

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Erasmio Claret Fernandes Souza

PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS UNIDADES DO MPRN ATRAVÉS DE UMA
REDE DE DADOS ÚNICA

NATAL / RN

2009

ERASMO CLARET FERNANDES SOUZA

**PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS SEDES DO MPRN ATRAVÉS DE UMA REDE DE
DADOS ÚNICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador:

Prof. Aluizio Ferreira da Rocha Neto

NATAL / RN

2009

**Catlogação na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos**

Souza, Erasmo Claret Fernandes

Projeto de integração das unidades do MPRN através de uma rede de dados Única. / Erasmo Claret Fernandes Souza. – Natal: FARN, 2009.
38f.

Orientador: Aluísio Ferreira da Rocha Neto (Msc.)

Monografia (Bacharel em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Banco de Dados – Monografia. 2. Redes – Monografia. 3. Software – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

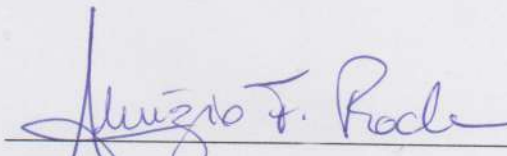
CDU 004.65

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Erasmo Claret Fernandes Souza

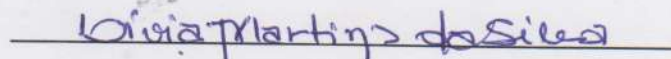
**PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS SEDES DO MPRN ATRAVÉS DE UMA REDE DE
DADOS ÚNICA**

Monografia apresentada e aprovada em ____ de ____ de ____, pela banca
examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof.º Aluizio Ferreira da Rocha Neto
Orientador

Membro Examinador



Membro Examinador

Natal, ____ de ____ de ____

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos:

Ao todo poderoso, criador de todas as coisas.

Ao meu orientador, pelo incentivo e por acreditar no meu projeto.

Aos meus pais, que foram os principais incentivadores para ingressar em um curso superior.

A minha irmã Kátia Regina Souza.

Ao meu Chefe Héber e ao grande Amigo de trabalho Josemberg e do meu Amigo de faculdade Werneck, pela ajuda e apóio na realização desse trabalho.

Ao pessoal de conectividade da COTIC especialmente ao Sr. Júlio Cesar de Araujo e do TJ-RN, pela troca de informações técnicas.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão deste curso de BSI, desta instituição.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor um projeto de interligação via rede de dados as unidades do Ministério Público do Estado do Rio Grande do Norte (MPRN), pois o atual cenário informacional do MPRN não atende as necessidades de comunicação e controle administrativo do executivo. Essa necessidade prejudica muitas vezes a eficiência no atendimento das atividades peculiares dessa instituição. De acordo com o anteposto, foi realizada uma pesquisa para escolher qual a melhor topologia de redes para agilizar a comunicação dados. Dessa forma, a rapidez, a segurança e o custo, foram os critérios básicos estabelecidos para a escolha da topologia de rede. Esses critérios foram importantes na tomada de decisão, visto que as informações que são permutadas diariamente são sigilosas e requerem uma transmissão de dados segura e rápida. Portanto, a topologia de rede que atende aos critérios pré-estabelecidos foi a VPN (Rede Privada Virtual). Essa VPN utiliza uma infraestrutura da Internet para o tráfego de dados de forma criptografada, através da combinação de hardware e de software permitindo a inviolabilidade dos dados.

Palavras-chaves: Rede de Computadores, Internet, VPN.

ABSTRACT

This work proposes a project to interconnect via computer network the units of Public Ministry of Rio Grande do Norte (MPRN), due the current view of informational MPRN not meet the communication needs and administrative control of the judiciary. This need prejudice the efficiency in meeting the specifics activities of this institution. According to the prepeded, was carried to choose the best topology networks to speed the communication of data. Thus, the speed, safety and cost, were the basic criteria for choosing the network topology. These criteria were important in decision making, since the information that is exchanged daily are secrets and require a safe data transmission and fast. Therefore, the network layout that meets the predetermined criteria was a VPN (Virtual Private Network). This uses a VPN infrastructure for Internet traffic data in encrypted form, through a combination of hardware and software allowing the inviolability of data.

Key-words: Network computers, Internet, VPN.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	12
2.2 REDES DE COMPUTADORES	13
2.3 PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO	13
2.4 TOPOLOGIAS DE REDES	14
2.4.1 Topologia em Estrela	15
2.4.2 Topologia em Anel	16
2.4.3 Topologia em barra (Linear)	16
2.5 TIPOS DE REDES	17
2.5.1 LAN (Redes Locais)	17
2.5.2 MAN (Redes Metropolitanas)	17
2.5.3 WAN (Redes Geograficamente Distribuídas)	17
2.6 PROTOCOLOS DE REDE	17
2.7 ENDEREÇAMENTO IP	18
2.8 EQUIPAMENTO DE CONECTIVIDADE	18
2.8.1 Placa Adaptadora de Rede	19
2.8.2 HUB (Concentrador)	19
2.8.3 SWITCH (Comutador)	19
2.8.4 Repetidores (Amplificador)	20
2.8.5 Bridges (Pontes)	20
2.8.6 Roteadores (Elemento de comutação)	21
2.8.7 Modem	21
2.9 MEIO DE ACESSO (ENLACE)	21
2.10 REDE VIRTUAL PRIVADA (VPN)	22
2.10.1 Protocolo VPN	23
2.10.2 Funcionamento	23
2.10.3 Topologias de uma conexão VPN	24
2.10.3.1 Host-host	24
2.10.3.2 Host-gateway (<i>Host-to-Lan</i>)	24
2.10.3.3 Gateway-to-gateway (<i>LAN-to-LAN</i>)	24
3 METODOLOGIA	26
3.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA BIBLIOGRAFIA	26
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS	26
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	27
4.1 ESTRUTURA ATUAL	27
4.2 COMPARATIVOS DE TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO	29
4.2.1 XDSL	29
4.2.2 Cabo (Cable)	29
4.2.3 Rádio	29
4.2.4 Satélite	29

4.2.5 LP (Linha Privada)	29
4.3 PROJETO DE INTERLIGAÇÃO DAS UNIDADES.....	31
4.4 PLANO DE ENDEREÇAMENTO.....	31
4.5 CONECTIVIDADE LÓGICA	32
4.6 VIABILIDADE DE INTERLICAÇÃO DAS UNIDADES.....	34
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de uma conexão de rede. Fonte: TYSON, 2009.	13
Figura 2: Relação : Custo x Benefícios x Recursos	14
Figura 3: Topologia em Estrela. Fonte TYSON, 2009.	15
Figura 4: Topologia em Anel. Fonte: TYSON, 2009.	16
Figura 5: Topologia em Barra. Fonte: TYSON, 2009	16
Figura 6 : Sistema interno do Hub. Fonte: ROCHA, 2005.	19
Figura 7 : Sistema interno de um Switch. Fonte : ROCHA, 2005.....	20
Figura 8 : Bridges. Fonte : REDES Locais (LAN), 2007/2008.	20
Figura 9 : Roteador. Fonte: Redes de Computadores - UFPB, 2001.	21
Figura 13 : Túnel VPN. Fonte: FAGUNDES, 2007.	22
Figura 14 : Túnel VPN. Fonte: FAGUNDES , 2007.	24
Figura 15 : Topologia Host-gateway. Fonte: FAGUNDES , 2007.....	24
Figura 16 : Topologia gateway-gateway. Fonte: FAGUNDES, 2007.	25
Figura 17 : Topologia atual de interligação das unidades da capital, com acesso a Internet através do link da COTIC	28
Figura 18 : Topologia proposta, para a interligação das unidades do MPRN utilizando a VPN	33

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Ministério Público do Rio Grande do Norte (MPRN) tem aumentado sua atuação na sociedade potiguar, fiscalizando e reivindicando o cumprimento das Leis e direitos da sociedade. Para que isso seja possível, o MPRN procura modernizar, apoiada nas tecnologias da informação, atuando em rede e fundamentada na informação. Essa modernização visa a melhorar a eficiência do órgão. Para alcançar a qualidade e a eficiência desejada, a organização deve compreender o processo decisório em um sistema de informação confiável e capaz de impulsionar as atividades prestadas.

A realidade atual do MPRN quanto à tecnologia de informações é deficitária, a maior parte do estado não tem acesso a sistemas desenvolvidos e mantidos na sede do órgão, Procuradoria Geral de Justiça, fazendo com que exista a necessidade de meios mais eficientes de comunicação. As redes de dados são isoladas e cada prédio, cerca de 70, não tem comunicação entre si.

Neste cenário era eminente a necessidade de conectar todo o MPRN, provendo internet em todos os pontos e principalmente viabilizando utilização de sistemas que aumentam a produtividade e controle na instituição.

O presente trabalho destina-se a apresentar a topologia do projeto de redes, com uma estrutura técnica planejada para interligar todas as unidades do órgão. Seu planejamento deve levar em consideração o tráfego de informações sigilosas e a necessidade de transmissão ininterrupta de dados bem como sua constância quanto a velocidade.

Outro aspecto analisado foi o financeiro, pois limitações de orçamento impedem projetos que impactem a economia do órgão.

Espera-se que a implantação desta interligação favoreça o processo de comunicação, aumentando a eficiência do órgão e principalmente melhore a atuação do MPRN para a sociedade que ele atende.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O principal problema encontrado foi a dependência praticamente total com a Coordenadoria de Tecnologia de Informação (COTIC), seja através de uso de seus computadores e equipamentos de conectividades. Dificultando informações técnicas para o setor de Informática do MPRN.

O acesso à Internet fornecido pelo governo do Estado, através da COTIC, sofre grandes limitações de acesso, na qual utiliza filtros no servidor Proxy desse órgão. Esses

filtros criam uma série de problemas para o acesso à Internet do MPRN, uma vez que o critério de filtragem é definido pelos profissionais da COTIC, nem sempre é possível conciliar os interesses e dessa forma, o que é tido como acesso adequado para o Ministério Público, nem sempre é visto da mesma forma pelos profissionais da COTIC. Toda e qualquer alteração nessa política de acesso, capacidade do correio eletrônico (e-mail), até mesmo acesso aos equipamentos, tem que ser feita através de ofícios a esse órgão.

Esse comportamento demonstra uma falta de autonomia do Ministério Público Estadual do RN, em relação à critérios importantes como segurança, desempenho e gerenciamento.

1.2 OBJETIVOS

Criar um projeto de interligação das redes de dados das unidades do MPRN, com a melhor solução em termos de custo/benefícios.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, as seguintes etapas foram:

- a) Analisar as várias soluções de interligação de pontos remotos existentes no mercado;
- b) Comparar as várias soluções analisadas, definindo aspectos de custo/benefício;
- c) Escolher a melhor solução em termos de custo/benefícios;
- d) Definir a topologia das interligações das várias unidades do MPRN de acordo com a solução adotada.

1.3 JUSTIFICATIVA

A atual estrutura da rede de computadores do MPRN apresenta alguns problemas relativos a custo e políticas de uso da rede. O problema do custo é devido ao pagamento de enlaces caros (LPs - Linhas Privadas) para interligar as unidades do MPRN a COTIC. E o segundo problema é que atualmente a COTIC define o que pode ou não ser acessado pela rede do MPRN.

Tendo em vista essa problemática e através dos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de informação de dados, aliados a experiência profissional, surgiu a possibilidade de propor esse trabalho como uma forma de solucionar a problemática do sistema de redes atual e contribuir para melhoria dos serviços prestados pelo MPRN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Iniciada durante a década de 50, com o surgimento dos primeiros sistemas de computadores. Baseados em grandes equipamentos para processamento e armazenamento de informações que eram processadas em lote (batch). Eram máquinas operadas por pessoas altamente especializadas (TGSI/FMR, 2009).

Nos anos 60 e 70, surgiram os Mainframes, utilizando os Terminais Burros e as primeiras impressoras. Caracterizados por circuitos de baixa velocidade e utilização de processamento em batch. Dependência de gerenciamento centralizado. Utilização de rede X-25 (TGSI/FMR, 2009).

Início dos 80 surgiu dos computadores Pessoais (PC) com tecnologia digital e a micro-eletrônica. Caracterizados por baixo custo e gerenciamento descentralizado, surgindo à individualização do usuário (TGSI/FMR, 2009).

No fim dos anos 80, surgiram as redes locais de computadores (LAN), com as principais tecnologias de interconexão: Ethernet, FDDI e Token-Ring, com recursos de compartilhamento e transferência de arquivos. (TGSI/FMR, 2009).

Na década de 90, período onde as fronteiras geográficas deixaram de ser barreiras à troca de informações. O surgimento das redes corporativas baseadas em sistemas abertos, tornou-se possível a interligação das diversas tecnologias de redes de computadores. As redes corporativas motivaram uma reengenharia das aplicações, que começaram a fazer uso dos recursos de distribuição de dados e de processamento. Este aumento de demanda de tráfego inter-redes estimulou o desenvolvimento de novas tecnologias de telecomunicação como o Frame-Relay, ATM e TC-DATA.

Nesse mesmo período, popularizou o uso da Internet, com um aumento significativo de usuários. No final década de 90 e a primeira década do século XXI houve mudanças estruturais nas redes, onde a Telefonia compartilhará a mesma rede com a comutação de dados a alta velocidade e, integrará serviços hoje inéditos ou prestados por redes segregadas, como por exemplo: Voz sobre IP, Videoconferência e outros serviços (TGSI/FMR, 2009).

2.2 REDES DE COMPUTADORES

Segundo SOARES et al. (1995, p.10), uma rede de Computadores é formada por um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação, ilustrado na figura 01.

Esse sistema de comunicação constitui um arranjo topológico interligando vários módulos processadores que através de enlaces físicos (meio de transmissão) e de um conjunto de regras (protocolos) organizam a comunicação.

A união dos computadores e das comunicações teve uma profunda influência na forma como os sistemas computacionais eram organizados. O modelo de um único computador atendendo a todas as necessidades de uma organização foi substituído pelas redes de computadores (TANENBAUM, 2003, p. 18).

Um dos motivos do surgimento das redes foi a necessidade de trocar informações em um tempo hábil. Uma propriedade fundamental das redes de dados é a multiplexação. A multiplexação permite que várias conexões em rede compartilhem as mesmas facilidades de transmissão (OSBORNE, 2003, p. 01).

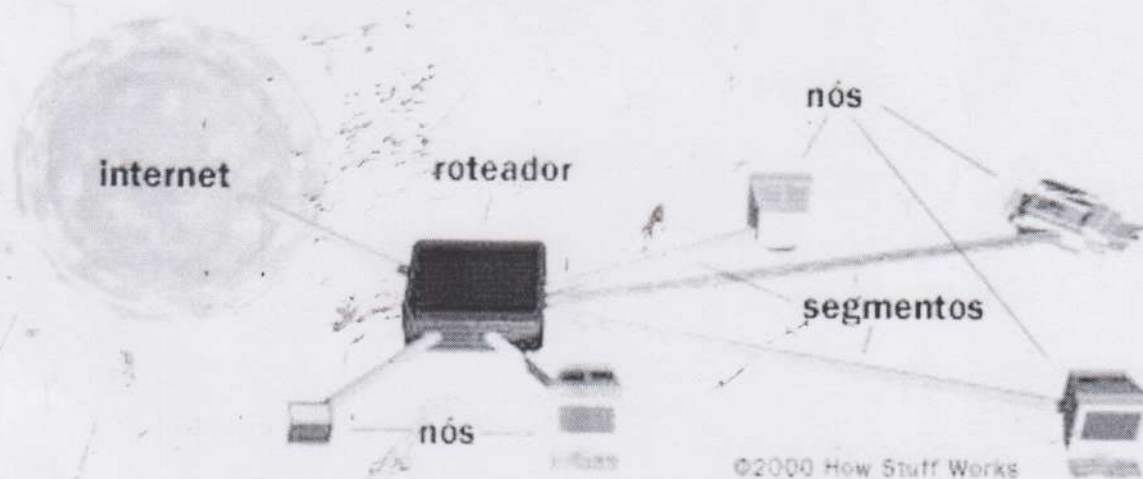


Figura 1: Esquema de uma conexão de rede. Fonte: TYSON, 2009.

2.3 PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO

Para a implantação de um projeto de redes vários aspectos devem ser considerados afins de que haja um equilíbrio entre custo e benefício, na verdade busca-se um maior numero de benefícios por valor empregado.

Um projeto mal elaborado pode trazer diversos problemas tanto técnicos como financeiros para uma instituição. O segredo de uma implementação eficiente esta no equilíbrio entre os custos para implantação, os benefícios almejados e os recursos disponíveis (Figura 02). Tal tarefa apesar de morosa e muitas vezes complexa deve ser planejada e orientado pelo projeto de redes, bem como pelo plano orçamentário do órgão.

Entretanto, Muitas vezes o que prevalece quando um projeto de rede é implementado é o custo, desequilibrando a relação com os demais fatores. “Os custos com desempenho e segurança na verdade vão refletir muitas vezes a qualidade do serviço, o nível de detalhamento com equipamentos mais sofisticados e segurança. Entretanto um projeto mau feito, e sem planejamento, onera o serviço inviabilizando sua expansão futura e a eficácia da solução” (PINHEIRO, 2009).

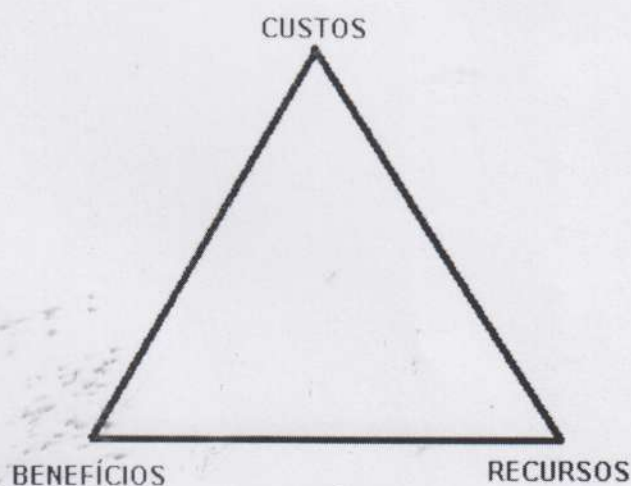


Figura 2: Relação : Custo x Benefícios x Recursos. Fonte: PINHEIRO, 2009

2.4 TOPOLOGIAS DE REDES

Segundo Rocha (2003), A topologia de uma rede refere-se à forma como os enlaces físicos (meios de transmissão) e os nós de comutação estão organizados, determinando os caminhos físicos existentes e utilizáveis entre quaisquer pares de estações conectadas a essa rede. O dimensionamento das redes de conexão entre computadores irá caracterizar o seu tipo, eficiência, custo, velocidade de transmissão e tecnologia utilizada.

2.4.1 Topologia em Estrela

Nesse tipo de topologia, ilustrado na figura 03, cada estação é interligada um concentrador, normalmente um hub ou switch, através do qual todo tráfego de informação das estações passa por esse equipamento. É o modelo de topologia mais utilizado atualmente. (SOARES et al., 1995, p. 25).

Essa topologia ajuda a proteger a rede de danos, porque cada cabo conecta somente uma máquina. Se uma das estações tiver algum problema, ficar isolando das outras estações e a rede continua operando normalmente. O maior problema dessa topologia é dada ao elemento central, no qual as falhas provocam a parada total do sistema (COMER, 2001, p. 86)

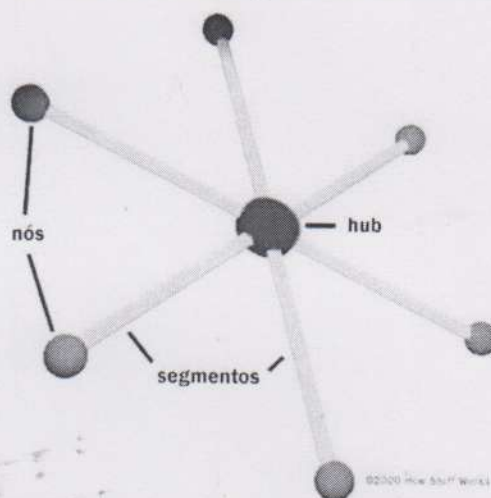


Figura 3: Topologia em Estrela. Fonte TYSON, 2009.

2.4.2 Topologia em Anel

A rede em forma de anel consiste estações conectadas logicamente em um único caminho, não ligando estações diretamente, formando um loop fechado (SOARES et al., 1995, p.27), conforme ilustrado na figura 04.

Essa topologia torna mais fácil aos computadores coordenarem o acesso e detectarem se a rede está operando corretamente. Mas se um dos cabos entre as estações for cortado, a rede inteira é desativada, tornando inoperante a troca de informações. (COMER, 2001).

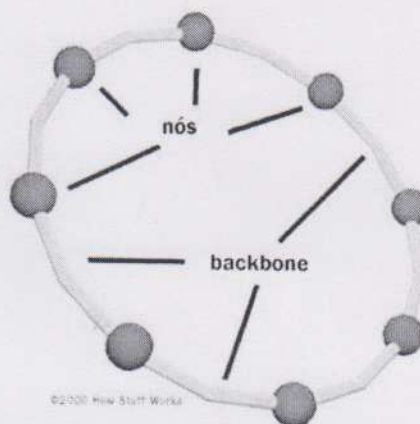


Figura 4: Topologia em Anel. Fonte: TYSON, 2009.

2.4.3 Topologia em barra (Linear)

Nessa topologia, conforme ilustrado na figura 05, todas as estações são ligadas em um mesmo meio de transmissão (barramento). Essa topologia está sendo lentamente abandonada, (SOARES et al., 1995, p.34).

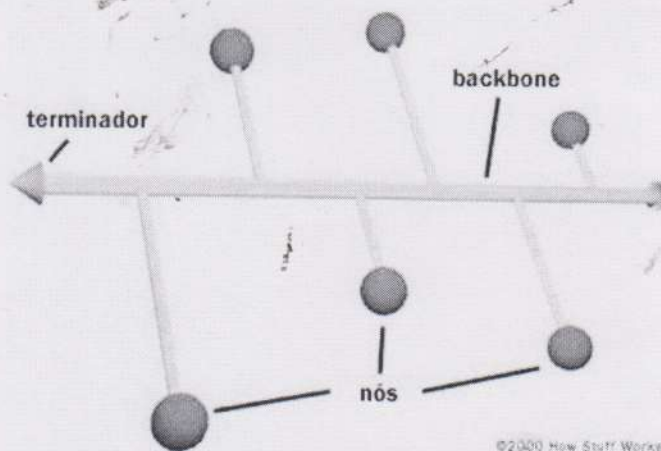


Figura 5: Topologia em Barra. Fonte: TYSON, 2009

2.5 TIPOS DE REDES

Os tipos de redes de computadores são caracterizados pelo seu dimensionamento, a tecnologia de transmissão e topologia.

2.5.1 LAN (Redes Locais)

Esse tipo de redes é amplamente usado na interconexão de equipamentos de comunicação em uma pequena área, possui alcance restrito e está associada a uma alta taxa de transmissão (10 Mbps a 1Gbps) com baixa taxa de erro e de retardo (delay) (SOARES et al.,1995, p.11). O custo de instalação e manutenção é econômico em relação a outras redes, além disso, o seu gerenciamento é simplificado (Tanenbaum, 2003, p.18).

2.5.2 MAN (Redes Metropolitanas)

São Redes que apresentam características semelhantes à redes locais, sendo que esse tipo de rede cobrem distâncias maiores que as LAN, operando em velocidade menores e geralmente utiliza a mesma tecnologia. Surgiram da necessidade de se compartilhar recursos por uma comunidade de usuários geograficamente dispersos. (SOARES et al.,1995, p.12).

2.5.3 WAN (Redes Geograficamente Distribuídas)

São Redes que abrangem uma grande área geográfica atingindo fronteiras internacionais ou mesmo continentais. Esse tipo de rede caracteriza pela baixa taxa de transmissão e custo bastante elevado (SOARES et al.,1995, p. 12).

Também caracteriza-se por conter muitos enlaces (cabo, fibra óptica, rádio e Satélite), e em cada extremidade de um enlace estão conectadas a um roteador. Esses roteadores comunicam entre se, formando uma sub-rede de comutação de informações (TANENBAUM, 2003, p. 22).

2.6 PROTOCOLOS DE REDE

É um conjunto de regras que especifica o formado de mensagens, e as ações apropriadas exigidas para cada mensagem, ou seja, definem como os dados serão

transmitidos; como será feito o controle de erros e a retransmissão de dados; como os computadores serão endereçados dentro da rede. Para que todos os dispositivos de uma Rede consigam conversar entre si, todos eles deverão estar usando uma mesma linguagem, isto é, um mesmo protocolo (COMER, 2001, p. 192).

Toda a parte física de rede serve para criar um meio de comunicação entre os micros da rede, mas para haver realmente a comunicação, é preciso que ambos utilizem o mesmo protocolo de rede.

2.7 ENDEREÇAMENTO IP

O IP foi projetado para permitir a interconexão e redes de computadores que utilizam a tecnologia de comutação de pacotes. Esse número (endereço) IP guarda informações de redes quando a um host individual ou um dispositivo qualquer de uma de uma rede TCP/IP. Um endereçamento IP não idêntica uma máquina individual, mas uma conexão à inter-rede (SOARES et al., 1995, p.315).

O endereçamento é um componente crítico da abstração de inter-rede. Para dar a aparência de um sistema único uniforme, todos os computadores devem usar um esquema de endereçamento uniforme, e cada endereço deve ser único. O IP utiliza três classes diferentes de endereços.

Na primeira classe de endereços, classe A, permite que se tenham até 126 endereços de rede com 16 milhões de hosts. Essa classe de endereço é usada para redes de grande porte.

A classe B. Os endereços de redes classe B variam na faixa de 128.1 até 191.255, e cada Rede pode interligar cerca de 65 mil hosts.

A classe C. Os endereços de rede situam-se na faixa de 192.1.1 até 223.254.254, e cada rede pode endereçar 254 hosts (SOARES et al., 1995, p.317).

2.8 EQUIPAMENTO DE CONECTIVIDADE

São componentes de um sistema de comunicação, em uma topologia, interligando os vários módulos processadores através de enlaces físicos, ou seja, são equipamentos responsáveis pela união/interligação de redes e computadores.

Entre os principais elementos de componentes de uma rede de computadores, podemos citar os hubs, switchs, concentradores e roteadores, os quais são definidos a seguir:

2.8.1 Placa Adaptadora de Rede

As placas adaptadoras de rede são os elementos de interface entre o cabeamento estruturado e os periféricos e os computadores e periféricos sejam ligados efetivamente na rede. Além de funcionar como um meio de comunicação, a placa de rede desempenha várias funções essenciais, como a verificação da integridade dos dados recebidos e a correção de erros (REDES LOCAIS, 2008, p.28).

2.8.2 Hub (Concentrador)

É um tipo de concentrador muito utilizado em topologia estrela. Funcionando assim como uma peça central, que recebe os sinais transmitidos pelas estações e os retransmite para todas as demais. Ilustrado na figura 06. Uma das vantagens desse tipo de equipamento é a possibilidade de adição de novas estações sem a parada total da rede (SOARES et al., 1995, p.32).

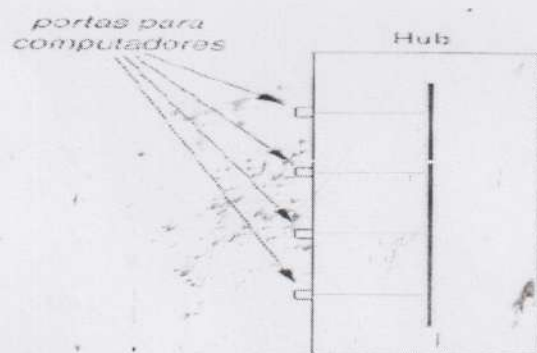


Figura 6.: Sistema interno do Hub. Fonte: COMER, 2001.

2.8.3 Switch (Comutador)

Assim como os hubs, o switch é outro tipo de concentrador. Os switches são independentes do meio de transmissão (SOARES et al., 1995, p.33), ilustrado na figura 07.

A principal diferença entre um hub e um switch é que todos os nós conectados a um hub dividem a banda, enquanto um dispositivo conectado a um switch tem toda a disponibilidade da banda para si.

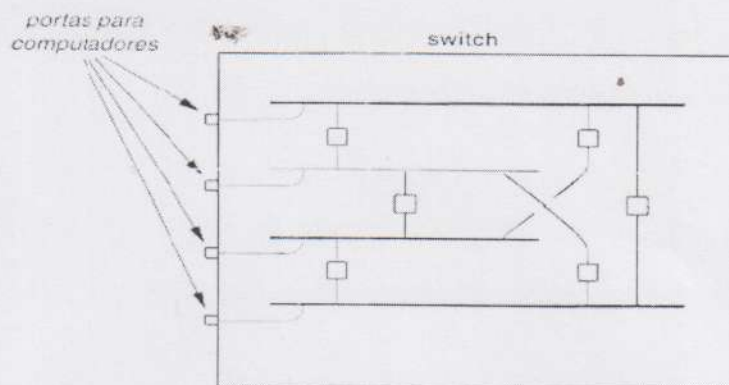


Figura 7 : Sistema interno de um Switch. Fonte : COMER, 2005.

2.8.4 Repetidores (Amplificador)

Os repetidores são utilizados para a interligação de duas ou mais redes idênticas. Com distância muito grande em uma LAN, utilizar os repetidores, reforçando o sinal proveniente de um lado para outro (bidirecional) da rede. Problemas (erros) como ruídos, colisões, mau contato e interferência que são passados de um lado para o outro, prejudicando a performance geral da rede, foram projetadas as Bridges para evitar esses tipos de problemas (SOARES et al., 1995, p.326).

2.8.5 Bridges (Pontes)

As bridges são repetidores inteligentes. Ela trabalha em modo *promíscuo* (promiscuous mode). Este modo tem a capacidade de ler e analisar os pacotes que estão circulando na rede, interligada à bridge. Fazendo com que a ponte, não replique algum tipo de erro para outros segmentos de origem. Outro papel que a ponte, em princípio poderia ter, é o de interligar redes que possuem arquiteturas diferentes (REDES LOCAIS, 2008, p.48), conforme ilustrado na figura 08.

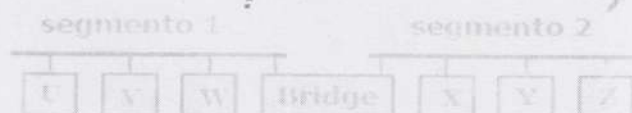


Figura 8 : Bridges. Fonte : REDES LOCAIS, 2009.

2.8.6 Roteadores (Elemento de comutação)

É um computador ou dispositivos computadorizado de propósito específico dedicado à tarefa de interconectar redes. Um roteador tem um processador e memória convencional, como também uma interface de E/S separada para cada rede que conecta. Em resumo, os roteadores são os encarregados de fazer com que os dados fluam entre diferentes redes. É uma função totalmente diferente de um switch ou hub, aparelho usado numa rede local para interligar os computadores. Um hub ou switch, ao contrário de um roteador, deixa passar qualquer pacote broadcast que recebe para todos os outros segmentos do domínio broadcast. (Gomes, 1999, p. 37), conforme ilustrado na figura 09.

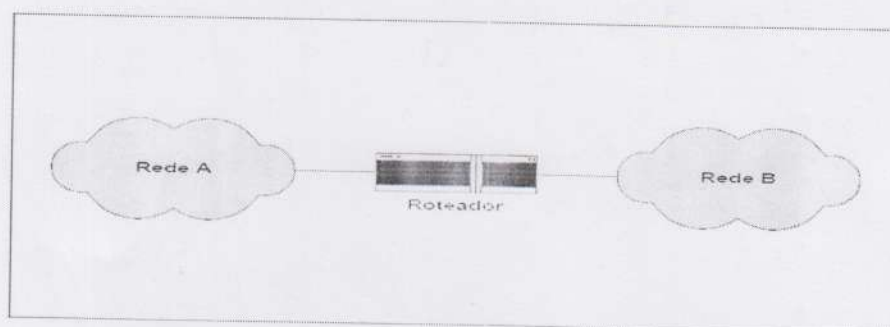


Figura 9 : Roteador. Fonte: Redes de Computadores - UFPB, 2001.

2.8.7 Modem

Segundo Topke (2000, p.13), O modem é um equipamento genérico, utilizado para adaptação de meio físico, ou seja, recebe sinais elétricos provenientes do computador e os modifica para sua melhor acomodação no meio de transporte em questão.

Na realidade a vários tipos de modems, uma para cada tipos de conexão, como por exemplo temos os modem a cabo (TV a Cabo), modem SAT(Satélite) e modem ADSL (Velox) e a Rádio.

2.9 MEIO DE ACESSO (ENLACE)

Para que uma conexão entre dois nós de rede, micros ou ativos, tenha segurança e seja eficiente deve se preocupar com camada de transmissão ou enlace de rede. Deve-se procurar também adequar os meios físicos como cabo coaxial, linha telefônica, rádio ou satélite, por exemplo, para obter um melhor desempenho requerido ao final do projeto.

Redes fisicamente separadas podem ser vistas logicamente como uma única Rede, facilitando a administração. Além do compartilhamento de recursos de uma Rede de computadores, tais como impressoras e unidades de armazenamentos.

Cada tipo de topologia de VPN tem a sua configuração específica, o principal é a garantia de segurança. Isso se deve ao fato dos dados trafegarem por uma rede pública aberta, como a Internet. Assim qualquer tipo de topologia de VPN deve conter (LIMA, et al, 2009):

- Autenticação: consiste em identificar os agentes da comunicação, para que o acesso seja restrito às pessoas autorizadas.
- Criptografia: consiste em codificar os dados, para que as informações não possam ser lidas, caso sejam interceptadas por pessoas não autorizadas.
- Tunelamento: consiste em encapsular os dados para trafegar sobre a Rede pública, sendo que os dados devem ser codificados antes do encapsulamento.

2.10.1 Protocolo VPN

Para garantir a segurança na comunicação entre os pontos finais de uma VPN, é necessário a utilização de protocolos. Os protocolos são responsáveis pela abertura e gerenciamento das sessões de túneis VPN, onde as duas extremidades do túnel negociam a configuração dos parâmetros para estabelecimento do túnel, tais como endereçamento, criptografia e parâmetros de compressão (FAGUNDES, 2007, p.40). O protocolo utilizado nesse trabalho de monografia, para esse fim, será o PPTP (*Point to Point Tunneling Protocol*).

2.10.2 Funcionamento

Uma vez que o túnel é estabelecido os dados podem ser enviados. O cliente ou servidor do túnel utiliza um protocolo de tunelamento de transferência de dados que acopla um cabeçalho preparando o pacote para o transporte. Então este envia o pacote encapsulado na Rede que o roteará até o outro lado do túnel. Ao receber o pacote, desencapsula removendo o cabeçalho adicional e encaminha o pacote original à Rede destino.

2.10.3 Topologias de uma conexão VPN

2.10.3.1 Host-host

Nessa arquitetura, a comunicação entre dois hosts com acesso a internet, separados fisicamente podendo estar ou não em uma rede. A finalidade para este tipo de conexão seria para sincronismo de dados. (FAGUNDES, 2007), conforme ilustrado na figura 11.

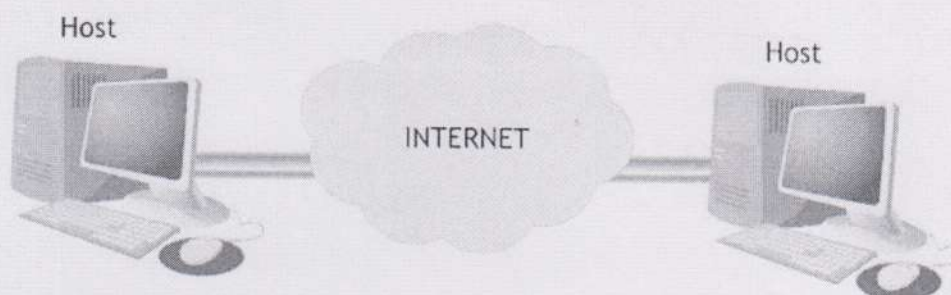


Figura 11 : Túnel VPN. Fonte: FAGUNDES , 2007.

2.10.3.2 Host-gateway (*Host-to-Lan*)

Outro tipo de conexão VPN é a *host-to-gateway*. Onde um host em trânsito, conecta em um provedor Internet e através dessa conexão, estabelece um túnel com a rede remota, conforme ilustrado na figura 12.

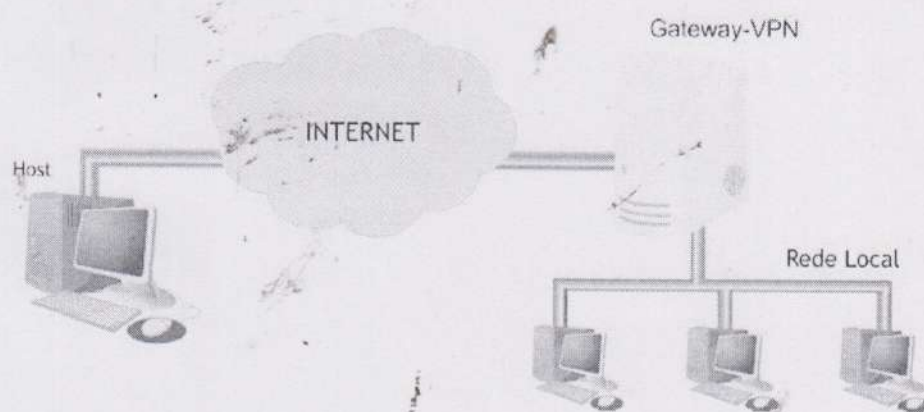


Figura 12 : Topologia Host-gateway. Fonte: FAGUNDES , 2007.

2.10.3.3 Gateway-to-gateway (*LAN-to-LAN*)

Esse tipo de VPN, que é transparente ao usuário, onde duas ou mais redes fisicamente separadas fossem logicamente uma única rede, é chamada de *gateway-to-gateway*, onde o

túnel VPN é iniciado e finalizado nos *gateways* das unidades (redes). Assim, redes geograficamente dispersas podem compartilhar os mesmos recursos (impressora, etc.) de rede com um custo muito reduzido. (FAGUNDES, 2007), conforme ilustrado na figura 13.

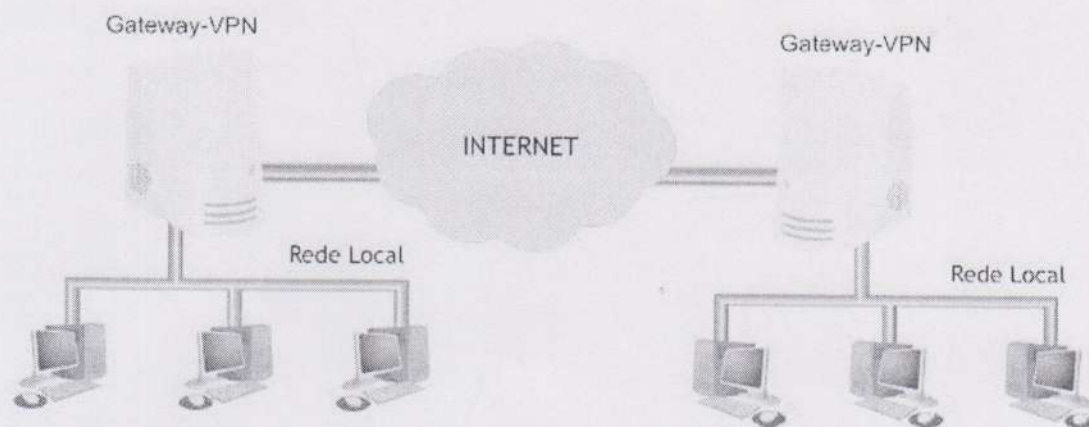


Figura 13 : Topologia gateway-gateway. Fonte: FAGUNDES, 2007.

3 METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTO E ANALISE DA BIBLIOGRAFIA

Para o embasamento teórico e prático desse trabalho foi necessário um levantamento bibliográfico nas principais fontes de pesquisa e acervos literários, tais como: livros, revistas especializadas em informática, publicações em jornais e revistas técnicas científicas, em apontamentos de sala de aula e na rede web.

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS

Para realização desse trabalho foi estudado um modelo de conectividade da atual administração do Ministério Público como seus órgãos de apoio.

Depois de definido um modelo, foi realizado um planejamento de como será o projeto das interligações físicas e lógicas dos computadores, além de especificar o tipo de cabeamento, nos seguintes aspectos básicos, como por exemplo, desempenho de comunicação, facilidade de manutenção, possibilidade de expansão e segurança das informações.

Além do mais, será realizado um estudo de todos os acessórios utilizados na conectividade de uma rede de dados, na distribuição corretamente dos 'nós', para que a rede tenha o melhor desempenho possível.

4 ANALISE DE RESULTADOS

4.1 ESTRUTURA ATUAL

O órgão do Ministério Público do Rio grande do Norte (MPRN) que tem sua Sede (Unidade 01) situada no bairro de candelária, nessa cidade. Este órgão tem vínculo (Link) direto com o anexo (Unidade 02) desse órgão, situado no centro da cidade. Essas unidades são as principais para órgão do MPRN, por concentrar uma maior demanda de informações, ou seja, um maior uso da estrutura da Rede de dados e um maior acesso à Internet. Mas as duas unidades principais não têm nenhuma interligação como às demais unidades localizadas no interior do Estado.

A Rede da unidade Sede (Unidade 01) do órgão e a Rede do anexo (Unidade 02) acessam a Internet por meio de um link dedicado de 2 Mbps, fornecida por uma operadora local, por intermédio da COTIC. Essa topologia de interligação pela COTIC gera altos custos mensais com o aluguel dos canais além de haver a necessidade de aquisição de equipamentos caros para a interligação dos mesmos. O uso de apenas um link dedicado para interligar as duas principais unidades do MPRN, pode ser uma solução compensadora em relação custo e benefícios, pois essas unidades concentram um maior numero de usuários. O fator gerador do alto custo de uso desse link é a duplicidade de equipamentos e canais de acesso, onde estão instalados em cada extremidade da conexão. A unidade Sede utiliza dois modems, dois roteadores e um link dedicado, para ter acesso a Internet, o mesmo fato acontece com o seu anexo (Unidade 2). Conforme ilustrado na figura 14.

As demais unidades que encontram em outros municípios estão interligadas à Internet por diversos meio de comunicação. As Redes internas das unidades (01 e 02) do órgão da capital, conta com computadores servidores e equipamentos de conectividade, como switch, roteadores e outros. Em relação ao suporte técnico para prestar uma boa assistência de conectividade de Rede e Internet, fica a desejar, por não ter um quadro de técnicos especializados nessa área (Redes/ Segurança/conectividade).

No computador servidor da unidade Sede, roda um serviço de banco de dados e backups e demais serviços que precisa ser acessado tanto pelos funcionários e pelos Promotores de Justiça, lotados na unidade Sede. As demais unidades do MPRN não têm acesso a essas informações.

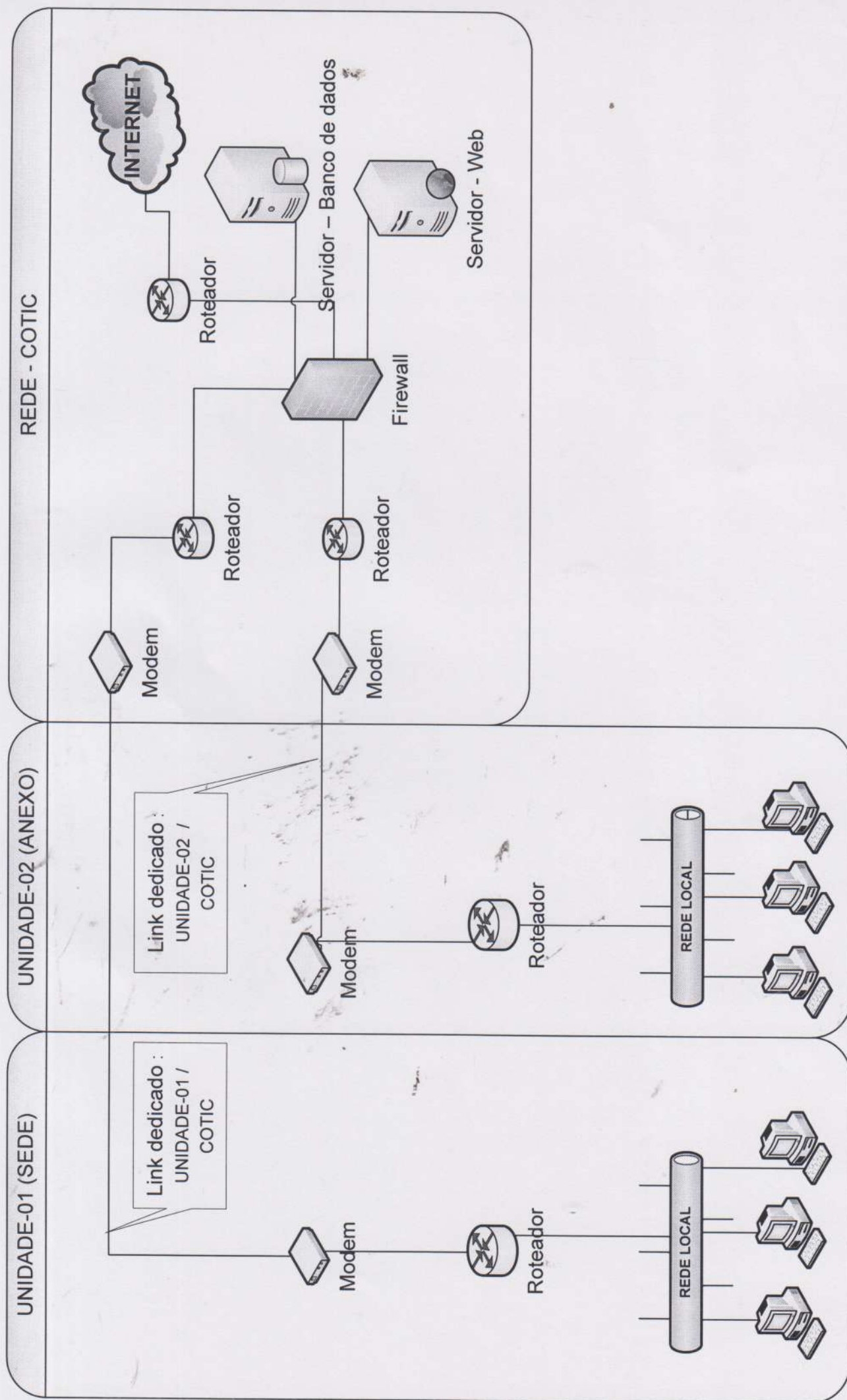


Figura 14 – Topologia atual de interligação das unidades da capital, com acesso à Internet através da COTIC

4.2 COMPARATIVOS DE TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO

4.2.1 XDSL

É uma tecnologia de acesso rápido que usa uma estrutura já existente para transmitir informações, as linhas telefônicas. A vantagem de ser oferecidas em várias cidades, e por não tem um link compartilhado entre os usuários, esse serviço consideravelmente um dos seguros e confiável em termos de qualidade. No entanto não cobre distancias muito longas, com perda sensível de performance à medida que a distância entre os pontos de comunicação aumenta.

4.2.2 Cabo (Cable)

Utilizando a estrutura de Rede de televisão a cabo (CATV) para transmissão de dados, através de um modem a cabo. Como compartilha a banda entre os nós participantes do sistema, à perda de performance na comunicação. Esse tipo de tecnologia atinge alta densidade de transmissão. Mas não existe cobertura em todo o Estado do Rio Grande do Norte, nesse caso, não se aplica.

4.2.3 Rádio

Esse tipo de transmissão é muito interessante para locais sem infraestrutura de comunicação, onde inclusive pode ser a única opção. Apresenta as vantagens de não se investir em cabos e em serviços da operadora de telefonia, além percorrer longas distâncias.

4.2.4 Satélite

O uso de satélite apresenta um grande potencial em áreas rurais, para transmissão de dados e acesso a Internet, através de um modem conectado diretamente a um computador ou a equipamento de rede. Mas necessita ter uma antena específica para cada tipo de velocidade. Estender fios telefônicos até milhares de pequenos municípios é algo que vai muito além do orçamento da maioria dos governos.

4.2.5 LP (Linha Privada)

São circuito (enlace) dedicado para o tráfego de dados, alugado de um provedor. Essa tecnologia é estável, não há compartilhamento de tráfego com outros clientes, que abrangem

em uma grande área. Mas a sua principal desvantagem é o seu alto custo de investimento e manutenção e a vantagem é o acesso assimetria no envio e recebimento de informações (as velocidades de *download* e *upload* são iguais).

Tabela 01 – Resumo da Vantagens e Desvantagens dos meios de comunicação.

Transmissão	Vantagens	Desvantagens
Satélite (*)	▪ Sistema de rápida ativação, sem dependência de infra-estrutura de Redes terrestres; ▪ Maior cobertura geográfica.	▪ A velocidade de banda depende da região de cobertura do satélite; ▪ Alto custo; ▪ Interferência pela variação do tempo; ▪ Acesso assimétrico.
XDSL	▪ Provê um canal privado e seguro de comunicação; ▪ Facilidade de instalação; ▪ Preço acessível; ▪ Bom desempenho.	▪ Depende da localidade p/ a implantação; ▪ Acesso assimétrico; ▪ Maior atenuação do sinal. ▪ Baixa taxa de upload de arquivos.
Link dedicado	▪ Provê um canal privado e seguro de comunicação; ▪ Maior largura de banda; ▪ Alta velocidade; ▪ Acesso simétrico.	▪ Custo de implantação, variando c/ o tipo de tecnologia adquirida.
Rádio	▪ Maior flexibilidade na montagem de redes; ▪ Preço acessível;	▪ Depende bastante da disposição geográfica dos pontos e é suscetível a variação do tempo; ▪ Maiores problemas em relação à segurança.
Cable	▪ Facilidade de instalação; ▪ Baixa atenuação do sinal.	▪ Depende da localidade p/ a implantação; ▪ A velocidade de transmissão caem sensivelmente a medida que mais usuário estão on-line; ▪ Acesso assimétrico.

(*) Experiência não aprovada pelos usuários do MPRN.

4.3 PROJETO DE INTERLIGAÇÃO DAS UNIDADES

A solução de rede que interligam cada uma das unidades do MPRN no Estado à unidade Sede deverá ser oferecida através de Redes privadas virtuais (VPN) a serem providas através da tecnologia disponibilizada para cada promotoria em cada região, com uma melhor relação custo e benefício, pois alto valor de links dedicados e frustrante comparado o orçamento da instituição (MPRN).

Para interligar as unidades do MPRN à Sede da Procuradoria será necessário a contratação de serviços de links. Tal contratação dependerá da disponibilidade de tecnologias na localidade levando-se em conta: as distâncias, a largura de banda necessária para atender a demanda da comarca, e os preços oferecidos para cada tipo de conexão.

Por concentrarem a maior quantidade de equipamentos e tráfego de informações com a unidade sede, a interligação das principais unidades (01 e 02) pólos em Natal (Rede unidade Sede e Rede do anexo) deverá possuir a melhor tecnologia disponível no mercado local, levando em consideração um maior benefício em detrimento de um maior custo. Com isso será possível alcançar altas taxas de transmissão com uma maior largura de banda e conexões com melhor desempenho.

Nas unidades do interior, utilizarão uma rede interna (Servidor Cliente VPN), a comunicação será do tipo *Gateway-to-gateway*, onde o túnel VPN é fará a interligação com a unidade Sede com a utilização de modems específicos para cada tipo de conexão, onde possuirá um Servidor VPN, conectando todas as unidades do órgão, conforme o layout da figura 15.

Assim essa interligação das unidades do MPRN, esperará que os recursos de compartilhamento de rede e impressoras, cópias de segurança (backup) e outros serviços, poderá ficar disponíveis para todos os usuários desse órgão.

4.4 PLANO DE ENDEREÇAMENTO

A Rede será baseada no protocolo TCP/IP, utilizando a classe A como plano de endereçamento, que atenderá de forma satisfatória as necessidades do órgão. Por ser uma rede estruturada, o endereçamento foi feito na seguinte ordem: rede da unidade Sede (Unidade 01) do órgão será usada a faixa de endereçamento 10.36.1.0, sendo que a placa de rede do servidor DHCP, receberá um endereço 10.36.1.1., para distribuição de IPs entre os computadores dessa unidade. O roteador nº2 receberá o endereço 10.36.1.2. , configurado uma rota (direção) para a rede do anexo (unidade 02), interligando as duas unidades através

de um link dedicado. Formando uma rede interna (10.36.200.y) entre os roteadores das duas unidades principais desse órgão, com a utilização de dois modems específicos.

Na rede do Anexo (unidade 02), utilizará a faixa de endereçamento 10.36.2.0 e as estações de trabalho dessa unidade, será configurado o endereço 10.36.2.2 (roteador nº1) como gateway padrão, na qual terá acesso a Internet através da unidade Sede (unidade 01). O servidor DHCP receberá um endereço 10.36.2.1, para distribuição de IPs entre os computadores dessa unidade.

Nas demais unidades usarão endereçamento com um intervalo de vinte em vinte (20/20), exemplo, a unidade Mossoró na Rede 10.56.x.y e Caicó na Rede 10.76.x.y, e assim por diante, deixando uma margem de folga para um possível crescimento de cada rede de computadores.

4.5 CONECTIVIDADE LÓGICA

Os Servidores Cliente VPN (*Gateway-to-gateway*), que se encontram no interior do Estado do Rio Grande do Norte, não terão acesso direto a Internet, pois o seu tráfego será encaminhado para o canal da VPN. Com isto, há um controle centralizado de todos os acessos dos usuários do MPRN, bloqueando-se a partir do *Firewall* na unidade Sede (Unidade 01), por exemplo, a sites impróprios.

Os softwares para uso nas VPNs (*Lan-to-Lan*) serão os seguintes:

- No lado do servidor do Firewall da VPN, na unidade Sede (Unidade 01), será usado o PopTop, que é um servidor VPN para uso com o protocolo PPTP.
- No lado do gateway cliente VPN, de uma unidade remota, será usado o cliente de VPN PPTP nativo do Linux.

No Firewall da unidade Sede, ainda serão usados os softwares IPTables para a filtragem e a tradução de endereços da Intranet no acesso desta à Internet, e o Squid para fazer *proxy* de páginas deste acesso.

Ligada ao Firewall, há uma Rede com endereços IPs públicos chamado de DMZ (Zona Desmilitarizada), onde ficam os servidores de rede que publicam serviços para a Internet, como servidor de e-mail e de páginas WEB.

Essa configuração proporcionará ao administrador de rede, um melhor controle e gerência das informações e uma política de segurança. Para que as estações acessem a Internet, o Firewall fará a tradução dos endereços de rede (NAT), mascarando o endereço IP privado da estação, seja ela de qual rede for, para o seu endereço IP público que acessa a Internet.

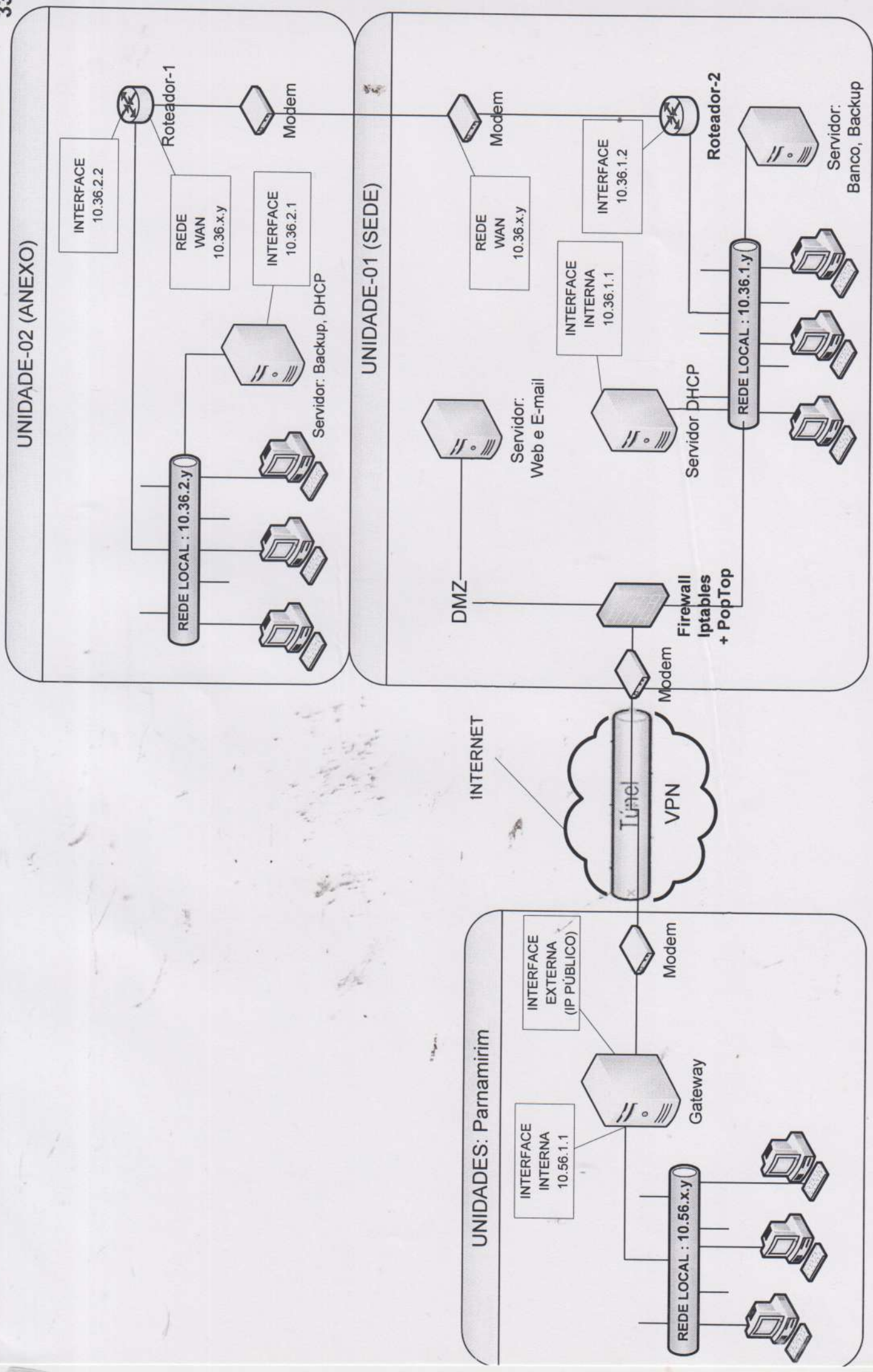


Figura 15 – Topologia proposta, para a interligação das unidades do MPRN, utilizando a VPN

4.6 VIABILIDADE DE INTERLIGAÇÃO DAS UNIDADES

A utilização de uma rede privada através de links dedicados, fornecidos por empresa de comunicação, interligando as unidades do MPRN seria a melhor opção em relação ao critério de segurança e velocidade de transmissão de informações. Mas a implantação de um novo sistema de redes em um órgão público possui algumas barreiras burocráticas, por exemplo, os recursos financeiros disponíveis para esse fim, o qual pode apresentar como um dos gargalos dificultando a aquisição de uma nova tecnologia apropriada e que atenda as necessidades do MPRN, conforme o estudo de viabilidade dos meios de comunicação, relacionados na tabela 02.

Com a interligação das unidades do MPRN através de uma VPN, propõe-se uma solução vantajosa, pois essa tecnologia promissora diminuirá os custos de comunicação substituindo uma infra-estrutura de rede privada pelo uso de uma Rede pública, mantendo-se os mesmo requisitos de segurança. Normalmente, o uso de uma Rede pública de comunicação de dados é mais barato que a implantação de uma rede privada.

Com a tecnologia da VPN, pode-se obter todos os benefícios de uma conexão dedicada entre dois pontos usando conexões via XDSL, rádio, dentre outros, que são bem mais baratas que um links dedicados.

A tabela 02 mostra um comparativo entre algumas tecnologias atualmente adotadas, que podem servir como base para escolha do projeto de redes para o MPRN. Para essa comparação foram considerados, os valores atuais aplicados no mercado local pela modalidade corporativa, a disponibilidade geográfica e as limitações tecnológicas de cada uma.

Tabela 02 – Valores comparativos de Meios Físicos

Transmissão	Velocidade de Entrada (DownLoad)	Velocidade de Saída (UpLoad)	Mensalidade R\$	Preço por Kbps (R\$)	Abrangência	Instalação (**) R\$
Satélite	300 Kbps	100 Kbps	1.074,16	3,58	Em todo o Estado (*)	322,25
XDSL	500 Kbps	640 Kbps	239,00	2,09	Disponível em 63 municípios	71,70
Link dedicado	2000 Kbps	2000 Kbps	1.904,79	1,05	Em todo o Estado (*)	571,44
Rádio	256 Kbps	128 Kbps	100,00	0,40	Disponível em 64 municípios	30,50

* Total de municípios no Rio Grande do Norte: 167.

** Valor médio (30%) em relação ao valor da mensalidade.

5 CONCLUSÃO

A solução de interligação das unidades do MPRN, formando uma rede de dados seria através de links dedicados, onde provia segurança e uma maior velocidade de transmissão de dados. Mas esse meio de comunicação é inviável para o órgão público como o MPRN, pois o seu capital de investimento é de apenas 2% do ornamento do Estado.

A tecnologia de VPN apresentou ser uma ótima opção considerando seu custo x benefício, além de ser segura e confiável. Aproveitando as tecnologias de cada região para a implantação de uma rede de interconexão, a comunicação XDSL se apresenta tecnicamente muito estável para a interligação das redes de computadores do MPRN utilizando a VPN.

Esperasse que o problema de compartilhamento de recursos e informação entre as unidades do MPRN seja eliminado, possibilitando melhor controle, disponibilidade dos serviços prestados aos usuários que utilizam a Rede e consequentemente, atenda com maior presteza a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, N.G.R., Acesso Corporativo via VPN sobre ADSL - Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/sdms/artigos/0056-revisado.pdf>>. Acessado em 07.11.2009.

CISCO – **Network-Magic Test Internet Speed Feature**. Disponível em: <<http://www1.purenetworks.com/product/speed-test/moreinfo.php?k=1343451187&lcid=1033&ad=7&ag=3e6d268ebfeeacee&g=eca447327e42f56c%252C94fed4f18033ad2d&b=pure&ulcid=1046&as=0&a=4.8.8142.0&bt=shp&it=clean&pn=nm&dc=Pure0&dt=OLN&am=99>> Acesso em 04.11.2009.

COMER, Douglas E. **Rede de computadores e internet**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

EMPRO – **Empresa Municipal de processamento de dados**. Disponível em: <<http://ww2.conip.com.br/municipais/palestras/11h00-11h30-Suselide.pdf>> Acesso em 14.07.2009.

FAGUNDES, Bruno Alves. **Uma implementação de VPN**. 2007
Monografia de Graduação apresentada ao Instituto Superior de Tecnologia em Ciências da Computação de Petrópolis, Petrópolis.

GOMES, M. **Gerenciamento de redes**. São Paulo: Érica, 1999.

HISTORIA - **Redes de computadores**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/X25>> Acesso em 24.10.2009.

LIMA, Andrew Silva et al. - **VPN – Virtual private network**. 2009.
Curso de Sistema de Informação e de Redes de computadores - Centro Universitário Luterano de Palmas, Tocantis.

LIMA, Vanessa de Araújo. **Uma metodologia de gerência de redes na Instituição FARN usando o protocolo SNMP**. 2002. Monografia (Graduação em Bacharelado em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, Natal.

NETO, Aluizio. Ferreira da Rocha. **Redes de computadores**. 2005. Curso de Especialização - FARN. Natal.

NORTHCUTT, Stephen et. al. **Desvendando segurança em redes**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

OSBORNE, E. ; SIMHA, A. - **Engenharia de tráfego com MPLS**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

PINHEIRO, José Maurício Santos, **O Planejamento de projetos no Universo das Redes de Comunicação**. Disponível em:

<http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_planejamento_de_projetos_no_universo_das_redes.php>. Acessado em 07.11 2009.

REDES DE COMPUTADORES - UFPB. Disponível em:

<<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~peter/cursos/rc/material/parte-4a%20TCP-Introducao.pdf>> Acesso em 14/07/2009.

REDES LOCAIS (LAN) - Redes de Computadores I. Disponível em:

<http://marco.uminho.pt/disciplinas/LEC-RC-I/RCI2007_RedesLocais.pdf> Acesso em 14/07/2009.

REDES PÚBLICAS – Qual o melhor modelo: Disponível em
<www.planoeditorial.com.br/.../PAG_22_26_INFRAESTRUTURA_redes.pdf> Acesso em 14.07.2009.

ROQUE, Adriano Costa de Souza. **Gerenciamento de redes de computadores – Estudo de caso para a Rede FARN**. 2005. Monografia (Graduação em Bacharelado em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, Natal.

SOARES, Luiz Fernando Gomes et al. **Redes de computadores das LANs, MANa e WANs às Redes ATM**, 2 ed. Rio de Janeiro: Ed.Campus, 1995.

SHINE, E. H., **Entendendo, diagnosticando e otimizando o seu uso**. Revista PC&CIA Nº9, Seção Modens, São Paulo: Saber, 2002

STAR-ONE, Banda Larga Amazon Sat. Disponível em:
<http://www.amazonet.com.br/palestra/palestra_star_one.ppt> Acesso em 04.11.2009.

TANEMBAUM, Andrew. S. **Redes de computadores**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

_____, Andrew. S. **Redes de computadores**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

TGSI/FMR - **Gestão de sistemas de rede**. Disponível em:

<www.fmr.edu.br/material/GSI/3.../redes/Redes-aula11.doc> Acesso em 14/07/2009.

TITTEL, E. - **Rede de computadores**. São Paulo: Ed.Bookman, 2002

TOPKE, Claus Rugani. **Provedor internet – Arquitetura e Protocolos**. São Paulo: Makron Book, 1999.

TYSON, J. **“HowStuffWorks - Como funcionam os switches LAN (rede de comunicação local)”**. Publicado em 24 de janeiro de 2001 (atualizado em 10 de abril de 2008). Disponível em: <http://informatica.hsw.uol.com.br/lan-switch1.htm>. Acessado em 04 de junho de 2009.

KUROSE, J.; ROSS, W. K. **Redes de computadores e a internet**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2006.