

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

ANDRÉ LUÍS LIMA DE SOUZA

**INTERLIGANDO UNIDADES DE UMA EMPRESA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA
DE REDES SEM FIO**

**NATAL / RN
2009**

ANDRÉ LUÍS LIMA DE SOUZA

**INTERLIGANDO UNIDADES DE UMA EMPRESA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA
DE REDES SEM FIO.**

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

Orientador: Msc. Aluizio Ferreira da Rocha Neto

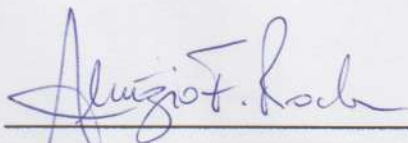
**NATAL / RN
2009**

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

ANDRÉ LUÍS LIMA DE SOUZA

**INTERLIGANDO UNIDADES DE UMA EMPRESA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA
DE REDES SEM FIO.**

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



MSc. Aluizio Ferreira da Rocha Neto

Orientador

Membro examinador

Membro examinador

Natal/RN, ____ de ____ de ____.

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

ANDRÉ LUIS LIMA DE SOUZA

INTERLIGANDO UNIDADES DE UMA EMPRESA ATRAVÉS DA TECNOLOGIA
DE REDES SEM FIO

Monografia apresentada e aprovada em ____ de ____ de ____
composta pelos seguintes membros

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

Souza, André Luís Lima de
Interligando unidades de uma empresa através da tecnologia de redes
sem fio. / André Luís Lima de Souza. – Natal, RN, 2009.
56f.

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha Neto (Msc.)
Monografia (Bacharel em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense
para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

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

RN/FARN/BC

CDU 004.72

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele não sou nada.

À minha mãe Sebastiana Gomes de Lima por tudo que já fez até hoje por mim, à minha esposa Carolina por todo apoio dado, ao nosso filho Guilherme que está chegando, à minha irmã Verônica Maciel, ao meu pai Ismael Pereira de Souza (em memória), à minhas tias Marina e em especial a tia Malvina (em memória).

A Todo o corpo docente da Faculdade Natalense Para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (FARN) em especial aos professores Aluísio Rocha, Bartira Rocha, Livia Maria, Josué Victor, Luiz Gonzaga Damasceno, Robson, Ytalo Rosendo, Joseane Alves.

Aos meus amigos Gustavo Isaac, Sérgio Renan, Mikhail Oliveira, Iury Ranieri, Luciano Lira, Adriana, Joelma, Marco Polo Albuquerque, Judson Pablo e a todos aqueles que contribuíram para que eu concluísse mais uma etapa de vida.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mostrar como é simples e viável projetar, instalar e testar um enlace ponto a ponto através de uma rede sem fio, abordando a evolução tecnológica na área. Também vem mostrar técnicas de instalação e configuração com equipamentos de fácil acesso no comércio local. O presente trabalho realizado baseia-se em tecnologias utilizadas no Brasil e em outros países, visando sempre a eficácia e a segurança dos dados transitados pela rede. Dessa forma, o trabalho vem mostrar como é útil e prático um projeto desse porte, abordando também os reais benefícios do mesmo, bem como as suas limitações.

Palavras Chave: rede sem fio – ponto a ponto – enlace – configuração

ABSTRACT

This study aimed to show how simple and feasible design, install and test a link point to point through a wireless network, addressing the technological developments. It goes to show techniques of installation and configuration of equipment with easy access to local shops. This work is based on technologies used in Brazil and other countries, always seeking the efficacy and safety of data carried over the network. Thus, the work goes to show how useful and practical a project of this size, also addressing the real benefits of it, as well as its limitations.

Keywords: *wireless* – point to point - link - configuration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Onda eletromagnética. Fonte: Wikipédia

Figura 2: Exemplo de onda na horizontal e vertical. Fonte: Wikipédia

Figura 3: Diagrama de radiação de antena isotópica. Fonte: Instituto de física da USP

Figura 4: Antena parabólica de grade direcional de 25 dBi. Fonte: Antenas Aquário

Figura 5: Antena parabólica 5.8GHz. Fonte: Zirok.com.br

Figura 6: Antena Omni direcional de 15 dBi. Fonte: Antenas Aquário.

Figura 7: Antena direcional parabólica 5.8 GHz fonte: Antenas Aquário.

Figura 8: Antena setorial 12 dBi. Fonte: Antenas Aquário

Figura 9: Antena setorial 90° 15 dBi.

Figura 10: Diagrama de irradiação da antena direcional de grade de 25 dBi da marca aquário modelo mm2425

Figura 11: Exemplo de zona de Fresnel prejudicada pela geografia do ambiente.

Figura 12: Exemplo de linha de visada

Figura 13: Exemplo de desvanecimento causado por atenuação parcial por obstrução. Fonte: Sanches 2009

Figura 14: Exemplo de desvanecimento devido a dutos. Fonte: Sanches 2007

Figura 15: exemplo de repetidora. Fonte: Ross 2003

Figura 16: Exemple de conexão em repetidora passiva. Fonte: Sanches 2007

Figura 17: Exemplo de repetidora passiva. Fonte: Sanches 2007

Figura 18: Exemplo de repetidora ativa. Fonte: Sanches 2007

Figura 19: Exemplo de enlace ponto a ponto. Fonte: redenexo.pt

Figura 20: Exemplo de enlace ponto-multiponto. Fonte: redenexo.pt

Figura 21: Logotipo licenciada originalmente pela Wi-Fi Alliance para descrever a tecnologia de redes sem fios.

Figura 22: Foto do aparelho de GPS da marca: Garmin, modelo: Etrex Vista HCX.

Figura 23: Exemplo de uma bússola magnética.

Figura 24: Exemplos de TILT mecânico na antena MM-2425. Fonte: Manual de instalação da antena MM-2425

Figura 25: Downtilt mecânico realizado em antena setorial.

Figura 26: Tripé de metral para cano de 1" (uma) polegada.

Figura 27: Mapa com o enlace de rádio realizado.

Figura 28: Exemplo de alguns rádios

Figura 29: Access point Zinwell G220. Fonte: zinwell.com. br

Figura 30: Tipo de alimentação focal point em antena parabólica. Sanches 2007

Figura 31: Especificações técnicas da antena modelo: MM-2425. Fonte: Antenas Aquário.

Figura 32: Antena Aquário modelo: MM-2425

Figura 33: Caixa hermética com Access point montado para instalação na torre.

Figura 34: Suporte em alumínio com regulagem de TILT mecânico da antena modelo MM-2425. Fonte: Aquário

Figura 35: Kit PoE usado para alimentação dos Access point's

Figura 36: Alocação de canais 802.11b/g

Figura 37: Exemplo do Netstumbler em funcionamento.

Figura 38: Status (Tela inicial do AP Router).

Figura 39: Tela de configuração básica *wireless* AP Router

Figura 40: Configurações Avançadas de *Wireless* AP Router.

Figura 41: Modo de operação AP Router.

Figura 42: Configuração de WDS AP Router.

Figura 43: configuração de segurança WDS.

Figura 44: Configuração básica Wireless Rádio "B"

Figura 45: Configurações WDS do rádio "B".

Figura 46: Exemplo de comando ping.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	ONDA.....	15
2.1.1	Onda eletromagnética.....	15
2.1.2	Comprimento de onda	15
2.1.3	Polarização das ondas.....	15
2.2	ANTENA	16
2.2.1	Antena isotrópica.....	16
2.2.2	Antena parabólica.....	17
2.2.3	Antena omni direcional	18
2.2.4	Antena direcional.....	18
2.2.5	Antena setor ou setorial.....	19
2.2.6	Antenas circuito integrado – <i>patch-panel</i>	20
2.2.7	Largura de banda	20
2.2.8	Diagrama de radiação ou irradiação	21
2.2.9	Diretividade de ganho.....	21
2.2.10	Polarização	21
2.2.11	Relação frente/costa.....	22
2.3	DIPOLO	22
2.4	RUÍDO.....	22
2.5	DECIBEL.....	22
2.6	HERTZ.....	22
2.7	IMPEDÂNCIA	23
2.8	FREQÜÊNCIA	23
2.9	AZIMUTE.....	23
2.10	ZONA /ELIPSÓIDE DE FRESNEL	23
2.11	REFRAÇÃO	24
2.12	LINHA DE VISADA OU LOS (<i>LINE OF SIGHT</i>).....	24
2.13	<i>INDOOR</i>	24
2.14	<i>OUTDOOR</i>	24
2.15	<i>ACCES POINT</i>	25
2.16	IEEE (INSTITUTO DOS ENGENHEIROS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS)	25
2.16.1	IEEE 802.11	25
2.16.2	Padrão 802.11a	25
2.16.3	Padrão 802.11b	26

2.16.4	Padrão 802.11g.....	26
2.17	REFLEXÃO.....	26
2.18	DIFRAÇÃO.....	26
2.19	DESVANECIMENTO (<i>FADING</i>).....	27
2.20	ESPECTRO.....	27
2.21	ATENUAÇÃO.....	27
2.22	ABSORÇÃO.....	27
2.23	DESVANECIMENTO DEVIDO A DUTOS.....	28
2.24	REPETIDOR.....	28
2.24.1	Repetidoras passivas.....	28
2.24.2	Repetidoras ativas.....	29
2.25	ENLACE.....	30
2.25.1	Enlace de rádio.....	30
2.25.2	Enlace em rádio visibilidade.....	30
2.25.3	Enlace óptico.....	30
2.25.4	Enlace ponto a ponto.....	30
2.25.5	Enlace ponto-área.....	31
2.25.6	Enlace ponto-multiponto.....	31
2.26	REDE.....	32
2.26.1	Rede local (<i>Ethernet</i> ou <i>LAN</i>).....	32
2.26.2	Wireless.....	32
2.26.3	WLAN ou Wireless LAN.....	32
2.26.4	Wi-Fi (Wireless Fidelity).....	32
2.27	MAC (<i>MEDIA ACCESS CONTROL</i>) ADDRESS.....	33
2.28	VOIP SOBRE <i>WIRELESS LAN</i> – <i>VOWLAN</i>	33
2.29	SISTEMA GPS.....	33
2.30	BÚSSOLA.....	34
2.31	TOPOGRAFIA.....	34
2.32	FEIXE.....	35
2.33	TILT.....	35
3	METODOLOGIA.....	36
4	DESENVOLVIMENTO.....	37
4.1	PASSOS PARA INSTALAÇÃO DO ENLACE.....	37
4.1.1	Análise do local.....	37
4.1.2	Escolha dos equipamentos (rádios).....	39
4.1.3	Escolha das antenas.....	41
4.1.4	Instalação do enlace.....	44
4.1.5	Configuração da rede.....	45
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia quando qualquer empresa começa a crescer ao ponto de não atender mais as necessidades dos seus clientes, as saídas são, ou aumentar o tamanho da empresa e de funcionários ou abrir a mesma empresa em outro local (abrir uma filial), podendo assim atender a uma gama maior de clientes, pois atinge um público de outras localidades. Mas a abertura dessa filial traz outras preocupações como: a integração da rede de dados entre a matriz e a filial, acompanhamento em tempo real das informações entre as unidades como estoque, vendas, relatórios, compartilhamento de internet e possíveis dados de interesse comuns.

As vantagens de uma rede sem fio são: mobilidade, flexibilidade e, sobretudo, economia são os principais benefícios proporcionados por redes *wireless*. A conexão sem fio permite ao usuário acessar redes em lugares fisicamente impossíveis de se ter uma rede a cabo, dependendo do projeto desenvolvido, as redes internas podem ter um alcance de até dois quilômetros. As externas, que utilizam equipamentos mais modernos, chegam a ter uma área de cobertura de 80 quilômetros.

A ausência de fios também dispensa a necessidade de reformas na instalação elétrica do ambiente, evitando transtornos e desconforto com mão-de-obra. O fato de não existirem cabos facilita em mudanças no layout do ambiente e na instalação de outros equipamentos no local. Outra vantagem é que é possível criptografar as informações, bloqueando o acesso de pessoas não autorizadas ao banco de dados e à rede.

Antes de existir a tecnologia de redes sem fio, caso existisse a necessidade de se fazer um enlace corporativo de dados as opções seriam: contratar *link's* dedicados de internet, onde seriam expostos a uma rede pública sem segurança, ou contratar enlaces de dados entre a matriz com cada filial.

O trabalho em questão visa encontrar uma solução viável em funcionabilidade permitindo que as empresas compartilhem os dados da matriz com as suas filiais usando banco de dados remotos, mas de maneira segura.

O intuito desse trabalho é mostrar que a tecnologia wireless é a melhor solução.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O caso será aplicado a uma empresa real. Em uma empresa denominada Connect Informática de médio porte, que trabalha no ramo de informática, mais precisamente com assistência técnica em microcomputadores, impressoras e soluções em redes cabeadas e wireless, que está tendo a necessidade de abrir uma filial na mesma cidade.

Mediante essa situação surgiram alguns problemas como: usar o mesmo banco de dados com todos os clientes e produtos já cadastrados entre as unidades da empresa, como ter acesso online a uma ordem de serviço que acabou de ser criada e armazenada no banco de dados que fica no servidor na matriz para a filial ou vice-versa, e como prover o acesso à Internet na filial diminuindo o custo de mais um serviço de Internet, bem como, utilizando os benefícios da rede wireless.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e estruturar uma solução de interligação entre dois ou mais prédios em uma mesma cidade utilizando a tecnologia de redes sem fio de acordo com as condições orçamentárias da empresa em questão, entretanto com qualidade e confiabilidade nos dados e informações que transitarão entre esses pontos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar que é possível com baixo custo obter enlaces de longa distância utilizando rede sem fio;
- Apresentar as possíveis implementações usando as tecnologias disponíveis em redes sem fio;
- Comparar os benefícios em relação às tecnologias de redes anteriores disponíveis;
- Revisar conceitos em física relacionados à rede sem fio;
- Contribuir com pesquisas na área de redes sem fio;

1.3 JUSTIFICATIVA

Após alguns casos encontrados em empresas públicas e privadas houve a necessidade dessas empresas interligarem seus prédios e compartilharem informações. Ao buscar literatura pertinente ao assunto, foi observado que a maioria das pesquisas e estudos sobre redes sem fio está relacionada a redes de curta distância, dentro do mesmo prédio com baixa qualidade e confiabilidade onde são usados equipamentos domésticos, não atendendo as reais necessidades das empresas que precisam de algo mais confiável e seguro.

Na maior parte dos casos ainda existem dúvidas sobre o bom funcionamento das redes sem fio de longas distâncias, em virtude da deficiência de estudos específicos na área, motivando a pesquisar as melhores opções para a criação de enlaces com qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ONDA

Perturbação periódica mediante a qual pode haver transporte de energia de um ponto a outro de um material ou do espaço vazio (AURELIO, 1999).

2.1.1 Onda eletromagnética

Segundo SANCHES (2007), onda é caracterizada pela variação dos campos elétricos e magnéticos. Ondas eletromagnéticas são conhecidas como: ondas de rádio, ondas de calor, ondas de luz, etc., dependendo da frequência de emissão.

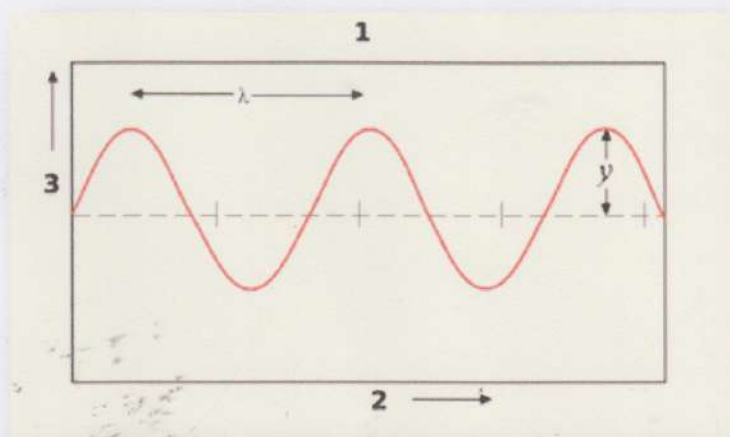


Figura 1: Onda eletromagnética. Fonte: Wikipédia

Onda eletromagnética cuja frequência se situa na faixa de radiofrequência (3khz a 300ghz); onda radioelétrica, onda hertziana (AURELIO, 1999).

2.1.2 Comprimento de onda

É a distância de um ponto de uma onda ao ponto correspondente da onda seguinte (SANCHES, 2007).

2.1.3 Polarização das ondas

A polarização de uma onda eletromagnética e a direção das linhas de força do seu campo elétrico.

Toda onda eletromagnética tem um componente de campo elétrico (E) e um componente de campo magnético (H), que é perpendicular uma a outra, e ambas as

componentes são perpendiculares a direção de propagação. A orientação do vetor (E) é usada para definir a polarização da onda, ou seja, se o campo elétrico está orientado perpendicularmente a superfície da terra, a onda está verticalmente polarizada e se ela está paralelo a superfície da terra, a polarização é horizontal. Às vezes o campo (E) gira com o tempo e neste caso é dito que ele está polarizado circularmente. SANCHES (2007).

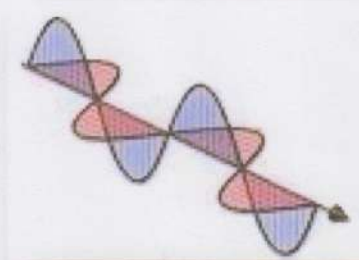


Figura 2: Exemplo de onda na horizontal e vertical. Fonte: Wikipédia

2.2 ANTENA

Segundo SANCHES (2007), Dispositivo para radiar ou captar ondas eletromagnéticas no espaço. Pode incorporar elementos tais como causador de impedâncias ou divisor de potência que a ela estejam fisicamente integrados.

2.2.1 Antena isotrópica

Antena hipotética cuja intensidade de campos irradiados se dá de maneira uniforme em todas as direções do espaço sendo uma referencia conveniente para expressar as propriedades diretivas das antenas.

Como é o caso para todas as medidas (altura, volume, peso, distância, etc.) é preciso de uma referência para poder descrever as propriedades diretivas de antenas práticas. A referência usada é o irradiador isotrópico. Esta é uma fonte hipotética que tem como característica irradiar igualmente em todas as direções. Seu diagrama de irradiação é uma esfera com centro na fonte.

Todas as antenas práticas terão “ganho” quando comparadas a um irradiador isotrópico. Esse ganho é alcançado focalizando a energia radiada em uma ou mais direções. SANCHES (2007).



Figura 3: Diagrama de radiação de antena isotrópica. Fonte: Instituto de física da USP

2.2.2 Antena parabólica

Antena com formato parabólico que garante teoricamente que todos os sinais paralelos que a atingem se concentre em um único ponto, o foco. SANCHES (2007).

As antenas parabólicas podem ter refletores do tipo sólido ou vazado. O tipo vazado geralmente é usado para frequências até 3 GHz, e sólido acima disso. A posição de alimentação da antena pode ser focal point ou *off-set*. SANCHES (2007).



Figura 4: Antena parabólica de grade direcional de 25 dbi. Fonte: Antenas Aquário



Figura 5: Antena parabólica 5.8GHz. Fonte: Zirok.com.br

2.2.3 Antena omni direcional

Antena com um diagrama de diretividade essencialmente não direcional em azimute e um diagrama direcional em elevação.

Essas antenas irradiam o sinal em forma de um círculo, por isso recebem o nome de omni que vem do latim e significa *todas (os)*. SANCHES (2007).



Figura 6: Antena Omni direcional de 15 dBi. Fonte: Antenas Aquário.

2.2.4 Antena direcional

Antena com a propriedade de irradiar ou receber ondas eletromagnéticas com maior intensidade em algumas direções que em outras. SANCHES (2007).



Figura 7: Antena direcional parabólica 5.8 GHz fonte: Antenas Aquário.

2.2.5 Antena setor ou setorial

Antena composta de um conjunto de dipolos alimentados em fase e uma chapa refletora. O seu ganho e ângulo dependem do número de dipolos, das dimensões da chapa refletora, da distância entre os dipolos e sua eficiência na alimentação dos dipolos.

São utilizadas normalmente em sistemas ponto-multiponto e ponto área, cujo ângulo de abertura da antena atende a uma determinada região.

Existe uma infinidade de ângulos de abertura disponíveis para antenas setoriais. Os mais comuns são 30, 60, 90 e 120 graus de abertura. SANCHES (2007).



Figura 8: Antena setorial 12 dBi. Fonte: Antenas Aquário



Figura 947: Antena setorial 90° 15 dBi.

2.2.6 Antenas circuito integrado – *patch-panel*

São aquelas confeccionadas em placa de circuito impresso tendo como principal aplicação os ambientes *indoor*, porém podem ser usadas em ambientes abertos, desde que aplicadas proteções extras contra intempéries, principalmente a umidade. São de baixo custo de montagem, uma vez que sua estrutura se resume a uma placa, um conector, um refletor, e um radome.

Possui baixa eficiência de irradiação, pouca largura de banda e geralmente ângulos de abertura pequenos. SANCHES (2007).

2.2.7 Largura de banda

A largura de banda de uma antena refere-se à faixa de frequências na qual a antena pode operar satisfatoriamente. SANCHES (2007).

Está normalmente definida pelo descasamento de impedância (largura da banda de impedância), mas também pode ser definida por características padrão, como ganho, nível de lóbulo lateral, largura do feixe etc. Todas estas características mudam ao longo da largura da banda de uma antena. SANCHES (2007).

O espectro de rádio é dividido em faixas de frequências que estão reservadas para aplicações específicas, por exemplo, a faixa 2,4 do ISM está entre 2.400 MHz e 2.483 MHz, logo as antenas devem operar satisfatoriamente em qualquer frequência dentro dessa faixa. SANCHES (2007).

2.2.8 Diagrama de radiação ou irradiação

A característica mais importante de uma antena é a descrição da energia irradiada no espaço ao seu redor. O diagrama de radiação é a representação gráfica desta característica em um determinado plano. SANCHES (2007).

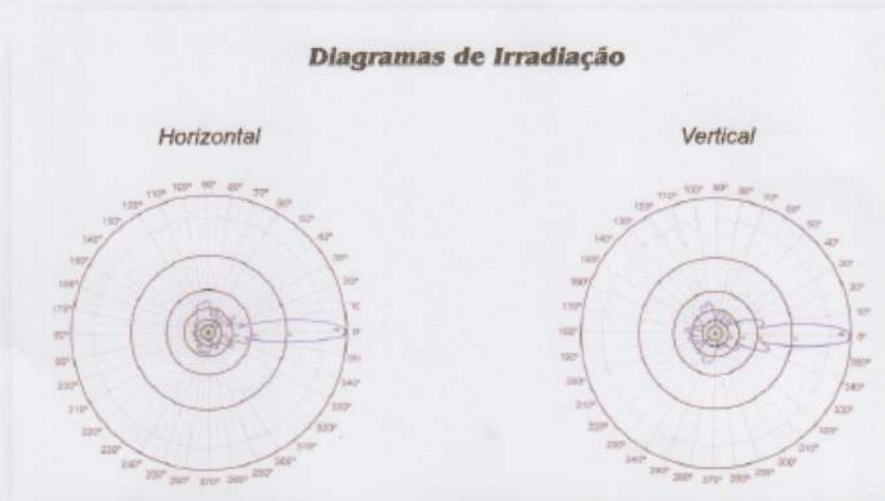


Figura 10: Diagrama de irradiação da antena direcional de grade de 25 dBi da marca aquário modelo mm2425

2.2.9 Diretividade de ganho

Outra característica importante é o ganho da antena, que normalmente é medida em dBi, ou seja, relativo à antena isotrópica. SANCHES (2007).

O ganho da antena é definido entre a energia irradiada na direção do máximo do diagrama de radiação dessa antena e a que seja irradiada por uma antena isotrópica ideal em direção qualquer, supondo que as duas irradie a mesma potência. SANCHES (2007).

2.2.10 Polarização

A polarização da antena é a propriedade da onda de rádio que é produzida na antena. A polarização pode ser horizontal, vertical ou circular, Será demonstrado somente linear que é mais utilizada em rede sem fio, pois circular só é utilizado em aplicações em outros sistemas de comunicações como enlaces de rádio em UHF, com utilização de antenas helicoidais. SANCHES (2007).

A polarização linear pode ser vertical ou horizontal. Sabendo que as ondas de rádio são eletromagnéticas e existe uma Defasagem de 90° entre o campo elétrico (E) e o magnético (H), a polarização de uma antena sempre é referente ao campo elétrico (E). Quando ele fica

perpendicular ao eixo da terra temos uma polarização vertical, é quando está paralela ao eixo da terra, a polarização é horizontal. SANCHES (2007).

As polarizações das antenas transmissoras e receptoras devem ser idênticas, pois ao contrário haverá uma perda (atenuação) do sinal maior que 20 dB, devido à discriminação de polarização cruzada. SANCHES (2007).

2.2.11 Relação frente/costa

As antenas irradiam energia também em direção oposta à de interesse. SANCHES (2007).

A relação frente/costa é definida o nível relativo irradiado na direção oposta, ou seja, de 180° com relação à direção de irradiação máxima da antena. SANCHES (2007).

2.3 DIPOLO

É basicamente a força de atração que ocorre entre duas moléculas polares, ligando-as pelos seus respectivos pólos, ou seja o polo positivo de uma molécula se liga ao polo negativo da outra molécula. WIKIPÉDIA (2009).

2.4 RUÍDO

Quaisquer sinais indesejáveis ou interferências produzidas ou não pelo homem na faixa de frequência em utilização, tais como as ondas eletromagnéticas na recepção do canal de transmissão ou do dispositivo considerado. A diafonia, produtos da distorção harmônica e produtos de intermodulação são algumas vezes classificados como ruídos. SANCHES (2007).

2.5 DECIBEL

Unidade logarítmica muito utilizada em telecomunicações. SANCHES (2007).

Utilizada para exprimir a razão de duas potências, igual a 1/10 do bel, correspondendo, pois, a 10 vezes o logaritmo decimal da razão das potências. Símbolo dB. AURÉLIO (1999).

2.6 HERTZ

O hertz (símbolo Hz) é a unidade derivada do SI para frequência, a qual é expressa em termos de oscilações (vibrações) ou rotações por segundo (s⁻¹ ou 1/s). A unidade é nomeada em homenagem ao físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, que fez algumas importantes contribuições para a ciência no campo do eletromagnetismo. WIKIPÉDIA, (2009).

2.7 IMPEDÂNCIA

Genericamente, significa uma medida de impedimento ou oposição a[o fluxo de] algo, abstrato ou concreto. Pode significar também, quando cabível ou definido, a expressão matemática da medida dessa oposição, acompanhada da referente expressão dimensional. WIKIPEDIA, (2009).

Quociente entre a amplitude de uma tensão alternada e a amplitude da corrente que ela provoca em um circuito. AURÉLIO (1999).

2.8 FREQUÊNCIA

Medida do número de ondas eletromagnéticas, cristas ou vales, que passa por um dado ponto em um dado período de tempo. É igual à velocidade da luz dividida pelo comprimento de onda e é expressa em Hz. SANCHES (2007).

2.9 AZIMUTE

Ângulo formado entre a projeção vertical do satélite da terra e o norte geográfico, contado em sentido horário, para o ajuste horizontal da antena. SANCHES (2007).

2.10 ZONA /ELIPSÓIDE DE FRESNEL

A teoria de Augustin Jean Fresnel e gustav Robert Kirchoff foi desenvolvida inicialmente para explicar a difração da luz em presença de anteparos ou sua propagação através de orifícios de diversos tamanhos. Fresnel estabeleceu que a quantidade de energia transmitida espaço livre está contida no volume de um elipsóide, cujo tamanho depende do comprimento da onda e da distância entre as antenas receptora e transmissora. SANCHES (2007).

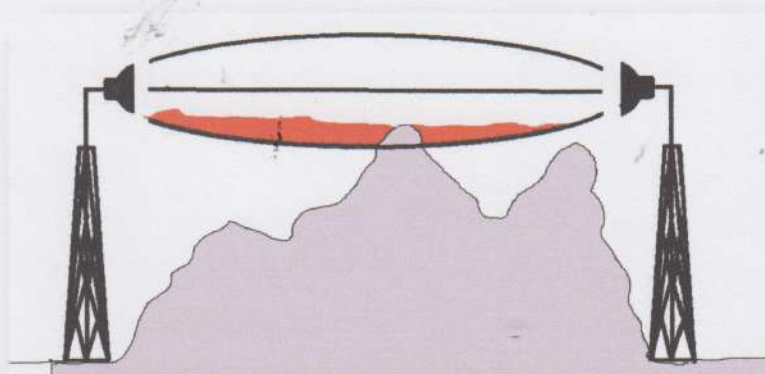


Figura 11: Exemplo de zona de Fresnel prejudicada pela geografia do ambiente.

2.11 REFRAÇÃO

É a mudança de direção de uma onda que ocorre quando ela penetra em outro meio. Se a direção do raio formar exatamente um ângulo reto com a superfície, não há refração, mas em todos os outros casos o raio é inclinado em relação à normal (uma linha imaginária perpendicular à superfície) quando penetra em um meio mais denso e será inclinado novamente quando dela se afasta após ser refratado. SANCHES (2007).

O ângulo formado entre a normal e o raio refratado é chamado de ângulo de refração, e está relacionado ao ângulo de incidência por uma grandeza chamada de índice de refração (n). Essa relação constitui a lei de Snell-Descartes. A refração ocorre porque as ondas viajam a velocidades diferentes em meios variados, e isso se aplica a todas as formas de radiação. SANCHES (2007).

2.12 LINHA DE VISADA OU LOS (*LINE OF SIGHT*)

Caminho direto entre transmissor e receptor, sem difração, reflexão ou sombreamento provocado por obstáculos. SANCHES (2007).

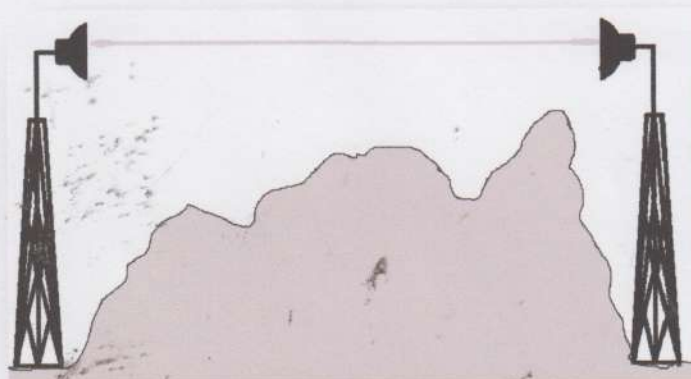


Figura 12: Exemplo de linha de visada

2.13 INDOOR

Unidades internas, módulo ou conjunto de equipamentos de um transceptor que são instalados no interior das dependências do usuário. SANCHES (2007).

2.14 OUTDOOR

Unidades externas, módulo ou conjunto de equipamentos de um transceptor que são instalados no exterior das dependências do usuário. A unidade *outdoor* compreende basicamente os processamentos de conversão de subida e de descida, filtragens, o

amplificador de potência e o amplificador de baixo ruído, o duplexador e a antena, e é conectada à unidade *indoor* por sinais de frequência intermediária (FI). SANCHES (2007).

2.15 ACCES POINT

“Ponto de acesso” que distribui uma banda de conexão *wireless* em um ambiente. SANCHES (2007).

2.16 IEEE (INSTITUTO DOS ENGENHEIROS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS)

Mais conhecido pela sigla IEEE (I-três-E) Organização que desenvolve padrões para a indústria de computadores e eletroeletrônicos. É a maior sociedade técnica profissional do mundo, servindo aos interesses de mais de 380.000 membros da comunidade da eletrônica, eletricidade e computação e perto de 150 países. O IEEE fomenta a inovação tecnológica, contribui com o desenvolvimento profissional de seus membros e promove a comunicação social mundial. SANCHES (2007).

2.16.1 IEEE 802.11

Segundo TORRES (2001), Antigamente um dos grandes problemas das comunicações sem fio era a falta de padronização entre os fabricantes. Antigamente, um determinado equipamento para transmissão através de ondas de rádio de um fabricante não era compatível com o equipamento produzido por outro fabricante, mesmo quando usavam a mesma faixa de frequência para a transmissão de dados.

Para resolver essa questão, o IEEE lançou o padrão 802.11, que define a camada de controle de acesso ao meio (MAC) para transmissões sem fio. TORRES (2001).

Com isso, redes sem fio operando via rádio pode ser facilmente construída usando equipamentos de diferentes fabricantes. TORRES (2001).

Segundo SANCHES (2007) O protocolo IEEE 802.11 é um padrão de comunicação que define o uso dos dois níveis mais baixos da arquitetura OSI (camada física e enlace de dados), especificando suas normas de funcionamento em uma *WLAN*.

2.16.2 Padrão 802.11a

A revisão 802.11a ao padrão original foi retificada em 1999. O padrão 802.11a utiliza o mesmo conjunto de protocolos de base que o padrão original, opera na banda de 5 GHz e utiliza 52 subportadoras (OFDM) com uma velocidade máxima de 54 Mbps. A velocidade de dados pode ser de 48, 36, 24, 18, 12, 9, ou 6 Mbps. Esse padrão possui 12 canais não

sobrepostos, oito para redes sem fios (*indoor*) e quatro para conexões ponto a ponto (*outdoor*). SANCHES (2007).

2.16.3 Padrão 802.11b

A revisão 802.11a ao padrão original foi retificada em 1999. O 802.11b tem uma velocidade máxima de transmissão de 11 Mbps e utiliza o mesmo método de acesso definido no padrão original. Devido ao espaço ocupado pela codificação do protocolo CSMA/CA, na prática, a velocidade máxima de transmissão com esse padrão é de aproximadamente 6 Mbps. SANCHES (2007).

2.16.4 Padrão 802.11g

Em junho de 2003, o IEEE ratificou um terceiro padrão chamado 802.11g que também utiliza a faixa de 2.4 GHz, mas opera em uma velocidade máxima de até 54 Mbps, e próxima a 26 Mbps de velocidade efetiva. É compatível com o padrão b e utilizam as mesmas frequências (canalização). Em redes que utilizam o padrão b, a presença de nós utilizando o padrão g reduz significativamente a velocidade de transmissão. SANCHES (2007).

2.17 REFLEXÃO

É a modificação da direção da onda quando ela volta ao meio original após atingir um meio com características diferentes. Na ocorrência da reflexão, ocorre o fenômeno de multicaminhos e, conseqüentemente, haverá interferências na recepção entre os raios que percorrem caminhos de comprimentos diferentes.

Duas são as propriedades da reflexão:

1ª Na reflexão, a frequência, a velocidade e o comprimento de onda não variam.

2ª Na reflexão, a fase pode variar ou não

As reflexões podem ocorrer basicamente nas seguintes situações:

- a. Camadas atmosféricas (temporárias) – enlaces ponto a ponto e ponto-multiponto;
- b. Obstruções – como paredes, pisos e objetos – propagação *indoor*;
- c. Solo (permanentes) – enlaces ponto a ponto e ponto-multiponto. SANCHES (2007).

2.18 DIFRAÇÃO

É quando uma frente de onda toca um obstáculo, dá origem a uma sombra, cujo contorno não é claramente definido, e sua extensão é uma função do comprimento de onda. Ainda que a força do campo recebido caia rapidamente à medida que o receptor entra em uma

região de “sombra”, causada pelo obstáculo que impede a linha de visada entre o transmissor e receptor, o sinal difratado ainda existe e, freqüentemente, tem força suficiente para produzir um sinal útil. SANCHES (2007).

2.19 DESVANECIMENTO (*FADING*)

Traduz-se por variações na intensidade do sinal na recepção causada por atenuações, reforços e distorções no espectro do sinal, devido às alterações de amplitude e percurso que o feixe de microondas sofre ao atravessar seu meio. SANCHES (2007).

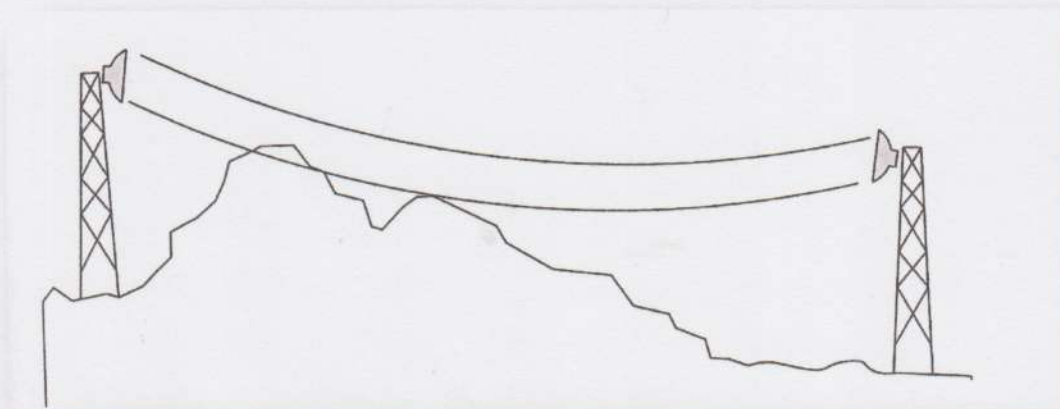


Figura 13: Exemplo de desvanecimento causado por atenuação parcial por obstrução. Fonte: Sanches 2009

2.20 ESPECTRO

Função que caracteriza a distribuição de energia numa onda, ou num feixe de partículas, e que exprime essa distribuição em termos de variáveis apropriadas (comprimentos de onda, freqüências, etc.). (AURÉLIO, 1999).

2.21 ATENUAÇÃO

Diminuição efetiva da intensidade de uma onda ou de um feixe de partículas que atravessa um meio material. (AURÉLIO, 1999).

Eletrônica num filtro, perda de potência, em decibéis, que sofre um sinal ao atravessá-lo (AURÉLIO, 1999).

2.22 ABSORÇÃO

É a atenuação causada nas ondas de rádio pela ação da chuva, cerração, neve, moléculas de gás, etc. presentes no caminho da propagação pela absorção ou espalhamento dos raios. SANCHES (2007).

2.23 DESVANECIMENTO DEVIDO A DUTOS

O duto é um fenômeno atmosférico de inversão térmica, que ocorre paralelamente à superfície terrestre, podendo atingir distâncias na ordem de dezenas de quilômetros. É capaz de alterar o curso de um feixe de ondas e de mantê-lo “canalizado” em parte, daí o nome duto. SANCHES (2007).

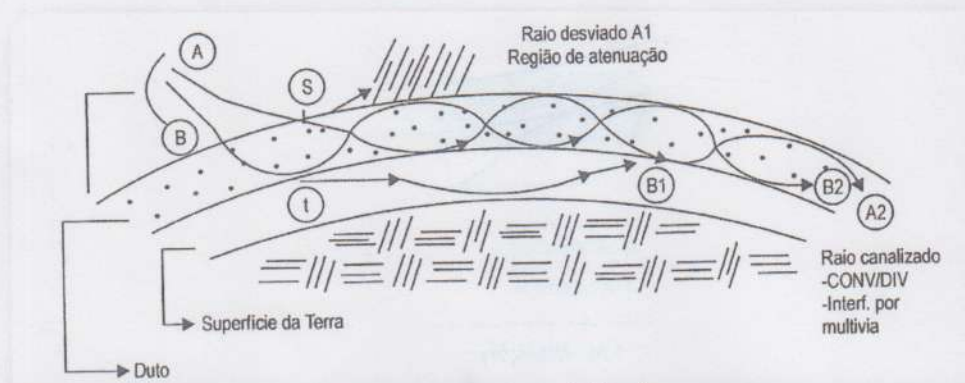


Figura 14: Exemplo de desvanecimento devido a dutos. Fonte: Sanches 2007

2.24 REPETIDOR

Em um sistema de transmissão, equipamentos colocados em posições intermediárias entre as extremidades, transmissora e receptora, destinados a amplificar ou regenerar os sinais transmitidos. SANCHES (2007).

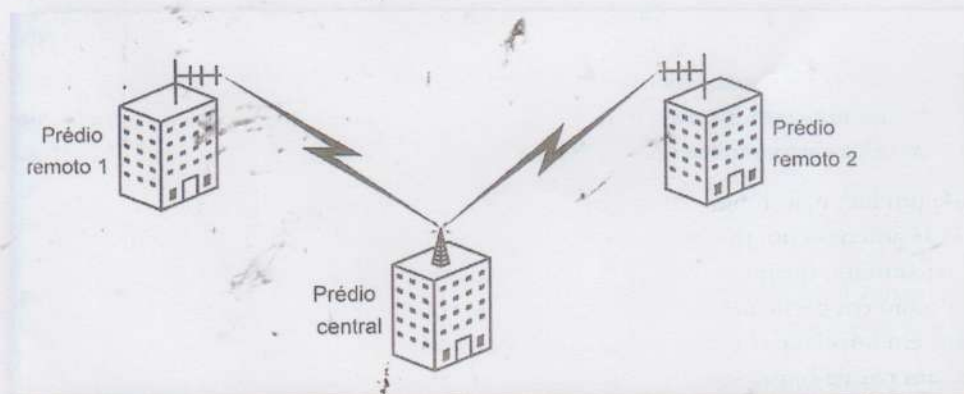


Figura 15: exemplo de repetidora. Fonte: Ross 2003

2.24.1 Repetidoras passivas

Sem dúvida é o método mais barato para transpor barreiras físicas, como obstruções por relevos ou construções, e levam este nome porque dispensam a utilização de qualquer

elemento ativo, ou seja, não necessitam de nada mais que duas antenas e um cabo de interligação. SANCHES (2007).

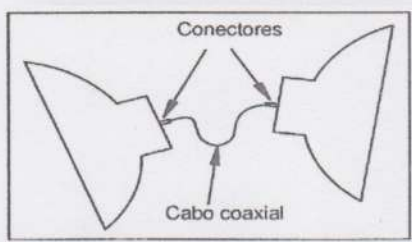


Figura 16: Exemplo de conexão em repetidora passiva. Fonte: Sanches 2007

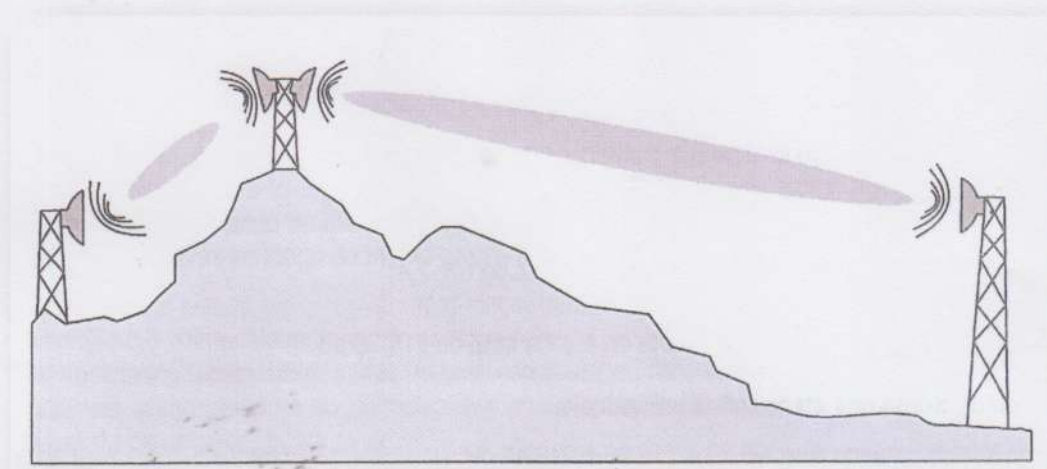


Figura 17: Exemplo de repetidora passiva. Fonte: Sanches 2007

2.24.2 Repetidoras ativas

É o método mais simples de equacionar os dois problemas (obstrução ou distância), porém é o mais caro. SANCHES (2007).

Em situações em que o enlace ou o local de atendimento (sistemas ponto-multiponto) é excessivamente comprido ou distante da origem (base), não há outra maneira a não ser a criação de repetidoras ativas ao longo do trajeto para a equação deste problema. SANCHES (2007).

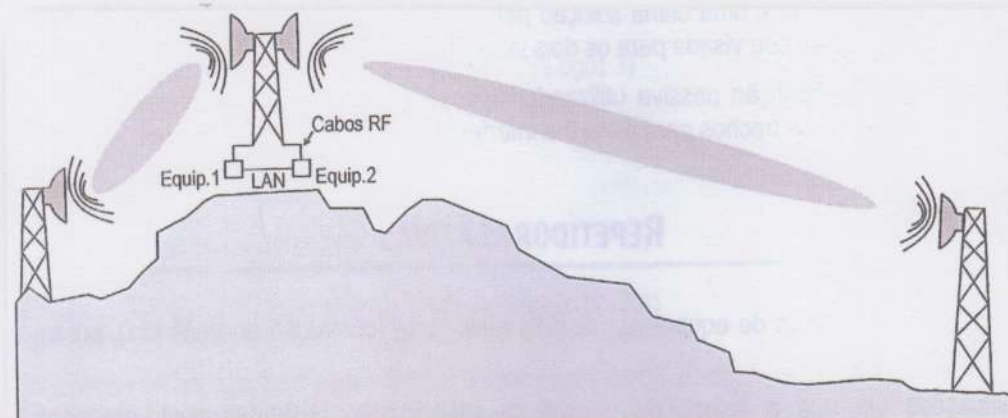


Figura 18: Exemplo de repetidora ativa. Fonte: Sanches 2007

2.25 ENLACE

Segundo SANCHES (2007) 1. Interligação de dois estágios consecutivos de comutação. 2. Interligação de dois equipamentos que façam o uso do espectro rádio elétrico, permitindo a transmissão de dados, voz ou vídeos. SANCHES (2007).

2.25.1 Enlace de rádio

Meio de telecomunicação de características específicas entre dois ou mais pontos que utilizam ondas radioelétricas. SANCHES (2007).

2.25.2 Enlace em rádio visibilidade

Enlaces cujas costas das antenas e do perfil do terreno permitam a operação com visibilidade direta. SANCHES (2007).

2.25.3 Enlace óptico

Trecho óptico, relativamente longo, de interligação entre transmissores e receptores, sendo feito através do ar, de vidro ou de plástico. SANCHES (2007).

2.25.4 Enlace ponto a ponto

Enlace que permite a comunicação entre dois pontos físicos. SANCHES (2007).

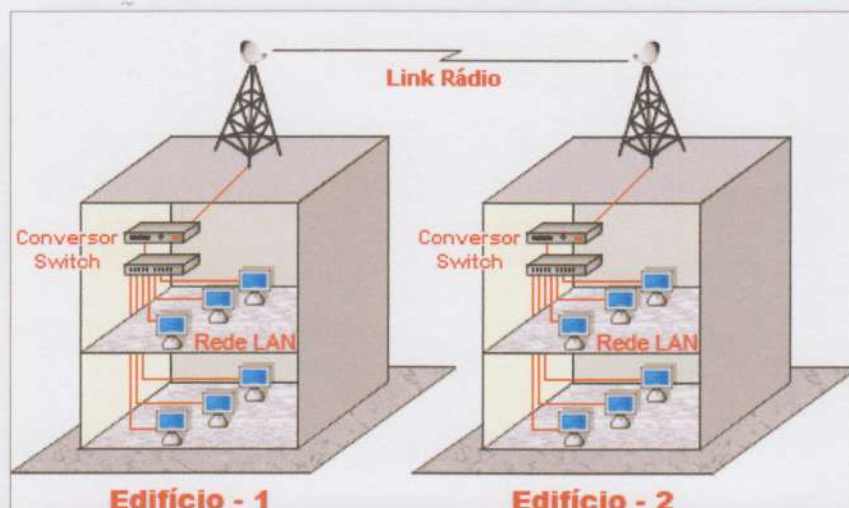


Figura 19: Exemplo de enlace ponto a ponto. Fonte: redenexo.pt

2.25.5 Enlace ponto-área

Enlace que permite a comunicação entre um ponto fixo único e certo número, determinado ou não, de pontos móveis ou fixos cujas determinações não são determinadas. SANCHES (2007).

2.25.6 Enlace ponto-multiponto

Enlace que permite a comunicação entre um ponto fixo único e certo número de pontos fixos determinado. SANCHES (2007).

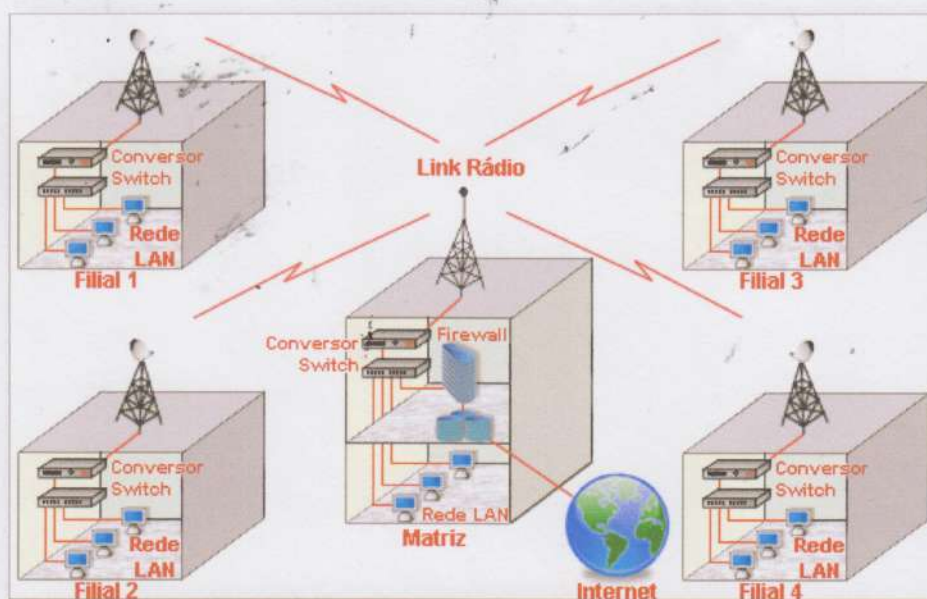


Figura 20: Exemplo de enlace ponto-multiponto. Fonte: redenexo.pt

2.26 REDE

Conjunto de equipamentos terminais, linhas e circuitos, bem como os meios de comutação e transmissão para sua interligação, junto com todos os acessórios, para assegurar um serviço de telecomunicações. SANCHES (2007).

2.26.1 Rede local (*Ethernet* ou *LAN*)

São redes privadas contidas em um único edifício ou campus universitário com até alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios e instalações industriais de empresas, permitindo o compartilhamento de recursos (por exemplo, impressoras) e a troca de informações. TANENBAUM (2004).

As *LANs* têm três características que distinguem de outros tipos de redes: (1) tamanho (2) tecnologia de transmissão e (3) topologia. TANENBAUM (2004).

2.26.2 Wireless

(Redes móveis, *wireless*) Sistemas de comunicação por rádio.

2.26.3 WLAN ou Wireless LAN

(*Wireless*) Abreviatura que se refere a sistemas de acesso sem fios para redes locais. SANCHES (2007).

2.26.4 Wi-Fi (Wireless Fidelity)

Nome da marca comercial WECA para indicar a interoperabilidade de produtos *WLAN*. Produtos que atendem ao padrão de interoperabilidade recebem o logotipo Wi-Fi. SANCHES (2007).



Figura 21: Logotipo licenciada originalmente pela Wi-Fi Alliance para descrever a tecnologia de redes sem fios.

2.27 MAC (*MEDIA ACCESS CONTROL*) ADDRESS

É o endereço físico da estação, ou melhor, da interface de rede. É um endereço de 48 bits, representado em hexadecimal. O protocolo é responsável pelo controle de acesso de cada estação à rede *Ethernet*. Este endereço é o utilizado na camada 2 (Enlace) do Modelo OSI. WIKIPEDIA, (2009).

2.28 VOIP SOBRE *WIRELESS LAN* – *VOWLAN*

Segundo SANCHES (2007), É um benefício significativo de misturar tráfego de telefone com dados de uma *WLAN* é prover mobilidade e fazer uso de uma infra-estrutura comum.

Podemos levar em consideração que um sistema comum para tráfego de dados e de voz é geralmente mais simples e mais barato que sistemas independentes. SANCHES (2007).

Ao implementar esse sistema, o desempenho deve ser consideração primária. Uma WLA pode aceitar bem voz se o sistema for implementado com um alto desempenho e qualidade de serviço (QoS). SANCHES (2007).

2.29 SISTEMA GPS

Popularmente conhecido por GPS (do acrônimo/acrônimo do inglês *Global Positioning System*), conforme o nome diz, inclui um conjunto de satélites é um sistema de informação eletrônico que fornece via rádio a um aparelho receptor móvel a posição do mesmo com referência as coordenadas terrestres, esse sistema que por vezes é impropriamente designado de sistema de navegação não substitui integralmente ao sistema de navegação astronômica, mas apenas informa as coordenadas do receptor e não o rumo indispensável a navegação estimada faltando solicitar o recurso de um simulador integrado ao receptor. Existem atualmente dois sistemas efetivos de posicionamento por satélite; o GPS americano e o Glonass russo; também existem mais dois sistemas em implantação; o Galileo europeu e o Compass chinês e isso se faz necessário universalmente, porque o sistema americano é controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, DoD, para uso exclusivo militar e, embora atualmente, encontre-se aberto para uso e civil gratuito, poucas garantias temos que em tempo de guerra continue emitindo sinais o que resultara num serio risco a navegação. ROCHA (2005).



Figura 22: Foto do aparelho de GPS da marca: Garmin, modelo: Etrex Vista HCX. Fonte: Manual do usuário Garmin Etrex Vista HCX.

2.30 BÚSSOLA

Uma bússola é um instrumento navegacional para se encontrarem direções. Ela consiste num ponteiro magnetizado livre para se alinhar de maneira precisa com o campo magnético da Terra. Uma bússola fornece a uma direção de referência conhecida que é de grande ajuda na navegação. SANCHES (2007).



Figura 23: Exemplo de uma bússola magnética. Fonte: Wikipédia

2.31 TOPOGRAFIA

Topografia (do idioma grego *topos*, lugar, região, e *graphein*, descrever: "descrição de um lugar") é a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a situação e a localização deles pode ficar em qualquer área. Tem a importância de determinar analiticamente as medidas de área e perímetro, localização, orientação, variações no relevo, etc e ainda representá-las graficamente em cartas (ou plantas) topográficas. WIKIPEDIA, (2009).

Arte de representar no papel a configuração duma porção do terreno com todos os acidentes e objetos que se achem à sua superfície. AURÉLIO (1999).

2.32 FEIXE

Radiação dentro de um lóbulo de um sistema direcional. SANCHES (2007).

2.33 TILT

Para reduzir a área de cobertura de uma determinada antena (omni, setor ou direcional) podemos não somente não atenuar o sinal de entrada nela, mas também variar a inclinação dos lóbulos dessa antena com relação à linha do horizonte. Esse processo é chamado de *DOWNTILT*, e pode ser realizado de duas maneiras: pelo *DOWNTILT MECÂNICO* ou *DOWNTILT ELÉTRICO*. SANCHES (2007). (ver figuras 24 e 25).

OPCIONAL: UTILIZANDO O SISTEMA DE TILT MECÂNICO.

Para utilizar as vantagens oferecidas pelo sistema de TILT MECÂNICO, utilize apenas uma abraçadeira "U" nas furações indicadas nas ilustrações à seguir.

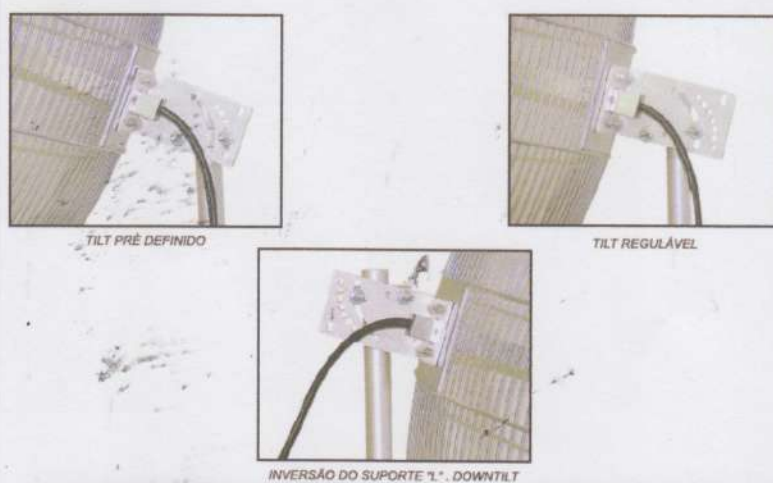


Figura 24: Exemplos de TILT mecânico na antena MM-2425. Fonte: Manual de instalação da antena MM-2425

3 METODOLOGIA

Quanto à sua natureza a pesquisa é aplicada, pois através da visualização dos possíveis cenários para aplicação do projeto, as soluções serão montadas e descritas visando gerar conhecimento prático sobre as situações e suas supostas soluções.

Quanto à sua forma de abordagem ela é quantitativa, com o objetivo de colocar em prática laboratorial vários dos cenários propostos, inclusive com aplicações em empresas reais.

Quanto aos seus objetivos é explicativa, pois visa demonstrar quais os fatores decisivos para escolha de uma solução de comunicação unificada, juntamente com os benefícios.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 PASSOS PARA INSTALAÇÃO DO ENLACE

4.1.1 Análise do local.

Para facilitar a instalação de um link ponto a ponto a tarefa foi dividida em passos, e o primeiro passo foi fazer uma sondagem de local ponto a ponto que consiste em identificar um possível caminho para da linha de visada ou LOS (*LINE OF SIGHT*). Teoricamente, é possível calcular a altura necessária para ambas as antenas e identificar o caminho entre elas, mas quase nunca isso será o suficiente, na prática. Antes do ligar os rádios será necessário a realização de alguns ajustes para poder iniciar a transferência dos dados ao longo da rede. Isso pode ser realizado utilizando um mapa impresso como mostra a (figura 27), online, digital ou um equipamento de GPS, mas muitas vezes será necessário subir em algum telhado, laje ou até mesmo em alguma torre e confirmar se existe uma linha de visada até o local onde deseja colocar a outra extremidade do link. Se o caminho estender-se além de 200 (duzentos) metros use um binóculo para ter uma melhor precisão. Outro fator muito importante na análise do local é verificar se o sinal não vai encontrar nenhum obstáculo, pois não é só a linha de visada que é importante a zona de Fresnel também, muitas vezes o sinal chega, porém, com pouca intensidade.

Nesse caso foi utilizado um equipamento de GPS para ajudar na precisão do enlace, o equipamento usado foi um GPS da marca Garmin e modelo Etrex Vista HCX (ver figura 22) esse equipamento possui varias funções que foram usadas para fazer esse enlace, por exemplo: roteamento automático, Computador de elevação: elevação, índice ascendente / descendente, cálculo de área, distância aérea, bussola eletrônica, informa posicionamento preciso usando até 12 (doze) satélites.

Com a ajuda do GPS foi identificada a distância da aérea entre o ponto "A" (Connect informática matriz) e o ponto "B" (filial) a qual é de 1.400 (mil e quatrocentos) metros, as lajes tem um diferença de altura de 02 (dois) metros praticamente a mesma altitude com essas informações já facilitou um pouco o nosso estudo, pois com essa distância já se sabe que é possível fazer um enlace usando equipamentos que usam a frequência de 2.4 GHz sendo esses mais econômicos e fáceis de encontrar no comércio local, também se sabe que não é necessário ajustar a inclinação das antenas, pois as mesmas ficaram praticamente na mesma altura. Caso a altitude das lajes fossem muito diferentes seria necessário dar em nossas antenas um Downtilt (ver figura 24 e 25) em relação a linha do horizonte. Normalmente é

dado um Downtilt mecânico ou elétrico para diminuir ou concentrar a área em que o sinal vai abranger, isso pode ser feito através de um cálculo ou até mesmo dependendo das informações que se tenha, utilizar um inclinômetro (equipamento que mede a inclinação dada em graus).



Figura25: Downtilt mecânico realizado em antena setorial.

Os dois prédios são lajeados no telhado, no prédio "A" onde fica a matriz tem o térreo mais três andares acima, assim como também o prédio "B", mais a caixa d'água onde tem uma laje em cima local este escolhido para montar a torre em cada ponto foi montado uma torre usando apenas um suporte tripé de metal como mostra a (figura 26) para cano de 1" (uma polegada).



Figura26: Tripé de metal para cano de 1" (uma) polegada.

Um varão de cano de ferro galvanizado (revestimento químico que diminui a corrosão) de 1" uma polegada de espessura de 3 (três) metros de comprimento onde são estaiadas com cabo de aço em três pontos da laje, o estaiado serve para que a torre não balance diminuindo a recepção e envio do sinal pela antena.

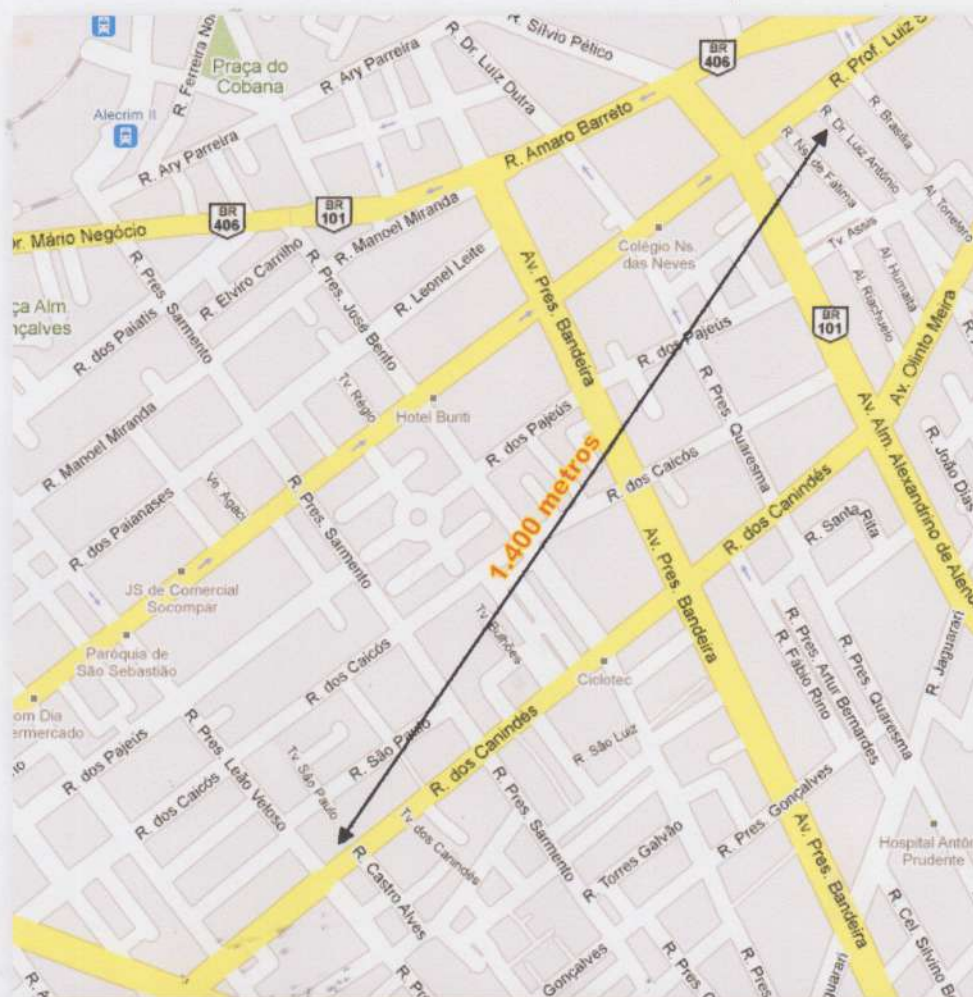


Figura 27: Mapa com o enlace de rádio realizado.

4.1.2 Escolha dos equipamentos (rádios).

O segundo passo é escolher que rádio utilizar, existe a possibilidade de se usar rádios com antenas integradas, alguns exemplos destes são: Nanostation, Wispbox, Canopy e outros como mostra a (figura 28) ou rádios que necessitam de antena externa.



Figura 2848: Exemplo de alguns rádios

Os rádios que necessitam de antena externa seja ele indoor ou outdoor, (mencionados nos itens 2.13 e 2.14) possuem a possibilidade das antenas serem trocadas por um que melhor atenda a necessidade do enlace, alguns rádios com antena integrada possuem antena de baixa potência, porém são rádios de bom desempenho, apresenta boa confiabilidade para fechamento de enlaces, outra característica dos rádios com antenas integradas é que são normalmente usados em enlaces ponto área ou ponto setor.

Optou-se por utilizar um rádio que usa antena externa para que possamos estudar as antenas que melhor atenda ao projeto. O rádio escolhido para nosso enlace foi o Zinwell, modelo: G220 (figura 29), pois este Access point além de ter baixo custo pode ser usado de várias formas, opera com IEEE 802.11b e IEEE 802.11g, apóia mecanismos de proteção de ego, como endereço controle de acesso MAC, SSID escondido e NAT, e padrões de segurança nivelados mais altos, como WEP, WPA (TKIP e/ou AES) com ou sem servidor de RÁDIO, e o WPA2 mais avançado (AES), também provê a função chamada "ISP Sem fios"; com tal função, o dispositivo age como Cliente de AP e provê função de Encaminhamento. Por esta função podemos ter muito mais flexibilidade para construir o ambiente de WLAN. Este AP tem 03 (três) interfaces, 01(uma) wireless e 02(duas) lan. Abaixo algumas características informadas pelo fabricante:

Características

- Homologação Anatel 0843-07-2490
- 802.11b (250 mW);
- 802.11g (100 mW);
- Sistema CSMA/CA com ACK;
- *Wizard* (Configuração passo-a-passo);
- Trabalha como *Router, Bridge, Client, AP, AP WDS e WDS*;
- Sincronismo de horário via Servidor NTP;
- Ferramenta para *Site Survey*
- Conector para antena: SMA Macho Reverso



Figura 29: Access point Zinwell G220. Fonte: zinwell.com. br

Os rádios usados foram os da marca Zinwell modelo G220, porém, foi atualizado o firmware para o da AP router 7.3, pois com esse firmware podemos controlar melhor o rádio, liberar a potência total do AP que é de 400 mW, usar o software em português, mais a frente vamos ver as configurações em todos os AP que foram necessárias para o enlace funcionar.

4.1.3 Escolha das antenas.

O terceiro passo é a escolha da antena ideal, temos vários tipos e formatos de antenas, segundo Ross (2003) “diversos fatores que dizem respeito à antena contribuem para a força do sinal de um link de rádio” entre dois pontos, são esses:

- Ganho da antena
- Energia transmitida
- Altura da antena
- Atenuação do cabo

Realizado o estudo e observando esses itens temos que ter em mente que um enlace ponto a ponto as antenas devem ter condições tanto de transmitir como de receber sinais de rádio.

Segundo Ross (2003) “O ganho e as características direcionais de uma antena são idênticos tanto para transmissão quanto para recepção de maneira que a mesma antena que impulsiona a potência efetiva de um sinal que é emitido também pode aumentar a sensibilidade de um sinal fraco que é recebido”. Outro fator que deve ser observado é a conservação da antena principalmente quando está *outdoor*. Como se trata de uma rede ponto a ponto aonde um rádio vai se conectar com outro a antena ideal a ser usada é uma antena parabólica direcional focal point. (ver figura 30).

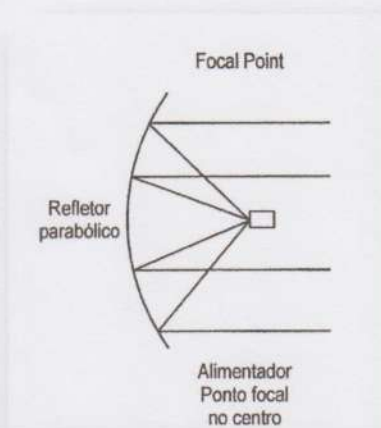


Figura 30: Tipo de alimentação focal point em antena parabólica. Sanches 2007

As antenas escolhidas para fazer esse enlace foram da antena da marca Aquário modelo MM-2425. (ver figura 31) com as especificações do fabricante.

Frequência	2.4 - 2.5 GHz
VSWR	< 1.5:1
Ganho	25dBi
Relação Frente/Costas	35,1dB
Rejeição de Polarização	34,4dB
Conector	N Fêmea
Impedância Nominal	50 Ω
θ_E	9°
θ_H	8,5°
Peso	3085 g
Medidas	675 x 800 mm

Figura 31: Especificações técnicas da antena modelo: MM-2425. Fonte: Antenas Aquário.



Figura 32: Antena Aquário modelo: MM-2425

O motivo da escolha dessa antena foi pelo fácil acesso no mercado local, praticidade na instalação e alto desempenho, pois é uma antena parabólica direcional de 25 (vinte e cinco)

dBi (ver figura 32) essa antena usa um conector “N” fêmea na extremidade do seu cabo e como o nosso rádio usa um conector sma macho reverso foi preciso um cabo que nos chamamos de *pig tail* que em português significa rabo de porco esse cabo nada mais é do que um cabo coaxial de 30cm modelo RG-58 que trabalha em 50Ω (cinquenta ohms) mesma frequência da antena onde na extremidade em que foi ligado a antena foi usado o conector “N” macho e na extremidade em que foi ligado o rádio foi usado o conector SMA fêmea Reverso. Só é necessário um cabo de 30 (trinta) cm porque o rádio foi instalado na mesma torre da antena dentro de uma caixa hermética (caixa a prova de sol e chuva) a poucos centímetros da antena. A figura 33 mostra como ficou o rádio dentro da caixa hermética.



Figura 33: Caixa hermética com Access point montado para instalação na torre.

O Access point foi desmontado e retirado da caixa original, pois dessa forma conseguimos fazer com que o ar circule melhor na placa do AP também foi instalado um *cooler* na parte inferior da caixa para diminuir a temperatura interna da caixa depois de instalado.

Alguns técnicos quando fazem um enlace usam duas antenas direcionais em cada ponto do enlace, uma em cima da outra, sendo que uma na horizontal e outra na vertical e dessa forma ao invés de trafegar um espectro, trafega dois, um com a onda na vertical e outro com a onda na horizontal onde a vantagem de se usar essas duas antenas é que quando por qualquer motivo de interferência um dos espectros não cheguem até a outra ponta o outro chega, e a desvantagem é o custos de duas antenas a mais que aumenta e a perda de sinal em um adaptador em “T” (splitter) a mais que será usado, pois quanto mais adaptadores e

emendas mais perda no sinal. Como nossa intenção é além de tudo, uma rede de baixo custo, usaremos apenas uma antena.

4.1.4 Instalação do enlace.

O quarto passo é a montagem de toda a parte física das torres, das antenas, dos rádios, e o cabeamento até a rede interna. Da mesma forma que foi montada a torre no lado “A” foi também montada no lado “B”. As torres foram montadas fixando o tripé de metal com bucha fix 10 mm e três parafusos sextavados em cada um dos suportes na laje, o cano de 1”(uma polegada) foi fixado ao suporte tripé através dos parafuso fixador que existe no próprio suporte. (ver figura 26). As antenas foram fixadas no cano de 3 (três) metros com o suporte de alumínio que já acompanha cada antena, suporte esse que permite a regulação de tilt que será dado na antena.



Figura 34: Suporte em alumínio com regulação de TILT mecânico da antena modelo MM-2425. Fonte: Aquário

Nesse caso não foi feita regulação de altura (após examinar com o altímetro do aparelho de GPS) em nenhuma das antenas, pois as mesmas estavam praticamente na mesma altitude com uma diferença de apenas de 2 (dois) metros. Foi passado um cabo *Ethernet* com conectores RJ45 nas extremidades, do rádio que fica em cima da torre até o switch de cada ponto onde através desse cabo foram feitas todas as configurações e testes do enlace. Junto com o cabo que saiu da porta lan do rádio foi passado um cabo também multilan para ser ligado “PoE” (ver figura). Segundo SANCHES(2007) “PoE é uma tecnologia que permite que os dispositivos alimentem-se através dos cabos de dados existentes.” Onde é possível ligar a fonte de alimentação em qualquer tomada embaixo sem ser necessário que tenha energia perto da torre, outra vantagem do “PoE” é que a fonte de alimentação do rádio não vai

ficar na caixa hermética junto com ele, pois como a fonte também esquentava não seria algo a mais para aumentar a temperatura dentro da caixa hermética.

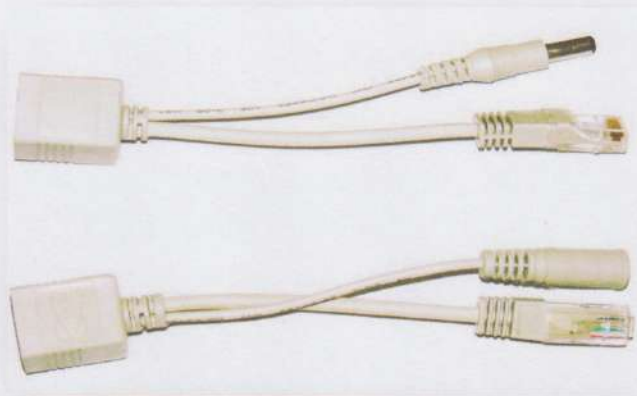


Figura 35: Kit PoE usado para alimentação dos Access point's

4.1.5 Configuração da rede.

O quinto passo é a configuração dos rádios e da rede, nesse passo, foi ligado e configurado os dois rádios do enlace para facilitar a identificação dos equipamentos, foi chamado de rádio "A" o rádio que ficou configurado na matriz e rádio "B" o rádio instalado na filial.

4.1.5.1 Configuração do rádio "A".

O rádio "A" foi configurado da seguinte forma, no menu: configurações/wireless/básico foi usado:

- Nome do AP: "Rádio A" (Foi dado um nome para identificação de cada rádio).
- Banda: "2.4 GHz (B)" ([Padrão 802.11b] Foi escolhido esse padrão porque mesmo ele só atingindo uma velocidade de 11 Mbps a intensidade do sinal é maior).
- Modo: "WDS" (Poderia ter sido feito com modo: AP em bridge, mas foi feito com WDS para dar mais segurança e confiabilidade ao enlace).
- Tipo de rede: "Infraestrutura"
- SSID: (Não foi informado nenhum SSID, essa opção foi desativada para dar mais segurança ao enlace).
- Canal: "6" (foi escolhido canal seis, pois era o canal mais longe de todos os outros que foram encontrados na região).

- Região de domínio (Canais): “FCC (1-11)” (do canal 1 (um) ao canal 11 (onze) são os permitidos de uso no Brasil). (Como mostra a figura 39).

A banda de frequência que é disponível para os canais 802.11b/g fica entre 2401GHz e 2473GHz, porém mesmo um equipamento estando configurado em um determinado canal ainda recebe interferências de equipamentos configurados em canais próximos a ele. (ver figura 36).

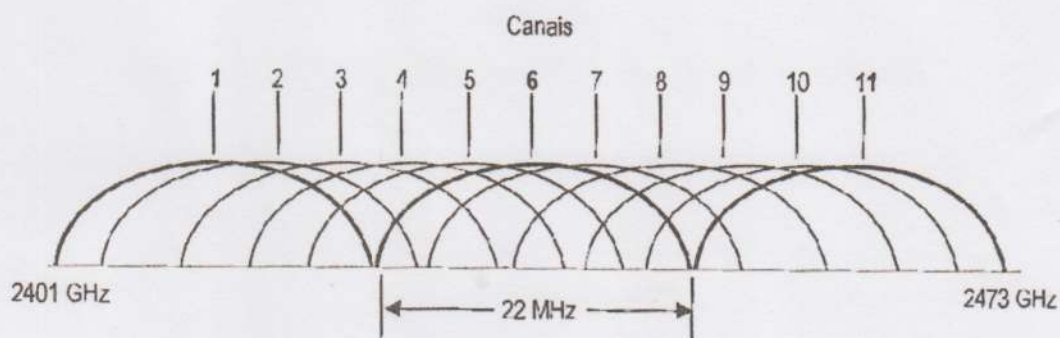


Figura 15.4 - Alocação de canais 802.11b/g.

Figura 36: Alocação de canais 802.11b/g

Para diminuir a possibilidade de se ter esse tipo de problema foi procurado um canal onde não tivesse outros canais próximos, para isso usou-se um software chamado “NetStumbler” (que é um scanner para Windows usado na detecção de redes wireless que usam as normas 802.11b, 802.11a e 802.11g). Pode ser integrado com GPS e imagens de mapas onde ele após acionado desativa o software de controle do seu sistema operacional e faz um scanner da rede onde mostra todas as redes wireless ao seu alcance mostrando o endereço MAC da interface, SSID, o canal em que está configurada a rede, a constância e a intensidade do sinal.

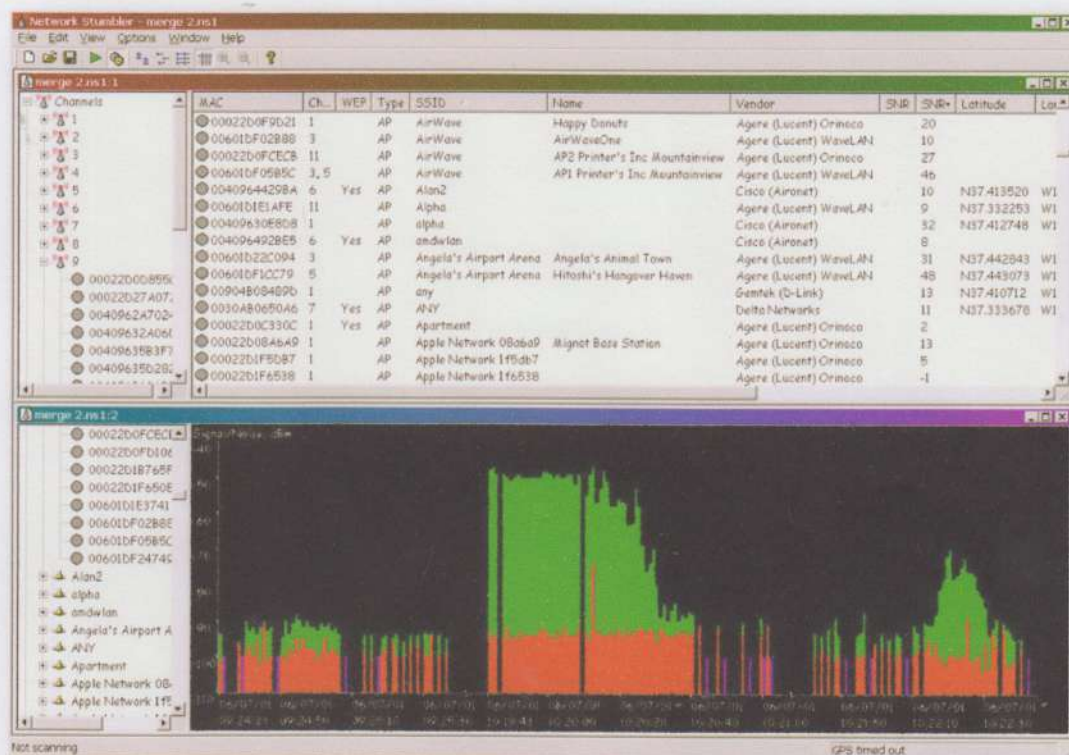


Figura 37: Exemplo do Netstumbler em funcionamento.

Configurações

- Status
- Assistente
- Modo de Operação
- Wireless**
 - Básico
 - Avançado
 - Segurança
 - Controle de Acesso
 - Configuração WDS
 - Site Survey
 - Sinal
- TCP/IP**
 - Interface LAN
 - Interface WAN
 - Apelidos de IP
- Firewall
- Controle de Banda
- Gerenciamento
- Upload de Licença
- Aplicar as Modificações
- Sair

Status do AP Router

Informações de status do AP Router.

Sistema	
Nome do AP	Radio A
Tempo Online	0day:0h:22m:43s
Versão do Firmware	v6.1-ptbr
Wireless	
Modo	WDS
Banda	2.4 GHz (B)
SSID	
Canal	11
Criptografia	WEP 64bits
BSSID	00:e0:4c:81:86:d1
Tx Rate Atual	54 Mbps
Configuração de TCP/IP	
Tipo de Configuração	Fixed IP
Endereço IP	192.168.1.2
Máscara de Rede	255.255.255.0
Gateway Padrão	0.0.0.0
Endereço MAC	00:e0:4c:81:86:d1
Configuração da porta WAN	
Tipo de Configuração	Getting IP from DHCP server...
IP Address	0.0.0.0
Máscara de Rede	0.0.0.0
Gateway Padrão	0.0.0.0
Endereço MAC	00:e0:4c:81:86:d1
Controle de Banda	
Controle por Interface	Desligado
Controle por IP	Desligado
Controle por MAC	Desligado
Firewall do Controle de Banda	Desligado
Configuração do DHCP	
DHCP Server	Disabled

Figura 38: Status (Tela inicial do AP Router).

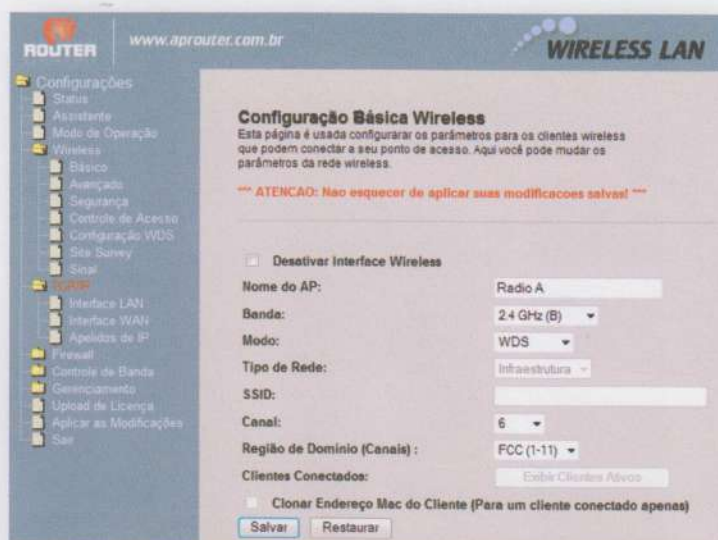


Figura 39: Tela de configuração básica wireless AP Router

A próxima parte da configuração fica no *menu configurações/wireless/avançado*, será citado apenas as opções que foram alteradas:

- Broadcast SSID: “Desativado” (Quando é desativada essa opção o AP deixa de mostrar o SSID pela rede evitando que pessoas não autorizadas invadam a rede e interfiram na comunicação entre os pontos)
- Potência de TX (CCK): “26dbm(400mW)” (Um dos motivos de termos atualizado o firmware é podermos deixar a potência em 400mW pois com o firmware original só era possível trabalhar em no máximo 250mW, também foi escolhido usar o padrão 802.11b porque o padrão 802.11g a potência máxima é de 100mW). (Como mostra a figura 40).

ROUTER www.aprouter.com.br **WIRELESS LAN**

Configurações

- Status
- Assistente
- Modo de Operação
- Wireless**
 - Básico
 - Avançado
 - Segurança
 - Controle de Acesso
 - Configuração WDS
 - Site Survey
 - Sniff
- TCP/IP
- Firewall
- Controle de Banda
- Gerenciamento
- Upload de Licença
- Aplicar as Modificações
- Sair

Configurações Avançadas de Wireless

Estes ajustes são somente para usuários tecnicamente avançados, que tenham conhecimentos suficiente sobre wireless. Estes ajustes não devem ser alterados a menos que você tenha conhecimento dos efeitos que as mudanças terão em seu Access Point.

*** ATENCAO: Não esquecer de aplicar suas modificações salvas! ***

Tipo de Autenticação: ☒ Sistema Aberto ☐ Chave Compartilhada ☐ Auto

Fragment Threshold: 2346 (256-2346)

RTS Threshold: 2347 (0-2347)

Intervalo Beacon: 100 (20-1024 ms)

Taxa de Dados: Auto

Tipo de Preamble: ☒ Longo Preamble ☐ Curto Preamble

Broadcast SSID: ☐ Ativado ☒ Desativado

Ativar Block Relay: ☐ Ativado ☒ Desativado

IAPP: ☒ Ativado ☐ Desativado

Proteção 802.11g: ☒ Ativado ☐ Desativado

ACK Timeout: 91 (0-255) default=91

Potência de TX (CCK): 26dbm(400mW)

Potência de TX (OFDM): Fixada em 100mW

Concluído

Figura 40: Configurações Avançadas de Wireless AP Router.

Nesse passo foi configurado o modo de operação em Configurações/Modo de Operação:

- “Bridge” (Foi escolhida essa opção pois é esse o intuito, ligar todas as interfaces de rede do rádio deixando da seguinte forma, o que entra por uma será transmitida pela outra). (Como mostra a figura 41).

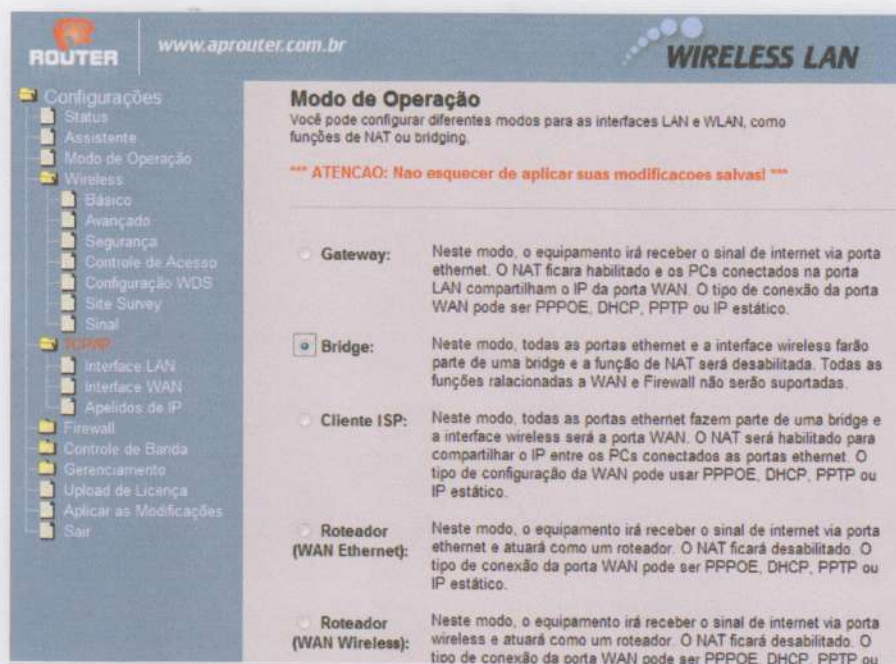


Figura 41: Modo de operação AP Router.

Foi feito um WDS, essa configuração permite que o rádio só tenha comunicação com outro se este tiver com o endereço MAC dele cadastrado no menu Configurações/Wireless/Configuração Wds:

- Ativar WDS: (Foi marcada essa opção para ativar o serviço no rádio).
- Como esse é o Rádio "A" no campo endereço MAC: colocamos o endereço MAC do radio que denominamos Rádio "B" para que o rádio "A" só possa se comunicar com o rádio "B" neste caso colocou o endereço Mac do rádio "B" e o nome demos a ele "RADIO B". (Como mostra a figura 42)

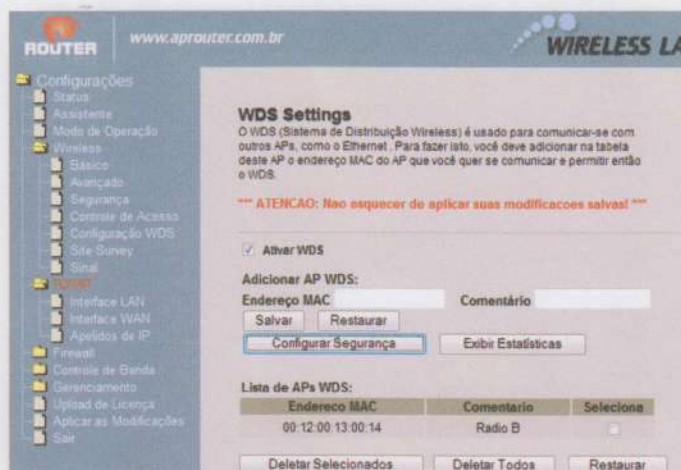


Figura 42: Configuração de WDS AP Router.

Mesmo já estando um rádio amarrado ao outro através de endereço MAC, usamos a segurança de WDS onde o rádio mesmo estando com o endereço MAC cadastrado, pede uma chave para se conectar. Esse menu é encontrado em: Configurações/Wireless/Configuração Wds/Configurar segurança.

- Criptografia: “WEP 64bits”
- Formato da chave WEP: “1234567890”

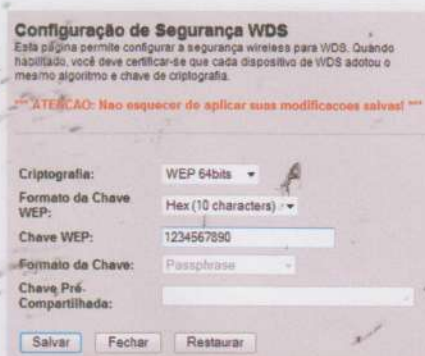


Figura 43: configuração de segurança WDS.

4.1.5.2 Configuração do rádio “B”

Agora o rádio “A” já está configurado falta só configurar o rádio “B”. O rádio “B” será configurado da mesma forma que o rádio “A” mudando apenas algumas opções:

- Na tela Configuração Básica Wireless o nome do AP será “RADIO B” o restante fica tudo igual inclusive o canal. (Como mostra a figura 44).
- Na tela Configuração WDS foram inseridas informações do radio “A” para que o rádio “B” se comunique com o rádio “A”. (Como mostra a figura 45).

Configuração Básica Wireless

Esta página é usada para configurar os parâmetros para os clientes wireless que podem conectar a seu ponto de acesso. Aqui você pode mudar os parâmetros da rede wireless.

*** ATENÇÃO: Não esquecer de aplicar suas modificações salvas! ***

☐ Desativar Interface Wireless

Nome do AP: Radio B

Banda: 2.4 GHz (B)

Modo: WDS

Tipo de Rede: Infraestrutura

SSID:

Canal: 6

Região de Domínio (Canais): FCC (1-11)

Clientes Conectados: Exibir Clientes Ativos

☐ Clonar Endereço Mac do Cliente (Para um cliente conectado apenas)

Salvar Restaurar

Figura 44: Configuração básica Wireless Rádio "B"

WDS Settings

O WDS (Sistema de Distribuição Wireless) é usado para comunicar-se com outros APs, como o Ethernet. Para fazer isto, você deve adicionar na tabela deste AP o endereço MAC do AP que você quer se comunicar e permitir então o WDS.

*** ATENÇÃO: Não esquecer de aplicar suas modificações salvas! ***

☒ Ativar WDS

Adicionar AP WDS:

Endereço MAC: Comentário:

Salvar Restaurar

Configurar Segurança Exibir Estatísticas

Lista de APs WDS:

Endereço MAC	Comentário	Seleciona
00:e0:4c:81:86:d1	Radio A	☐

Deletar Selecionados Deletar Todos Restaurar

Figura 45: Configurações WDS do rádio "B".

Após essas configurações com os rádios ligados e se comunicando, foram realizados os testes finais. Foi usado o seguinte teste: foi dado o comando ping, que Segundo Wikipédia, 2009, comando usado para enviar pacotes para o equipamento de destino e na "escuta" das respostas. Se o equipamento de destino estiver ativo, uma "resposta" (o "pong", uma analogia ao famoso jogo de ping-pong) é devolvida ao computador solicitante. (Exemplo na figura 46). Na rede do lado "A" para o rádio do lado "B" onde depois de todos os passos cumpridos o ping respondeu na primeira tentativa, e usando um par de rádios de comunicação do tipo walk tok foi uma pessoa para a laje e outra ficou informando se o tempo de resposta do ping diminuía, da mesma forma na antena do lado "B".

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 192.168.2.254 -t
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=3ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255

Estatísticas do Ping para 192.168.2.254:
    Pacotes: Enviados = 25, Recebidos = 25, Perdidos = 0 (0% de
    perda).
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
    Mínimo = 2ms, Máximo = 6ms, Média = 2ms
Control Break
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=2ms TTL=255
Resposta de 192.168.2.254: bytes=32 tempo=4ms TTL=255
```

Figura 46: Exemplo de comando ping.

5 CONCLUSÃO

A localização escolhida para instalação da filial, coincidentemente, facilitou bastante para a elaboração do enlace, onde não foram encontradas muitas dificuldades físicas, pois a altitude dos prédios utilizados para instalação das antenas era praticamente a mesma, não tendo a necessidade de *DOWNTILT* (ver item 2.33), pois, existia uma linha de visada entre as antenas extinguindo assim a possibilidade de se utilizar repetidoras (ver item 2.24) ou de haver perdas consideráveis do sinal.

Mesmo com toda a poluição de espectros (ver item 2.20) encontrados em uma capital onde existem muitas redes sem fio, o sinal conseguiu transitar entre as antenas, com qualidade aceitável para uma rede de transmissão de dados.

Durante a elaboração do trabalho observou-se que foi possível realizar um enlace usando a tecnologia *wireless*, entre matriz e filial, utilizando equipamentos disponíveis no mercado, de alta confiabilidade, de fácil manuseio e instalação, proporcionando a essa empresa todo o conforto de poder compartilhar seus dados em tempo real, atendendo assim as suas necessidades.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. **Glossário de telecomunicações**

REDE NEXO. Disponível em: <http://www.redenexo.pt/pontoaponto.htm> Acessado dia 01 de Dezembro de 2009.

ROCHA, José Antônio Manso Raimundo Da. **O abc do GPS**. Recife: Bagaço, 2005.

ROSS, John. **Wi-Fi – Instalação, Configuração e Utilização de Redes Wireless**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2003 - Traduzida da versão original em inglês "*The Book of Wi-Fi*" Alta books, 2003.

SANCHES, Carlos Alberto. **Projetando redes WLAN conceitos e prática**. 2ª edição. São Paulo: Érica, 2007.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. - Traduzida da versão original em inglês "*Computer networks*" 4º edição. Pearson Education, inc. 2003.

TORRES, Gabriel. **Redes de computadores curso completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.

WIKIPEDIA. **Dipolo**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Dipolo> Acessado dia 05 de junho de 2009.

WIKIPEDIA. **Hertz**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Hertz> Acessado dia 05 de junho de 2009.

WIKIPEDIA. **Impedância**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Impedancia> Acessado dia 05 de junho de 2009.

WIKIPEDIA. **Mac Address**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Endere%C3%A7o_MAC Acessado dia 05 de junho de 2009.

WIKIPEDIA. **Topografia**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Topografia> Acessado dia 05 de junho de 2009.