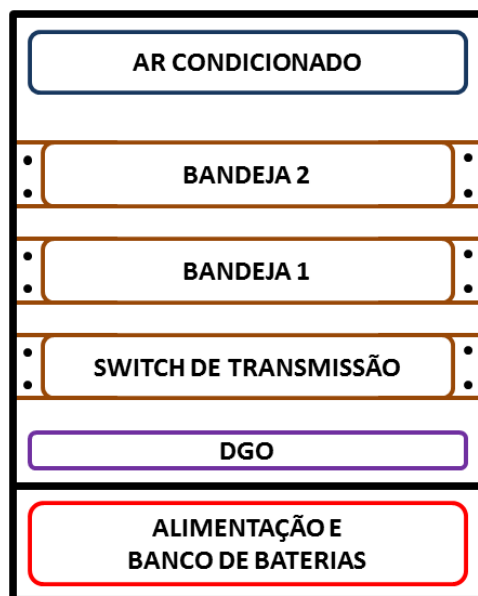


Figura 55 – Disposição dos equipamentos dentro do armário de rua
Fonte: Autoria própria.

4.7 TOPOLOGIA LÓGICA E FÍSICA DE CADA UNIDADE

A configuração lógica de cada circuito contratado pelo cliente será baseada em marcação de Vlans. Ou seja, cada circuito terá uma Vlan diferente configurada no R-DIST-CTA01 que será remarcada nas interfaces de entrada e saída dos equipamentos subsequentes até chegar ao CPE do cliente.

Uma VRF também é criada no R-DIST-CTA01 para cada cliente, assim os circuitos de cada cliente serão divididos e irão operar de forma independente um do outro como se existisse um roteador independente para cada cliente dentro do R-DIST-CTA01. Nesta VRF são criadas as interfaces que farão ponto-a-ponto com o roteador do cliente. Para o caso proposto neste trabalho, teremos então uma VRF com três interfaces onde um IP não-válido será atrelado a cada uma delas.

Em cada circuito contratado teremos dois IPs configurados em cada circuito: Um bloco LAN e outro WAN.

O bloco WAN será um endereço classe C e de máscara de sub-rede do tipo /30. Desta forma, teremos apenas dois IPs de *host*, sendo que um deles é configurado na interface da VRF do R-DIST-CTA01 e o outro no roteador do cliente.

Assim como o bloco WAN, o bloco LAN também será um range de IPs não-válidos, porém a classe e a máscara de sub-rede serão criados de acordo com a solicitação do cliente.

Como o roteador é fornecido pela operadora, o cliente apenas terá conhecimento dos endereçamentos LAN de cada unidade. Toda a configuração lógica (Vlans, VRF e IP de WAN) e topologia física de cada acesso serão transparentes para o cliente. A seguir, segue um descritivo detalhado de como cada um dos acessos do cliente será provido.

4.7.1 Filial-01

O acesso da Filial-01 será feito através de uma conexão física entre um conversor de mídia no ambiente do cliente e uma porta do tipo óptica do SW-TX-CTA02 (anel de transmissão 01), visto que este *switch* é o mais próximo desta filial.

Conforme descrito anteriormente, o conversor de mídia possui duas interfaces do tipo *GigabitEthernet*, sendo uma do tipo óptica e outra elétrica. A interface elétrica se conecta a um roteador fornecido pela operadora através de cabo UTP Cat. 5e. A interface óptica se conecta a fibra óptica do tipo monomodo com diâmetro do núcleo igual a 0,8mm que vem da rua. A figura 56 ilustra esta representação.

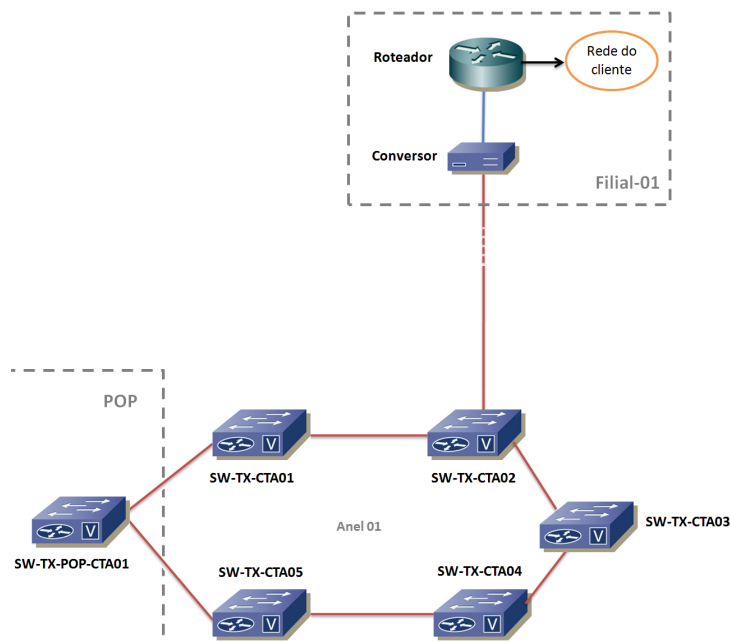


Figura 56 – Topologia de acesso da Filial-01
Fonte: Autoria própria.

4.7.2 Filial-02

O acesso da Filial-02 seguirá a mesma topologia da Filial-01. Ou seja, uma conexão física entre um conversor de mídia e um roteador no ambiente do cliente e uma conexão entre este mesmo conversor e uma porta do tipo óptica do *Switch* de transmissão. Porém, a conexão será feita com o SW-TX-CTA09 (anel de transmissão 02) visto que este *switch* é o mais próximo desta filial. A figura 57, tem-se a representação deste acesso.

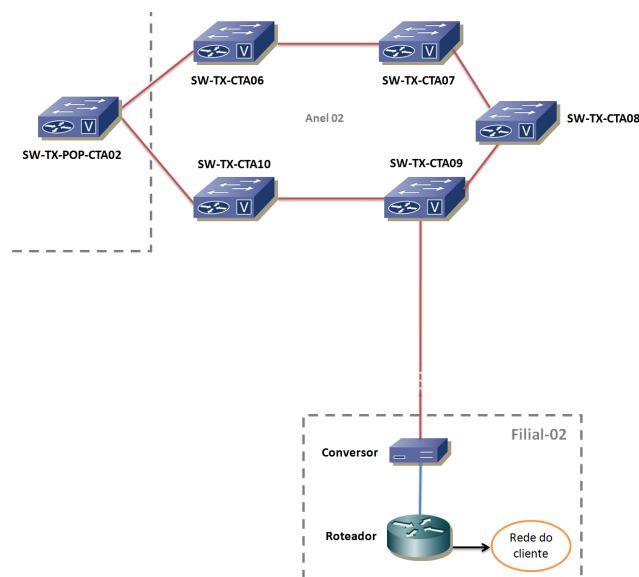


Figura 57 – Topologia de acesso da Filial-02
Fonte: Autoria própria.

4.7.3 Matriz

A Matriz é considerada o acesso principal e é nela que se concentram o banco de dados e servidores de e-mail, de arquivos e de acesso à internet para todas as unidades. Sendo assim, esta unidade possui dupla abordagem por parte da operadora, sendo uma conexão entre um conversor de mídia no cliente e o SW-TX-CTA13 (anel de transmissão 3) e outra conexão entre um conversor de mídia e o SW-ACESSO-CTA02.

Ambos os conversores serão conectados a roteadores distintos, fornecidos pela operadora, que estarão configurados com protocolo HSRP, garantindo redundância e balanceamento de carga no acesso. Estes roteadores se conectarão a um *Switch* de responsabilidade do cliente. A figura 58 ilustra a topologia da Matriz:

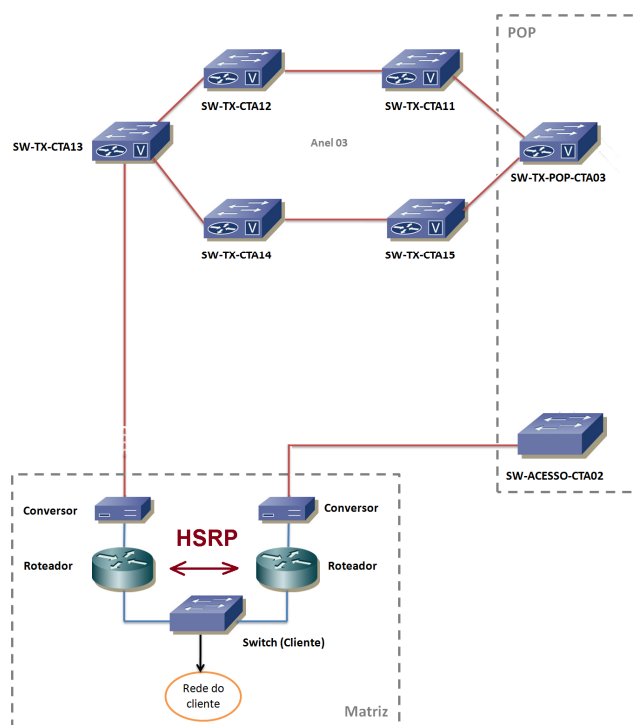


Figura 58 – Topologia de acesso da Matriz
Fonte: Autoria própria.

4.8 DIAGRAMA UNIFILAR GERAL DO PROJETO

Com o diagrama unifilar representado a seguir na figura 59, tem-se a visualização da rede como um todo, sendo possível observar a conectividade entre cada equipamento.

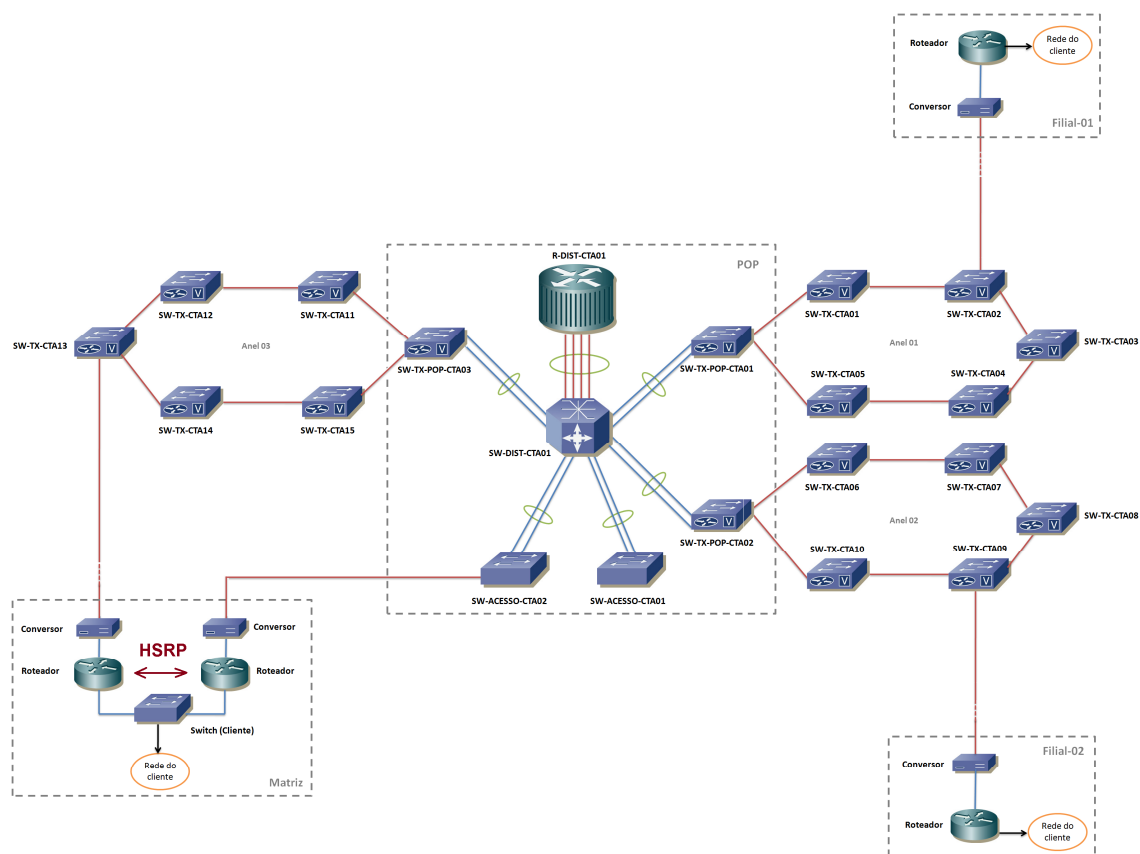


Figura 59 – Diagrama unifilar geral do projeto
Fonte: Autoria própria.

4.9 DISTRIBUIÇÃO DOS ENDEREÇOS IP E CAPACIDADE PLANEJADA

Visto que este projeto apresenta uma solução utilizando endereços IP não-válidos configurados em VRFs para prover serviço de VPN, a distribuição e segmentação dos endereços é feita de acordo com a demanda do cliente, cabendo a operadora documentar e configurar estes IPs nos equipamentos bem como as rotas estáticas nos roteadores CPEs e no roteador de distribuição.

Supondo que o cliente optasse pelo endereço 192.168.0.0 e que deseje utilizar até 253 *hosts* em cada unidade, a segmentação dos endereços será feita com máscara de sub-rede /24 (255.255.255.0 - classe C). Ou seja, os endereços disponíveis para *hosts* serão de 192.168.0.2 à 192.168.0.254, considerando que o IP 192.168.0.1 seria configurado na interface LAN do roteador CPE.

Nas filiais, o IP configurado na interface WAN do roteador CPE será feita com máscara de sub-rede /30 (255.255.255.252 – Classe C), onde temos então apenas 2 IPs válidos sendo que um deles estará configurado no roteador CPE e o outro na interface VRF do roteador de distribuição. O IP de WAN é desconhecido e transparente para o cliente.

Para o caso da Matriz, onde terá o HSRP configurado, se torna necessário a utilização de máscara de sub-rede do tipo /29. Desta forma temos um total de seis IPs disponíveis para uso, sendo dois deles configurados nas interfaces da VRF do cliente no roteador de distribuição, dois configurados um em cada roteador CPE no ambiente do cliente e um configurado como IP flutuante entre estes roteadores, utilizado como *gateway*.

A tabela 2 mostra a distribuição dos endereços IP em cada unidade do cliente:

Tabela 2 - Distribuição dos endereços IP em cada unidade do cliente

Unidade	Faixa de Ips (LAN)	Faixa de Ips (WAN)
Matriz	192.168.0.0 /24	172.16.0.0 /29
Filial-01	192.168.1.0 /24	172.16.1.0 /30
Filial-02	192.168.2.0 /24	172.16.2.0 /30

Fonte: Autoria própria.

Sendo assim, a configuração dos IPs será feita de acordo com a ilustração na figura 60.

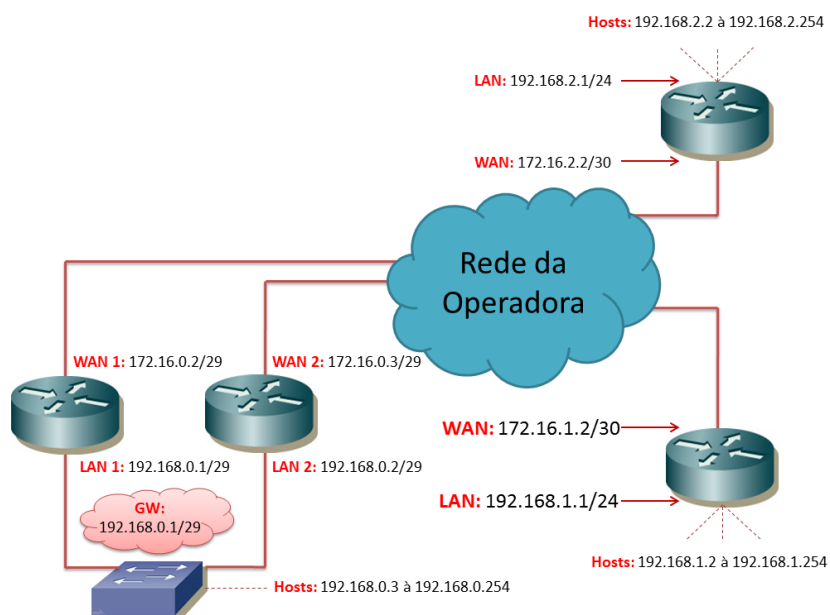


Figura 60 – Distribuição dos endereços IP em cada unidade do cliente
Fonte: Autoria própria.

4.10 CADASTRO DOS CLIENTES E DOS EQUIPAMENTOS

Visto que a tendência de uma operadora de telecomunicações é expandir a sua rede, torna-se necessário criar um cadastro de todos os armários e equipamentos da planta, incluindo os equipamentos situados nos ambientes dos clientes.

Os equipamentos da rede da operadora são cadastrados em um banco de dados de acordo com seus respectivos nomes (ex: SW-DIST-CTA01, SW-TX-CTA02, etc). Neste cadastro são informadas quantas portas cada equipamento possui e à que equipamento estão atreladas.

Também é necessário incluir neste cadastro a topologia de cada cliente da rede, a fim de facilitar ações futuras como manutenções, ampliações ou alterações.

Ao contratar um serviço, um designador é atrelado ao respectivo circuito do cliente de acordo com critérios estabelecidos pela operadora. A partir da contratação do serviço, este designador se torna a identificação exclusiva do circuito do cliente, podendo ser consultado a qualquer momento. Para o caso proposto neste

trabalho, teremos então um total de três siglas, sendo uma para cada circuito do cliente.

4.10.1 Identificação dos equipamentos

Tanto os equipamentos da operadora quanto os situados no ambiente do cliente terão uma identificação. A ideia principal é melhorar a organização e evitar acidentes durante futuras intervenções. Esta identificação deverá ser feita por meio de etiquetas ou pequenas plaquetas identificadoras.

Além dos equipamentos, os cabos e conexões também deverão ser identificados tanto nos equipamentos situados nos ambientes da operadora quanto nos clientes. A cada alteração, o responsável pela atividade deverá atualizar a informação da etiqueta a fim de facilitar atividades futuras. Em resumo, as principais funções destas etiquetas são:

- Identificação dos locais e armários;
- Identificação dos equipamentos;
- Tabela de ocupação dos equipamentos;
- Origem e destino das conexões;
- Identificação dos cabos, inclusive em pontos intermediários.

Nas figuras 61, 62 e 63 têm-se sugestões de etiquetas de identificação:



Figura 61 – Modelo de identificação do roteador de distribuição
Fonte: Autoria própria.

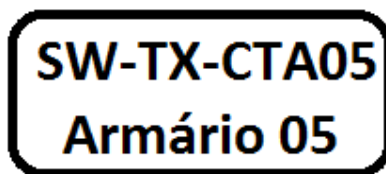


Figura 62 – Modelo de identificação de um dos switches de transmissão
Fonte: Autoria própria.

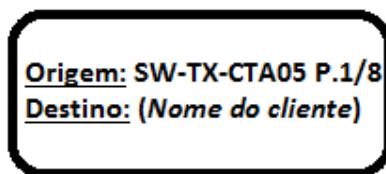


Figura 63 – Modelo de identificação de um cabo
Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou como objetivo a realização de um estudo sobre uma possível forma de atendimento a um cliente corporativo através de rede virtual privada, onde se destaca o sucesso do funcionamento quando adequadamente projetada.

As redes virtuais privadas têm se mostrado cada vez mais presentes e necessárias nas grandes empresas devido, principalmente, a flexibilidade, segurança e rapidez nos serviços de transmissão, recepção, processamento e armazenamento de informações.

A título de esclarecimento cabe ressaltar que a necessidade de alteração na infra-estrutura física do cliente final, durante aplicação prática deste projeto, não foi descrita, tornando-se necessário uma avaliação a parte das adequações necessárias para viabilização construtiva do projeto em cada ambiente do cliente.

Quanto à elaboração da infra-estrutura da rede, se fizeram presentes as dificuldades de se calcular a quantidade de cabo de fibra óptica que deveria ser utilizado na construção do cabeamento estruturado e como este seria instalado e adequado nas ruas. Porém essa dificuldade já era esperada, tendo em vista que o projeto não foi aplicado de forma prática até então.

Outra pequena dificuldade encontrada se deu no momento de definir os locais onde os armários seriam instalados. Desta maneira, optei por simular este ambiente de forma simples e segura a permitir maior segurança dos equipamentos neles instalados.

Em síntese, pode-se dizer que quase não existiram surpresas na elaboração e montagem da rede.

No que diz respeito a futuras implementações e melhorias, vale ressaltar a possibilidade de se ampliar a rede da operadora bem como a quantidade de acessos a possíveis futuras unidades comerciais do cliente independente da forma como os demais são atendidos.

Neste momento se faz oportuno demonstrar a minha satisfação, uma vez que o Trabalho de Conclusão de Curso exigiu grande conhecimento técnico. Assim sendo, este instrumento certamente servirá de base para outros acadêmicos que desejam expandir seu conhecimento no que tange à área de telecomunicações.

6 REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **Protocolo DHCP**. Info webster, 2005. Disponível em: <<http://www.infowester.com/dhcp.php>> Acesso em: 25 mai 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14565**: Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada. Rio de Janeiro, 2006. 67 p.

CISCO Systems A. **Cabeamento estruturado**. CISCO Systems, 2006. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/6978464/Curso-Da-CISCO-de-CabeamentoEstruturado>> Acesso em: 06 mai 2013.

CISCO Systems B. **Currículo Multimídia Cisco Versão 3.1. Módulo 1 – Conceitos Básicos de Redes**. São Paulo, SP: CISCO Systems, 2006. 1 disco laser.

CISCO Systems C. **Currículo Multimídia Cisco Versão 3.1. Módulo 2 – Conceitos Básicos de Roteador e Roteamento**. São Paulo, SP: CISCO Systems, 2006. 1 disco laser.

CISCO Systems D. **Currículo Multimídia Cisco Versão 3.1. Módulo 3 – Switching Básico e Roteamento Intermediário**. São Paulo, SP: CISCO Systems, 2006. 1 disco laser.

CISCO Systems E. **Currículo Multimídia Cisco Versão 3.1. Módulo 4 – Tecnologias WAN**. São Paulo, SP: CISCO Systems, 2006. 1 disco laser.

CISCO. **Roteador**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.cisco.com> Acesso em: 06 mai 2013.

CUBAS. **Cabemaneto estruturado.pdf**. 2007. 1 arquivo (1.48 MB). 1 disco laser.

D-LINK. **Modem, switch e conversor óptico**, 2013. 3 fotografias, color. Disponível em: <www.dlinkla.com> Acesso em: 22 mai 2013.

EIA TIA 568B - Cabeamento Estruturado. Disponível em: <http://www.cabeamento-estruturado.com/EIATIA_568B_cabeamento_estruturado.asp> Acesso em: 22 mai 2013.

ELBRAN. **Eletroduto rígido**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.elbran.com.br> Acesso em: 18 jan 2013.

ELETRO Hércules. **Eletroduto flexível**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.eletohercules.com.br> Acesso em: 18 jan 2013.

ENCORE. **Hub**, 2010. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.encore-usa.com> Acesso em: 24 mai 2013.

FERNANDES, Luiz Felipe de Camargo. **Redes Ópticas**. Teleco, 2013. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/colaborador/luizfelipe.asp>> Acesso em: 12 abr 2013.

FIGUEIREDO, Messias B.; SILVEIRA, André Oliveira. **Sistemas de cabeção estruturada EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801 - RNP**. Estoke Telecomunicações Ltda, 2002. Disponível em: <<http://www.estoke.com.br/downloads/iso11801.pdf>> Acesso em: 22 jun 2013.

FOOTHILLS NetCom. **Suporte tipo gancho**, 2010. Disponível em: <www.foothillsnetcom.com> Acesso em: 17 jun 2013.

GLOBAL Tronic. **Repetidor**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.globaltronic.com.br> Acesso em: 13 mai 2013.

MOD Line. **Piso elevado**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.modline.com.br> Acesso em: 17 jun 2013.

MORIMOTO, Carlos E. **Redes, Guia Prático**. GDH Press e Sul Editores, 2008.

MORIMOTO, Carlos E. **Proxy**. 2013. Disponível em: <www.guiadohardware.net> Acesso em: 18 jun 2013.

ORBITA Eletricidade. **Eletrocalha**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.orbitaeletricidade.com.br> Acesso em: 18 jan 2013.

PINHEIRO, José Mauricio dos Santos. **Equipamentos para redes**. 2004. Disponível em: <http://www.projetoederedes.com.br/tutoriais/tutorial_equipamentos_de_redes_01.php> Acesso em: 20 jun 2013.

ROOS, Júlio. **Cabeamento Estruturado**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Antenna Edições Técnicas, 2007.

ROOS, Júlio. **Redes de Computadores**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Antenna Edições Técnicas, 2008.

SETE Plus. **Rack**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.seteplus.com.br> Acesso em: 22 mai 2013.

SOUZA, Oscar Felizzola. **Prateleira**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br> > Acesso em: 08 jan 2013.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

TECNOLOGIA Lopez. **Canaleta**, 2010. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.tecnologiaopez.com> Acesso em: 07 jun 2010.

FILIPETTI, Marco. **VRRP x HSRP x GLBP**. 2013. Disponível em: <<http://blog.ccna.com.br/2008/12/16/pr-vrrp-x-hsrp-x-glbp/>> Acesso em: 20 mai 2013.

DIGITEL, Networks. **Modem**, 2009. 1 fotografia, color. Disponível em: <www.digitel.com.br > Acesso em: 08 fev 2013.

REDLINE, Software. **VPN**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em <<http://www.redline-software.com/eng/company>> Acesso em: 20 jun 2013.

VIENTHONGLAOCAI. **VPN**, 2013. 1 fotografia, color. Disponível em <<http://vienthonglaocai.vn/> > Acesso em: 20 jun 2013.