

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO
NORTE

UMA PROPOSTA DE CONECTIVIDADE SEM FIO (WIRELESS) PARA A
REDE DE COMPUTADORES DO CENTRO DE PATOLOGIA

Neide Maria Costa

UMA PROPOSTA DE CONECTIVIDADE SEM FIO (WIRELESS) PARA A
REDE DE COMPUTADORES DO CENTRO DE PATOLOGIA

Orientador:

Ricardo Kleber Martins Galvão, MSc

NATAL/RN

2005

NEIDE MARIA COSTA

**UMA PROPOSTA DE CONECTIVIDADE SEM FIO (WIRELESS) PARA A
REDE DE COMPUTADORES DO CENTRO DE PATOLOGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte e aprovada em 17 de 12 de 2005 pela Banca Examinadora.

Monografia apresentada a coordenação do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador:

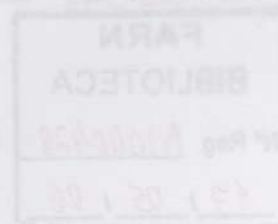
Ricardo Kléber Martins Galvão, MSC

Abílio Ferreira da Rocha Neto, MSC
Membro Examinador

Flávio Araújo Alves, MSC
Membro Examinador

NATAL/RN

2005



NEIDE MARIA COSTA

UMA PROPOSTA DE CONECTIVIDADE SEM FIO (WIRELESS) PARA A
REDE DE COMPUTADORES DO CENTRO DE PATOLOGIA

Catálogo na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos

Costa, Neide Maria

Uma proposta de conectividade sem fio (Wireless) para a Rede de Computadores
do Centro de Patologia / Neide Maria Costa. – Natal: FARN, 2005.
69 f.

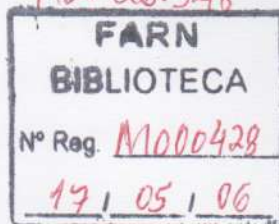
Orientador: Ricardo Kleber Martins Galvão (M.Sc.)

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

1. Redes de Computadores – Monografia. 2. Redes sem Fio – Wireless –
Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 004.72



M
004.72
C874p
2005

NATALIAN
2005

NEIDE MARIA COSTA

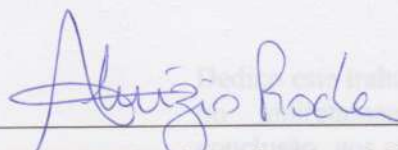
**UMA PROPOSTA DE CONECTIVIDADE SEM FIO (*WIRELESS*) PARA A
REDE DE COMPUTADORES DO CENTRO DE PATOLOGIA**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistema de Informação da Faculdade Natalente para o Desenvolvimento do Rio Grande de Norte e aprovada em 17 de 12 de 2005 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

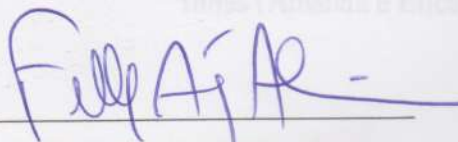


Ricardo Kleber Martins Galvão, MSC

Orientador



Aluizio Ferreira da Rocha Neto, MSC
Membro Examinador



Fellipe Araújo Aleixo, MSC

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (FARN), em especial ao Professor Ricardo Klüber, por sua orientação tornou possível este trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha mãe e as minhas filhas Amanda e Érica pelo incentivo e por compreenderem minhas ausências durante o curso.

Dedico este trabalho a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para sua conclusão, aos colegas de curso e em especial a minha mãe, meu pai (in memoriam) e minhas filhas (Amanda e Érica).

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (FARN), em especial ao Professor Ricardo Kléber, pois sua exigência tornou possível este trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuirão para realização deste trabalho .

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha mãe e as minhas filhas Amanda e Érica pelo incentivo e por compreenderem minhas ausências durante o curso.

"O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro. (Theodore Roosevelt)"

RESUMO

Este Projeto foi desenvolvido para solucionar o problema de comunicação do Centro de Patologia Clínica. Inicialmente foi feita uma análise sobre Rede de computadores, Tipos de comunicação, dando ênfase à tecnologia de comunicação Wireless, sendo esta considerada a novidade do mercado. A referida empresa que atua na área de saúde, inclusive com filial dentro de hospitais, busca por uma solução de conectividade eficiente e de custo possível, viabilizando a sua implantação e o atual desafio. A Tecnologia de Redes Wireless (sem fio) pode ser vista a princípio como uma rede normal. Contudo por se tratar de uma forma de comunicação sem fio, requer alguns mecanismos diferenciados no que se refere a Software e Hardware. As tecnologias baseadas em rádio frequência, surgem com força no mercado, combinando funcionalidade, flexibilidade com uso em diversos ambientes. Todos esses conceitos são abordados neste trabalho, com ênfase em redes de rádio que efetivamente chega e sai de uma rede. O Projeto finaliza com análise de métodos alternativos, localização geográfica e equipamentos para a comunicação Wireless.

“O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro.”(Theodore Roosevelt)

Palavras-chave: Computadores, Redes, Wireless, Comunicação e Projeto.

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

Figura 1 Modelo Gerência de comunicação	18
Figura 2 Modelos de rede	20
Figura 3 Modelo de Equipamentos	21
Figura 4 Esquema de rede de dados baseado em barramento	22
Este Projeto foi desenvolvido para solucionar o problema de comunicação do Centro de Patologia Clínica. Inicialmente foi feito um estudo sobre Rede de computadores, Tipos de comunicação, dando ênfase à tecnologia de comunicação <i>Wireless</i>, sendo esta comunicação à novidade do mercado. A referida empresa que atua na área de saúde, inclusive com filiais dentro de hospitais, busca por uma solução de conectividade eficiente e de custo acessível, viabilizando a sua implantação é o atual desafio. A Tecnologia de Redes <i>Wireless</i> (redes sem fio), pode ser vista a princípio como uma rede normal. Contudo por se tratar de uma forma de comunicação sem fio, requer alguns mecanismos diferenciados no que se refere a Software e Hardware. As tecnologias baseadas em rádio frequência, surgem com força no mercado, combinando funcionalidade, flexibilidade, conectividade de dados e mobilidade de usuários em diversos ambientes. Todas essas características de conectividade estão relacionadas ao sinal de rádio que efetivamente chega e sai de cada equipamento que interliga os dispositivos de uma rede. O Projeto finaliza com análises de custos da atual comunicação, levantamento de métodos alternativos, localização geográfica das unidades e levantamento de custo de equipamentos para a comunicação <i>Wireless</i>.	
Figura 15 Modelo Serviço p/ o CPC	62
Figura 16 Localização Geográfica	63

Palavras-chaves: Computadores, Redes, Wireless, Comunicação e Projeto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Modelo Genérico de comunicação	18
Figura 2 Modelos de cabos.....	20
Figura 3 Modelo de Esquema Ponto-a-ponto.....	21
Figura 4 Esquema de rede de difusão baseado em barramento.....	22
Figura 5 Modelo de configuração de endereço IP.....	24
Figura 6 Faixas de frequências para banda ISM.....	39
Figura 7 Modelo de uma célula (IBSS).....	43
Figura 8 Modelo de serviço básico de infra-estrutura.....	44
Figura 9 Modelo genérico de antena transmissora e receptora.....	48
Figura 10 Modelo de um gerador de onda.....	49
Figura 11 Modelo Antena Omnidirecional.....	50
Figura 12 Modelo Antenas direcionais	51
Figura 13 Modelo Antena direcional de grade.....	51
Figura 14 Modelo Antena Setorial.....	51
Figura 15 Modelo Serviço p/ o CPC.....	62
Figura 16 Localização Geográfica.....	63
Quadro 17 Distâncias de Interferência.....	64
Quadro 18 Preço de produtos e serviços Wireless da Polimark São Paulo 06/12/2013.....	65
Quadro 19 Preços de produtos Hiperlink p/ Wireless.....	67
Quadro 20 Preços oferecidos pela Polimark São Paulo.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Camadas da arquitetura TCP/IP.....	23
Quadro 2 Camadas Modelo OSI.....	26
Quadro 3 Comparação TCP/IP versus OSI.....	27
Quadro 4 Relação das normas IEEE 802.....	27
Quadro 5 Relação entre Modelo OSI e comitê IEEE 802.....	28
Quadro 6 Relação Grupo Trabalho/Redes Wireless.....	31
Quadro 7 Elementos da Topologia de uma Rede WLAN IEEE 802.11.....	42
Quadro 8 Comparativo entre Padrões 802.11 x 802.16.....	48
Quadro 9 Custo c/ linha telefônica mês Agosto/Setembro/Outubro/2005.....	57
Quadro 10 Custo com manutenção do sistema atual Outubro/2005.....	58
Quadro 11 Custo mensal para comunicação banda larga Velox da Telemar.....	59
Quadro 12 Custo mensal com Banda Larga (Provedor Diginet).....	59
Quadro 13 Distribuição IPVPN p/ o CPC.....	60
Quadro 14 Custo mensal c/ IPNPV.....	60
Quadro 15 Identificação de Levantamento Geográfico das Unidades.....	61
Quadro 16 Levantamento Geográfico do Hotel Ducal.....	64
Quadro 17 Distâncias de Interligação.....	64
Quadro 18 Preço de produtos e serviços Wireless da Pointertec São Paulo 06/12/2005.....	65
Quadro 19 Preços de produtos Hiperlink p/ Wireless.....	65
Quadro 20 Preços oferecidos pela Pointertec São Paulo.....	66
2.2 REDES WIRELESS.....	74
2.2.1 Definição de Redes Wireless.....	29
2.2.2 Categorias das Redes Wireless.....	29
2.2.3 O Funcionamento das Redes Wireless.....	31
2.2.4 Os Sinais de Rádio para Redes Wireless.....	31
2.2.5 A Tecnologia de Espalhamento de Espectro.....	32
2.2.5.1 (FHSS) O Frequency Hopping Spread Spectrum.....	33
2.2.5.2 (DSSS) O Direct Sequence Spread Spectrum.....	33
2.2.5.3 (IR) Infrared.....	34
2.2.6 O Padrão IEEE 802.11 WLANs e suas variações.....	34
2.2.6.1 O Padrão IEEE 802.11 e a Camada MAC.....	35
2.2.6.2 O Protocolo CSMA/CA.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Geral	15
1.1.2	Específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	REDES DE COMPUTADORES	17
2.1.1	Definição de redes de computadores	17
2.1.2	Meios de Transmissão	18
2.1.3	Classificação das Redes de Computadores	19
2.1.3.1	Classificação das Redes pela área que elas compreendem	19
2.1.3.2	Classificação de Redes pela Topologia	20
2.1.4	Modelos de referência dos protocolos	21
2.1.4.1	O Modelo TCP/IP	21
2.1.4.2	O Protocolo TCP	22
2.1.4.3	O Protocolo IP	23
2.1.4.4	O Modelo OSI	24
2.1.4.5	O Modelo TCP/IP e o Modelo OSI	25
2.1.5	A Arquitetura IEEE 802	26
2.1.5.1	A Camada de Controle do Enlace Lógico	27
2.2	REDES WIRELESS	29
2.2.1	Definição de Redes Wireless	29
2.2.2	Categorias das Redes Wireless	29
2.2.3	O Funcionamento das Redes Wireless	31
2.2.4	Os Sinais de Rádio para Redes Wireless	31
2.2.5	A Tecnologia de Espalhamento de Espectro	32
2.2.5.1	(FHSS) O Frequency Hopping Spread Spectrum	33
2.2.5.2	(DSSS) O Direct Sequence Spread Spectrum	33
2.2.5.3	(IR) Infrared	34
2.2.6	O Padrão IEEE 802.11 WLANS e suas variações	34
2.2.6.1	O Padrão IEEE 802.11 e a Camada MAC	35
2.2.6.2	O Protocolo CSMA/CA	35

2.2.6.3 O Padrão IEEE 802.11 e a Camada Física	36
2.2.6.4 Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (OFDM)	36
2.2.6.5 As Faixas para WLAN.....	38
2.2.6.6 Utilização da Banda	38
2.2.6.7 O Padrão 802.11b	39
2.2.6.8 O Padrão 802.11a	40
2.2.6.9 O Padrão 802.11g	40
2.2.6.10 A Estrutura da Rede Wireless	41
2.2.6.11 Configurações das Redes WLANS.....	42
2.2.7 O Padrão IEEE 802.16 WIMAX.....	43
2.2.7.1 O Padrão 802.16 e a Camada Física.....	45
2.2.7.2 Comparação entre o Padrão 802.11 e 802.16	45
2.3 AS ANTENAS.....	47
2.3.1 O Funcionamento das Antenas.....	47
2.3.2 Tipos de Antenas.....	48
2.3.2.1 Antenas Omnidirecionais.....	49
2.3.2.2 Antenas Direcionais.....	49
2.3.2.3 Antena setorial.....	50
2.3.2.4 Aumento de ganho das Antenas.....	51
2.3.2.5 Polarização da Antena.....	51
2.4 INTERNET.....	51
2.5 SOFTWARE.....	52
2.6 HARDWARE.....	52
2.7 TÉCNICAS DE SEGURANÇA NA COMUNICAÇÃO SEM FIO.....	52
2.8 PCANYWHERE.....	52
2.9 BLUETOOTH.....	53
2.10 SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO DA EMBRATEL.....	53
2.10.1 Ip vpn.....	53
3 METODOLOGIA.....	55
4 DESENVOLVIMENTO.....	56
4.1 DISCRIMINAÇÃO DAS UNIDADES.....	56
4.1.1 Modo atual de interconexão de Unidades.....	56
4.1.2 Custo atual com telefônicas e ou outros métodos para conexão.....	56
4.1.2.1 Custo com linha telefônica	56

4.1.2.2	Custo de comunicação c/ banda larga (Provedor World Telecom).....	56
4.1.2.3	Custo com manutenção da comunicação atual: (Comunicação Netdata).....	57
4.1.3	Levantamento de métodos alternativos.....	57
4.1.3.1	Velox.....	57
4.1.3.2	Cabo.....	57
4.1.3.3	IP VPN (Link Embratel conectando as unidades).....	57
4.1.4	Custo de instalação e manutenção de cada uma das soluções acima.....	58
4.1.4.1	Velox.....	58
4.1.4.2	Cabo.....	58
4.1.4.3	IP VPN (Link Embratel conectando as unidades).....	59
4.2	PROJETO: INTERLIZAÇÃO SEM FIO (WIRELESS) DAS UNIDADES.....	60
4.2.1	Levantamento de localização (GPS).....	60
4.2.2	Modelo de infra-estrutura externo.....	61
4.2.3	Localização Geográfica.....	62
4.2.4	Adequações.....	62
4.2.5	Cálculo de ângulo de visada/distâncias.....	63
4.2.6	Escolha de equipamentos.....	63
4.2.7	Levantamento de custos.....	64
4.3	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	65
4.3.1	Custo de instalação.....	65
4.3.2	Custo de manutenção mensal.....	65
4.3.3	Comparativo com velocidades de soluções convencionais.....	65
4.3.4	Comparativo com custo de soluções convencionais.....	65
4.3.5	Vantagens.....	65
4.3.6	Segurança utilizada.....	66
5	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

IP – Internet Protocol

ISM – Industrial, Scientific and Medicine

ISO – International Organization for Standardization

LAN – Local Area Network

LF – Low Frequencies – Frequências baixas

LLC – Logical Link Control

MAC – Media Access Control

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	– Linha Digital Assimétrica para Assinante
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações	
AP	Access Point	– Ponto de acesso
ATM	Asynchronous Transfer Mode	– Modo de Transferência Assíncrona
BSS	Basic Service Set	– Grupo de Serviço Básico
CDMA	Code Division Multiple Access	– Acesso Múltiplo por Divisão de Código
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance	
DNS	Domain Name System	– Sistema de Nome de Domínios
DS	Distribution System	– Sistema Distribuído
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum	– Espalhamento de Espectral por Sequência Direta
dB	Decibéis	
EHF	Extra High Frequencies	– Frequência extremamente elevada
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	– Potência Efetiva de Irradiação Isotrópica
ESS	Extended Service Set	– Grupo de Serviço Extendido
FCC	Federal Communications Commission	– Comissão Federal de Comunicação dos EUA
FDD	Frequency Division Duplex	– Duplexação por Divisão de Frequência
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	– Interface de Distribuição de Dados por Fibra
FDM	Frequency Division Multiplexing	– Multiplexação por Divisão de Frequência
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum	– Espalhamento de Espectro por Salto de Frequência
GHz	Gigahertz	
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	
HR-DSS	High Rate Direct Sequence Spread Spectrum	
HDLC	High – Level Data Link Control	
HF	High Frequencies	– Frequências Altas
IP	Internet Protocol	
ISM	Industrial, Scientific and Medicine	
ISSO	International Organization for Standardization	
LAN	Local Area Network	
LF	Low Frequencies	– Frequências baixas
LLC	Logical Link Control	
MAC	Media Access Control	

MAN – Metropolitan Area Network

Mbps – Mega bits por segundo

MF – Médium Frequencies – Frequências médias

OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OSI – Open Systems interconnection

PDU – Protocol Data Unit

PHY – Physical

POP3 – Post Office Protocol Version 3

PPP – Point-to-Point Protocol

PSK – Phase Shift Keying

QAM – Quadrature Amplitude Modulation

QPSK – Quadrature Phase Shift Keying

RF – Radio frequência

SHF – Super High Frequencies – Frequência super alta

SLIP – Serial Line IP

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

SDR – Software Defined Radio

STA – Wireless LAN Station

TCP – Transmission Control Protocol

TDD – Time Division Duplex

THz - Terahertz

UDP – User Datagram Protocol

U-NII – Unlicensed – National Information Infrastructuro

UHF – Ultra High Frequencies – Frequências ultra-altas

UIT – União Internacional de Telecomunicações

UTP – Unshieded Twisted Pair

UWB – Ultra Wideband

VHF – Very High Frequencies – Frequências muito altas

VLF – Very Low Frequencies – Frequências muito baixas

WAN – Wide Area Network

WECA – Wireless Ethernet Compatibility Alliance

WLANs – Wireless LANs, LANs sem fio

WIMAX – Worldwide interoperability for microwave access

WI-FI – Wireless Fidelity

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento do mundo das telecomunicações, um avanço significativo pode ser visto também nas Redes de Computadores, especificamente nos links *Wireless* (sem fio) entre computadores locais, redes corporativas, redes de banda larga e o acesso à Internet. Já existem conexões ativas em vários lugares como prédios, centros comerciais, campos de faculdade e cafés, que tornam possível o acesso a uma rede ou a Internet de forma rápida e fácil. “Pelo celular Wi-Fi, satélite ou opções de curto alcance, os dados vão trocando de lugar – driblando os cabos. O movimento que faz mais barulho é o Wi-Fi, principalmente por causa das redes montadas nas empresas, nas casas e pelos Hotspots públicos” (REVISTA INFO, 2004).

As redes de computadores sem fio (*Wireless*) têm se tornado uma realidade para um grande conjunto de instituições e empresas. Estas redes permitem uma série de novas funcionalidades para troca remota de informações, tais como a facilidade de mobilidade de dispositivos e flexibilidade de conexões. As novas tecnologias de redes prometem o aumento da produtividade com custos relativamente baixos. Contudo por se tratar de uma forma de conexão sem fio, alguns mecanismos diferenciados são requeridos no que se refere a *software* e *hardware*. As conexões podem ser feitas via rádio frequência, raio laser e infravermelho e requerem algumas especificações particulares como a frequência, largura de banda, modulação, técnicas de segurança, etc. É necessário verificar também algumas particularidades dos diferentes padrões de Redes *Wireless* existentes no mercado. Isso dado ao fato de que podem operar em uma banda livre que não necessita de autorização dos órgãos controladores como o 802.11b, 802.11g, etc. Ou ainda, aqueles que operam em frequências controladas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de implantação de Rede *Wireless* para comunicação entre computadores da matriz e postos de coleta do Centro de Patologia Clínica, analisando custo / benefício tendo em vista que o custo da comunicação atual é muito alto.

A compreensão de como a tecnologia *Wireless* agrega valor a redes privadas exige uma certa familiaridade com os conceitos básicos dessa tecnologia.

O Centro de Patologia Clínica (CPC) nasceu há 30 anos com meia dúzia de funcionários, contando hoje com mais ou menos 100 funcionários, tem como principal objetivo realizar serviços e procedimentos diagnósticos na área de análises clínicas com excelência técnica e ética, contribuindo para assegurar a qualidade do atendimento médico. O CPC fez da capacitação técnica e da valorização dos seus profissionais uma marca registrada,

e dos investimentos em o que há de mais moderno, em diagnóstico laboratorial uma meta permanente. Como resultado desse trabalho, o laboratório é hoje um dos mais respeitados de nossa região equiparando-se em qualidade aos melhores do país. Um laboratório que produz ciência em tudo o que faz, e mantém acima de tudo o seu compromisso com a QUALIDADE!

A demanda pelos serviços especializados do Centro de Patologia Clínica resultou na ampliação de suas unidades e distribuição física em áreas estratégicas da Cidade de Natal. A expansão dos postos de coleta, embora necessitem de interconexão para o cruzamento de dados e agilidade no atendimento, tem resultado em isolamento lógico pelo custo elevado dos equipamentos e serviços de conectividade necessários.

No momento têm-se uma grande dificuldade na comunicação entre os computadores no Centro de Patologia Clínica. A comunicação entre os postos de coleta é feita através de linha discada, usando o software *PCAnywhere*, com uma máquina trabalhando como cliente e outra como servidor, isto é, precisa-se de duas máquinas para a comunicação, duas linhas telefônicas usando modem com velocidade de 56k e um contrato de manutenção que se paga por máquina ligada.

Com toda dificuldade enfrentada no momento, foi feita uma pesquisa de uma outra forma de conectividade dentro da referida empresa, para que possa melhorar esse quadro.

Sendo uma empresa que atua na área de saúde, inclusive com filiais dentro de hospitais, a busca por uma solução de conectividade eficiente e de custo acessível, viabilizando a sua implantação é o atual desafio.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Apresentar uma solução de conectividade do Centro de Patologia Clínica, com viabilidade técnica e orçamentária.

1.1.2 Específicos

Para que o objetivo principal seja alcançado, os objetivos específicos são:

- Analisar qualidade da comunicação usada atualmente na empresa;
- Identificar quanto a eventuais obstáculos à conexão remota entre as unidades da empresa;
- Fazer uma análise quanto à segurança atual para redes sem fio.
- Analisar o custo com redes *Wireless* no mercado e o que há de novidade;

- 2. REFERÊNCIAS
- 2.1 REDE
 - 2.1.1 Definição
 - A expansão da empresa e das redes de computadores internas de suas unidades têm demandando a interconexão física e lógica dos prédios.
 - Custo da atual comunicação de dados na empresa tem levado à pesquisa de métodos alternativos com melhor custo/benefício.
 - A tecnologia *Wireless* é usada atualmente largamente para conexões deste tipo.
 - As redes *Wireless* estão se tornando uma opção viável economicamente para esse tipo de comunicação. Pesquisas nesta área estão tornando os equipamentos confiáveis no que diz respeito à integridade das conexões, sigilo e velocidade de transferência de dados, além de estarem se tornando também acessíveis no que diz respeito ao custo para o usuário.
 - Um dos grandes problemas que acompanha as conexões *Wireless* é a falta de visada que faz com que haja uma atenuação do sinal recebidos e transmitidos pelos dispositivos de rádio.



Figura 1 Modelo genérico de comunicação

Ainda para Tanenbaum, para que haja esta interligação é preciso prover um meio de comunicação. Tendo definido a forma de interligar os computadores eles precisam ainda falar a mesma língua, ou seja, utilizar o mesmo protocolo de comunicação e ter uma forma genérica de envio de comunicação. Por exemplo: Nos primitivos de comunicação (onde podemos citar o telegrafo) quando da transmissão de uma mensagem havia um meio físico transmitindo a fonte geradora da informação e um operador que codificava essa mensagem através de pontos (código Morse). Essas sinais eram captados pelo final receptor como o operador dessa linha decodificava e a mensagem era enviada novamente. Para que

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REDE DE COMPUTADORES

2.1.1 Definição de redes de computadores

De uma forma bem simples, uma rede poderia ser conceituada como dois mais computadores que trabalham de alguma forma interligados e trocando informações entre si. “Podemos considerar **Redes de Comunicação** como sendo os ambientes onde um conjunto de dispositivos, enlace de comunicação e pacotes de *software* permita que pessoas e equipamentos possam trocar informações”. (DANTAS, 2002)

“Dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações”. (TANEMBAUM, 2003).

O resultado de um rápido progresso tecnológico das áreas de telefonia, do rádio, da televisão, da informática e ainda o advento do lançamento de satélites de comunicação, estão convergindo rapidamente e são cada vez menores as diferenças entre coleta, transporte, armazenamento e processamento de informação. Sendo que nas duas primeiras décadas de sua existência, os sistemas computacionais eram altamente centralizados (TANEMBAUM, 2003).



Figura 1 Modelo genérico de comunicação

Ainda para Tanenbaum, para que haja essa interligação é preciso prover um meio de comunicação. Tendo definido a forma de interligar os computadores eles precisam ainda falar a mesma língua, ou seja, utilizar o mesmo protocolo de comunicação e ter uma fonte geradora de sinais de comunicação. Por exemplo: Nos primórdios da comunicação (onde podemos citar o telégrafo) quando da transmissão de uma mensagem havia um meio físico interligando a fonte geradora da informação e um operador que codificava essa mensagem através de sinais (código Morse). Esses sinais eram capturados pela fonte receptora então o operador dessa fonte decodificava e a apresentava na forma escrita novamente. Para que

efetivamente dois ou mais computadores se comuniquem é preciso prover os meios de conexão e definir regras de comunicação entre eles.

2.1.2 Meios de transmissão

Para atingir uma certa qualidade na transmissão é necessário observar os aspectos importantes que são: os meios físicos de comunicação utilizados e as características dos sinais a serem transmitidos. “Nas redes de computadores, os meios de transmissão são caminhos físicos através dos quais ocorre a comunicação entre um determinado remetente e o seu respectivo destinatário” (DANTAS, 2002).

Sendo esses meios físicos divididos em guiados e não-guiados. Observando os seguintes pontos:

- Largura de banda;
- A falta de balanço na transmissão;
- As interferências inerentes ao meio físico;
- As interferências externas;
- Numero de destinatários;

A relevância destes pontos é explicada pela influência direta na taxa de transmissão dos dados e nas distâncias que uma determinada rede deve abranger.

Meios Físicos Guiados – Nesse meio a capacidade de transmissão é limitada pelos parâmetros de distância e o tipo de configuração das redes.

Que são:

- **Cabo coaxial** – Consiste de dois condutores cilíndricos, um interno e outro externo separados por um material dielétrico. O fio interno é o condutor enquanto o cilindro externo é um metal trançado que é usado para ajudar a evitar interferências externas, tais como luzes fluorescentes, motores e interferência de outros computadores.
- **Cabos de Par Trançado** – Os cabos de par trançado podem ser classificados em dois tipos: Os pares trançados sem blindagem (UTP – *Unshielded Twisted Pair*) e o com blindagem (STP – *Shielded Twisted Pair*). A blindagem que diferencia os dois tipos de cabos se refere a existência (ou não) de uma camada extra de metal trançado, que é empregado para proteger o núcleo do par trançado.
- **Cabo de Fibra Óptica** – O cabo de fibra emprega o vidro para carregar a luz com uma perfeita imunidade a ruídos. Sendo associados a aquelas aplicações que requerem uma grande quantidade de largura de banda. São classificadas de acordo com a forma que

a luz trafega no cabo. No tipo monomodo, um único sinal de luz é transportado de uma forma direta no núcleo do cabo. Uma fibra multimoda a luz trafega ao longo de seu trajeto fazendo diferentes refrações ao longo das paredes do núcleo do cabo.



Figura 2 Modelos de cabos

Meios Não-Guiados – Os meios não-guiados utilizam as ondas eletromagnéticas para estabelecer a conexão e transmitir dados. As porções de; rádio, microondas, infravermelho e luz visível do espectro podem ser usadas na transmissão de informações, desde que seja modulada a amplitude, a frequência ou a fase das ondas.

2.1.3 Classificação das Redes de Computadores

Segundo Gallo “existem diferentes maneiras de se classificar redes de computadores. Sendo essas diferenças uma questão de perspectiva. Podendo ser classificada pela área geográfica que cobrem (por exemplo: redes locais e redes de longa distância), pela topologia (por exemplo: redes ponto-a-ponto ou de difusão) ou ainda pelo tipo de encaminhamento da comunicação e maneira como os dados são transmitidos por este caminho criado (por exemplo: redes chaveadas por circuito ou por pacotes)” (GALLO, 2002).

2.1.3.1 Classificação das Redes pela Área que elas Compreendem.

Quanto à área de atuação geográfica podemos classificar as redes de computadores em três tipos: Redes Locais (*LAN - Local Area Network*), Redes Metropolitanas (*MAN - Metropolitan Area Network*) e Redes Remotas (*WAN - WideArea Network*).

- **Redes Locais** - Redes que interligam salas em um edifício comercial ou prédios de um campus universitário são exemplos de redes locais. Dois computadores ligados em casa são também considerados uma rede local também conhecida como rede pessoal.
- **Redes Metropolitanas** – São redes compreendidas numa área metropolitana, como as diferentes regiões de toda uma cidade. Por serem comuns nos grandes centros urbanos

e econômicos, as redes metropolitanas são o primeiro passo para o desenvolvimento de redes remotas.

- **Redes Remotas** - Redes remotas são aquelas que cobrem regiões extensas. Na verdade redes remotas é um agrupamento de várias redes locais ou metropolitanas, interligando estados, países ou continentes.

2.1.3.2 Classificação de Redes pela Topologia

As redes também podem ser classificadas pela sua topologia. Conforme “A topologia de uma rede é como um guia de ruas. Ela fornece detalhes de como o componente-chave de uma rede – como os nós e as ligações – são interconectados” (GALLO, 2002).

Existindo três esquemas gerais de interconexão: ponto-a-ponto, por difusão e multientrega.

- **Redes ponto-a-ponto** – Este tipo de topologia os nós só conseguem se comunicar com seus adjacentes. Ou seja, nós que estão próximos uns dos outros.

Como na figura abaixo o nó A se comunica com B e B se comunica com C e viceversa. Se os nós A e C precisam se comunicar eles utilizam o nó B que é adjacente aos nós A e C. A passagem de dados através de um nó adjacente para atingir outro é denominado ponte ou rota. Essa topologia pode ser constituída por milhares de nós adjacentes e esses nos conectados a outros nos adjacentes. As redes ponto-aponto mais comuns são estrela – onde os nos são conectados por um hub ou chave, laço – é uma estrela modificada onde cada no são interconectados através de um cabeamento dedicado e árvore – ela é composta de um nó-raiz conectado com nós de segundo nível.

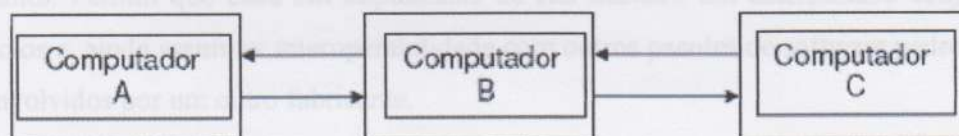


Figura 3 Modelo de esquema ponto-a-ponto

- **Redes de Difusão** – Neste tipo de rede os nós compartilham um único canal de comunicação. Os dados enviados por uma máquina são recebidos por todas as outras máquinas. As redes de difusão usam topologias diversas. Em particular pode se citar as redes em anel e em barramento.

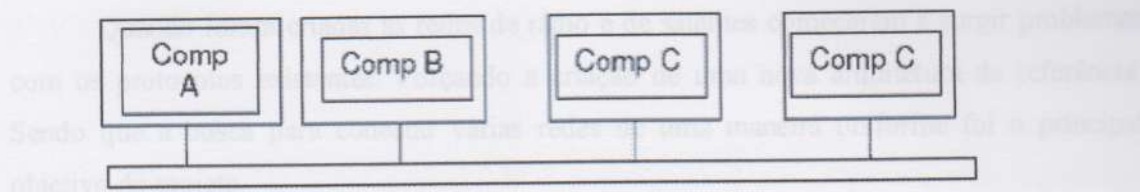


Figura 4 Esquema de rede de difusão baseado em barramento

- **Redes de Multientrega** – É o tipo de rede onde um nó é determinado como mestre e os outros passam a ser escravo. Sendo o mestre o controlador da rede e os escravos solicitam ao mestre o acesso à rede. Os nós são conectados por um cabo comum e cada nó recebe um numero especial para efeito de comunicação. Sendo que este número é também usado para estabelecer a prioridade para o sistema ter permissão para utilizar o sistema controlado pelo mestre.

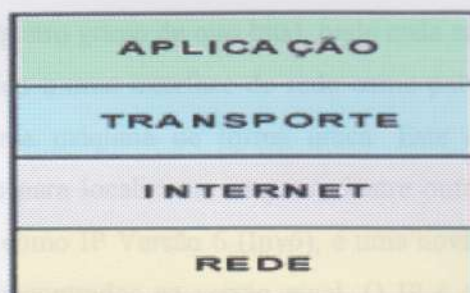
2.1.4 Modelos de Referência dos Protocolos

Conforme Dantas “os protocolos podem ser entendidos como um conjunto de regras que determinam como deverá ocorrer a comunicação entre duas estações numa rede de comunicação (ou nas redes de computadores) e como os erros devem ser detectados e tratados”. E que os modelos de referência dos protocolos são entendidos como uma estrutura onde existe um detalhamento da função de cada nível, das relações entre as interfaces das camadas e dos protocolos. Representando uma abstração na qual existem as especificações de como o ambiente deve funcionar” (DANTAS, 2002), não havendo a menção da implementação de um protocolo específico. Sendo distribuído em camadas para permitir entre outras a modularização de funções e a interoperabilidade entre protocolos de diferentes fabricantes. Permite que cada um implemente de sua maneira um determinado conjunto de protocolos e, ainda assim ter interoperabilidade com outros pacotes de software padronizados e desenvolvidos por um outro fabricante.

2.1.4.1 O Modelo TCP/IP

Historicamente o modelo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/ internet Protocol* - protocolo de controle transmissão/prorocolo de internet) , surgiu da rede *ARPANET*, uma rede de pesquisa patrocinada pelo Departamento de Defesa do governo Norte Americano. Pouco a pouco universidades e repartições publicas foram conectadas. No inicio eram conectados por linhas telefônicas dedicadas.

Quando foram criadas as redes de rádio e de satélites começaram a surgir problemas com os protocolos existentes. Forçando a criação de uma nova arquitetura de referência. Sendo que a busca para conectar várias redes de uma maneira uniforme foi o principal objetivo do projeto.



Quadro 1 Camadas da arquitetura TCP/IP

2.1.4.2 O Protocolo TCP

Segundo Dantas “é um protocolo caracterizado por oferecer um serviço confiável entre aplicações, identificando os pacotes recebidos e fazendo uma correlação de cada pacote com suas respectivas conexões. É um protocolo orientado a conexão, ou seja, uma conexão lógica deve ser estabelecida entre os nós, antes da transmissão dos dados. Alguns de seus serviços são: identificação de pacotes, correção numa eventual perda de pacote, e garantia da sequência de entrega dos pacotes”.

A comunicação TCP (*Transmission Control Protocol*) é caracterizada pelas seguintes etapas:

- Abertura de uma conexão.
- Envio e recebimento de dados.
- Obtenção de informações sobre a conexão.
- Fechamento da conexão.

O TCP É conhecido como um protocolo pessimista, uma vez que acredita que no envio de seguimentos sempre irão ocorrer perdas e que os pacotes vão chegar fora de ordem. Com base nesta abordagem este protocolo tem uma implementação complexa. Quando ocorre a perda de um pacote n de uma janela, todos os pacotes de n até o final da janela deverão ser retransmitido pelo remetente. Este é um assunto relativamente amplo e um melhor detalhamento pode ser buscado na literatura de (TANENBAUM, 2004)

2.1.4.3 O Protocolo IP

É o principal protocolo na arquitetura TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet/Protocol* – protocolo de controle transmissão/prorocolo de Internet), atuando no nível de inter-rede. O endereçamento IP é o responsável pelo roteamento na arquitetura TCP/IP. O protocolo IP usado é conhecido como IP Versão 4 (Ipv4). Ele considera 5 endereços com 4 octetos (quatro grupo de oito bits), onde cada endereço tem um tamanho de 32 bits, sendo esse atribuído a uma interface de rede como parte da configuração da rede; servirá para identificar uma máquina de forma única. Este endereço utilizado para os dispositivos de roteamento para localizar a maquina dentre outras na rede. Obs: uma nova implementação conhecida como IP Versão 6 (Ipv6), é uma nova proposta do protocolo que visa atacar os problemas encontrados na versão atual. O IP é o protocolo responsável por definir o caminho que um pacote de dados deverá percorrer do host (Qualquer computador conectado à Internet que possa enviar e receber dados) origem ao host destino , passando por uma ou várias redes. Ao contrário do TCP , o protocolo IP é chamado de Protocolo não-orientado a conexão, o que significa que não há nenhuma verificação de erro na transferência, ele apenas roteia os pacotes pela rede.

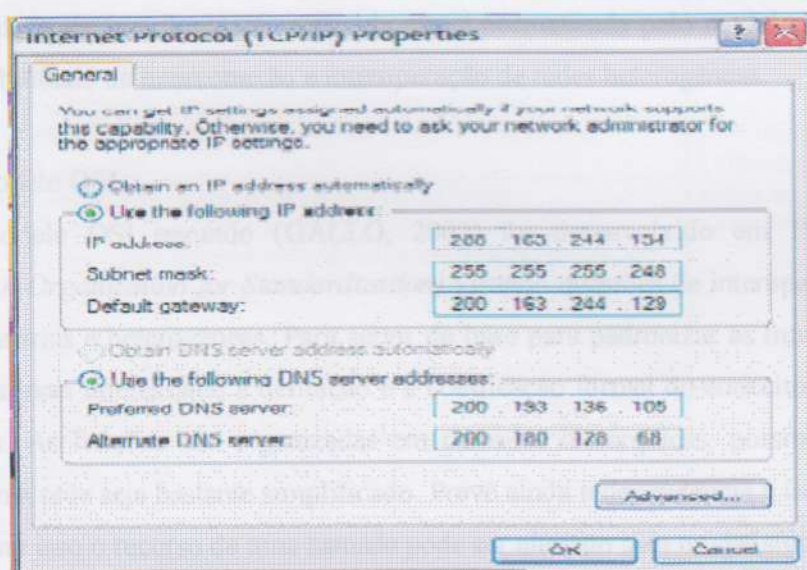


Figura 5 Modelo de configuração de endereço IP

- Camada de Aplicação – É formada pelos protocolos utilizados pelas diversas aplicações do modelo TCP/IP. Esta camada não possui um padrão comum. O padrão é estabelecido por cada aplicação. Isto é, o FTP possui seu próprio protocolo, assim como o TELNET, SMTP, POP3, DNS e etc.
- Camada de Transporte (TCP/UDP) – Camada fim-a-fim, isto é, uma entidade desta camada só se comunica com a sua entidade-par do host destinatário. É nesta camada que se faz o controle da conversação entre as aplicações intercomunicadas da rede. Dois protocolos aqui são usados: o TCP e o UDP. O TCP é orientado à conexão e o UDP (User Datagram Protocol) não. O entrada das aplicações à camada de transporte é feito através de portas que recebem um número inteiro para cada tipo de aplicação.
- Camada de Internet (IP) – Essa camada é a primeira normatizada do modelo. Também conhecida como camada Internet, é responsável pelo endereçamento, roteamento e controle de envio e recepção. Ela não é orientada à conexão, se comunica através de datagramas.
- Camada de Rede (Hardware) – Camada de abstração de hardware, tem como principal função a interface do modelo TCP/IP com os diversos tipos de redes (X.25, ATM, FDDI, *Ethernet*, *Token Ring*, Frame Relay, PPP e SLIP). Por causa da grande variedade de tecnologias de rede, ela não é normatizada pelo modelo, o que provê a possibilidade de interconexão e interoperação de redes heterogêneas.

2.1.4.4 O Modelo OSI

O modelo OSI segundo (GALLO, 2002) foi desenvolvido em 1974 pela ISO (*International Organization for Standardization*) visando questões de interoperabilidade, em redes proprietárias e heterogêneas. Para servir de base para padronizar as futuras redes. Sua característica mais interessante à definição e a codificação formal do conceito de arquitetura em camadas. As funções são organizadas em camadas hierárquicas, possibilitando que o projeto de uma rede seja bastante simplificado. Prevê ainda independência e isolamento entre camadas. Com isso o recurso de uma camada pode ser alterado sem mudar significativamente a arquitetura como um todo. Assim, quando novas tecnologias surgirem para uma camada, podem ser implementadas sem afetar as outras.

2.1.4.5 O Modelo TCP/IP e O Modelo OSI

Conforme Gallo “o modelo TCP/IP não foi criado para se um padrão mas desenvolvido para satisfazer as necessidades de conexão entre os vários projetos do Ministério da Defesa dos EUA, inclusive as redes de computadores e permitir a adição de máquinas na rede de forma sistemática e padronizada. E não foi projetado nas sete camadas do modelo OSI por anteceder a esse modelo” (GALLO,2002).

Software	Camada (7) Aplicação (Application) Camada que fornece aos usuários acesso ao ambiente OSI e provê sistemas distribuídos de informação.	Camadas Orientadas a Aplicações ou Serviços
	Camada (6) Apresentação (Presentation) Camada responsável por prover independência aos processos de aplicação das diferenças na representação dos dados (syntaxe).	
	Camada (5) Sessão (Session) Camada que provê a estrutura de controle para a comunicação entre as aplicações. Estabelece, gerencia e termina conexões (sessões) entre aplicações	
	Camada (4) Transporte (Transport) Camada responsável pela transferência de dados entre dois pontos de forma transparente e confiável com funções como controle de fluxo e correção de erro fim a fim.	Serviço de Verificação e Entrega
Hardware	Camada (3) Rede (Network) Camada que fornece para as camadas superiores independência das tecnologias de transmissão e comutação usadas para conectar os sistemas. Responsável por estabelecer, manter e terminar conexões.	Camadas Orientadas a Rede ou Comunicação
	Camada (2) Enlace de dados (Data Link) Camada responsável pela transmissão confiável de informação através do enlace físico. Envia blocos de dados (frames) com o necessário controle de erro e de fluxo.	
	Camada (1) Física (Physical) Camada responsável pela transmissão de uma seqüência de bits em um meio físico. Trata das características mecânicas, elétricas, funcionais e procedurais para acessar o meio físico.	

Quadro 2 Camadas Modelo OSI

802.12	Protocolo de Rede (IEEE 802.12) de Rede Local
802.15	Protocolo de Rede (IEEE 802.15) de Rede Local
802.16	Protocolo de Rede (IEEE 802.16) de Rede Local
802.17	Protocolo de Rede (IEEE 802.17) de Rede Local

Quadro 4 Relação das normas IEEE 802

Fonte (TANENBAUM, 2003)

Podemos entretanto classificar o modelo TCP/IP conceitualmente similar ao modelo OSI, pois muitas funções do TCP/IP são similares as do modelo OSI.

Camadas	OSI/ISSO	TCP/IP	Comparação
7	Aplicação	Aplicação	A Camada de aplicação de TCP/IP corresponde as camadas aplicação, apresentação e sessão do OSI
6	Apresentação		
5	Sessão		
4	Transporte	Transporte de Máquina para Máquina	A camada de transporte de máquina para máquina do TCP/IP corresponde a camada de transporte do OSI.
3	Rede	Internet	A camada de Internet do TCP/IP corresponde à camada de rede do OSI
2	Dados	Interface de Rede	A camada de Interface de rede do TCP/IP corresponde às camadas de dados e física do OSI
1	Física		

Quadro 3 Comparação TCP/IP versus OSI

2.1.5 A Arquitetura IEEE 802

O quadro abaixo os padrões a Arquitetura IEEE 802:

Número	Assunto
802.1B /K	Avaliação e Arquitetura de LANs
802.1D	Controle de acesso ao meio (MAC) Bridges/ Pontes.
802.1E	System Load Protocol.
802.1F	Common Definitions and Procedures for IEEE 802 Management information.
802.1G	Remote Media Access Control (MAC) Bridging.
802.1H	Recommended Practice for Media Access Control (MAC) Bridging of Ethernet V2.0 em IEEE 802 Local Area Networks.
802.1Q	Virtual Bridge d Local Area Networks.
802.2	Controle de Link Lógico.
802.3	Ethernet
802.4	Token bus
802.5	Token Ring
802.6	Fila dual barramento dual (primeira rede metropolitana)
802.10	LANs Virtuais e Segurança
802.11	Especificações das Subcamadas MAC e física para Redes Wireless (redes sem fio)
802.12	Propriedade de demanda (AnyLAN da Hewlett-Packard)
802.15	Redes Pessoais (Bluetooth)
802.16	Rádio de Banda Larga
802.17	Anel de Pacotes Elásticos

Quadro 4 Relação das normas IEEE 802

Fonte (TANEMBAUM, 2003)

O Comitê 802 do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) dos Estados Unidos, desenvolveu e publicou uma série de normas para redes locais (LANs) e Metropolitanas (MANs) que foram adotadas mundialmente inclusive pela ISO (International Organization for Standardization). “No início das redes locais, não existiam padrões. Prevaleciam o caos e a instabilidade. Os padrões próprios de fornecedores eram a regra, os clientes se tornavam clientes para toda vida e as empresas inchavam” [GALLO, 2002]. Com isso o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) assumiu a responsabilidade de estabelecer padrões para as redes locais, inicialmente para as camadas físicas e de enlace de dados, usando o modelo de referencia OSI.

O modelo de arquitetura IEEE 802 corresponde às duas camadas mais baixas do modelo OSI. Sendo que o IEEE 802 divide a Camada de Enlace de dados OSI em duas partes: a subcamada de Controle Lógico (LLC – *Logical Link Control*) e a subcamada de Controle de Acesso ao meio (MAC – *Media Acces Control*). A arquitetura e protocolos da rede WLAN (redes locais sem fio) padrão IEE 802.11 define as especificações das camadas físicas e de acesso ao meio (MAC) para as redes locais sem fio (Wireless).

Modelo OSI	Padrão IEEE 802
Camada de Redes	Camada de Redes
Camada de Enlace de Dados	Controle Lógico de Ligações
	Controle de Acesso ao Meio
Camada Física	Camada Física

Quadro 5 Relação entre Modelo OSI e comitê IEEE 802

2.1.5.1 A Camada de Controle do Enlace Lógico

A LLC (*Logical Link Control*) ou camada de controle de enlace. Que especifica os mecanismos para endereçamento de estações conectadas ao meio e para controlar a troca de dados entre usuários da rede. A operação e o formato deste padrão são baseados no protocolo HDLC (*High-Level Data Link Control*).

Estabelece três tipos de serviço:

- 1) sem conexão e sem reconhecimento;
- 2) com conexão;

3) com reconhecimento e sem conexão. No padrão 802 ela tem o Modelo OSI Padrão IEEE 802.

Camada de Redes Camada de Redes Controle Lógico de Ligações Camada de Enlace de Dados.

Controle de Acesso ao Meio Camada Física Camada Física trabalho de ocultar as diferenças entre as diversas variações desse padrão e torná-las indistinguíveis no que se refere à camada de rede.

geralmente na faixa de infravermelho, podendo permitir o tráfego de dados, voz ou ambos" (SOLIZ, 2002).

"Na comunicação sem fio, o sinal viaja pelo ar e não por um cabo físico existente. Há tipos genéricos de comunicação Sem Fio: transmissão por sinais rádio, transmissão por infravermelho e ainda transmissão por ondas de luz" (GALLO, 2002).

- Transmissão por Rádio – transmissão por rádio diz respeito a qualquer técnica sem fio que use frequência de rádio (RF – *Radio Frequência*) para transmitir informação. Transmissão por RF são populares hoje em dia para serviços de dados sem fio. Sendo dentro deste contexto de ondas de rádio para transmitir dados são usadas também as microondas, que são ondas de alta frequência operando na faixa de 2 a 40 GHz.
- Transmissão por Infravermelho – (IR – *infrared*) é um tipo baseado em linha visual usando irradiação eletromagnética de onda entre o rádio e a luz visível, operando entre 100 GHz e 100 THz (*terahertz*).
- Transmissão por Ondas de Luz – a conectividade por ondas de luz refere-se ao uso de conexões via laser em linhas visuais para redes sem fio de longas distâncias sem requerer a instalação de cabos.

2.2.2 Categorias Das Redes Wireless

Existem vários tipos de padrão IEEE 802 (tabelado) para Redes Wireless, onde cada um é dotado de características próprias, principalmente no que se refere à velocidade de transmissão dos dados. O comitê 802 do IEEE tem os seguintes grupos de trabalho ativos trabalhando na elaboração de normas de redes sem fio (*Wireless*).

2.2 REDES WIRELESS

2.2.1 Definição de Redes Wireless

Wireless, que significa “sem fio” (wire = fio, less = sem). “Uma comunicação *Wireless* é qualquer forma de conexão entre dois sistemas transmissores e receptores de dados que não requeira o uso de fios. Para isso são usadas frequências de rádio ou sinais luminosos, esses geralmente na faixa de infravermelho, podendo permitir o tráfego de dados, voz ou ambos” (SOUZA, 2002).

“Na comunicação sem fio, o sinal viaja pelo espaço e não por um cabo físico existindo três tipos genéricos de comunicação Sem Fio: transmissão por sinais rádio, transmissão por infravermelho e ainda transmissão por ondas de luz” (GALLO, 2002).

- Transmissão por Rádio – transmissão por rádio diz respeito a qualquer técnica sem fio que use frequência de rádio (RF – *Radio Frequencies*) para transmitir informação. Transmissão por RF são populares hoje em dia para serviços de dados sem fios. Sendo dentro deste contexto de ondas de rádio para transmitir dados são usadas também as microondas, que são ondas de alta frequência operando na faixa de 2 a 40 GHz.
- Transmissão por Infravermelho – (IR – *infrared*) é um meio baseado em linha visada usando irradiação eletromagnética de onda entre o rádio e a luz visível, operando entre 100 GHz e 100 THz (*terahertz*).
- Transmissão por Ondas de Luz – a conectividade por ondas de luz refere-se ao uso de conexões via laser em linhas visadas para redes sem fio de longas distâncias sem requerer a instalação de cabos.

2.2.2 Categorias Das Redes Wireless

Existem vários tipos de padrão IEEE 802 (ethernet) para Redes *Wireless*, onde cada um é dotado de características próprias, principalmente no que se refere à velocidade de transmissão dos dados. O comitê 802 do IEEE tem os seguintes grupos de trabalhos ativos trabalhando na elaboração de normas de redes sem fio (*Wireless*).

802.11	Wireless LAN (WLAN)	WI-FI
802.15	Wireless Personal Area Network (WPAN)	Bluetooth entre outros.
802.16	Broadband Wireless Access (BBWA)	WiMax

Quadro 6 Relação Grupo Trabalho/Redes Wireless

Fonte: (ROSS, 2003)

Tanembaum divide as Redes *Wireless* em três categorias principais:

Interconexão de sistemas.

LANs sem fio.

WANs sem fio.

A Interconexão de sistemas visa interconectar mouse, teclado, impressora, scanners e outros de um computador usando rádio de alcance limitado. Essa Rede sem Fio de alcance limitado é denominado *Bluetooth*. Essa forma de interconexão de sistemas utiliza o paradigma de mestre-escravo. Onde a unidade do sistema é geralmente o mestre e se comunica com o mouse, teclado etc., que atuam como escravo. O mestre informa aos escravos quando transmitir, por quanto tempo podem transmitir, que frequência usar, etc.

As LANs sem fio são sistemas em que todo computador tem um modem de Rádio e uma Antena pelo meio dos quais pode se comunicar com outros sistemas os chamados pontos de acesso (*Acces Point*). Frequentemente existe uma antena que liga a um ponto de acesso com uma antena que liga os sistemas. Porém; se os sistemas estiverem próximos o suficiente, eles poderão se comunicar diretamente um com o outro numa configuração não hierárquica (*AD-HOC*). O padrão IEEE 802.11b é o padrão para as LANs sem fio que a maioria dos sistemas implementa e que esta se tornando padrão. As WANs sem fio são sistemas geograficamente distribuídos. A rede de rádio utilizado para a telefonia celular é um exemplo de sistemas sem fio de baixa largura de banda. Esse sistema já passou por três gerações. A primeira geração era analógica e usada apenas para voz. A segunda geração era digital e usado apenas para voz. A terceira é digital e usada para voz e dados. exceto pelo fato de que as distancias envolvidas são muito maiores e as taxas de bits muito maiores; redes de celulares sem fio e as LANs sem fios são semelhantes. As LANs sem fios podem operar em velocidades de até 50 Mbps, sobre distancias de dezenas de metros. Os sistemas celulares

Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e Infrared (IR).

operam abaixo de 1 Mbps, mas a distância entre a estação-base e o computador ou telefone é medida em quilômetros.

As WLANs baseadas em infravermelho utilizam a mesma tecnologia empregada em produtos como controles remotos. A vantagem é a sua habilidade de oferecer uma grande largura de banda, podendo atingir até 16 Mbps, operando a faixas de 100 THz. Porém, o infravermelho pode ser facilmente obstruído (a luz não atravessa objetos sólidos, como as paredes) e também sofre a interferência do sistema de iluminação do ambiente.

Além dessas redes, também estão sendo desenvolvidas redes sem fio geograficamente distribuídas com alta largura de banda. Tendo um enfoque inicial à Internet sem fio de alta velocidade e transmissão de televisão. E também foi desenvolvido um padrão para esse serviço, chamado de IEEE 802.16.

2.2.3 O Funcionamento das Redes *Wireless*

“Para utilizar as Redes *Wireless* com mais eficiência, é preciso entender os padrões e especificações que as controlam e como os dados são transportados através da rede, de um computador para o outro” (ROSS, 2003). Sendo que o transporte de dados em uma Rede *Wireless* envolve três elementos distintos: os sinais de rádio, o formato dos dados, e a estrutura da rede.

2.2.4 Os Sinais de Rádio para Redes *Wireless*

Em uma Rede *Wireless*, os adaptadores de rede em cada computador convertem os dados digitais para sinal de rádio, e que são transmitidos para outros dispositivos na rede, que convertem os sinais de rádio de volta para dados digitais.

No que se refere ao modelo de referência OSI da ISO, os sinais de rádio operam na camada física.

No final de 1997 o IEEE padronizou sob o número 802.11 os diferentes tipos de mídia *Wireless*: dois tipos de transmissão de rádio e as redes que utilizam luz infravermelha. Sendo o padrão 802.11b via rádio que opera na faixa 2.4 GHz, com taxas de 11 Mbps o mais usado hoje no mercado. No entanto recentemente foi aprovado pelo IEEE, dos Estados Unidos, o lançamento do padrão 802.11g. Este sistema permite transmissão de dados em velocidades de 54 Mbps também na faixa de 2.4 Ghz. E ainda existem sistemas que operam na faixa de 5 Ghz. O IEEE 802.11 estabelece a padronização das camadas física e de enlace para as redes sem fio. A camada física é implementada através de 3 diferentes especificações: *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)*, *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)* e *Infrared (IR)*.

As redes *Wireless* utilizam a tecnologia de espalhamento do espectro que é uma família de transmissão de um único sinal de rádio, usando um seguimento relativamente amplo do espectro do rádio. O FHSS e o DSSS são sistemas de transmissão de rádio de espectro diferentes. Os protocolos utilizados nas comunicações das LANs (FHSS e DHSS) necessitam de visada direta (nenhum obstáculo entre o receptor e o transmissor).

2.2.5 A Tecnologia de Espalhamento de Espectro

Esta tecnologia foi desenvolvida por *Hedy Lamarr* que era uma atriz e *Georg Antheil* que era um compositor sendo que nasceu inicialmente, como um “Sistema de Comunicações Secreto” para o direcionamento de torpedos controlados por rádio.

Conforme Ross antes de começar a trabalhar em *Hollywood*, *Lamarr* casou-se com um negociante de armas na Áustria, onde aprendeu com clientes do marido, os problemas relacionados à orientação de torpedos. Anos mais tarde, durante a Segunda Guerra Mundial, ela apresentou o conceito de frequência de rádio variável, a fim de evitar a interferência. *Antheil* era aparentemente a pessoa ideal para colocar sua idéia em prática. Sua composição mais famosa era conhecida como *Ballet Mechanique* e foi executada por; dezesseis pianistas, duas hélices de avião, quatro xilofones, quatorze zabumbas e uma sirene. Ele usou o mesmo tipo de mecanismo que usou anteriormente para sincronizar os pianistas, a fim de alterar a frequência de rádio em uma transmissão por espalhamento por espectro.

No sistema original de fitas de papel com ranhuras tinha 88 canais de rádio diferentes uma para cada uma das 88 teclas do piano. Na teoria o método poderia ser usado para a comunicação por voz ou de dados, bem como para a orientação de torpedos, mas na época das válvulas eletrônicas, da fita de papel e da sincronização mecânica, o processo inteiro era demasiadamente complicado para propiciar a efetiva construção e utilização. Em torno de 1962, um componente eletrônico de estado sólido substituiu as válvulas e os cilindros do piano, e a tecnologia foi usada a bordo dos navios da marinha dos Estados Unidos, a fim de proporcionar comunicações seguras durante a crise dos mísseis em cuba. Hoje em dia, os rádios de espalhamento de espectro são usados nos sistemas de comunicações por satélite Milstarda, do Comando Espacial da Força Aérea dos Estados Unidos; em telefones celulares digitais e em redes de dados *Wireless*.

Com essa tecnologia de variar a frequência do sinal transmitido é possível ter uma maior largura de banda do que com o sinal fixo. Com isso, o sinal se torna menos suscetível a interferências e a interceptação. Os dados são camuflados pelo espectro espalhado pela mistura com um pseudo ruído (PN – pseudonoise), transmitido junto com o sinal. Sendo

então o sinal transmitido pela faixa de frequência do espectro de rádio. O receptor para a interceptar o sinal precisa de duas informações: a função matemática do transmissor que gera o pseudo ruído e o ponto exato no tempo em que a função é gerada.

2.2.5.1 (FHSS) O Frequency Hopping Spread Spectrum

Esta tecnologia transmite pequenos lotes de dados em diferentes frequências na faixa de 2.4 GHz. Um lote é transferido numa frequência e outro lote é transferido em outra frequência e assim por diante. Segundo Ross o sinal é dividido em pequenos seguimentos e “salta” de uma frequência para outras várias vezes por segundo, na medida que transmite aqueles seguimentos. Sendo estabelecido um padrão de saltos sincronizados pelo transmissor e o receptor para definir a ordem de sequência na qual serão usados diferentes subcanais. Por usar um sinal transportador estreito que altera de frequência várias vezes por segundo, evita a interferência de outros usuários. Assim pares de transmissor e receptor adicionais podem usar diferentes padrões de salto no mesmo conjunto de subcanais no mesmo instante. Provavelmente no mesmo instante de tempo par de transmissor e receptor estarão usando canais diferentes. No caso de ocorrência de conflitos, o sistema envia uma confirmação de volta para a estação transmissora. Para serviços de dados Wireless, a banda é dividida em 75 subcanais, cada canal com 1 MHz de largura. Em cada salto de frequência é adicionado um sobrecarga ao fluxo de dados; portanto, as transmissões FHSS são relativamente lentas.

2.2.5.2 (DSSS) O Direct Sequence Spread Spectrum

Conforme Ross “o DSSS espalha um sinal por uma faixa larga dentro da banda de 2.4 GHz. Essa tecnologia utiliza um método conhecido como sequência de 11-chip Barker espalhando o sinal de rádio em um único canal de 22 MHz de largura, sem alterar as frequências. Cada link do DSSS utiliza um único canal sem qualquer salto entre as frequências. Espalhando a frequência ele utiliza maior largura de banda mas comparativamente com uma transmissão convencional utiliza menos energia” [ROSS, 2003]. Em uma transmissão convencional, o sinal é concentrado em uma largura de banda mais compacta. O sinal DSSS utiliza a mesma quantidade de energia, mas a espalha por uma banda mais ampla de frequência de rádio. Um transmissor DSSS quebra cada pedaço do fluxo de dados original em uma serie de padrões de bits redundantes denominados chips, e os transmite para um receptor que reagrupa os chips de volta em um fluxo de dados idênticos ao original.

Da mesma maneira que em outros protocolos de rede, um link DSSS wireless troca mensagens de estabelecimento de comunicação dentro de cada pacote de dados para confirmar se o receptor conseguiu entender o pacote. Em uma rede 802.11b a taxa padrão de transmissão de dados é de 11 Mbps, mas quando a qualidade do sinal não suporta essa velocidade, utilizando um processo denominado *dynamic rate shifting* para reduzir a velocidade para 5.5, podendo chegar a 2 ou até 1 Mbps. Esse sinal é reduzido quando existe uma fonte de ruído próximo ao receptor, ou quando o transmissor e o receptor estão afastados demais, para suportar uma operação a total velocidade. O DSSS é usado nas gerações atuais das redes ethernet Wireless 802.11b e 802.11a.

2.2.5.3 (IR) Infrared

As redes locais sem fio com base em infravermelho não são muito populares segundo Gallo, em geral é restrita a redes dentro de edifícios ou entre eles. Operando na faixa de 100 GHz a 100 THz (*terahertz*) que é uma radiação eletromagnética entre o rádio e a luz visível. Essa transmissão pode ocorrer de duas maneiras: direta ou difusa. A transmissão por infravermelho direta requer linha de visada desobstruída entre o transmissor e receptor. Na transmissão por infravermelho difusa, o transmissor preenche a área com um sinal forte de infravermelho. A luz é emitida e espalhada por um angulo aberto. O sinal se reflete em tetos, paredes e outras superfícies. Sendo deste modo que opera um dispositivo de controle remoto de TV. A transmissão por infravermelho difusa pode ser considerada um meio por difusão, e a transmissão por infravermelho visada, um meio ponto-a-ponto. Outra tecnologia para a transmissão sem fio é as ondas de luz. Sendo para isso utilizando raio laser por linha visada e proporcionando grande largura de banda.

2.2.6 O Padrão IEEE 802.11 WLANs e Suas Variações

Conforme Tanenbaum, este padrão especifica três técnicas de transmissões permitidas na camada física. O método de infravermelho utiliza quase a mesma tecnologia que os controles remotos dos televisores. Os outros dois métodos empregam rádio de alcance limitado, utilizando técnicas chamadas FHSS e DSSS. Ambas utilizam uma parte do espectro que não exigem licenciamento (a banda ISM de 2.4 GHz). Os telefones sem fio e os fornos de microondas também utilizam essa banda. O IEEE desenvolveu uma série de padrões para redes de transmissão de dados sem fio. O padrão IEEE 802.11 foi o primeiro a ser desenvolvido e permite taxas de transmissão brutas de 1 até 2Mbit/s nas bandas ISM. Estas bandas compreendem três segmentos do espectro (902 a 928 MHz, 2.400 a 2.483,5 MHz e

5.725 a 5.850 MHz) reservados para uso sem a necessidade de licença. Este modelo de protocolos estabelece as três camadas: LLC, MAC, PHY.

O padrão evoluiu da seguinte forma: Em 1999, foram apresentadas duas novas técnicas para alcançar maior largura de banda. Essas técnicas são chamadas OFDM e HR-DSSS. Elas operam em até 54 Mbps e 11 Mbps, respectivamente. Em 2001, uma nova modulação de OFDM foi introduzida, mas em uma banda de frequência diferente da primeira. Cada uma das cinco técnicas disponíveis torna possível enviar um quadro MAC de uma estação para a outra. Diferenciando na tecnologia usada e nas velocidades que podem ser alcançadas.

As LANs *Wireless* são conhecidas também por: WECA e Wi-Fi. O WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*) é um grupo industrial que inclui todos os fabricantes do equipamento 802.11b. Além de promover as redes 802.11 como um padrão global para as LANs *Wireless*, também testar os dispositivos os fabricantes associados e certificar que estes podem operar em conjunto na mesma rede. Sendo que por motivo de marketing a WECA adotou um nome mais “amigável”: *Wi-Fi* (abreviação para *Wireless Fidelity*) para as especificações 802.11, e mudou o próprio nome para *Wi-Fi Alliance*. Os padrões 802.11a, 802.11g são versões de maior velocidade.

2.2.6.1 O Padrão IEEE 802.11 e a Camada MAC

Segundo Dantas “a função deste nível é prover funções de controle de acesso para os meios físicos compartilhados na camada física” (DANTAS, 2002).

Essas funções são de endereçamento, coordenação de acesso, geração da sequência de controle de quadro e controle do mesmo e a delimitação do PDU (*Protocol Data Unit*) da camada LLC. Em outras palavras, podemos dizer que a camada de Mac provê o endereçamento e o reconhecimento de quadros como suporte para o LLC. O padrão IEEE 802.11 adotou o protocolo CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*). O uso do CSMA/CA foi motivado pelo fato de que no padrão 802.11 os dispositivos de rádio não podem enviar e receber informação ao mesmo tempo. Diferente de uma rede LAN convencional, como o ethernet, o padrão não visa detectar a colisão; e sim evitá-las.

2.2.6.2 O Protocolo CSMA/CA

O padrão 802.11 define uma interface que é compatível com o Ethernet cabeado, chamada de CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*), na verdade uma variação do CSMA/CD usada no Ethernet. O protocolo CD requer que os rádios sejam

capazes de transmitir e receber ao mesmo tempo, o que aumentaria o custo e a complexidade do equipamento. Além disso, não é sempre que todas as estações estão numa posição tal que é possível enxergar todas as outras estações. Para minimizar essa possibilidade das estações não serem capazes de enxergar umas às outras, o 802.11 define o conceito de VCS (*Virtual Carrier Sense*).

A estação transmissora primeiramente manda um pequeno pacote chamado RTS (*Request to Send*) que contém os endereços de origem e destino e também uma estimativa da duração da mensagem. Se o meio está livre, a estação receptora vai responder com um pacote CTS (*Clear to Send*). Na recepção deste último, a transmissão se inicia. O uso do protocolo CSMA/CA reduz as chances de colisões. Se o meio está ocupado, o transmissor vai fazer um processo de escuta do meio, semelhante ao CSMA/CD.

O padrão 802.11 usa um protocolo chamado “*Positive Acknowledge*”. Quando uma estação quer transmitir, ela verifica se o meio está livre, assim como uma rede Ethernet LAN. Se esta livre, a estação transmite. A estação receptora, depois de receber a mensagem e ter certeza de que ela não foi corrompida, manda uma confirmação de volta. Se a estação que transmitiu não receber essa confirmação, ela considera que a mensagem original foi perdida e a retransmite.

2.2.6.3 O Padrão IEEE 802.11 e a Camada Física

Ainda segundo Dantas “o padrão IEEE 802.11 resolveu concentrar seus esforços no espectro de frequências padronizadas conhecido com ISM (*Industrial, Scientific and Medicine*) que uma banda padronizada para a sequência direta (*direct sequence*) e pulso de frequência (*frequency hopping*) na banda de frequência de 2.4 GHz.. influenciado pelo motivo que esta estar disponível e por não ter custo de licença” (DANTAS, 2002).

2.2.6.4 Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (OFDM)

Inicialmente se faz necessário entender o que é multiplexação que segundo Gallo é um processo que possibilita que dados de múltiplos canais de transmissão compartilhem uma ligação comum. Combinando dados de diversos canais de entrada de baixa velocidade e os transmitindo através de um circuito único de alta velocidade. Havendo na ponta receptora o processo de separação dos dados multiplexados (denominado de demultiplexação) de acordo com seus respectivos canais e entregues aos dispositivos de saída correspondentes. Com isso é possível usar um meio único para muitas transmissões distintas. Pó exemplo, um meio de comunicação pode ser separado em canais distintos; com um para transmitir em um dado,

outro para voz, em um terceiro transmitindo vídeo. Isso se faz dividindo a faixa de frequência de transmissão disponível em faixas menores, cada um tornando um canal separado. A idéia por traz do FDM (*Frequency Division Multiplexing*) é dividir a frequência principal em subfrequências, cada uma ajustada para a largura de banda dos dados a serem transportados por ela. Sendo essa multiplexação econômica e eficiente.

Em artigo publicado PINTO diz que; a Multiplexação por Divisão de frequências ortogonais surgiu como uma evolução da técnica convencional de Multiplexação por Divisão de Frequência (FDM - *Frequency Division Multiplexing*) onde, no lugar de utilizar-se banda de guarda para a separação das subportadoras na recepção do sinal, trabalha com uma sobreposição espectral de subportadoras. Uma primeira avaliação da aplicação da técnica OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) para comunicações móveis foi apresentada em 1985. Desde então vem sendo particularmente considerada para ser empregada em rádiodifusão, em transmissão digital sobre linhas de telefone e em Redes Locais sem Fio (Wireless LAN). A técnica segundo o artigo, consiste na transmissão paralela de dados em diversas subportadoras com modulação QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) ou PSK (*Phase Shift Keying*) e taxas de transmissão por subportadoras tão baixas quanto maior o numero destas empregadas. Com a redução na taxa de transmissão (aumento na duração dos símbolos transmitidos em cada subportadora) implica uma diminuição da sensibilidade à seletividade em frequências (dispersão no tempo) causada por multipercurso. A utilização de símbolos ciclicamente entendidos torna a técnica de modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) ainda mais eficaz no combate a desvanecimentos (ao se propagar as ondas de rádio estão sujeitas a reflexões no solo e na atmosfera que provocam alterações na sua amplitude e caminho percorrido ocasionando variações na potência do sinal recebido) desta natureza. Existe uma sobreposição espectral das subportadoras moduladas, a informação conduzida por cada uma delas poderá ser isolada das demais através de um correlator (ou filtro casado) adequado. Admitindo sincronização de relógio, a saída deste correlator correspondera á projeção do sinal OFDM. Existe a ortogonalidade entre as subportadoras, que se deve ao fato do espaçamento de frequência empregada. No entanto, para que se tenha a ortogonalidade entre os subcanais na recepção, é necessário que as subportadoras estejam centradas nas respectivas frequências dos subcanais OFDM, além de se ter a devida sincronização do relógio. Produzindo uma economia significativa de banda relativamente à técnica FDM tradicional. Chegando a uma economia de aproximadamente 50%. Além dos sistemas de rádio difusão de áudio e televisões digitais.

2.2.6.5 As Faixas para WLAN

As faixas destinadas para essas aplicações são conhecidas como Industrial, Scientific, and Medical bands – ISM e foram adotadas por diversos países, tendo sido a primeira em 900MHz (902 até 928MHz), a segunda em 2.4 GHz (2400 até 2483.5 MHz) e a última em 5 GHz. Atualmente o Brasil está atualizando a Resolução 305 da ANATEL, nas partes referentes a 2.4 e 5 GHz, disponibilizando a distribuição apresentada na figura abaixo.

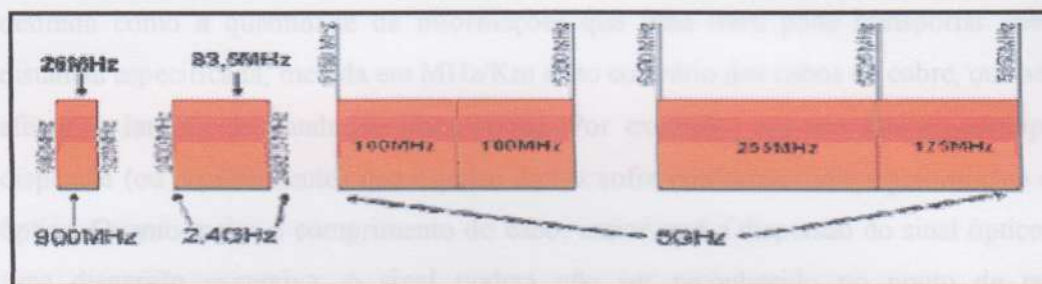


Figura 6 Faixas de frequências para banda ISM

Fonte: (ROSS, 2003)

2.2.6.6 Utilização da Banda

Existem duas tecnologias de rádio que permitem que mais de uma estação utilize a mesma faixa do espectro, que são o espectro espalhado (*spread spectrum* - SS) e faixa ultralarga (*ultra wideband* - UWB), rádio definido por software (*software defined radio* - SDR) e redes em malha, incluindo redes *ad-hoc*. “O SS e o UWB permitem a utilização simultânea da mesma faixa do espectro por usuários não coordenados entre si. Em SS, supõe-se que todos os usuários de uma determinada faixa utilizem a mesma tecnologia de transmissão, e cada receptor trata o sinal de outros usuários que não lhe interessa como se fosse ruído. Este esquema é bastante usado em sistemas CDMA de telefonia celular, e em redes locais de computadores sem fio do padrão IEEE 802.11b (Wi-Fi). O UWB transmite pulsos curtíssimos de sinais de faixa muito larga e de potência muito pequena. A princípio, estes sinais são detectados apenas por receptores sincronizados com os transmissores. O SDR permite reprojeter completamente o equipamento de rádio, empregando software para controlar as frequências usadas para transmissão e recepção, e para determinar o esquema de modulação de sinal usada. O conceito de SDR permite que uma estação analise o seu ambiente, antes de transmitir, escolhendo para uso uma frequência atualmente ociosa. “Ele também, permitiria a utilização de uma frequência oficialmente alocada a um outro usuário agora inativo - quando este volta a ocupar sua frequência o SDR pode mudar de frequência,

para evitar causar interferência, em uma fração de segundo. Por isto, o SDR é às vezes chamados de ágil” (STATON, 2002).

A largura de banda é um fator limitante que representa a medida da capacidade de trafegar informações de um meio físico. Para os cabos de pares trançados de cobre em uso atualmente nas redes locais, a largura de banda depende em grande parte da frequência na qual se transmite o sinal. À medida que essa frequência aumenta, menos largura de banda (e maior atenuação) ocorrerá na rede. No caso da fibra óptica, a largura de banda pode ser definida como a quantidade de informações que uma fibra pode transportar sobre uma distância especificada, medida em MHz/Km e, ao contrário dos cabos de cobre, outros fatores afetam a largura de banda na fibra óptica. Por exemplo, um dos fatores principais é a dispersão (ou espalhamento) que o pulso de luz sofre conforme trafega pelo núcleo da fibra óptica. Quanto maior o comprimento do cabo, maior será a dispersão do sinal óptico e, com uma dispersão excessiva, o sinal poderá não ser reconhecido no ponto de recepção. (PINHEIRO, 2004)

2.2.6.7 O Padrão 802.11b

IEEE 802.11b (*WiFi*): permite taxas de transmissão brutas de até 11 Mbit/s nas bandas ISM. O padrão 802.11b segundo Tanenbaum utiliza a modulação HRDSS (*High Rate Direct Sequence Spread Spectrum* – espectro de dispersão de sequência direta de alta velocidade), que é uma técnica de espectro de dispersão, que utiliza 11 milhões de chips/s para alcançar 11 Mbps/ na banda de 2.4 GHz. As taxa admitidas no 802.11b são 1, 2, 5,5 e 11 Mbps. As taxa de dados pode ser adaptadas dinamicamente durante a operação para alcançar velocidade ótima possível sob a condição atual de carga e ruído. Sendo que na pratica a velocidade é quase sempre mantida em 11 Mbps. As tecnologias usadas recentemente para transmissão digital, o espectro espalhado (*spread spectrum* ou SS) e a faixa muito larga (*ultra wideband* ou UWB). Coexistem na mesma faixa do espectro de transmissões independentes, sem prejuízo à sua eficácia. Devido à utilização de tecnologia digital para a transmissão e para o processamento dos sinais recebidos, onde é possível separar o sinal específico que interessa ao receptor da cacofonia dos sinais de terceiros. A viabilidade de realizar esta separação aumenta substancialmente a efetiva capacidade da comunicação por rádio. Além do controle digital a funcionalidade do SS e do UWB depende de respeitar limites de potência de sinal. Por sua vez isto limita as distâncias máximas para cada uma destas tecnologias. O SS é usado comumente em dois casos: na telefonia celular (CDMA na banda A no país), e nas redes locais de rádio (WiFi – IEEE 802.11b). No caso de WiFi, que funciona na faixa ISM

(*Industrial, Scientific, Medical*) de 2,4 GHz, a limitação é de 50 miliwatts de potência da transmissão. Isto permite que as redes locais de computadores de rádio (*Wireless Local Area Networks* ou WLANs) que se utilizam esta tecnologia tenham um raio de alcance de não mais que 100 metros. Com isto, dá para atender a um prédio pequeno, ou a uma sala de conferência, e assim por diante. Como a tecnologia Wi-Fi de fato admite múltiplos canais em faixas de frequências diferentes, é possível estender o alcance da rede usando uma série de “pontos de acesso” em canais diferentes, e desta forma montar uma rede que dê cobertura a um grande prédio inteiro, como um hotel, um prédio de escritórios ou de salas de aula.

2.2.6.8 O Padrão 802.11a

O padrão IEEE 802.11a: permite atingir taxas de transmissão de até 54 Mbit/s na banda de 5 GHz, utilizando a técnica OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). O 802.11a fornece uma taxa bruta de dados de 54 Mbps e opera na faixa relativamente limpa de 5 GHz com 12 canais. Mas, recentemente, a FCC, o órgão americano regulador das telecomunicações, abriu mais espectro na faixa 5 GHz, o que deverá fazer este número saltar para mais de 20. Além disso, os clientes de redes 802.11a poderão ter interoperabilidade internacional em breve. O alcance do 802.11a é de cerca de 55 metros “O sucesso da exploração por comunicação digital da faixa ISM de 2,4 GHz fez com que a *Federal Communications Commission* (a Anatel do EUA) em 1998 dispensasse de licenciamento o uso de duas novas bandas de espectro, somando juntos 300 MHz, na faixa de 5 GHz para prover acesso à Internet. Estas bandas são conhecidas como U-NII (*Unlicensed – National Information Infrastructure*). Este novo espectro, que inclui outra banda ISM existente (de 5,725 a 5,825 GHz) com aumento de potência, se destina a WLANs de faixa larga, além de enlaces de acesso (ponto-a-ponto ou ponto-multiponto) também de faixa larga. Já existem diversos produtos no mercado norte-americano, criados em função da disponibilidade desta nova faixa de frequências, que não dependem de contato com a burocracia de licenciamento para seu aproveitamento” (STATON, 2004).

2.2.6.9 O Padrão 802.11g

Conforme artigo no site da Worldtelecon o IEEE 802.11g: permite alcançar velocidade nominal de transmissão de até 54 Mbits e exigirá uma regulamentação específica para seu funcionamento sem licença, pois pode se tornar um meio de competição poderoso com outras mídias de banda larga. Por operar na faixa de frequência de 2,4 GHz, o 802.11g proporciona alcance de 91 metros, significativamente maior que o 802.11a. O alcance mais

amplo se traduz em menos pontos de acesso para uma determinada área de cobertura. Ele utiliza a modulação OFDM do 802.11a mas porem na banda ISM de 2.4 GHz. Além disso, tem retrocompatibilidade com o 802.11b por ser uma versão aperfeiçoada deste. Porém, a frequência em que opera é bastante congestionada. Desde fornos de microondas a telefones sem fio e dispositivos *Bluetooth*, tudo pode interferir em um sinal 802.11g. Pior ainda: considerando-se que o padrão fornece apenas três canais que não se sobrepõem, não há muito espaço para movimentação quando ocorre interferência em um canal. Outra grande desvantagem do 802.11g é a degradação de desempenho decorrente do suporte a redes 802.11b legadas. Existe também a preocupação de que o 802.11g não seja tão retrocompatível quanto o prometido. O padrão contém um mecanismo de proteção que impede as redes de receber tratamento preferencial sobre 802.11b. O mecanismo é pesado, o que acarreta em atrasos na transmissão de pacotes. Já o argumento a favor das múltiplas bandas está apoiado na flexibilidade e na consistência para o futuro. Se a empresa não quiser ficar amarrada a um só padrão, as soluções multibanda podem aliviar o problema, uma vez que suporta o 802.11b/g simultaneamente. Uma vantagem é que os equipamentos 802.11g possuem compatibilidade com os 802.11b, fornecendo facilidades para executar um "upgrade" em uma rede já em operação, pois computadores com o novo padrão podem ser adicionados à rede sem a necessidade de troca das placas dos demais computadores, sendo possível trabalhar com alguns PC's em 11Mbit/s e outros com 54Mbit/s.

2.2.6.10 A estrutura da Rede Wireless

BSS - Basic Service Set	Corresponde a uma célula de comunicação da rede sem fio.
STA – Wireless LAN Stations	São os diversos clientes da rede.
AP - Access Point	É o nó que coordena a comunicação entre as STAs dentro da BSS. Funciona como uma ponte de comunicação entre a rede sem fio e a rede convencional.
DS – Distribution System	Corresponde ao backbone da WLAN, realizando a comunicação entre os APs.
ESS – Extended Service Set	Conjunto de células BSS cujos APs estão conectados a uma mesma rede convencional. Nestas condições uma STA pode se movimentar de uma célula BSS para outra permanecendo conectada à rede. Este processo é denominado de Roaming.

Quadro 7 Elementos da Topologia de uma Rede WLAN IEEE 802.11

2.2.6.11 Configurações das Redes WLANs

As redes WLANs podem ser configuradas de dois modos diferentes:

Ad-hoc – Onde as IBSS (*Independent Basic Service Set*) estabelece a comunicação entre as estações de trabalho diretamente, sem a necessidade de um AP (*Access Point* - ponto de acesso) e de uma rede física para conectar as estações.

“Em uma rede ad-hoc, cada adaptador de rede troca os dados com todos os demais nós por meio de links diretos, sem um ponto de acesso atuando como um nó central. As redes ad-hoc são úteis para redes isoladas e de pequeno porte, e compartilhamento de arquivo ponto-a-ponto” (ROSS 2003).

Essas redes são menos comuns que as redes infra-estrutura, mas no entanto fazem parte da especificação 802.11b.

“De modo geral qualquer adaptador de rede com logo do Wi-Fi funcionará adequadamente em uma rede ad-hoc. É de fundamental importância que todos os nós na rede sejam configurados para a operação ad-hoc, e que todas as demais opções de configuração devam ser as mesmas, mas a conexão diretamente a outro computador deve ser mais difícil do que a conexão a um ponto de acesso” (ROSS, 2003).

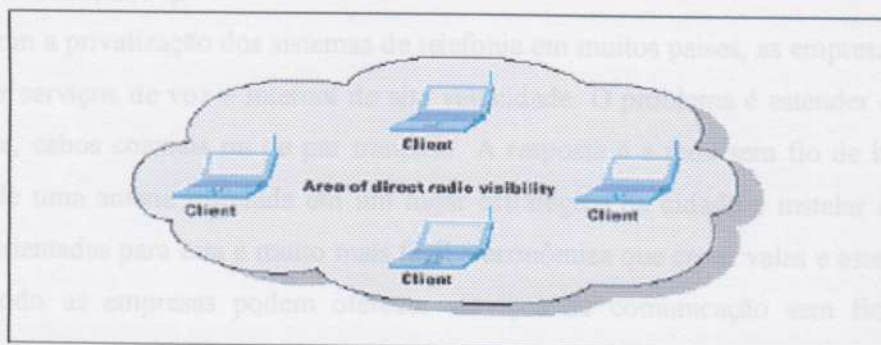


Figura 7 Modelo de célula IBSS

Fonte: (DANIELVAN, 2004)

- **Modo-Infraestrutura** – As (IBSS) da rede possuem pontos de acessos (AP) fixos que conectam a rede sem fio à rede convencional e estabelecem a comunicação entre os diversos clientes. Onde cada ponto de acesso (AP) estabelece uma célula de comunicação. Se duas células se sobrepõem os clientes podem se mover sem a perda da conexão ao passar de uma célula para a outra.

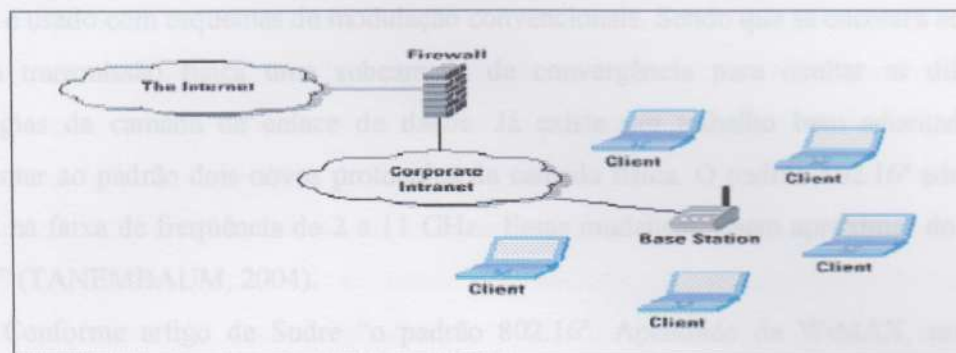


Figura 8 Modelo de serviço básico de infra-estrutura

Fonte: (DANIELVAN, 2004)

2.2.7 O Padrão IEEE 802.16 WIMAX

Segundo Tanenbaum “esse é um padrão para acesso via Redes *Wireless* de banda larga. Chamado de *Air Interface for Fixed Broadband Wireless Acces Systems* (interface aérea para sistemas fixos de acesso sem fio de banda larga) também conhecidas como MAN (*Metropolitan Área Network – Rede Metropolitana*) sem fio ou Loop Local sem Fio” (TANENBAUM, 2004).

Com a privatização dos sistemas de telefonia em muitos países, as empresas passaram a oferecer serviços de voz e Internet de alta velocidade. O problema é estender os cabos de fibra ótica, cabos coaxiais ou de par trançado. A resposta é a rede sem fio de banda larga. Através de uma antena instalada em um lugar estratégico na cidade e instalar antenas dos clientes orientadas para esta é muito mais fácil e econômica que cavar valas e estender cabos. Desse modo as empresas podem oferecer serviços de comunicação sem fio de vários megabits para voz, Internet, filme por demanda, etc. Porém, até recentemente cada concessionária de telecomunicações elaborava seus próprios padrões. Essa falta de padrões significava que não era possível produzir hardware e software em massa, que mantinha os preços elevados e aceitação baixa. Muitas pessoas na indústria perceberam que ter um padrão de banda larga sem fio era o elemento chave que estava faltando, e assim o IEEE teve de formar um comitê composto de pessoas de empresas importantes e do meio acadêmico para elaborar o padrão. Na numeração 802 o próximo número disponível era 802.16, e então o padrão recebeu esse número. O trabalho começou em 1999 e o padrão final foi aprovado em 2002.

“A estrutura geral da pilhas de protocolos do 802.16 é semelhante a das outras estruturas 802, mas tem um número maior de subcamadas. O rádio tradicional de banda

estreita é usado com esquemas de modulação convencionais. Sendo que se encontra acima da camada transmissão física uma subcamada de convergência para ocultar as diferentes tecnologias da camada de enlace de dados. Já existe um trabalho bem adiantado para acrescentar ao padrão dois novos protocolos da camada física. O padrão 802.16^a admitira o OFDM na faixa de frequência de 2 a 11 GHz. Essas mudanças visam aproximar do padrão 802.11” (TANEMBAUM, 2004).

Conforme artigo de Sudre “o padrão 802.16^a. Apelidado de WiMAX, esta nova tecnologia de redes sem fio já nasce com alguns progenitores bastante importantes como AT&T, Intel, Nokia, Proxim, RADNET, Siemens, Vcom e o IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas dos EUA)” (SUDRÉ, 2004).

O WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) foi projetado para um alcance de até 40 Km, com o objetivo de criar redes metropolitanas sem fio (conhecidas como WMANs). Além do longo alcance outros benefícios importantes desta nova alternativa são: a velocidade de transmissão, na ordem de 70 Mbps, a conexão de várias de estações em uma única célula e a possibilidade de tráfego multimídia (voz, dados e imagem) em tempo real. Características que certamente farão a felicidade dos futuros usuários. Esta é a oportunidade da comunicação sem fio oferecer um acesso de alta velocidade e qualidade. Com este alcance e velocidade os enlaces WiMAX podem ser considerados concorrentes diretos de algumas aplicações da fibra óptica, cable modems (acesso através da TV a cabo) e comunicação ADSL (acesso através da linha telefônica). Mais uma opção para usuários e prestadores de serviço. A camada de enlace de dados consiste de três subcamadas. A subcamada inferior lida com privacidade e com a segurança; que são muito mais cruciais para as redes publica externa do que para as redes privadas internas. Ela cuida da criptografia e da descriptografia e do gerenciamento de chaves. Em seguida vem a parte comum da subcamada MAC. É nessa parte que estão localizados o principal protocolo como o de gerenciamento de canais. De acordo com o modelo, a estação base controla o sistema. Ela pode programar os canais *downstream* (da estação base para o assinante) de modo muito eficiente e também desempenha um papel importante no gerenciamento dos canais *upstream* (do assinante para a estação base). Diferente do que ocorre com as outras redes 802 a camada MAC nas redes 802.16 é totalmente orientada a conexões, a fim de fornecer garantias de qualidade de serviços para a comunicação de telefonia e de multimídia.

2.2.7.1 O padrão 802.16 e a Camada Física

Em Tanenbaum “uma rede sem fios de banda larga necessita de uma fração muito grande do espectro, e o único lugar que podemos encontrá-las é na faixa de 10 a 66 GHz. Essas ondas têm a propriedade de trafegar em linha reta, diferente do som mas muito semelhante à luz. Por essa razão a estação base pode ter muitas antenas, cada uma apontando para um setor diferente do terreno circundante. Onde cada setor tem seus próprios usuários e é bastante independente dos setores adjacentes. Pelo fato de que a intensidade do sinal na banda milimétrica cai com a distância o padrão 802.16 emprega três esquemas de modulação diferentes, que depende da distância que a estação do assinante se encontra em relação à estação-base. Para os assinantes próximos, é usado o QAM-64, com 6 bits/ baud (baud – número de intervalo de sinalização por segundo). Para os assinantes situados em uma distância média, é usado o QAM-16 com 4 bits/ baud e”. para os mais distantes é usado o QPSK, com 2 bits/ baud. Ou seja, quanto mais distante o assinante estiver em relação à estação base, mais baixa será a taxa de dados” (TANENBAUM, 2004).

Para produzir um sistema de banda larga e considerando as restrições físicas, foi feito um trabalho para usar de forma eficiente o espectro disponível. Para alocar a largura de banda de uma forma eficiente e flexível, o 802.16 usa dois esquemas que são: FDD (*Frequency Division Duplex* – duplexação por divisão de frequência) e TDD (*Time Division Duplex* – duplexação por divisão de tempo). Uma característica interessante nesta camada física é de reunir vários quadros MAC enfileirados em uma transmissão física. Com isso aumenta a eficiência espectral, reduzindo o número de preâmbulos e cabeçalhos da camada física necessário. Na literatura de Tanenbaum diz ainda que vale a pena notar o uso de códigos de *Hamming* para efetuar a correção antecipada de erros na camada física. Enquanto que as outras redes empregam totais de verificação para detectar os erros e solicitam retransmissão quando os quadros são recebidos com erro. No entanto, no ambiente de banda larga geograficamente distribuída, são esperados tantos erros de transmissão que a correção de erros é empregado na camada física, além das verificações das camadas mais altas. Isso faz com que o canal pareça melhor do que realmente é.

2.2.27.2 Comparação entre o Padrão 802.11 e 802.16

Em Tanenbaum diz que existem algumas razões para não se utilizar em determinados casos o padrão 802.11 e sim o 802.16. Apesar de terem sido concebidos para oferecer comunicação sem fio de alta largura de banda eles resolvem problemas diferentes. Para começar, o padrão 802.16 fornece serviços para edifícios, que não são móveis e não migram

de uma célula para a outra. O padrão 802.11 lida com mobilidade, o que não é relevante no 802.16. Além de que um edifício pode ter mais de um computador, uma complicação que não ocorre quando a estação final é um notebook. Como os usuários das WANS geralmente estão mais dispostos a gastar muito mais que os usuários comuns, estão disponíveis rádios melhores. O padrão 802.16 pode usar comunicação *full-duplex*, algo que o padrão 802.11 evita para manter baixo o custo dos rádios. As comunicações no padrão 802.16 podem se estender sobre parte de uma cidade, envolvendo distancias de vários quilômetros, o que significa que a potência percebida pela estação base pode variar extensamente de estação para estação.

Afetando a relação sinal/ruído que, por sua vez define vários esquemas de modulação. Havendo aí também a necessidade de um tratamento especial e obrigatória da segurança. Além de esperar que os usuários em cada célula do padrão 802.16 seja maior eles irão utilizar ainda maior largura de banda em relação ao padrão 802.11. Forçando o padrão 802.16 operar na faixa de frequência de 10 a 66 GHz, muito mais alta; essa banda é o único lugar no espectro ainda disponível. O padrão 802.11 foi projetado para ser omnidirecional para atender a mobilidade dos usuários enquanto que o padrão 802.16 usando ondas milimétrica que podem ser concentradas em faixas direcionais.

Resumidamente podemos dizer que o padrão 802.11 foi projetado para ser ethernet móvel, enquanto que o padrão 802.16 foi projetado para ser uma televisão a cabo sem fios, mas estacionaria. Apesar de no momento se destinar a redes sem fio fixa, no futuro poderá ser otimizado para ser usado na telefonia móvel.



Figura 9 Modelo genérico de sistema transmissor e receptor.

Fonte: (SOUZA, 2002).

Padrão	Taxa	Descrição
802.11a	54Mbps	Mais rápido mas possui um alcance muito menor que a 802.11b. Opera na faixa 5 GHz com 12 canais. Modulação OFDM. É incompatível com a 802.11b.
802.11b Wi-Fi	11Mbps	É a tecnologia mais popular atualmente. Utiliza a modulação HR-DSS na faixa de 2.4 Ghz. Alcance de aproximadamente 80 metros em ambientes fechados e até alguns quilômetros em áreas abertas.
802.11g	54Mbps	Compatível com o 802.11b. Utiliza modulação HR-DSS e OFDM do 802.11a na banda ISM na faixa de 2.4 Ghz. alcance de 91 metros. O padrão ainda não está completamente definido. O mercado aposta neste padrão para substituir o 802.11b.
802.16a WIMAX	70Mbps Aprox.	Alcance de até 40Km Aproximadamente. O padrão 802.16 usa dois esquemas que são: FDD e TDD. Coexiste com os padrões existentes. O padrão 802.16a vai opera na faixa de 10 a 66 GHz. Admitira o OFDM na frequência de 2 a 11 GHz e também ira operar na banda ISM de 2.4 e 5 GHz. Essas mudanças visam aproximar do padrão 802.11.

Quadro 8 Comparativo entre Padrões 802.11x x 802.16

2.3 AS ANTENAS

2.3.1 O funcionamento das Antenas

“As antenas são dispositivos destinados a transmitir ou receber ondas de rádio. Quando ligadas a um transmissor (de rádio, TV, radar, etc.) convertem os sinais elétricos em ondas eletromagnéticas. Quando ligadas a um receptor, captam essas ondas e as convertem em sinais elétricos que são amplificados e decodificados pelo aparelho receptor (de rádio, televisão, radar, etc)” (SOUZA, 2002).

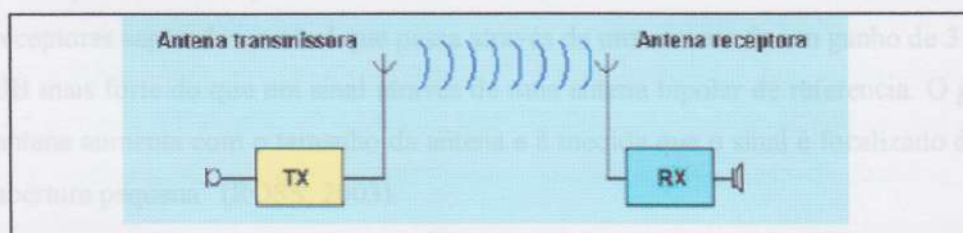


Figura 9 Modelo genérico de antena transmissora e receptora

Fonte: (SOUZA, 2002)

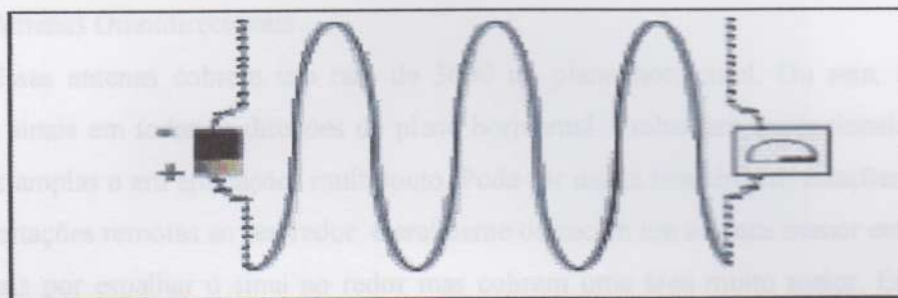


Figura 10 Modelo de um gerador de onda

Fonte: (SOUZA, 2002)

2.3.2 Tipos de Antenas

Existem vários tipos de antenas onde cada uma cumpre especificamente o papel para o qual foi projetada. “Os dispositivos Wireless utilizam a mesma antena tanto para a recepção quanto para a transmissão dos sinais de rádio. Uma antena manipula muito mais energia quando esta transmitindo do que quando esta recebendo, Mas as características de performance são idênticas. A mesma antena que aumenta a energia de output radiada efetiva de um sinal transmitido também impulsiona a sensibilidade de um receptor pela mesma quantidade. As características mais importantes que definem a performance de uma antena são o ângulo de abertura e o ganho” (ROSS, 2003).

Ângulo de abertura – é o ângulo ou arco no qual a antena irradia ou detecta a energia em uma potencia ou sensibilidade máxima. Quando uma antena não estiver dentro do ângulo de abertura da outra a força do sinal cairá.

Ganho – “é a potencia ou sensibilidade efetiva de output efetiva de uma antena. Se medir a força dos sinais a partir de dois transmissores idênticos ou do mesmo sinal através de dois receptores separados, o sinal que passa através de uma antena de um ganho de 3 dBi será de 3 dB mais forte do que um sinal através de uma antena bipolar de referencia. O ganho de uma antena aumenta com o tamanho da antena e à medida que o sinal é focalizado dentro de uma abertura pequena” (ROSS, 2003).

Os tipos de antenas variam conforme sua necessidade de utilização, ou seja, uma antena feita para operar em determinada frequência só se comunicará com outra semelhante. Os modelos de antenas terão suas características definidas pelos seguintes variáveis: Terreno, mobilidade e distância de transmissão.

Especificamente existem dois tipos de antenas para aplicações em Redes Wireless: omnidirecional e direcional.

2.3.2.1 Antenas Omnidirecionais

Essas antenas cobrem um raio de 360º no plano horizontal. Ou seja, detectam e irradiam sinais em todas as direções do plano horizontal. Trabalham excepcionalmente bem em áreas amplas e em aplicações multiponto. Pode ser usada também em estações base, para atender estações remotas ao seu redor. Geralmente oferecem um alcance menor em relação as direcionais por espalhar o sinal ao redor mas cobrem uma área muito maior. Em redes de dados sem fio (Redes Wireless) é bastante vantajoso o uso das antenas omnidirecionais quando existem varias redes para serem interligadas entre si. Como as antenas distribuem as ondas num raio de 360º, qualquer outra dentro do alcance e que utilize a mesma tecnologia e frequência, participará e comunicara com a rede.



Figura 11 Modelo Antena Omnidirecional

Fonte: www.antenastv.com.br

2.3.2.2 Antenas Direcionais

Essas antenas concentram o sinal em uma única direção. Podendo os sinais ter alcances amplos e curtos, ou longos e estreitos. Ou seja, quanto mais estreito o sinal mais longo o alcance. Usada normalmente para cobrir longa distancia e fazer a comunicação entre estações remotas e fixa com uma estação base. Refletores parabólicos são usados em casos como as transmissões de radar, comunicações telefônicas, recepção de satélites, links de dados de longa distância, etc., onde se requer maior diretividade da antena. Eles têm a forma do refletor de um farol de automóvel e focalizam as ondas em um feixe bastante estreito. Esse tipo de antena proporciona a emissão e recepção de sinais dotados de grande nitidez e resolução.

Figura 14 Modelo Antena direcional

Fonte: www.hyperlink.com.br

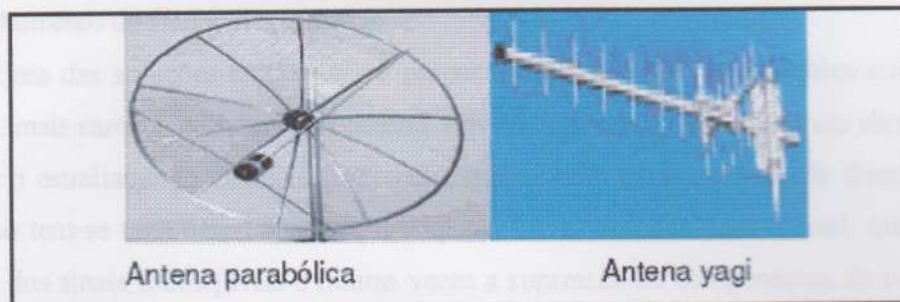


Figura 12 Modelo Antenas Direcionais

Fonte: www.antenastv.com.br

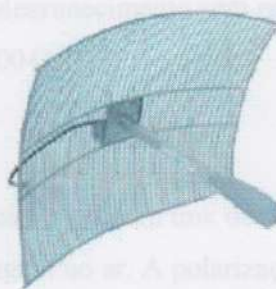


Figura 13 Modelo Antena direcional de grade

2.3.2.3 Antena Setorial

Antena de alto ganho, tanto de emissão quanto de recepção de sinal, robusta e suporta uma grande carga de potência. Geralmente é produzida para atingir uma área em V de até 180° porém existe antena setorial com abertura de 30° , 60° , 90° e 120° . Específica para uso outdoor, é indicada para provedores de acesso à internet ou em locais, onde o emprego de dois ou mais rádios são necessários, perfazendo o setor a ser abrangido sem misturar os sinais dos rádios, com isso você aumenta a capacidade da central sem comprometer a qualidade do sinal. (HERMÍNIO, 2004)



Figura 14 Modelo Antena setorial

Fonte: www.hyperlink.com.br

2.3.2.4 Aumento de Ganho das Antenas

Uma das soluções é aumentar a potência irradiada, mas isso envolve equipamentos maiores, mais caros, e com maior consumo. Envolvendo um maior custo mais elevado. Outra forma é o estreitamento do feixe principal e melhorar as características de direcionalidade. Com isso tem-se uma determinação espacial mais bem definida para o sinal, que permite a redução dos sinais indesejáveis e muitas vezes a supressão de componentes do próprio sinal vindas de percursos diferentes do selecionado. “Estudo da propagação no espaço livre, mostrou-se que ganhos das antenas entram nos cálculos como se fossem atenuações negativas (em decibéis), compensando parcialmente as perdas na transmissão. Por isso, é possível superar em parte os problemas do desvanecimento sem empregar potências mais elevadas do lado do transmissor” (RIBEIRO, 2004).

2.3.2.5 Polarização da Antena

Um fator importante na eficiência de um link de rádio é a polarização das antenas que vai definir como as ondas se propagam no ar. A polarização é ângulo que a antena faz com o plano horizontal determina a orientação dos campos elétrico e magnético irradiados, os quais são perpendiculares entre si. Normalmente usa-se polarização linear (horizontal ou vertical), ou circular (direita, ou esquerda). A polarização tem que ser exatamente a mesma nos dois pontos, a menos que se preveja que o feixe vai mudar de polarização (por exemplo, quando é refletido). Aí se deve ajustar a polarização de acordo com o feixe modificado.

O não cumprimento desta “regra” resulta em perdas. Normalmente usa-se polarização vertical em antenas omnidirecionais, assim como nos clientes, mas para links ponto-por-ponto à distância recomenda-se a polarização horizontal. Numa antena parabólica, a polarização é dada pela orientação do dipolo situado no foco da antena. Se estiver paralelo ao solo, a polarização é horizontal, caso contrário é vertical.

2.4 INTERNET

A Internet é uma gigantesca rede de computadores (ela é na realidade uma rede de computadores em rede) (JERRY, 1998).

2.5 SOFTWARE

“O Software de um sistema é o conjunto de elementos lógicos necessários à realização das tarefas requeridas a ele”. (E.Alcalde; M.Garcia; S.Panuelas, 1991)

“O Software é a parte lógica que dota o equipamento físico de capacidade para realizar todo tipo de trabalho “. (E.Alcalde; M.Garcia; S.Panuelas, 1991)

“Aos programas, essenciais à sua conveniente utilização na solução dos problemas, chamamos de Software”.(VELLOSO, 1997)

2.6 HARDWARE

“Parte física do sistema computador denominamos hardware”. (VELLOSO, 1997)

“O Hardware representa a parte física de um sistema informático, ou seja, todos os elementos materiais que o compõem”. (E.ALCALDE; M.GARCIA; S.PANUELAS, 1991)

2.7 TÉCNICAS DE SEGURANÇA NA COMUNICAÇÃO SEM FIO

Para proteger contra qualquer falha de segurança em potencial, o padrão 802.11 inclui uma função chamada WEP (*Wired Equivalent Privacy*), uma forma de criptografia que provê privacidade comparável ao existente em uma rede local tradicional. WEP é baseado em proteger o dado transmitido pelo meio de rádio-frequência usando uma chave de 128 bits e o algoritmo de criptografia RC4. WEP, quando habilitado, apenas protege a informação do pacote de dados, e não protege o cabeçalho da camada física de modo que outras estações na rede possam receber os dados de controle necessários para gerenciar a rede. No entanto, as outras estações não podem descriptografar a partição de dados do pacote.(PERES, ANDRÉ; WEBER, RAUL FERNANDO, 2003).

Para evitar tais vulnerabilidades o grupo de engenheiros criadores do padrão IEEE 802.11 em conjunto com a WI-Fi Alliance tiveram que criar um novo sistema de autenticação chamado de WPA (Wi-fi Protected Access). Este sistema consiste em uma troca de chaves dinâmica, o que dificulta muito o acesso à sua rede. (SANTANNA, 2005)

Entre os usuários de redes Wi-Fi, apenas 63% habilitam protocolo WEP e 20% habilitam o protocolo WPA. (REVISTA INFO, 2005).

2.8 PCANYWHERE

O pcAnywhere é um programa para administração remota. Fornece o monitor, o mouse e o teclado de um computador remoto, para que você possa trabalhar como se estivesse sentado em frente a ele. A tela de seu monitor exibirá com fidelidade tudo o que

está sendo exibido no monitor remoto, em tempo real. Todos os movimentos de seu mouse ou as teclas que digitar em seu teclado serão exibidos em ambos os monitores. No monitor remoto, normalmente, como se alguém estivesse sentado em frente a ele, trabalhando. No monitor local, na tela do PCAnywhere, onde o terminal remoto está sendo emulado.(RIBEIRO, 2001).

2.9 BLUETOOTH

As novas tecnologias de comunicação sem fio têm desenhado um novo contorno para as comunicações em redes, tanto para aplicações individuais quanto para aplicações corporativas. É cada vez maior a convergência entre as novas tecnologias sem fio e os padrões de comunicação móvel em banda larga, favorecendo a interconexão dos mais diferentes tipos de dispositivos.

Recentemente, dentro dessa nova ordem, uma tecnologia sem fio (não tão nova assim) está ganhando destaque por possibilitar que dispositivos eletrônicos como computadores pessoais, PDA's, telefones celulares, modems, impressoras, etc, se comuniquem em curtas distâncias sem a utilização de algum tipo de cabeamento.

Essa tecnologia é o **Bluetooth**, uma especificação aberta (royalty free) para comunicação sem-fio, de curto alcance e baixo custo que utiliza a radiofrequência para estabelecer suas conexões, e que tem como objetivo principal facilitar a vida de seus usuários possibilitando as transmissões de voz e dados em tempo real, assegurando proteção contra interferências e segurança para as informações transmitidas.

2.10 TIPOS DE SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO DA EMBRATEL

2.10.1 Ip vpn

IP VPN da Embratel é ideal para as empresas de todos os portes que necessitam interligar matriz, filiais e parceiros em tempo real, contando com os benefícios de redução de custos e simplicidade do protocolo IP. A solução estende o conceito tradicional de VPN para o mundo IP / MPLS e possibilita a transmissão otimizada de dados, voz e vídeo entre os pontos de uma rede corporativa com qualidade e segurança. Isso tudo com abrangência nacional e sem a necessidade de investimentos em equipamentos. Empresas que procuram a melhor opção de IP VPN devem se preocupar com 3 pontos básicos: qualidade, performance e atendimento. Todo o isolamento do tráfego é implementado e realizado no backbone IP da Embratel. O uso da estrutura IP/MPLS garante uma formação de rede segura

com baixos custos: A distância entre os pontos da VPN, ou sua configuração (topologia) não impactam no custo total, garantindo a melhor formação de rede.

O IP VPN permite uma gerência simplificada, reduzindo o grau de complexidade da rede e ainda oferece soluções de gerenciamento. O serviço IP VPN, com tecnologia MPLS, foi criado para suportar o crescimento das empresas, sem causar impacto na implementação. SLA (Service Level Agreement) assegura a qualidade do backbone IP da Embratel. Sua empresa tem a certeza de que a rede funcionará de forma apropriada para suportar suas aplicações. Adequação da sua VPN ao interesse de tráfego em cada ponto da rede. Isto é economia de banda e possibilidade de maior controle interno de acessos e segurança. As empresas podem desenvolver interfaces e aplicações corporativas IP para otimizar os processos. O ambiente empresarial está constantemente expandindo suas fronteiras, exigindo soluções de comunicações cada vez mais eficientes e seguras. IP VPN cria a estrutura perfeita para suportar esse ambiente, permitindo a formação de redes corporativas (Intranet) e comunidades de negócios (Extranet). Algumas aplicações utilizadas com IP VPN: Voz sobre IP; E-mail; SAP, CRM, ERP e Supply Chain; E-learning; Comunicação interativa entre as unidades da sua empresa. Compartilhamento de informações e documentos; Trabalho cooperativo; Sistemas de gerenciamento; Transações eletrônicas.

3. METODOLOGIA

Na primeira etapa deste projeto, foi estudado conceito relacionado a redes de computadores, comunicação sem fio (*Wireless*).

Tendo uma visão geral destes conceitos de rede sem fio, essa tecnologia que vem se desenvolvendo e se tornando uma opção para interligar computadores desde redes domésticas, redes corporativas e metropolitanas. Buscando conceitos relacionados às frequências de rádio utilizadas, padronização escolhida para o projeto, a IEEE 802.11^a e suas variações que estabelece padrões para as WLANS (lans locais sem fio) e o padrão IEEE 802.16 que é uma nova tecnologia para as WI-MAX (Redes *Wireless* de banda larga).

Em seguida, focando o trabalho para o seu principal objetivo que é a comunicação entre as redes de computadores do Centro de Patologia Clínica.

Foram avaliados custos da atual comunicação da referida empresa, e testes foram realizados para a prova de conceito de que a solução *Wireless* é a mais adequada e de custo mais baixo.

Tipo de pesquisa quanto a objetivos de pesquisa utilizada, foi comparativa porque foram comparadas duas situações diferentes: a comunicação atual, comunicação utilizando *Wireless* e outros tipos de comunicação existentes no mercado.

O tipo de pesquisa quanto aos procedimentos técnicos utilizados foi Bibliográfica.

E o tipo de pesquisa quanto à análise de dados, foi de Estudo de casos. Qualitativa: analisar a qualidade da transmissão de dados.

TOTAL	\$78,26	\$78,06	\$81,79	\$79,65
-------	---------	---------	---------	---------

Quadro 9 Levantamento de custo com linha telefônica para comunicação de dados, Agnato/Setembro/Octubre/2005

4.1.2.2 Custo de comunicação com banda larga (Provedor World Telecom)

Através da World Telecom, a empresa dispõe de comunicação à CABO com o custo mensal de R\$ 160,00 na unidade de Lima e Silva e R\$ 160,00 na Matriz. Com velocidade de 450 K. Este sistema está sendo utilizado como teste de comunicação via CABO.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES

O Centro de Patologia Clínica tem 6 Unidades de atendimento, incluindo a Matriz.

MATRIZ – Rua Joaquim Manoel, 591 – Petrópolis

UNIDADE II – HOSPITAL POLICLÍNICA – Rua Silvio Pélico, 182 – Alecrim

UNIDADE IV – HOSPITAL PROMATER – Rua São José, 1979 – Lagoa Nova

UNIDADE V – CLINORT (IGAPÓ) – Av. João Medeiros Filho, 1901 – Igapó

UNIDADE VI – LIMA E SILVA – Rua Lima e Silva, 1345 – Lagoa Nova

UNIDADE VII – MIRASSOL – Rua das Violetas, 603 Mirassol

4.1.1 Modo atual de interconexão de unidades

Atualmente está sendo utilizada o tipo de comunicação usando linha telefônica com aplicação NETDATA . Apenas a Unidade da Lima e Silva tem dois computadores usando comunicação NETDATA com linha telefônica e dois estão em teste usando banda larga.

4.1.2 Custo atual com linhas telefônicas e/ou outros métodos para conexão

4.1.2.1 Custo com linha telefônica:

TELEFONES DADOS	AGOSTO/2005	SETEMBRO/2005	OUTUBRO/2005	MÉDIA
TOTAL	578,20	578,06	582,79	579,68

Quadro 9 Levantamento de custo com linha telefônica para comunicação de dados mês Agosto/Setembro/Outubro/2005

4.1.2.2 Custo de comunicação com banda larga (Provedor World Telecom):

Através da World Telecom, a empresa dispõe da comunicação à CABO com o custo mensal de R\$ 160,00 na unidade da Lima e Silva e R\$ 160,00 na Matriz. Com velocidade de 450 K. Este sistema está sendo utilizado como teste de comunicação via CABO.

4.1.2.3 Custo com manutenção da comunicação atual: (Comunicação atual "NETDATA"):

UNIDADES	VALOR
Unidade II(Policlínica) – 1 computador	RS 285,00
Unidade IV(Promater) – 1 computador	RS 285,00
Unidade V(Clinort) – 1 computadores	RS 285,00
Unidade VI(Lima e Silva) – 2 computador	RS 570,00
Unidade VII(Mirassol) – 1 computador	RS 285,00
TOTAL	RS 1.710,00

Quadro 10 Custo com a manutenção do sistema atual de comunicação mês de Outubro 2005

4.1.3 Levantamento de métodos alternativos

4.1.3.1 Velox

Não podemos contar os serviços Velox nas seguintes Unidades de atendimento do CPC: Unidade II (Policlínica), Unidade IV (Promater) e Unidade VI (Lima e Silva).

4.1.3.2 Cabo

Com a comunicação à Cabo também não podemos contar com os serviços em todas as Unidades do CPC. Nas Unidades são as seguintes: Clinort e Policlínica.

4.1.3.3 Ip vpn (links Embratel conectando as unidades)

IP VPN da Embratel é ideal para as empresas de todos os portes que necessitam interligar matriz, filiais e parceiros em tempo real, contando com os benefícios de redução de custos e simplicidade do protocolo IP.

Quadro 12 Custo mensal para comunicação banda larga com a Digipact como provedor

IP Fixo adicional de 50,00 no valor do serviço.

4.1.4 Custo de instalação e manutenção de cada uma das soluções acima

4.1.4.1 Velox

O Quadro 11 mostra os valores referente a custos com o sistema Velox da Telemar:

SITE	DESCRIÇÃO	LINK	MODALIDADE
Velocidade		Preço – 12 meses	Preço – 24 meses
150 Kbps	CPC ATAL	R\$ 99,00	R\$ 79,00
300 Kbps	CPC ATAL	R\$ 130,00	R\$ 109,00
600 Kbps	CPC ATAL	R\$ 199,00	R\$ 179,00
800 Kbps	CPC ATAL	R\$ 249,00	R\$ 229,00
1 Mega	CPC ATAL	R\$ 299,00	R\$ 299,00

Quadro 11 Custo mensal para comunicação banda larga Velox da Telemar

4.1.4.2 Cabo

O Quadro 12 mostra os valores referente a custos com o sistema a Cabo, tendo como provedor a Diginet:

Não Residencial					
Velocida de	Intercabo	Digizap	Total de Internet	Inter TV	Total Geral
200 K	R\$ 49,90	R\$ 69,00*	R\$ 118,90	R\$ 10,00	R\$ 128,90
450 K	R\$ 59,90	R\$ 89,00*	R\$ 148,90	R\$ 10,00	R\$ 158,90
750 K	R\$ 79,90	R\$ 159,00	R\$ 238,90	R\$ 10,00	R\$ 248,90
1 Mb	R\$ 159,90	R\$ 379,00	R\$ 538,90	R\$ 10,00	R\$ 548,90
2 Mb	R\$ 299,00	R\$ 749,00	R\$ 1048,00	R\$ 10,00	R\$ 1.058,00

Quadro 12 Custo mensal para comunicação banda larga com a Diginet como provedor

IP Fixo adicional de 50,00 no valor do serviço.

4.1.4.3 Ip vpn

O Quadro 13 mostra a distribuição IP VPN, serviço oferecido pela Embratel, para o Centro de Patologia Clínica:

SITE	DESCRIÇÃO	LINK	MODALIDADE
MATRIZ	CPC-NATAL	64KBPS	Premium
UNIDADE II	CPC-NATAL	64/16KBPS	FÁCIL
UNIDADE IV	CPC-NATAL	64/16KBPS	FÁCIL
UNIDADE V	CPC-NATAL	64/16KBPS	FÁCIL
UNIDADE VI	CPC-NATAL	64/16KBPS	FÁCIL
UNIDADE VII	CPC-NATAL	64/16KBPS	FÁCIL

Quadro 13 de distribuição IPV PN para o Centro de Patologia Clínica

O Quadro 14 discrimina o custo com instalação e manutenção da comunicação IP VPN da Embratel:

Taxa de Instalação	Com impostos
Pagamento único	R\$ 4.926,11
SERVIÇO	COM IMPOSTOS
ASSINATURA MENSAL	R\$ 2.646,65

Quadro 14 Custo mensal da solução IPVPN

4.2 PROJETO : INTERLIGAÇÃO SEM FIO (WIRELESS) DAS UNIDADES

4.2.1 Levantamento de localização (GPS)

Para a elaboração da proposta de estrutura física, foi necessário, inicialmente, a medição dos pontos (latitude/longitude) e determinação das distância em visada direta, além da identificação de obstáculos entre as unidades (bloqueio de visada).

O Quadro 15 apresentada a seguir, contém os dados aferidos com GPS:

Unidade do Centro de Patologia	Identificação	Localização	Altitude(m)
MATRIZ Rua Joaquim Manoel, 591, Petrópolis Natal-RN - 59012-330 Tel:(84)3215-4700 / 3215-4701 Fax: 3202-5499	CP01	S5 47 15.8 W35 11 59.2	77
POLICLÍNICA Rua Sílvio Pélico, S/N Alecim - (84) 215 4702	CP02	S5 47 56.7 W35 13 09.8	55
LIMA E SILVA Av Lima e Silva, 1287 Lagoa Nova - (84) 215 4737	CP03	S5 49 43.4 W35 13 06.3	49
PROMATER Rua São José, 1979 Lagoa Nova - (84) 215 4704	CP04	S5 49 44.1 W35 13 09.6	50
MIRASSOL Rua das Violetas, 104 Conjunto Mirassol	CP05	S5 50 59.8 W35 12 40.0	54
CLINORTE Av João Medeiros Filho, 1901 Igapó - (84) 214 5552	CP06	S5 46 37.2 W35 15 27.9	55

Quadro 15 Identificação e Levantamento Geográfico das Unidades

4.2.2 Modelo de infra-estrutura externo

A figura abaixo mostra o modelo a ser utilizado pelo Centro de Patologia Clínica com a comunicação sem fio:

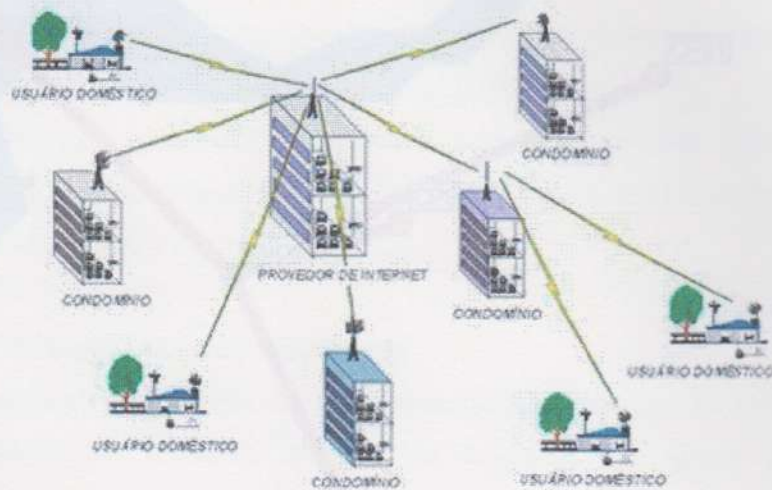


Figura 15 Modelo serviço de infra-estrutura externo

Figura 16 Localização Geográfica

4.2.4 Adequações

A quantidade de obstáculos para utilização de torres convencionais (até 30m de altura) sugere duas alternativas:

Utilização de uma torre mais alta (maior que 30m de altura) na unidade mais central com visada para as demais unidades;

Aluguel de espaço para colocação de antena em prédio alto (maior que 30m de altura).

Segundo-se, então, a utilização do telhado do Hotel Dural, procedimento já utilizado por outros usuários de redes Wireless outdoors e provedores Wireless.

4.2.3 Localização Geográfica

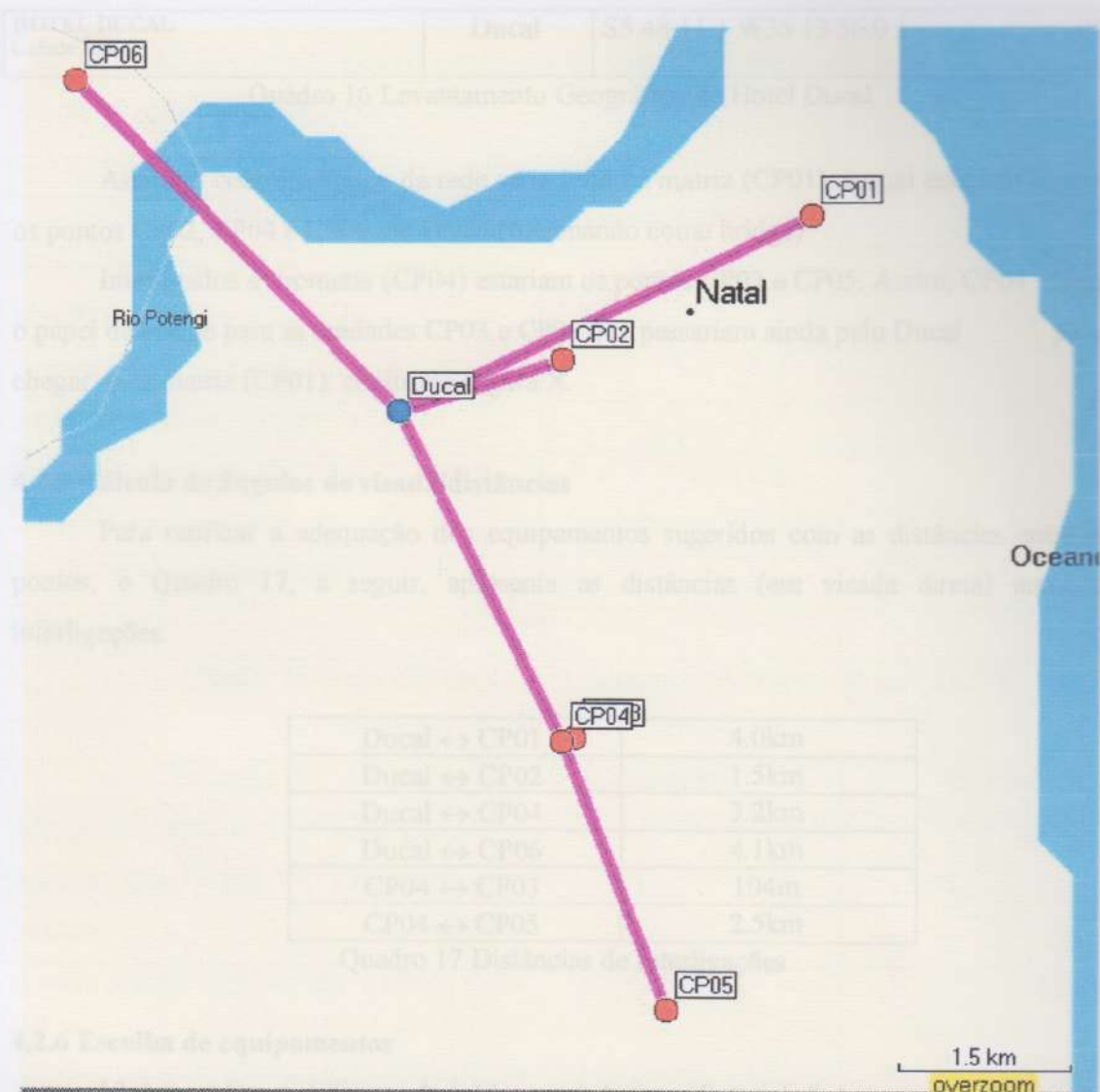


Figura 16 Localização Geográfica

4.2.4 Adequações

A quantidade de obstáculos para utilização de torres convencionais (até 5m de altura) sugere duas alternativas:

Utilização de uma torre mais alta (maior que 30m de altura) na unidade mais central com visada para as demais unidades;

Aluguel de espaço para colocação de antena em prédio alto (maior que 100m de altura).

Sugere-se, então, a utilização do telhado do Hotel Ducal, procedimento já utilizado por outros usuários de redes Wireless outdoors e provedores Wireless.

4.2.7 O Quadro 16 apresenta a seguir os dados deste ponto:

HOTEL DUCAL Cidade Alta	Ducal	S5 48 11.1 W35 13 56.0	104
----------------------------	-------	------------------------	-----

Quadro 16 Levantamento Geográfico do Hotel Ducal.

Assim, o controle lógico da rede seria feito na matriz (CP01), à qual estariam ligados os pontos CP02, CP04 e CP06 via Ducal (funcionando como bridge).

Interligados à Promater (CP04) estariam os pontos CP03 e CP05. Assim, CP04 faria o papel de bridge para as unidades CP03 e CP05 que passariam ainda pelo Ducal para chegar até a matriz (CP01), conforme Figura X.

4.2.5 Cálculo de ângulos de visada/distâncias

Para ratificar a adequação dos equipamentos sugeridos com as distâncias entre os pontos, o Quadro 17, a seguir, apresenta as distâncias (em visada direta) entre as interligações:

Ducal ↔ CP01	4.0km
Ducal ↔ CP02	1.5km
Ducal ↔ CP04	3.2km
Ducal ↔ CP06	4.1km
CP04 ↔ CP03	104m
CP04 ↔ CP05	2.5km

Quadro 17 Distâncias de Interligações

4.2.6 Escolha de equipamentos

12 Access Point; 1 Torres de 5 Metros; 4 Antenas Setorial; 8 Antenas Direcionais e 2 Hub.

4.2.7 Levantamento de Custos

Os Quadros 18 e 19 abaixo, é referente ao custo de material utilizado na comunicação sem fio do Centro de Patologia:

Produto	Quantidade	Valor
Bridge Wireless 802.11 ^a com no mínimo 60mW em 5.4 Ghz até 54Mps	12	R\$ 8.853,60
Antena Omnidirecional de 15dBi	1	R\$ 475,26
Antenas Direcionais de grade 24 dBi	5	R\$ 520,80
Cabo blindado de RF com 5 metros e conectores já montados	6	R\$ 1.041,60
PigTail (conversor de mídia)	6	R\$ 260,40
Total		R\$ 11.151,66

Quadro 18 Preço oferecidos pela Pointertec São Paulo em 06/12/2005.

Produto	Quantidade	Valor
Bridge Wireless 802.11 ^a com no mínimo 60mW em 5.4 Ghz até 54Mps	12	R\$ 8.853,80
Antena Painei Setorial de 17dBi 90°	4	R\$ 1.084,71
Antenas Direcionais de grade 24 dBi	5	R\$ 520,80
Cabo blindado de RF com 5 metros e conectores já montados	6	R\$ 1.041,60
PigTail (conversor de mídia)	6	R\$ 260,40
Total		R\$ 11.761,11

Quadro 19 Preços de produtos Hiperlink p/ wireless Fonte: www.hiperlink.com.br

4.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.3.1 Custos de instalação

O Quadro 20 mostra o valor cobrado pela prestação de serviços de instalação da comunicação Wireless, fornecido pela Pointertec São Paulo:

Montagens (Prestação de serviços de instalação, configuração e Montagem de Bridges e Antenas	6	R\$ 5.859,00
--	---	--------------

Quadro 20 Preço fornecido pela Pointertec São Paulo

4.3.2 Custos de manutenção mensal

O custo mensal de aluguel das 4 Antenas setoriais no Hotel Ducal e de R\$ 800,00.

4.3.3 Comparativo com velocidades de soluções convencionais

O padrão 802.11a com 5.4Ghz e velocidades de até 54Mbps. A solução com linha telefônica LP, que é a usada atualmente, a velocidade é de 56Kbps. Usando banda larga como solução para comunicação a velocidade é de 200K a 2Mbps.

4.3.4 Comparativo com custos de soluções convencionais

Se comparado as demais soluções quanto ao custo, a comunicação Wireless é a melhor a médio de longo prazo.

Como se trata de uma instalação de rede privada que não precisa de licenciamento custo será apenas de instalação.

4.3.5 Vantagens

O objetivo dos links outdoor via rádio (Wireless) são substituir os links terrestres das operadoras de telecom. As vantagens são muito grandes, instalação rápida, sem fios e seguras. Tudo isso é verdade desde que se programe toda a segurança necessária.

4.3.6 Segurança utilizada

O tipo de segurança utilizada será WPA2 preferencialmente. Caso contrário WPA, ou em último caso WEP com no mínimo 128bits e criptografia. Serão trocadas as chaves de autenticação diariamente com 802.11x. Amarramos os mac address das Bridges para autorizar só bridges conhecidas. Serão limitamos os serviços IP somente para os serviços autorizados.

Para solucionar estes problemas o CPC buscou inicialmente a realização de testes de comunicação com internet banda larga, solução em uma nuvem. A transmissão ainda continua de baixa velocidade entre as unidades e com eventuais "quebras" na comunicação.

Um dos principais objetivos da comunicação wireless (sem fio) é reduzir os custos de instalação e manutenção, como é o caso das soluções de comunicação atual.

O custo de instalação inicial do modelo proposto é relativamente alta, porém, em contrapartida, os custos mensais, "anualmente" relacionados a aluguel e manutenção de equipamentos de comunicação, com a implementação desta solução proposta, seriam reduzidos significativamente, viabilizando esta implementação.

Com a adoção de uma rede própria com velocidade razoável de comunicação entre as unidades, surge-se como projeto futuro a implantação dos serviços de voz sobre IP (VoIP), reduzindo ainda mais os custos mensais da empresa, desta vez, relacionados aos gastos com custos telefônicos.

5. CONCLUSÃO

A proposta de elaboração de um projeto que interligasse as unidades do Centro de Patologia Clínica, surgiu através da necessidade de melhorar a comunicação e diminuir os custos mensais da solução atual. Hoje com uma comunicação através de LPs, porém com baixa velocidade, este tipo de comunicação ocasiona alguns problemas.

Para solucionar estes problemas o CPC buscou inicialmente a realização de testes de comunicação com internet banda larga, solução em uso atualmente. A transmissão ainda continua de baixa velocidade entre as unidades e com eventuais “quedas” na comunicação.

Um dos principais objetivos da comunicação wireless (outdoor) é eliminar ou pelo menos diminuir o custo com soluções terceirizadas, como custo com licenciamento e manutenção, como é o caso das soluções de comunicação atuais.

O custo de instalação inicial do modelo proposto é relativamente alto, porém, em contrapartida, os custos mensais, atualmente relacionados a aluguéis e contratos de manutenção de soluções específicas de comunicação, com a implementação desta solução proposta, seriam reduzidos significativamente, viabilizando esta implementação.

Com a adoção de uma rede própria com velocidade razoável de comunicação entre as unidades, sugere-se como projeto futuro a implantação dos serviços de voz sobre IP (VoIP), reduzindo ainda mais os custos mensais da empresa, desta vez, relacionados aos gastos com contas telefônicas.

FINHEIRO, José Maurício Santos. For dentro do Bluetooth. 2004 Disponível em: http://www.projetodereadas.com.br/artigos/artigo_utilizando_ibm_em_cabo.php. Acesso em 28 jun 2005. Publicado em 11/03/2004

RIBEIRO, Adriano. pt/Arquivos.2001 Disponível em: <http://superdownload.sbbi.com.br/materia/20010511/911.html>. Acesso em 22 jun 2005. Publicado em 11/03/2001.

ROSS, John. O Livro de Wi-Fi. Rio de Janeiro: Editora Alis Books, 2003.

SANT'ANNA, Benur César Brito. Rede wireless: comunicação em uma rede WPA. 2005. Disponível em: <http://www.vivadigital.com.br/artigos/verArtigo.php?codigo=2100>. Acesso em 28 jun 2005. Publicado em 14/02/2005.

REFERÊNCIAS

ALCALDE, E.; GARCIA, M.; PANUELAS, S. **Informática básica**. São Paulo. Ed Makron Books, 1991.

DANTAS, Mario. **Tecnologias de redes de comunicação e computadores**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2002.

GALLO, Michael A., Hancock, William M. **Comunicação entre computadores e tecnologias de rede**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Ltda, 2003.

HONEYCUTT, Jerry. **Usando a Internet**. Tradução da terceira edição. Rio de Janeiro. Ed. Campos, 1998.

PERES, André; WEBER, Raul Fernando. **Considerações sobre Segurança em Redes sem Fio**. 2003. Disponível em: www.ppgia.pucpr.br/~maziero/pesquisa/wseg/2003/07 Acesso em 22 jun 2005. Publicado em 2003.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Utilizando Fibras Ópticas em Redes Locais**. 2004 Disponível em:
http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_utilizando_fibra_em_rede.php.
Acesso em 24 jun 2005. Publicado em 21/01/2004.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Por dentro do Bluetooth**. 2004 Disponível em:
http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_utilizando_fibra_em_rede.php.
Acesso em 28 jun 2005. Publicado em 11/03/2004.

RIBEIRO, Adriano. **pcAnywhere**. 2001 Disponível em:
<http://superdownloads.ubbi.com.br/materias/20010511,91,1.html> Acesso em 22 jun 2005.
Publicado em 11.05.2001.

ROSS, John. **O livro de Wi-Fi**. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2003.

SANTANNA, Bruno César Brito. Rede wireless: autenticação em uma rede WPA. 2005. Disponível em:
<http://www.vivaolinux.com.br/artigos/verArtigo.php?codigo=2100> Acesso em 28 jun 2005.
Publicado em 14/02/2005

SOUZA, Maxuel Barbosa de. **Wireless sistemas de rede sem fio**. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2002.

TANEMBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 2003.

CARMINE, Henrique **Introdução à Tecnologia Wireless**. Belo Horizonte: Editora Independentes

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores Curso completo**. Rio de Janeiro. Ed. Axcel Books, 2001.

VELLOSO, Fernando de Castro. **Informática conceitos básicos**. Rio de Janeiro. Ed. Campos, 1997.