

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**MATEUS BARBOSA COLARES**

**APLICAÇÃO DE SITE SURVEY EM LOCAIS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO**

**CRICIÚMA**

**2014**

**MATEUS BARBOSA COLARES**

**APLICAÇÃO DE SITE SURVEY EM LOCAIS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Rogério Antônio Casagrande

**CRICIÚMA**

**2014**

**MATEUS BARBOSA COLARES**

**APLICAÇÃO DE SITE SURVEY EM LOCAIS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Redes de Computadores.

Criciúma, 24 de Novembro de 2014.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. MSc. Rogério Antônio Casagrande – (UNESC) - Orientador



*Adjano Scarmagnani*  
Esp. Adjano Scarmagnani (Departamento de TI – UNESC)

Prof. Esp. Valter Blauth Junior – (UNESC)



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família ao qual sempre me apoiou neste trajeto, meus amigos e colegas que participaram de toda essa jornada nos melhores ou piores momentos.

Agradeço também a todos que tiveram envolvidos e me auxiliaram na elaboração desse trabalho, principalmente o professor orientador Rogério, que sempre quando possível me ajudou a sanar as dúvidas. Agradeço também a todos da Unesc que sempre tentam ajudar da melhor forma os acadêmicos.

*“Na vida, não existem soluções.  
Existem forças em marcha: é preciso criá-las e,  
então, a elas seguem-se as soluções.”*

*Antoine de Saint-Exupéry*

## RESUMO

As redes sem fio tem se tornado um dos principais meios de comunicação e troca de informações da atualidade, visto que essa tecnologia está em crescente expansão no mercado. Algumas redes sem fio, muitas vezes por não serem projetadas, tendem a ter problemas relacionados a sinal. A metodologia *Site Survey* consiste em realizar análises minuciosas em redes sem fio, podendo ser aplicada em projetos de novas redes ou analisar redes já implantadas, sendo assim, foi aplicada a metodologia *Site Survey Indoor* em local específico, onde foram medidas todas as salas de aula, corredor e hall. Nos locais especificados foram definidos os pontos aos quais seriam realizadas as inspeções. Para a coleta dos dados necessários, foram utilizados softwares adequados para esse tipo de sondagem. Os resultados da análise da rede sem fio implantada no bloco XXI-A da Unesc evidenciaram um bom índice de sinal na maioria dos locais inspecionados, porém alguns pontos tiveram um sinal mais baixo que os demais locais, sendo assim, foi proposta uma solução para esses locais através da alteração da localização dos pontos de acesso da rede.

**Palavras-chave:** Redes de Computadores. Redes sem fio. Redes Wireless. Site Survey.

## ABSTRACT

The wireless networks have become one of the main means of communication and information exchange in the present times, since this technology have being growing in the market. Because of bad design, some wireless networks usually face problems related to signal. The "Site Survey" methodology consists in bringing detailed analysis on wireless networks, where these analysis can be applied in new wireless networks or on already implanted networks. Thus, the "Site Survey Indoor" methodology was applied in a specific block, where all the class rooms, corridor and hall were measured and projected. In the projected places were defined the spots which the inspections should be made. To collect the needed data, special softwares were used to that kind of monitoring. The implanted wireless network on Unesc's block "XX1-A" showed good signal levels in most of the inspected places, however, some spots had lower signal levels than other sites. Thus, a solution was proposed to these places, which consists in changing the location of the wireless access points.

**Keywords:** Computer Networks. Wireless Networks. Site Survey.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Camadas do modelo OSI .....	19
Figura 2 – Camadas do modelo TCP/IP.....	19
Figura 3 – Topologia Anel, rede LAN. ....	20
Figura 4 – Rede MAN.....	20
Figura 5 – Rede WAN .....	21
Figura 6 - Modelo de rede cliente servidor .....	22
Figura 7 - Topologia em barramento. ....	23
Figura 8- Topologia em estrela.....	24
Figura 9 - Topologia em anel.....	24
Figura 10 - Rede LAN sem fio. ....	26
Figura 11 – Modelo de Access Point.....	30
Figura 12 - Rede com um roteador sem fio e ponto de acesso.....	31
Figura 13 – Comprimento e amplitude de onda. ....	32
Figura 14 – Reflexão de ondas de rádio. ....	33
Figura 15 – Difração através de uma pequena abertura. ....	34
Figura 16 – Relação Antena x Sinal em antenas Omnidirecionais.....	38
Figura 17 – Amplificadores em redes sem fio. ....	39
Figura 18 – Antenas, 2.2 dBi e 5 dBi.....	40
Figura 19 – Imagem de software utilizado em inspeção de locais. ....	43
Figura 20 – Imagem da tela principal do software Vistumbler 9.8. ....	44
Figura 21 – Bloco XXI-A, UNESC. ....	51
Figura 22 – Bloco XXI-A, UNESC, planta baixa. ....	52
Figura 23 – Bloco XXI-A, UNESC, AP.....	53
Figura 24 – Ruckus ZoneFlex 7372. ....	54
Figura 25 – Samsung ATIV Book 2 KD5. ....	55
Figura 26 – Localização dos pontos de análise.....	55
Figura 27 – Um dos APs utilizados na rede. ....	56
Figura 28 – Utilização dos dois softwares simultaneamente.....	57
Figura 29 – Elaboração do projeto e dos pontos da rede.....	58
Figura 30 – Indicadores de intensidade de sinal. ....	59
Figura 31 – Confecção dos mapas.....	63
Figura 32 – Mapa bloco XXI-A, pavimento térreo.....	64

Figura 33 – Mapa bloco XXI-A, 2º pavimento.....	66
Figura 34 – Mapa bloco XXI-A, 3º pavimento.....	67
Figura 35 – Localização AP na planta.....	68
Figura 36 – Alteração localização dos APs.....	69
Figura 39 – Comparação da cobertura da rede com alteração.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões da família 802.11 das redes sem fio. ....	29
Tabela 2 – Tabela de conversão dBm x mW.....	37
Tabela 3 – Resultado por ponto no pavimento térreo. ....	60
Tabela 4 – Resultado por ponto no 2º pavimento. ....	61
Tabela 5 – Resultado por ponto no 3º pavimento. ....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	<i>Access Point</i>
BSS	<i>Basic Service Set</i>
CSMA/CA	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance</i>
dB	Decibéis
dBi	Decibel isotrópico
dBm	Decibel <i>Miliwatt</i>
DSSS	<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>
FHSS	<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>
GHz	Giga Hertz
Hz	Hertz
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISM	<i>Industrial, scientific and medical</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
MAC	<i>Media access control</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
mW	<i>Milliwatt</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
RF	Radiofrequência
RM-OSI	<i>Reference Model – Open System Interconnection</i>
ROE	Relação de Onda Estacionária
RSSI	<i>Received signal strength indicator</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
STA	<i>Station</i>
SWR	<i>Standing Wave Ratio</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
WPAN	<i>Wireless Personal Area Network</i>
WWAN	<i>Wireless Wide Area Network</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ESTRUTURA DO PROJETO .....	17
<b>2 REDES DE COMPUTADORES .....</b>	<b>18</b>
2.1 APLICAÇÕES DAS REDES DE COMPUTADORES .....	21
2.2 REDES LOCAIS.....	22
<b>3 REDES SEM FIO .....</b>	<b>26</b>
3.1 CLASSIFICAÇÕES, PADRÕES E TECNOLOGIAS DAS REDES SEM FIO. ....	27
3.2 DISPOSITIVOS DE REDE .....	29
3.3 ONDAS DE RÁDIO .....	32
3.4 ANTENAS DE TRANSMISSÃO .....	35
<b>4 SITE SURVEY.....</b>	<b>41</b>
4.1 APLICAÇÕES DO SITE SURVEY .....	42
4.2 QUALIDADE DE SERVIÇO.....	45
<b>5 TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	<b>47</b>
5.1 UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA “SITE SURVEY” EM PROJETOS DE REDES WIRELESS LAN (WLAN) .....	47
5.2 METODOLOGIA PARA PROJETO DE REDES SEM FIO BASEADA EM MEDIDAS DE POTÊNCIA E QOS .....	47
5.3 SITE SURVEY: MAPEAMENTO, DETECÇÃO DE VULNERABILIDADES E ANÁLISE DE SINAL DE REDES SEM FIO .....	48
5.4 QUALIDADE DE SERVIÇO EM REDES 802.11 .....	48
<b>6 APLICAÇÃO DE SITE SURVEY EM LOCAIS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>50</b>
6.1 METODOLOGIA.....	50
<b>6.1.1 Medição do Bloco específico .....</b>	<b>50</b>
<b>6.1.2 Estudo da estrutura da rede sem fio implantada no bloco XXI-A .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1.3 Aplicação de <i>Site Survey Indoor</i> no bloco específico .....</b>	<b>54</b>
6.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	59
<b>6.2.1 Comparação dos resultados .....</b>	<b>59</b>

<b>6.2.2 Avaliação da cobertura de sinal da rede .....</b>	<b>63</b>
<b>6.2.3 Proposta de solução para a rede .....</b>	<b>68</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As redes de computadores estabelecem um padrão de interligação de computadores, tanto para compartilhamento de recursos físicos quanto lógicos (MENDES, 2007). Para Mendes (2007, p.17), “A tecnologia de rede chegou ao estágio da massificação quando os computadores começaram a se espalhar pelo mundo comercial, ao mesmo tempo em que programas complexos multiusuários começaram a serem desenvolvidos”. Com esse grande avanço, a fusão dos computadores e das comunicações e telecomunicações influenciaram diretamente na maneira como os computadores são organizados atualmente.

O modelo em que um único computador realiza todas as tarefas requeridas está defasado, sendo assim substituído pelas redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por vários computadores separados, interconectados por alguma via de comunicação (AMARAL, 2012).

Um grande avanço tecnológico das redes de computadores foi o surgimento das redes sem fio que possibilitou o compartilhamento de informações entre dispositivos sem o uso de qualquer tipo de cabeamento, possibilitando uma maior flexibilidade e facilidade na instalação da rede. Segundo Kurose e Ross (2010, p.385) “as LANs sem fio agora são uma das mais importantes tecnologias de rede de acesso na internet de hoje”, entretanto, alguns aspectos ainda deixam a desejar, de acordo com a pesquisa feita pelo instituto britânico Epiteiro em 2011, conexões sem fio perdem em média cerca de 30% da largura de banda e que na maioria das vezes os usuários só percebem os problemas quando utilizam aplicativos ou jogos online, que exigem mais das placas de rede wireless, visto que a longa distância do equipamento receptor até a antena de transmissão, a presença de móveis, paredes e também outros equipamentos que operam na mesma faixa de frequência, são os principais fatores que colaboram para a perda de velocidade da conexão.

Dentre as metodologias que podem ser aplicadas nas redes wireless existe o *site survey*, que tem como princípio a inspeção técnica minuciosa do local que será usado para a implantação de uma nova infraestrutura de rede ou até mesmo na identificação e solução dos problemas de um sistema já em funcionamento, além disso, em quaisquer casos, o *site survey* pode ser utilizado para estabelecer métodos que permitam o remanejamento dos pontos de rede existentes, pelo simples reposicionamento ou reconfiguração, ampliação do número

de pontos existentes e aumento da cobertura da rede, que possivelmente pode ser resolvido adicionando novos pontos de acesso, cuja localização será obtida a partir dos resultados do levantamento da planta, das medidas de propagação em campo e das especificações de desempenho esperadas.

Portanto, esta pesquisa, consiste em aplicar a metodologia *site survey indoor* no bloco XXI-A da UNESC, para verificar se a estrutura atual da rede *wireless* fornece uma boa cobertura de sinal e se os equipamentos utilizados estão de acordo com as necessidades da rede, sabendo-se também que a quantidade de usuários e dispositivos que utilizam as redes sem fio estão tendo um grande crescimento com o passar dos anos.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a inspeção minuciosa em uma rede wireless aplicando o método do Site Survey Indoor com o objetivo de melhorar a qualidade de serviço.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em:

- a) compreender os conceitos de redes wireless, antenas e radio frequência;
- b) compreender a metodologia Site Survey e suas aplicações;
- c) analisar a estrutura da rede wireless a ser aplicada a pesquisa;
- d) aplicar o método *Site Survey Indoor* na rede wireless do Bloco XXI-A como estudo de caso;
- e) analisar os resultados da pesquisa e propor melhorias na rede;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O uso das novas tecnologias de rede possibilita um maior compartilhamento de recursos e dados, e com o passar do tempo e a padronização dos sistemas de comunicação, a mobilidade deste tipo de comunicação se tornou cada vez mais importante. Hoje já é comum locais públicos como hotéis, aeroportos, restaurantes e outros, disponibilizarem acesso sem fio a seus usuários. Porém em

alguns casos, devido a diversos fatores, o uso das redes wireless pode diminuir a qualidade da conexão, por isso, a análise nesse tipo de rede é importante, pois com a detecção do problema na rede, pode-se propor uma solução mais viável e eficaz para os usuários (KUROSE; ROSS, 2010).

Hoje, utilizam-se as redes sem fio praticamente em qualquer tipo de comunicação ou troca de informações, isso na maioria das vezes é feito em computadores, mas devido a fatores como o excesso de trabalho, as pessoas estão com pouco tempo para realizar determinadas tarefas que utilizam esses equipamentos de maior porte, precisando assim, de dispositivos eletrônicos portáteis, como os notebooks, para enviar e receber ligações, verificar o correio eletrônico, navegar na web, acessar arquivos remotamente ou até mesmo se conectar a máquinas distantes. Com a criação dos dispositivos portáteis e grande quantidade de usuários que as utilizam, as redes sem fio tendem a ser projetadas de maneira a perder o mínimo de conexão e largura de banda possível, necessitando assim de um melhor desempenho para que possa oferecer uma boa qualidade de serviço a seus usuários. Segundo Mendes (2007, p.25), “O uso das redes vem, a cada dia, se tornando um recurso indispensável em todos os locais onde existe um conjunto de computadores”. À medida que a tecnologia sem fio se torna mais difundida, o seu uso é cada vez mais amplo, tornando esse tipo de conexão comum também em universidades, empresas e eventos, pois possibilita uma maior portabilidade e conforto para o usuário que deseja utilizá-la.

Devido ao grande avanço da tecnologia em hardware, muitos dispositivos têm oferecido suporte as conexões sem fio, para oferecer de certa forma mais comodidade aos seus usuários, como por exemplo, as impressoras sem fio e outros dispositivos semelhantes que possibilitam a conexão com os computadores sem a necessidade de cabos, o que facilita no caso de escritórios ou locais que possuem um grande numero de dispositivos. Uma evolução que está se tornando muito evidente na atualidade é o uso de *Smartphones*, que são aparelhos celulares com capacidade quase semelhantes a um computador, podem ser visto este tipo de aparelho sendo utilizado por pessoas de todas as faixas etárias, desde crianças a pessoais de mais idade, levando em conta que se pode obter uma grande diversidade tanto em aplicativos como jogos, quanto ao acesso a internet, que possibilita ao usuário realizar tarefas como acesso ao email ou redes sociais, ler e editar documento de vários formatos, e tarefas que exijam de uma certa maneira

mais segurança, como por exemplo, o acesso a uma conta de banco, além dessas existem outras funcionalidades relevantes.

Dentre os fatores que levaram a escolha das análises minuciosas em rede wireless, está o fato que a rede mundial de computadores evolui a cada dia, e dentre essas evoluções as redes wireless pode ser considerada uma das tecnologias mais utilizadas no mundo, além de esse tipo de rede estar implantado em vários locais, e com o aumento da quantidade de usuários e dispositivos que utilizam esse recurso, seja necessária uma averiguação mais profunda da rede, verificando se a estrutura e dimensionamento da rede fornece uma cobertura de sinal de maneira a suprir as necessidades dos usuários e dispositivos que a utilizam.

#### 1.4 ESTRUTURA DO PROJETO

O projeto está dividido em sete capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se o projeto em geral com a introdução, expondo também à justificativa e os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo é realizada uma revisão sobre a área de redes de computadores, suas características e as principais formas aos quais essas redes se comunicam.

O terceiro capítulo apresenta uma revisão sobre as redes sem fio, abordando suas características, classificações, tecnologias, formas de comunicação, e a sua importância nas redes de comunicação atual.

O quarto capítulo conceitua a metodologia Site Survey, sua estrutura, principais aplicações e ferramentas no qual podem ser utilizadas na realização das análises.

O quinto capítulo apresenta o trabalho desenvolvido, a metodologia ao qual foi aplicada para o desenvolvimento do projeto e os resultados que foram obtidos.

O sexto capítulo informa os trabalhos correlatos no qual este trabalho foi baseado com um breve resumo de cada trabalho.

O sétimo capítulo corresponde à conclusão da pesquisa, os resultados finais que foram obtidos e os trabalhos futuros.

## 2 REDES DE COMPUTADORES

As redes de computadores estabelecem a forma padrão de interligar computadores para o compartilhamento de recursos físicos ou lógicos (MENDES, 2007). O objetivo principal de uma rede é o compartilhamento dos recursos disponíveis de forma rápida, segura e eficiente, para isso, é necessário mecanismos e regras para garantir essa interação eficaz entre os elementos da rede (PINHEIRO, 2003).

As redes de computadores existem há muito tempo, as primeiras foram utilizadas até mesmo antes dos computadores pessoais existirem, pois se viu a necessidade da troca de informações ou acesso a dados que estão em outro local. Com o grande crescimento da tecnologia de rede de computadores, alguns problemas de conflito ocorreram, pois na época as empresas que produziam as placas, cabos entre outros, não possuíam nenhum tipo de padronização, assim, os recursos funcionavam apenas se fossem todos produzidos pela mesma empresa. Para garantir a solução desse problema e conseqüentemente de outros que poderiam surgir com o tempo, as principais empresas da época se reuniram para criar uma padronização, assim, criou-se o padrão Ethernet, que é a arquitetura mais utilizada até hoje (KUROSE; ROSS, 2010).

Para uma comunicação bem sucedida em uma rede, é preciso mais que cabos ou placas, por isso, nas redes de computadores existem protocolos, que têm função de controlar e possibilitar a conexão, comunicação e transferência de dados entre um remetente e um receptor.

Os protocolos podem ser implementados pelo hardware ou software, os principais modelos de referencia criados para suprir essas necessidades de padronização são o *Reference Model Open System Interconnection (RM-OSI)* ou somente OSI e o modelo TCP/IP. O modelo OSI foi dividido em sete camadas e o modelo TCP/IP, que é o mais utilizado pela internet nos dias atuais é dividido em quatro camadas (AMARAL, 2012), pode-se observar na figura 1 o modelo OSI e suas camadas, onde cada camada possui seus protocolos em que os dados são processados, a figura 2 que mostra as camadas do modelo TCP/IP.

Figura 1 – Camadas do modelo OSI



Fonte: Amaral (2012).

Figura 2 – Camadas do modelo TCP/IP.

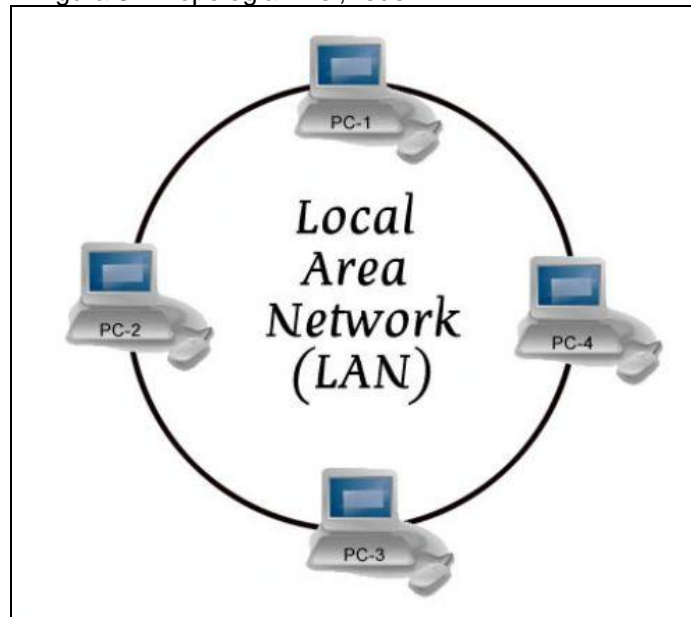
Camada	Nome
4	Aplicação
3	Transporte
2	Internet
1	Física

Fonte: Do autor.

As redes de computadores podem ser classificadas de acordo com a área geográfica de cobertura da rede, assim pode-se classificar em rede de área local LAN(*Local Area Network*), Rede de Área Metropolitana (MAN) *Metropolitan Area Network*, Rede de Área Extensa (WAN) *Wide Area Network*.

a) LAN: A figura 3 mostra a topologia anel de uma rede LAN;

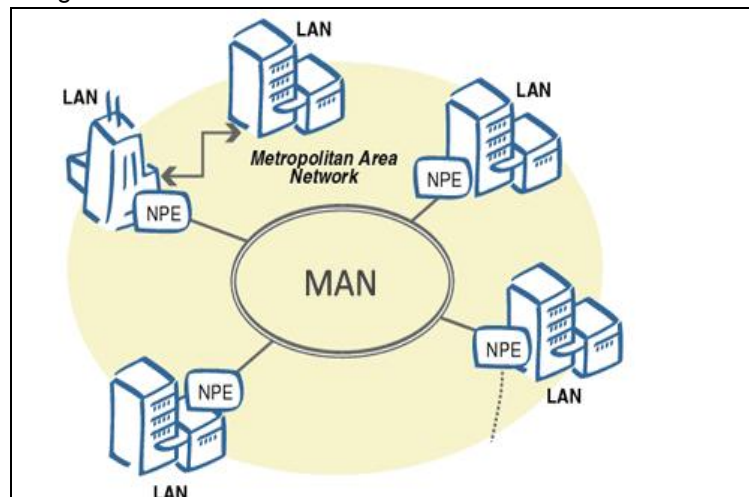
Figura 3 – Topologia Anel, rede LAN.



Fonte: Ciscoforall (2011).

b) MAN: abrange um local com dimensões bem maiores do que uma rede LAN, normalmente é utilizada em grandes empresas, indústrias ou até mesmo em uma cidade, como por exemplo, um serviço que fornece acesso à internet. Sua taxa de transferência é mais baixa comparando com uma rede local. Na figura 4 é possível observar que varias redes são ligadas entre si tornando-as uma rede MAN, pois a área abrangente é muito grande;

Figura 4 – Rede MAN.



Fonte: Aparício (2012).

c) WAN: o principal exemplo desta rede é a internet, que interliga computadores do mundo inteiro, como mostra a figura 5.

Figura 5 – Rede WAN



Fonte: Dataspan (1999).

Este tipo de rede têm dimensões geográficas gigantescas. Pode interligar todos os continentes, países e grandes regiões. Utiliza enlaces extensos, como satélites ou cabos (submarinos ou terrestres);

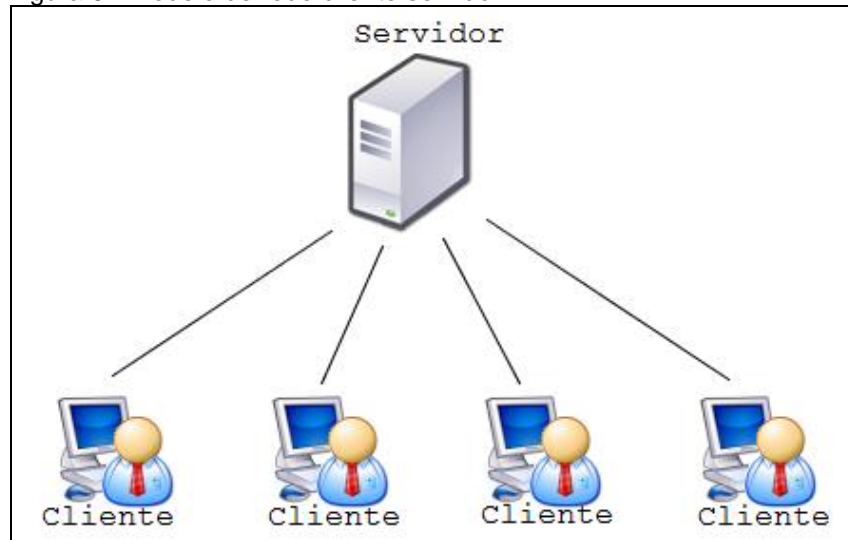
Segundo Mendes (2007, p.17), “A tecnologia de rede chegou ao estágio da massificação quando os computadores começaram a se espalhar pelo mundo comercial, ao mesmo tempo em que programas complexos multiusuários começaram a serem desenvolvido”.

## 2.1 APLICAÇÕES DAS REDES DE COMPUTADORES

As redes de computadores na atualidade são utilizadas praticamente em todas as funcionalidades que envolvem troca de informações, isso, devido a sua grande evolução tanto na parte em que já existia, mas também na criação de novos conceitos, em que se pode citar como exemplo as redes sem fio ou redes *wireless*, que permitem a mesma comunicação sem necessidade de meios físicos como cabos ou conectores.

As aplicações das redes variam desde as empresas até os domicílios, nas empresas, as redes surgiram principalmente da necessidade da integração de dados dos sistemas, onde esse banco de dados na maioria das vezes é armazenado em um computador servidor, que por sua vez é acessado pelas máquinas clientes, como pode ser observado na figura 6.

Figura 6 - Modelo de rede cliente servidor



Fonte: Do autor.

No início da criação dos computadores pessoais muitos condenavam essa existência, pois não se via uma necessidade para tal, mas as empresas que seguiram essa tendência se tornaram fortes no mercado, pois hoje, cada vez mais pessoas possuem computadores para as suas atividades cotidianas.

Atualmente pode-se citar como principal motivação para o uso de um computador é o acesso à internet, o acesso a informações remotas, comunicação, entretenimento e até mesmo o comércio eletrônico, que vem crescendo muito com o passar dos anos, (TANEMBAUM,1997).

## 2.2 REDES LOCAIS

As primeiras LANs foram criadas no final de 1970 e eram usadas para criar links de alta velocidade entre grandes computadores centrais em um determinado local. De muitos sistemas competidores criados nessa época a Ethernet, e ARCNET eram os mais populares. O crescimento dos computadores pessoais baseados em DOS, proporcionaram que um único local pudesse ter dúzias

e até centenas de computadores. A atração inicial das redes era geralmente compartilhar espaço em disco e impressoras a laser, os quais eram extremamente caros na época. Um entusiasmo maior com o conceito de LAN surgiu por volta de 1983, que foi declarado pela indústria de computadores como "o ano da LAN".

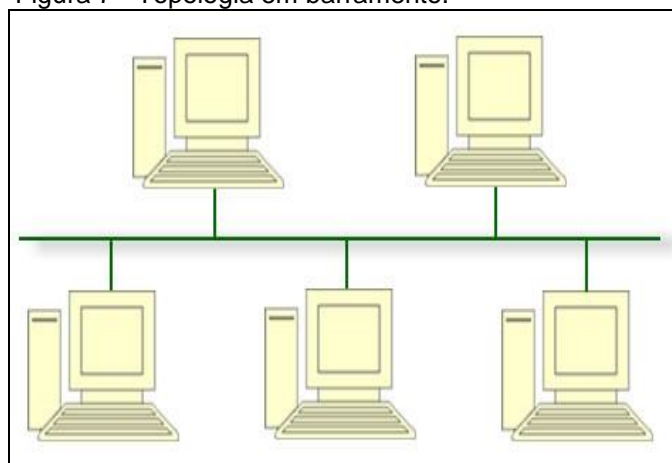
As redes LAN, ou redes locais, na atualidade são usadas como redes privadas que têm a função de conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios, indústrias ou empresas, permitindo assim o compartilhamento de recursos e a troca de informações.

As redes locais podem ser localizadas em um único edifício ou campus universitário com até alguns quilômetros de extensão, onde essas redes LAN podem ser distinguidas pelo seu tamanho, tecnologia de transmissão e topologia. Uma rede LAN têm um tamanho limitado, sendo que o tempo para transmissão dos dados pode ser conhecido com antecedência, assim, possibilitando a utilização de determinados tipos de projetos que em outras circunstâncias não seriam possíveis, levando a um melhor gerenciamento da rede (TANENBAUM,1997).

Como já citado anteriormente, para possuir uma conexão entre máquinas é preciso de meios que às interliguem, sejam eles físicos ou pelo ar, no caso das redes sem fio (AMARAL, 2012), através disso surge o conceito de topologia, que podem ser classificadas como:

- a) topologia em barramento: foi largamente utilizada nas redes LAN onde permitia taxas de 10 Mbps. Nesta topologia existe um cabo coaxial que atravessa a extensão da rede interligando os computadores (AMARAL, 2012), exemplo na figura 7;

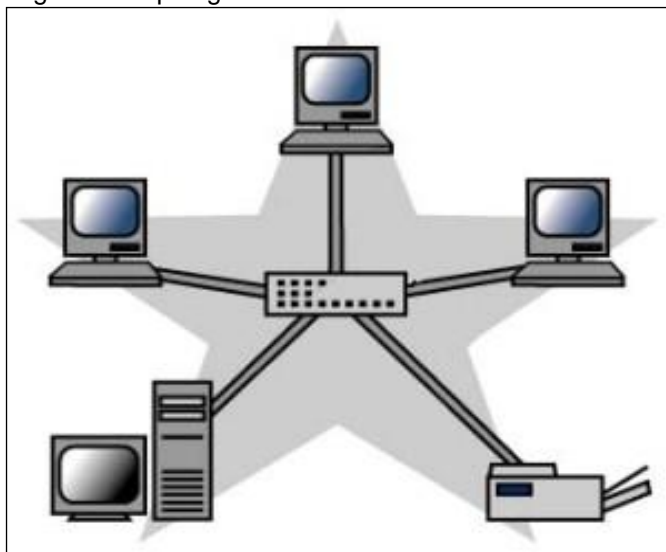
Figura 7 - Topologia em barramento.



Fonte: Infoescola (2010).

b) topologia em estrela: é a evolução da topologia em barramento, ainda é muito utilizada nas redes locais, consiste na utilização de um concentrador na rede em que todos os cabos se conectam (figura 8), esses concentradores são chamados de *hubs* ou *switches*. Nesse tipo de rede se costuma utilizar cabo par trançado para a conexão, onde assim se pode atingir velocidade de até 10 Gbps, entretanto em redes maiores é recomendado o uso de fibra óptica onde se têm uma maior confiabilidade;

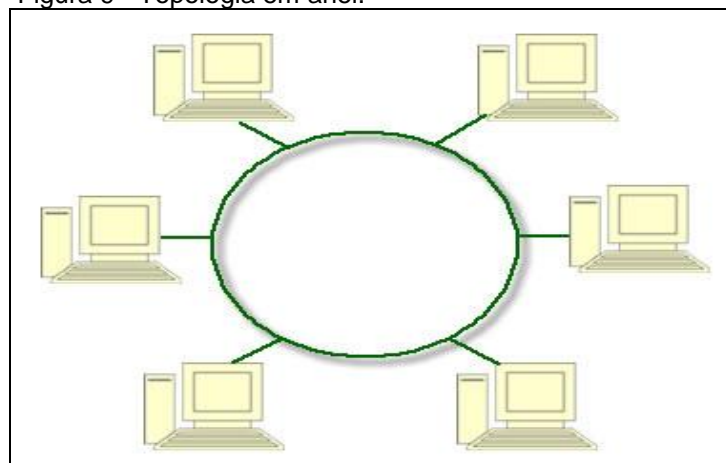
Figura 8- Topologia em estrela.



Fonte: SENAC (2013).

a) Topologia em anel: na topologia em anel a rede se une através de nós formando assim uma espécie de “anel”, como pode ser observado na figura 9.

Figura 9 - Topologia em anel.



Fonte: Infoescola (2010).

Esse modelo de rede acabou se tornando inviável devido à dificuldade para a inserção de novos nós a rede e também a grande quantidade de recursos físicos que poderiam apresentar problemas, logo essa topologia começou a ser substituída por outros modelos mais viáveis (AMARAL, 2012).

Esses modelos de comunicação em redes locais são funcionais e já foram muito utilizados, em certos casos alguns ainda são utilizados, porém, com o avanço tecnológico surgiram as redes sem fio. As redes sem fio proporcionaram uma imensa facilidade na criação e na comunicação das redes, por simplesmente não ser necessário um meio físico, como cabos e conectores para se possibilitar a conexão entre computadores e dispositivos.

### 3 REDES SEM FIO

A ideia de redes sem fio surgiu da necessidade de interconexão de computadores ou dispositivos sem a utilização de meios físicos, uma primeira amostragem de como funcionaria uma rede conectada através de ondas de rádio foi do físico italiano Guglielmo Marconi em 1901, que demonstrou um telegrafo sem fio que transmitia informações de um navio para o litoral por código Morse (TANEMBAUM, 1997).

Com o passar dos anos a tecnologia sem fio evoluiu consideravelmente se destacando entre as principais fontes de comunicação e troca de informações da atualidade. Dentre as principais comunicações sem fio pode-se citar o Bluetooth e as redes LANs sem fio, o Bluetooth foi criado para solucionar a dificuldade de conexão de dispositivos menores, como os celulares, fones de ouvido, entre outros, mas as principais evoluções das redes sem fio estão nas LANs sem fio, onde os computadores possuem um modem de radio e uma antena por meio dos quais pode se comunicar, (TANEMBAUM, 1997), tem-se como exemplo a figura 10, onde os computadores da rede são interconectados através de um ponto de acesso.

Figura 10 - Rede LAN sem fio.



Fonte: Tamimi (2006).

Como na maioria das redes, as redes sem fio também possuem um padrão, que é chamado de IEEE 802.11 e também conhecido como Wi-Fi, desta

maneira, as redes sem fio operando via rádio podem facilmente ser construídas usando equipamentos de diferentes fabricantes. Também se deve citar que para uma rede deste tipo ser estabelecida, é necessário que os dispositivos ou *Stations* (STA) se conectem a aparelhos que forneçam o acesso, onde estes são genericamente denominados *Access Point* (AP). Quando uma ou mais STAs se conectam a um AP, tem-se, portanto, uma rede, que é denominada *Basic Service Set* (BSS). Por questões de segurança e pela possibilidade de haver mais de um BSS em determinado local (por exemplo, duas redes sem fio criadas por empresas diferentes em uma área de eventos), é importante que cada um receba uma identificação denominada *Service Set Identifier* (SSID), um conjunto de caracteres que, após definido, é inserido no cabeçalho de cada pacote de dados da rede. Em outras palavras, o SSID nada mais é do que o nome dado a cada rede sem fio (AMARAL, 2012).

### 3.1 CLASSIFICAÇÕES, PADRÕES E TECNOLOGIAS DAS REDES SEM FIO.

As redes sem fio possuem classificações que assim como as redes cabeadas, são definidas através da área geográfica em que a atua, sendo assim pode-se classificá-las como: rede sem fio *Wireless Personal Area Network* (WPAN) é a rede sem fio de área pessoal, que interliga dispositivos ou computadores em uma pequena área limitada, rede *Wireless Local Area Network* (WLAN) rede sem fio de área local, que é uma rede de média distância, utilizada principalmente em residências e escritórios, rede *Wireless Wide Area Network* (WWAN) são redes sem fio de área extensa, interliga outras redes em uma área geográfica imensa, (AMARAL,2012).

Como já mencionado anteriormente o padrão oficial das redes sem fio é o IEEE 802.11 que define a camada de controle de acesso ao meio, do inglês (MAC) para transmissões sem fio. Para a transmissão dos dados é utilizado um esquema chamado *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance* (CSMA/CA), onde na primeira transmissão, o transmissor escuta o canal verificando o seu estado, caso esteja desocupado ele inicia a primeira transmissão.

Após a primeira transmissão cada máquina é configurada para transmitir a um determinado período de tempo evitando assim as colisões, onde cada máquina possui seu tempo certo para transmitir. Único momento em que se pode ocorrer uma

colisão nesse tipo de transmissão é quando duas ou mais máquinas verificarem que o canal está livre e tentam transmitir ao mesmo tempo.

O padrão IEEE 802.11 utiliza para definir as transmissões por rádio às tecnologias FHSS ou DSSS. Na técnica *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) o canal de frequência dos dispositivos da rede é alterado de tempos em tempos de maneira aleatória, onde esses dispositivos sabem a seqüência exata dos canais usados para transmitir e receber dados. A técnica *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSS) funciona da mesma forma que o FHSS a diferença é relacionada na maneira como são alterados os canais, em vez de aleatório é realizado de forma sequencial.

São muitos os protocolos que fazem parte da família 802.11, atualmente os três padrões *wireless* implementados nos equipamentos no Brasil são o 802.11b, que foi aprovado pelo IEEE em 1999 e é provavelmente o protocolo de rede sem fio mais utilizado na atualidade, ele utiliza um tipo de modulação chamado *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS – Sequência direta de espalhamento do espectro), ocupando uma porção da banda *industrial, scientific and medical* (ISM) entre 2,400 e 2,495 GHz e também possui uma capacidade máxima de transmissão de dados de 11 Mbps).

Outro padrão encontrado nessa família é o 802.11g que foi finalizado em 2003, mesmo com o lançamento tardio ele se tornou o padrão entre os protocolos de rede sem fio, ele utiliza o mesmo espaço de frequência ISM que o 802.11b, mas possui um diferente esquema de modulação que é o *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM – multiplexação da divisão ortogonal de frequência), o padrão 802.11g tem capacidade máxima de transmissão de 54 Mbps. Por ultimo será citado o padrão 802.11a que também foi ratificado pelo IEEE em 1999, assim como o 802.11g ele utiliza como esquema de modulação o OFDM, tem capacidade máxima de transmissão de 54 Mbps e opera na banda ISM entre 5,745 e 5,805 GHz (FLICKENGER, 2008).

Tem-se a tabela 1 que trás a comparação e um resumo dos diferentes modos de transmissão, onde, atualmente as opções de camada física abrangem uma larga abrangem uma larga faixa de taxas de dados. Pode-se observar que a máxima performance está sendo obtido no padrão 802.11a, que possui a faixa de frequência de 5 GHz e atualmente suporta os modos proprietários de até 108 Mbits (TELECO, 2014).

Tabela 1 – Padrões da família 802.11 das redes sem fio.

Padrão	Faixa GHz	Padrões de Taxas	Modos	Preâmbulo/Cabeçalho	Modos proprietários adicionais
802.11	2.4	1 e 2 Mbit/s	BPSK/QPSK-chipped DSSS	BPSK – chipped DSSS	
802.11a	5	6,9,12,18,24 Mbit/s	48 portadores + 4 pilotos OFDM	OFDM	72 e 108 Mbit/s
802.11b	2.4	Modos 802.11b DSSS mais 5,5 e 11 Mbit/s	BPSK/QPSK-chipped CKK/PBCC	BPSK – chipped DSSS preâmbulo, QPSK	22 Mbit/s
802.11g OFMD Obrigatório	2.4	Modos 802.11b mais 6,12, 18 e 24 Mbit/s	48 portadores + 4 pilotos OFDM	OFDM	72,100 e 108 Mbit/s
802.11g PBCC Opcional	2.4	22 e 33 Mbit/s	8 PSK PBCC	BPSK – chipped DSSS preâmbulo, QPSK	
802.11g CCK-OFMD Opcional	2.4	Ao menos os modos 802.11g obrigatórios	48 portadores + 4 pilotos OFDM	BPSK – chipped DSSS preâmbulo, QPSK	

Fonte: Teleco (2014).

### 3.2 DISPOSITIVOS DE REDE

Nas redes são encontrados muitos dispositivos para realizar as conexões entre computadores. Os Hubs e Comutadores são dispositivos recomendados para a interligação entre computadores de uma rede de menor porte, como as redes domésticas.

Em conexão de redes de maior porte, ou seja, que possui mais computadores são utilizados os Switches, que são dispositivos mais inteligentes comparados aos Hubs. Para interligações entre redes, são utilizados os Roteadores, que permite que os computadores se comuniquem e possam transmitir informações entre duas redes, sendo que esse recurso para direcionar o tráfego da rede é o que dá ao roteador esse nome.

Nas redes sem fio, um dos dispositivos mais utilizados são os *Acess Point* (AP) ou Ponto de Acesso. Na figura 11 é possível observar um modelo de *Acess Point*, que fornecem acesso sem fio a uma rede Ethernet com fio. Um ponto de acesso se conecta a um hub, comutador ou roteador com fio e envia sinais sem fio,

permitindo que os computadores e dispositivos se conectem a uma rede com fio sem usar fio.

Os pontos de acesso atuam de forma muito parecida com as torres de celular, onde você pode se movimentar de um local para outro e continuar a ter acesso sem fio a uma rede, essa característica pode ser chamada de *Roaming*. Vários pontos de acesso podem trabalhar em conjunto para prover um acesso em uma área maior. Esta área é subdividida em áreas menores sendo que cada uma delas coberta por um ponto de acesso, provendo acesso sem interrupções ao se movimentar entre as áreas através de roaming. Também pode ser formada uma rede *ad hoc* onde os dispositivos móveis passam a agir intermediando o acesso dos dispositivos mais distantes ao ponto de acesso caso ele não possa alcançá-lo diretamente (MICROSOFT, [s.d.]).

Figura 11 – Modelo de Access Point.



Fonte: D-Link ([s.d.]).

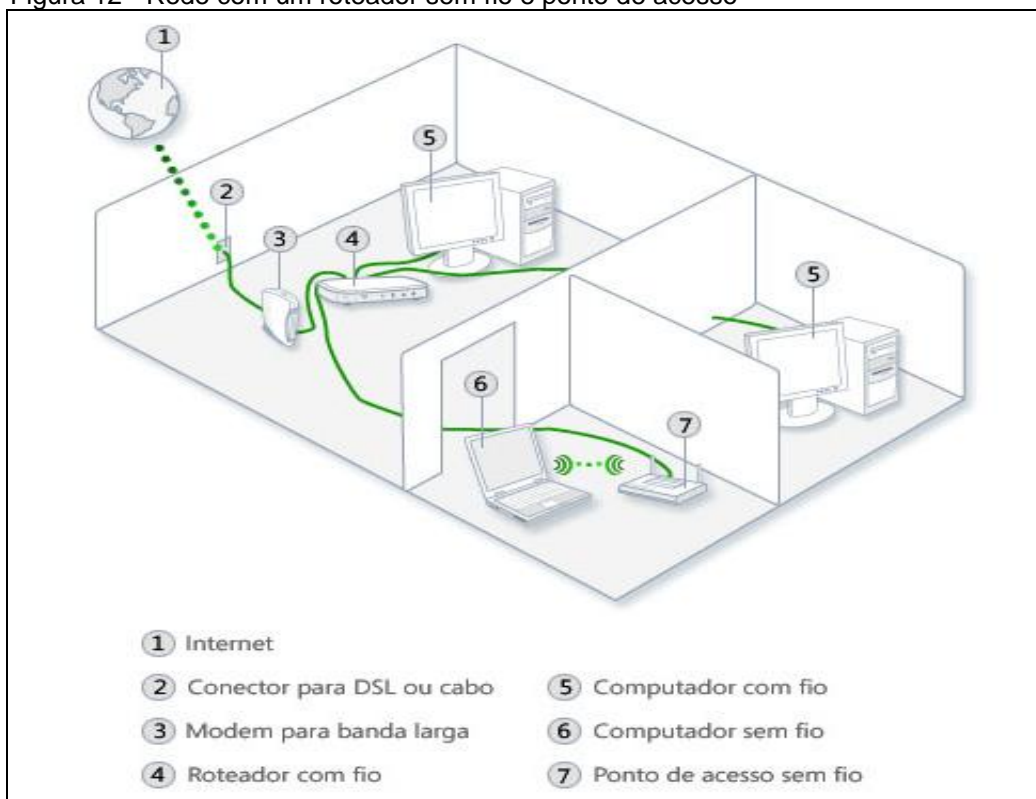
Os *Access Points* podem ser classificados, inicialmente, em duas categorias:

- a) *Access Point Indoor*: é o mais popular e o de custo mais baixo, geralmente é utilizado em ambientes fechados e que não necessitam de um amplo sinal de cobertura. Utiliza antenas do tipo Omni, que transmite o sinal de radiofrequência em uma área circular de raio aproximado aos 100m nos ambientes que não possuem muitos obstáculos, podendo variar a intensidade do sinal de acordo com a antena utilizada (JARDIM, 2005);

b) *Acess Point Outdoor*: possui um custo mais alto e seu uso é mais restrito, utilizado em ambientes abertos em que as instalações necessitam de maior potência de sinais de transmissão. Costumam trabalhar com antenas Omni ou Direcionais e podem transmitir sinais de radiofrequência que podem variar de 19 a 28 *decibel miliwatt* (dBm). Além dessas características de funcionalidades, esses APs podem trabalhar nos modos ponto a ponto, para interligar duas redes localizadas em diferentes prédios, ou até semelhante ao esquema de infraestrutura de redes sem fio, no qual um AP central com uma antena Omni estabelece conexão com outros APs que adotam antenas (JARDIM, 2005).

Na figura 12, pode-se visualizar uma rede que possui um roteador com fio que está ligado em um ponto de acesso, e esse ponto de acesso fornece a conexão sem fio aos dispositivos da rede. Os roteadores podem ser com fio (usando cabos Ethernet) ou sem fio.

Figura 12 - Rede com um roteador sem fio e ponto de acesso



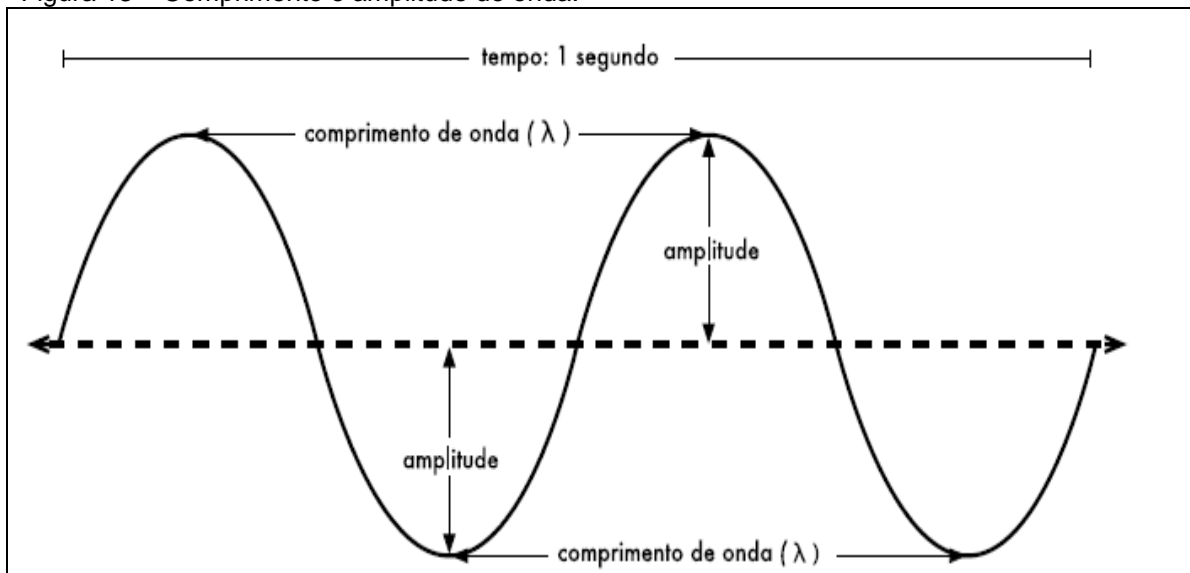
Fonte: Microsoft.com

### 3.3 ONDAS DE RÁDIO

As ondas de rádio ou também conhecidas por “ondas eletromagnéticas de radiofrequência” ou até mesmo “ondas de radio frequência” são campos eletromagnéticos utilizados nas comunicações sem fio (FLICKENGER, 2008).

Uma onda possui velocidade, frequência e comprimento de onda, onde, o comprimento de onda ( $\lambda$ ) é a distância medida de um ponto em uma onda até a parte equivalente da onda seguinte. A frequência é o número de ondas completas que passam em um ponto fixo em um período de tempo e é medida em ciclos por segundo ou *Hertz* (Hz). A velocidade é medida em metros por segundo e o comprimento é medido em metros. As ondas também tem uma propriedade chamada amplitude que é a distância do centro da onda para o extremo de um de seus picos, pode ser considera a “altura” da onda (FLICKENGER, 2008), como pode ser observado o comprimento e amplitude de onda na figura 13.

Figura 13 – Comprimento e amplitude de onda.



Fonte: Flickenger (2008).

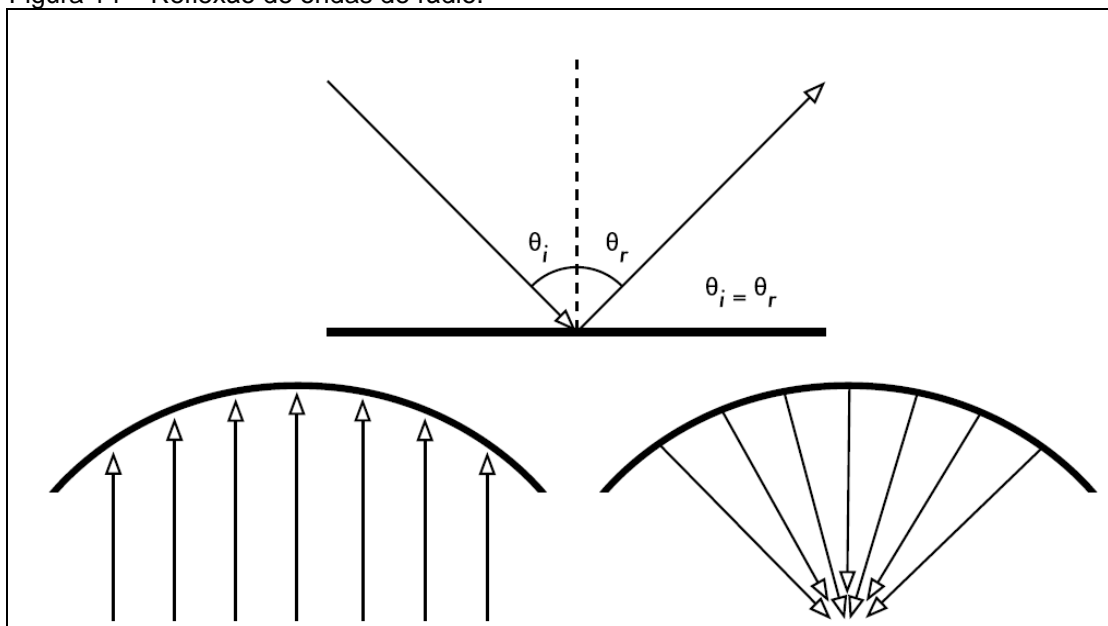
As ondas de rádio quando penetram algo podem enfraquecer, sendo que o quanto será perdido em potência depende de sua frequência e qual o material que foi penetrado. Nas redes sem fio, por exemplo, pela água e metal as ondas de rádio não são capazes de atravessar. Outros materiais tem um efeito mais complexo na absorção das ondas, para a madeira, por exemplo, a capacidade de absorção de

sinal dependerá da quantidade de água que ela contém, madeiras velha ou morta tendem a observar uma quantidade quase nula, por outro lado uma madeira verde e úmida tende a ser absorvente.

Materiais como plásticos e similares não costumam ser absorventes, porém isso dependerá da frequência e do tipo de plástico. É recomendado que antes de construir algum componente com plástico é conveniente medir e verificar se o material não absorve energia na frequência de 2,4 GHz. Uma maneira fácil de fazer esse teste é colocar uma amostra do material em um forno de micro-ondas por alguns minutos, caso o material esquente ele é absorvente e não poderá ser utilizado.

Além dos materiais, os humanos ou qualquer espécie de animal que seja composta por água também tem grande capacidade de absorção, têm-se como exemplo um escritório onde o ponto de acesso tem um sinal que tenha de atravessar muitas pessoas, isso pode gerar uma grande perda de sinal. Da mesma forma como os materiais podem absorver, eles também podem refletir. Os principais materiais que são fonte de reflexão são superfícies compostas por metais e água. A reflexão acontece de maneira simples, o ângulo em que a onda atinge a superfície é o mesmo ângulo em que ela é refletida (FLICKENGER, 2008), isso pode ser observado na figura 14.

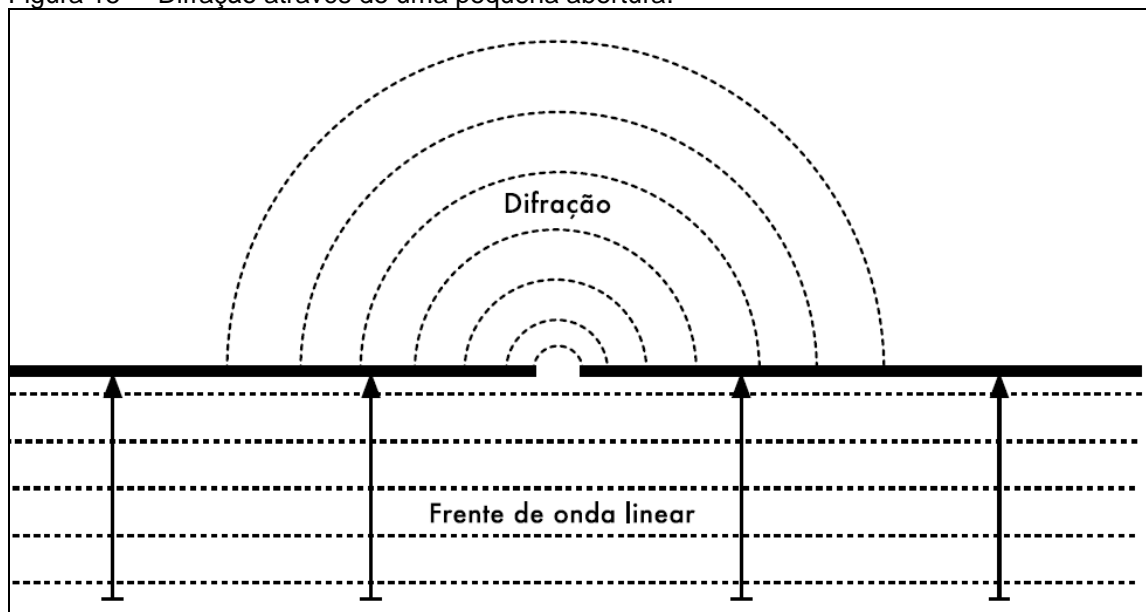
Figura 14 – Reflexão de ondas de rádio.



Fonte: Flickenger (2008).

Outra forma que pode gerar uma perda de sinal é chamada de difração, que é uma dobra das ondas quando atinge um objeto, esse efeito pode ser gerado, por exemplo, quando uma onda que viaja diretamente para frente atinja uma barreira que tenha apenas uma pequena passagem, a partir dessa passagem uma onda circular terá início e atingirá pontos que não estão localizados em uma linha direta a partir dela, como se pode visualizar na figura 15.

Figura 15 – Difração através de uma pequena abertura.



Fonte: Flickenger (2008).

Na tecnologia sem fio outro aspecto relevante em relação a problemas é a interferência que ainda hoje gera problemas em algumas redes. A interferência diz respeito a perturbações causadas através de outras fontes de radiofrequência, que muitas vezes são canais vizinhos. A interferência é uma das principais fontes de problemas em redes sem fio, principalmente quando essas redes estão em ambientes urbanos e espaços fechados onde muitas redes podem competir pelo uso do espectro (FLICKENGER, 2008).

Um fator essencial que influencia na qualidade dos links de uma rede sem fio é a potência, onde é preciso uma quantidade mínima de potência para que o receptor reconheça o sinal. A potência, na prática se mede com o auxílio de algumas formas de receptor, como uma antena, voltímetro, medidor de potência ou até uma placa de rede que possua cartão wireless, mas existem técnicas para o cálculo da potência, dentre eles um dos principais e mais utilizados são as que utilizam decibéis (dB).

### 3.4 ANTENAS DE TRANSMISSÃO

Nos sistemas de comunicação as antenas são componentes muito importantes, que são utilizados para transformar um sinal de RF atravessando um condutor em uma onda eletromagnética que viajara no espaço aberto. As antenas têm uma propriedade chamada reciprocidade, o que significa que uma antena manterá as mesmas características mesmo emitindo ou recebendo sinal. A maioria das antenas são dispositivos ressonantes, que operam eficientemente dentro de uma banda de frequência estreita, uma antena sempre deve estar sintonizada para a mesma banda de frequência da estação no qual está conectada, para assim, evitar problemas de transmissão e recepção. Quando um sinal é enviado para a antena ela emitirá radiação que será distribuída no espaço (FLICKENGER, 2008).

Alguns termos relevantes importantes devem ser mencionados nos estudos sobre antenas:

- a) transceptor: É um dispositivo que combina um transmissor e um receptor utilizando componentes de circuito comuns para ambas funções num só aparelho. Se esses componentes não forem comuns, esse aparelho designa-se transmissor-receptor.
- b) impedância de entrada: as impedâncias do radio, da antena e do cabo de transmissão devem ser iguais, sendo que os transceptores e suas linhas de transmissão são tipicamente projetados para impedâncias de  $50\Omega$ ;
- c) relação de onda estacionária: a relação de onda estacionária (ROE) ou *Standing Wave Ratio* (SWR) é a que existe entre a potência enviada para uma linha de transmissão e a potência refletida de volta ao transmissor;
- d) perda pelo retorno: a perda pelo retorno ou *return loss* é uma taxa logarítmica, medida em dB que compara a potência refletida pela antena à potência que é entregue à antena pela linha de transmissão.
- e) largura de banda: a largura de banda em uma antena refere-se ao intervalo de frequências no qual a antena pode operar corretamente;
- f) diretividade e ganho: diretividade é quando uma antena consegue focar para enviar ou receber energia de uma direção particular durante a

transmissão, quando um link sem fio utiliza localizações fixas em ambos os lados da conexão, é possível usar a diretividade da antena para concentrar o feixe de radiação na direção pretendida. O ganho não se é medido através de uma medida física, na maioria das vezes o ganho é medido por comparação de uma antena testada contra uma antena com padrão conhecido;

- g) padrões de radiação: o padrão de radiação descreve a força do campo irradiado em várias direções da antena em uma distância constante. O padrão de radiação também é definido como padrão de recepção, no qual serve para descrever as propriedades de recepção da antena.
- h) largura do feixe: a largura do feixe de uma antena é entendida como a largura do feixe em meia potência;
- i) lóbulos laterais e nulos: os lóbulos laterais nas antenas são as energias que são irradiadas a outras direções, são picos menores, com dB mais baixo que o lóbulo principal. O nulo em radiação é a zona onde a radiação efetiva está no mínimo;
- j) polarização: a polarização é definida como a orientação do campo elétrico de uma onda eletromagnética. Existem dois casos especiais de polarização elíptica que são a polarização linear e polarização circular;

Nas transmissões via rádio, a distância que o sinal é capaz de percorrer em uma rede sem fio não depende somente da potência do ponto de acesso, mas também do ganho da antena e de fatores do ambiente, como obstáculos e interferência eletromagnética. A potência total da transmissão é medida em decibel milliwatt (dBm), enquanto o ganho da antena é medido em decibel isotrópico (dBi), sendo que o decibel é utilizado em ambos como unidade de medida, porém o parâmetro de comparação é diferente, por isso o uso de siglas distintas. O parâmetro de comparação nas transmissões é o sinal de 1 milliwatt (mW), que corresponde a 0 dBm, cada vez que é dobrado a potência do sinal são somados aproximadamente 3 decibéis (dB) como pode ser observado na tabela 2, abaixo, onde um aumento de 3 dB corresponde a um sinal duas vezes mais potente (MORIMOTO, 2011).

Tabela 2 – Tabela de conversão dBm x mW

<b>dBm</b>	<b>mW</b>	<b>dBm</b>	<b>mW</b>
0dBm	1mW	16dBm	40mW
1dBm	1.25mW	17dBm	50mW
2dBm	1.56mW	18dBm	64mW
3dBm	2mW	19dBm	80mW
4dBm	2.5mW	20dBm	100mW
5dBm	3.12mW	21dBm	128mW
6dBm	4mW	22dBm	160mW
7dBm	5mW	23dBm	200mW
8dBm	6.25mW	24dBm	256mW
9dBm	8mW	25dBm	320mW
10dBm	10mW	26dBm	400mW
11dBm	12.5mW	27dBm	512mW
12dBm	16mW	28dBm	640mW
13dBm	20mW	29dBm	800mW
14dBm	25mW	30dBm	1000mW
15dBm	32mW		

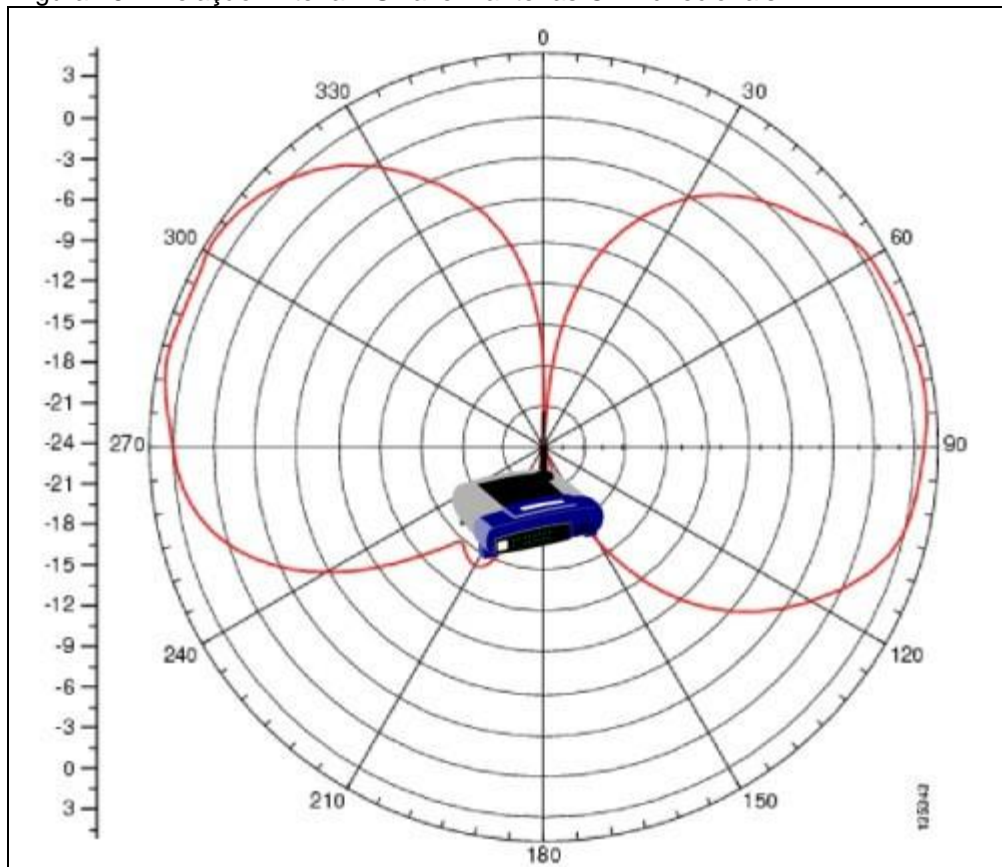
Fonte: Under-Linux (2008).

O ganho da antena é medido em relação ao radiador isotrópico, onde esse radiador isotrópico teoricamente seria uma esfera perfeita, sem diferença de polarização em toda a superfície, fazendo assim que o sinal seja transmitido igualmente em todas as direções. As antenas tendem a concentrar o sinal em determinadas direções e quanto mais concentrado é o sinal, maior vai ser o ganho. Tem-se como exemplo uma antena de 3 dBi, que pode irradiar o dobro do sinal que um radiador isotrópico, porém em ângulos menores (MORIMOTO, 2011).

As antenas em geral podem ser classificadas baseadas em diferentes requisitos, como por frequência e tamanho, neste caso, por exemplo, as antenas HF e VHF são distintas tanto uma da outra quanto para outras antenas usadas para micro-ondas. O tamanho das antenas varia de acordo com o comprimento da onda para irradiar o sinal no comprimento de onda correto, onde o comprimento de onda é diferente para diferentes frequências. Outras características das antenas é que elas podem ser omnidirecionais, setoriais ou diretivas, onde as omnidirecionais são aquelas que irradiam praticamente a mesma energia ao redor de toda a antena em 360°, sendo que os tipos mais populares desse tipo de antena são as dipolo e plano-terra.

As antenas dipolo ou também conhecidas como antenas omnidirecionais são as mais utilizadas nos pontos de acesso, pois tem como característica irradiar o sinal em todas as direções, permitindo a conexão à rede de qualquer ponto próximo ao AP. Nesse tipo de antena o sinal é concentrado horizontalmente em um raio de 360 graus, irradiando assim, menos sinal na vertical, isso pode ser observado na figura 16. As antenas omnidirecionais são utilizadas como padrão na vertical por justamente fornecer uma melhor qualidade do sinal para as área que estão ao redor do AP, caso contrário, o sinal será mais bem transmitido na vertical (MORIMOTO, 2008).

Figura 16 – Relação Antena x Sinal em antenas Omnidirecionais.



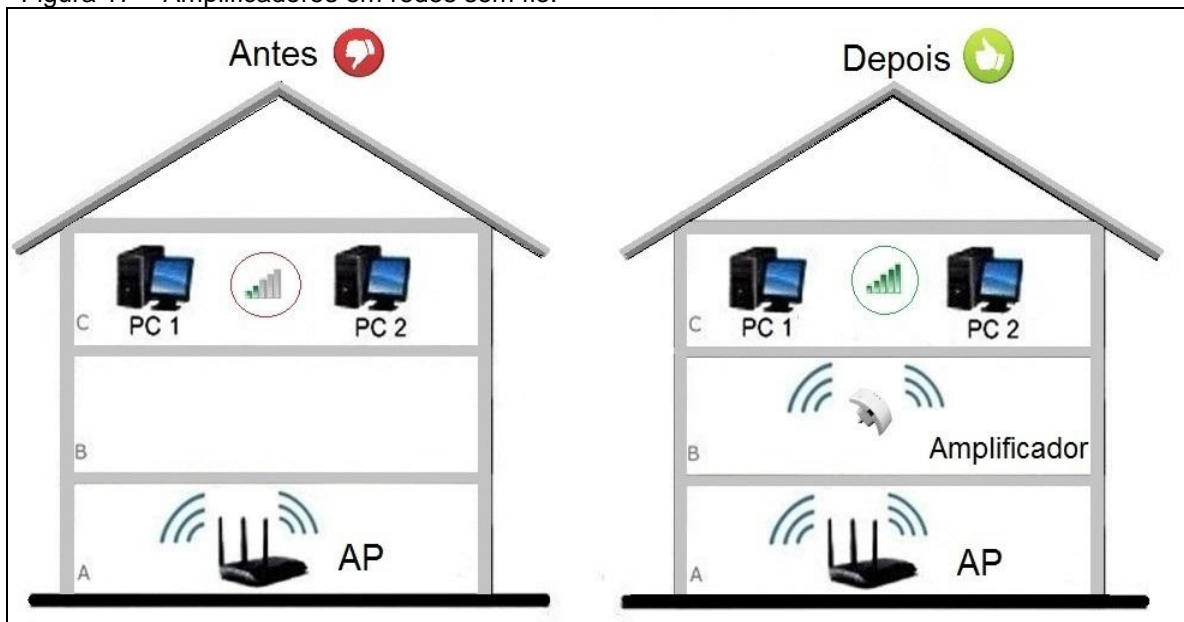
Fonte: Morimoto (2008).

As antenas omnidirecionais mais típicas, quando concentradas na horizontal, oferecem um ganho de 2.2 dBi, equivalente a 65% de aumento na potência de transmissão em relação a uma antena que irradia sinal igualmente em todas as direções. Existem duas maneiras para se aumentar a potência de transmissão do ponto de acesso, uma delas é utilizar um amplificador de sinal e outra é substituir a antena padrão por uma antena de maior ganho. As antenas

setoriais se caracterizam pela concentração do sinal em um ângulo de aproximadamente 90 graus, ou seja, um quarto de um círculo completo, onde a maioria das antenas setoriais trabalham com ganho de 12 a 17 dBi. As antenas Direcionais oferecem um ganho ainda maior, mas em compensação são capazes de cobrir apenas uma pequena área, para a qual são diretamente apontadas (MORIMOTO, 2008).

Os amplificadores, como o próprio nome já menciona, servem para ampliar ou aumentar a potência de transmissão do AP. Segundo Morimoto (2008) a maioria dos AP trabalha em menos de 100 mW de potência de transmissão, assim, como os amplificadores podem aumentar a potência em até 1 watt, esse ganho seria muito considerável. Os amplificadores mais recomendados para a maioria dos casos são os bidirecionais, que amplificam nas duas direções, ou seja, atua também no sinal recebido dos clientes. Na figura 17, abaixo, têm-se um exemplo de rede sem fio com problemas de sinal, pode-se notar que o uso dos amplificadores pode resolver a maioria dos casos de perda sinal devido a obstáculos ou distância entre o receptor e o AP.

Figura 17 – Amplificadores em redes sem fio.



Fonte: Do autor.

Antenas de maior ganho também podem ser utilizadas para resolver os problemas de sinal. Essas antenas concentram o sinal em uma única direção,

aumentando efetivamente a potência de transmissão, sendo assim, quanto mais estreito for o foco da antena, mais concentrado será o sinal. O ganho da antena é medido em dBi, sendo que um ganho de 3 dBi, por exemplo, é equivalente ao dobro da potência de transmissão. A utilização de antenas de alto ganho no AP e no cliente permite a criação de redes wireless de longa distância (MORIMOTO, 2008). Na figura 18, tem-se uma antena padrão de 2.2 dBi e uma antena de 5 dBi ao lado, pode-se reparar que a antena de 5 dBi é maior e possui o foco da antena mais estreito, fazendo com que ela concentre mais o sinal.

Figura 18 – Antenas, 2.2 dBi e 5 dBi.



Fonte: Morimoto (2008).

Uma rede sem fio no geral é o meio fácil para se criar uma conexão entre computadores, porém deve-se ter cuidado em relação ao local ao qual ela está implantada ou vai ser implantada. Problemas com sinal é comum em redes que não são projetadas, essa perda de sinal acaba causando perda de largura de banda. O *Site Survey* é uma metodologia que serve exatamente para realizar essas análises para projeto de redes sem fio, ela é utilizada tanto para estudos em projeto de novas redes como também para analisar redes já implantadas.

## 4 SITE SURVEY

O *Site Survey* é uma metodologia importante no sentido de análise para implantação de uma rede ou análise de uma rede sem fio já existente. O *site survey* visa com a utilização de ferramentas analisar a qualidade do sinal de transmissão, detectando possíveis problemas de transmissão ou se a rede possui algum fator que a deixa abaixo do esperado no sentido de qualidade do serviço.

Hoje, muitas empresas ou até mesmo residências enfrentam essas perdas na qualidade de sinal ou algum outro tipo de problema, sendo assim, exigindo mais competência dos administradores das redes sem fio. As análises realizadas através da metodologia *site survey* em locais no qual serão implantadas novas redes são minuciosas, onde são estudados a viabilidade do projeto, através de levantamentos da infraestrutura necessária como dispositivos, transmissores, concentradores, entre outros e também testes de comportamento da rede, descobrindo as áreas que serão cobertas por sinal e averiguando as possíveis interferências que podem ocasionar problemas futuramente.

Nas redes já existentes as análises funcionam quase da mesma forma, verificando as interferências, os dispositivos, entre outros. Os resultados nessas análises devem apontar quais os upgrades que são necessários para solucionar o devido problema encontrado (RODRIGUES; SANTOS, 2007).

O *site survey* pode ser classificado em duas categorias, *Site Survey Indoor* e *Site Survey Outdoor*.

- a) *site survey indoor*: o *site survey indoor* consiste em realizar a inspeção em redes sem fio, buscando interferências, a localização dos AP e disposição geográfica da estrutura. Esse tipo de inspeção fornece gráficos de intensidade de sinais mais fáceis de serem analisados, visto que as pesquisas são realizadas em espaços menores. Esse tipo de pesquisa pode ser feito de dois modos nos ambientes fechados, o mono ou *multifloor* que seria a aplicação em um ou mais andares (GEIER, 2002);
- b) *site survey outdoor*: consiste em realizar a inspeção de redes sem fio mas com um âmbito maior que o *indoor*, buscando interferências mais complexas, busca-se também determinar a localização e posição dos AP e das antenas de transmissão de grande porte, com base na

disposição geográfica dos dispositivos e dos demais aspectos de inspeção (GEIER,2002).

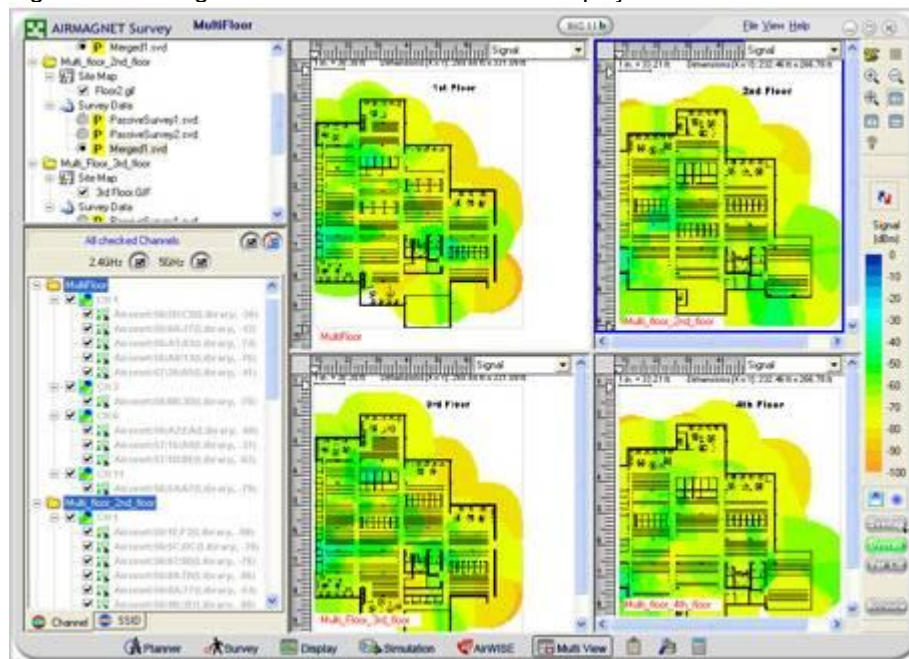
#### 4.1 APLICAÇÕES DO SITE SURVEY

Como já mencionado anteriormente o *site survey* pode ser aplicado tanto no projeto para novas redes sem fio quanto para análise de redes já existentes. A metodologia em si envolve procedimentos no qual visam dimensionar adequadamente o local de instalação dos equipamentos transmissores e receptores de sinais RF, para que todas as estações possam desfrutar de qualidade nas conexões (RODRIGUES; SANTOS, 2007). Além dos equipamentos os outros passos essenciais para montar um *site survey* são:

- a) reunir mapas ou plantas dos locais no qual serão efetuadas as inspeções para que se tenha uma maior facilidade na visualização das repartições e outros locais específicos do local;
- b) utilizar um software com o funcionamento de acordo ao pretendido na inspeção;
- c) realizar uma pré visualização do local antes da aplicação da metodologia;
- d) percorrer o local de análise, de preferência em todos as repartições possíveis para capturar os sinais de RF, para se certificar por completo da precisão dos resultados;
- e) reunir os resultados obtidos e compara-los através de diagramas ou gráficos para facilitar a compreensão.

Na figura 19, tem-se uma demonstração do uso de um software para análise em redes sem fio, no qual nos possibilita perceber que utiliza basicamente os passos citados acima, como por exemplo, a planta do local de inspeção, isso, nos mostra quão importante é a utilização dessa metodologia no projeto de redes.

Figura 19 – Imagem de software utilizado em inspeção de locais.



Fonte: Flukenetworks.com.

Esses softwares são ferramentas essenciais para um bom *site survey*, pois eles fornecem os dados relacionados à qualidade de sinal e outros fatores importantes da rede. Com a análise da estrutura no qual será aplicado o *site survey* e com os pontos aos quais serão testados os índices da rede, é executado o software, para que ele detecte as possíveis perdas de sinal que são transmitidos na rede.

Alguns desses softwares foram estudados para que se pudesse utilizá-los posteriormente nessa pesquisa: o AirMagnet (Figura 19) é uma ferramenta implementada pela empresa Fluke Networks, que possui suporte às redes 802.11n/a/b/g/ac, também possui cálculo de quantidade, colocação e configuração ideais dos APs para uma distribuição do WLAN bem sucedida, costuma ser mais utilizado para projetos de novas redes.

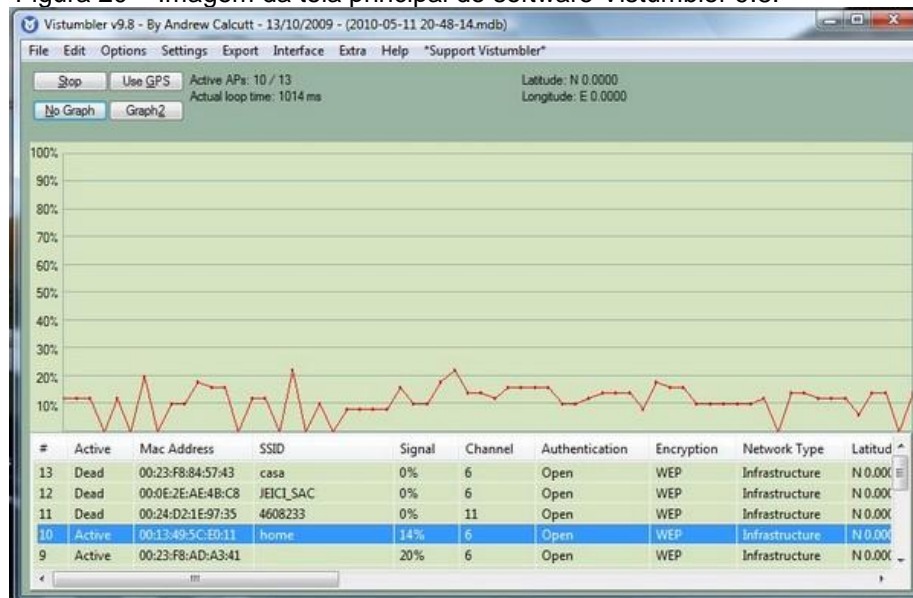
O Ekahau Site Survey foi outro software analisado, possui características semelhantes ao AirMagnet, com suporte aos protocolos 802.11n/a/b/g/ac, também possui um sistema amplo para vários tipos de análises e plataformas, possui área de trabalho com suporte a formatos 3D para facilitar a compreensão.

WirelessNetView é um pequeno utilitário para monitorar as atividades de redes sem fio ao redor do computador. O programa roda no fundo de tela, não sendo possível se obter uma demonstração do desenho da estrutura que foi analisada ou um gráfico das redes as quais estão sendo monitoradas, para cada

rede detectada, é mostrado às informações, SSID, qualidade do sinal, MAC, RSSI, frequência do canal utilizado, entre outros. Wireless Network Meter é semelhante ao programa acima citado, mostra SSID, a qualidade do sinal que vem para a placa de rede, endereço de IP, endereço de IP externo, o nível de segurança da conexão, entre outros.

O Vistumbler (Figura 20) é um software desenvolvido especialmente para computadores portáteis com suporte para conexão wireless. O programa busca por redes sem fio que estão disponíveis no local ao qual está próximo, mostrando ao usuário informações importantes, principalmente a qualidade do sinal da rede, endereço MAC, Canal, tipo de rede, tipo de rádio, entre outros.

Figura 20 – Imagem da tela principal do software Vistumbler 9.8.



Fonte: vistumbler.net

Um ponto interessante do Vistumbler é a geração de gráficos do sinal de cada rede, sendo possível visualizar de uma maneira mais clara os dados.

Outro software pesquisado foi o NetSurveyor, que fornece basicamente as mesmas informações da rede que os outros softwares analisados, também possui a funcionalidade de geração de gráficos, porém fornece a possibilidade de criar relatórios automáticos em formato PDF, o que facilita a demonstração final da análise.

Para se obter resultados mais concretos a respeito da qualidade do sinal, serão utilizados na obtenção dos dados dois softwares simultaneamente. Os softwares escolhidos para realizar as análises foram o Vistumbler e o NetSurveyor

que são programas específicos para esse tipo de análise, fornecem boas informações, além de serem gratuitos.

## 4.2 QUALIDADE DE SERVIÇO

Nas redes a *Quality of Service* (QoS) ou Qualidade de Serviço serve para mensurar a qualidade dos serviços oferecidos por uma rede de comunicações, ou seja, refletir o quanto ela é capaz de atender às expectativas de seus usuários através dos serviços que oferece. Inicialmente esse conceito foi implantado nas redes, mas evoluiu para uma noção mais ampla, contemplando as múltiplas camadas da interação entre o usuário e o sistema.

A QoS envolve aspectos relacionados à própria percepção do usuário, aos requisitos das aplicações e aos recursos disponíveis no sistema, seja no equipamento do usuário ou na rede em si. Para se ter uma boa qualidade de serviço em rede, basicamente deve-se seguir certos parâmetros, e que esses parâmetros estejam dentro de limites máximos e mínimos, bem definidos (COSTA, 2006):

- a) vazão: é a quantidade de informação que realmente foi transmitida da fonte ao destino, é definida como sendo os requisitos de largura de banda exigidos em uma aplicação;
- b) latência: também pode ser chamado de atraso, é o tempo que o pacote perde desde a geração da mensagem do emissor até o recebimento pelo receptor, na outra extremidade da conexão;
- c) jitter: é a variação no tempo e na seqüência da entrega das informações devido a variação no atraso da rede, é muito importante para as aplicações que dependem da garantia de que as informações devem ser processadas em períodos definidos (COSTA, 2006).

Segundo Costa (2006) algumas técnicas existem para suprir as necessidades de qualidade da rede, mas para se conseguir uma qualidade ideal são necessárias combinações dessas técnicas:

- a) super dimensionamento: é uma das formas mais fáceis de se obter QoS, mas seu custo é relativamente muito elevado, pois se disponibiliza recursos muito além do necessário;

- b) armazenamento em buffers: é o método que através de buffer no receptor oferece uma melhora considerável na flutuação e diminui-a sensivelmente sem diminuir a confiabilidade e a largura de banda mesmo tendo um aumento no retardo;
- c) moldagem de tráfego (*Traffic Shaping*): é o método que regula a taxa média de transmissão de dados, muito semelhante ao armazenamento em buffers, mas trabalha na parte do transmissor. Ajuda a diminuir o congestionamento na rede, utilizando uma velocidade uniforme na transmissão;
- d) algoritmo de balde furado (*Leaky Bucket*): é um tipo de fila que é representada como se fosse um balde que possui um furo no fundo. A fila seria o volume do balde. Independente de como cheguem dados na fila, com ou sem rajadas, a saída é sempre uniforme em vazão e latência, com jitter zero;
- e) algoritmo de balde de símbolos (*Token Bucket*): semelhante ao *leaky bucket*, porém com a inserção de *tokens* a cada tempo "t". Este método possibilita a transmissão de dados em rajadas;
- f) reserva de recursos: são reservados recursos através de uma rota pré-definida, como banda, buffer e processamento, a fim de garantir a transmissão de determinado tráfego de dados;
- g) controle de admissão: com base na capacidade da rede este método decide se um fluxo é admitido ou rejeitado, transmitindo-o ou descartando-o;
- h) roteamento proporcional: processo que divide o tráfego por diversos caminhos diferentes;
- i) programação de pacotes: em redes com diversos fluxos, essa programação evita que um destes fluxos obtenha recursos exagerados e deixe os demais sem condições de tráfego (enfileiramento justo). Porém há outro método semelhante, mas que dá prioridade a alguns fluxos, mas sem que os demais sejam esquecidos (enfileiramento justo ponderado).

## 5 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta sessão serão apresentados os trabalhos que são relacionados à análise e projetos em redes sem fio, todos possuem semelhança com a presente pesquisa.

### 5.1 UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA “SITE SURVEY” EM PROJETOS DE REDES WIRELESS LAN (WLAN)

Este trabalho foi elaborado por Edson Machado de Araújo na UNIMINAS em 2005, onde tem como objetivo apresentar um estudo desta tecnologia de rede local sem fio, denominada de wireless LAN (WLAN). Esta tecnologia, apesar de ser possível operar totalmente sem fio, ela tem como característica principal a capacidade de ser tipicamente uma extensão da rede cabeada. Através do equipamento denominado ponto de acesso, que converte os dados em ondas de rádio para a transmissão através do ar. O estudo demonstra que esta tecnologia inicialmente foi desenvolvida apenas para uso doméstico, mas devido a sua constante evolução realizada pelo grupo de pesquisa IEEE 802.11, buscando atingir maiores taxas de transmissões, e maior segurança na utilização destas redes locais sem fio, já esta sendo adotada tanto em domicílios, como em locais públicos e em empresas. Para isto, ao final deste trabalho, apresenta-se um projeto de implantação de uma rede local sem fio, em uma empresa que busca maior mobilidade em seus negócios. Destaca-se a utilização da técnica “Site Survey”, a qual permite maior eficiência e redução de custos de implantação da rede. Esta forma de comunicação sem fio visa proporcionar mobilidade no acesso às informações, e flexibilidade na instalação de redes de computadores, sem a necessidade de instalar cabos para a transmissão dos dados (ARAÚJO, 2005).

### 5.2 METODOLOGIA PARA PROJETO DE REDES SEM FIO BASEADA EM MEDIDAS DE POTÊNCIA E QOS

Este artigo foi elaborado por Simone G. C. Fraiha et al em 2008 na UFPA, onde é apresentada a metodologia “Site Survey” para projeto de redes sem fio

baseada em medidas de potência e QoS (Qualidade de Serviço). Para se determinar a variação de potência e dos parâmetros de QoS com a distância, foi realizada uma campanha de medição em duas etapas. Na primeira etapa há somente um transmissor (PAT) presente, na segunda etapa além desse PA existe um segundo transmissor (PAS) que serve como interferente ao primeiro. Os resultados obtidos através das medidas foram avaliados usando um qualificador de rede o qual será usado para determinar a área de cobertura do ponto de acesso (FRAIHA, 2008).

### 5.3 SITE SURVEY: MAPEAMENTO, DETECÇÃO DE VULNERABILIDADES E ANÁLISE DE SINAL DE REDES SEM FIO

Este trabalho foi elaborado por William Carlos de J. Rodrigues e Ezequiel Ferreira dos Santos em 2007 na Uninove, onde neste trabalho tem-se por objetivo apresentar uma forma de mapeamento gráfico, análise de sinais *wi-fi* e detecção de vulnerabilidades em redes sem fio por meio da técnica do *site survey* em redes *wireless*. Como conclusão foi observado que a realização do *site survey* mostrou-se eficaz porque reuniu informações sobre as ferramentas de segurança utilizadas, a abrangência de determinadas áreas de cobertura de sinais de radiofrequência das redes, a intensidade desses sinais, demonstrados, detalhadamente, em gráficos e mapas dos locais pesquisados, e a organização da infraestrutura (localização geográfica dos dispositivos) dessas redes (RODRIGUES; SANTOS, 2007).

### 5.4 QUALIDADE DE SERVIÇO EM REDES 802.11

Este trabalho foi elaborado por Marcelo G. Rubinstein na UERJ em 2007, onde apresenta os principais problemas da provisão de qualidade de serviço em redes locais sem fio IEEE 802.11, além de outros problemas como injustiça no compartilhamento da banda passante disponível no canal e de instabilidade de conexões de TCP são descritos detalhadamente. AS avaliações do desempenho da injustiça, da instabilidade e das técnicas de diferenciação são realizadas através de simulações. Como conclusão os resultados indicaram uma forte influencia do protocolo de roteamento no problema da injustiça no compartilhamento da banda passante disponível devido à sucessivas falhas de roteamento que têm origem na camada MAC, além disso os resultados quanto as técnicas de diferenciação

mostram que pode-se prover prioridades no acesso ao meio caso sejam utilizados DIFIS menos ou um intervalo para a janela de contenção menor (RUBINSTEIN, 2007).

## 6 APLICAÇÃO DE SITE SURVEY EM LOCAIS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta o projeto de aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* em locais específicos, de modo que o local escolhido para análise foi o bloco XXI-A da Unesc.

Com o grande avanço tecnológico dos dispositivos de comunicação, as redes sem fio se tornaram essenciais na comunicação atual, porém, alguns problemas como a perda de potência de sinal nesse tipo de transmissão é comum, assim, sendo necessária a realização de análises em redes de maior porte, para verificar se a estrutura da rede está implantada da melhor forma. A metodologia *Site Survey* que pode ser utilizada tanto para projetos de novas redes quanto em redes já existentes, visa realizar a inspeção minuciosa desses locais, através dessa metodologia esse trabalho visa coletar as informações necessárias, analisá-las e propor soluções para a rede.

### 6.1 METODOLOGIA

A aplicação do *Site Survey* é composta por etapas, no qual também foram seguidas neste projeto. Primeiramente foi realizado a etapa de medição do local ao qual foi analisado, para se ter uma projeção da planta específica, após, foi feito a análise da estrutura da rede, detectando a localização dos APs utilizados. Com essas informações importantes da estrutura e projeto da rede, foram aplicadas as análises de sinal, no qual foram utilizados softwares específicos de coleta de sinal. Por fim foram reunidos todos os dados coletados e analisados para a criação de tabelas e mapa de cores, aos quais ajudaram a obter uma melhor percepção da cobertura de sinal da rede. Com as etapas de análise concluídas, chegou-se a proposta de solução para melhoria da rede.

#### 6.1.1 Medição do Bloco específico

Para a análise posterior da rede sem fio utilizando a metodologia *Site Survey*, primeiramente foi necessário realizar duas etapas importantes, a primeira foi à medição do bloco ao qual será analisado, sendo assim, foram coletadas as medidas de todas as salas de aula e laboratórios, bem como os espaços que também acomodam uma grande quantidade de estudantes, como o Hall e o Centro

Acadêmico. As medições foram realizadas com o auxílio de trena e do software AutoCAD no qual foi projetado o bloco com suas divisões. Na figura 21 abaixo, tente-se a foto do bloco XXI-A da UNESC.

Figura 21 – Bloco XXI-A, UNESC.



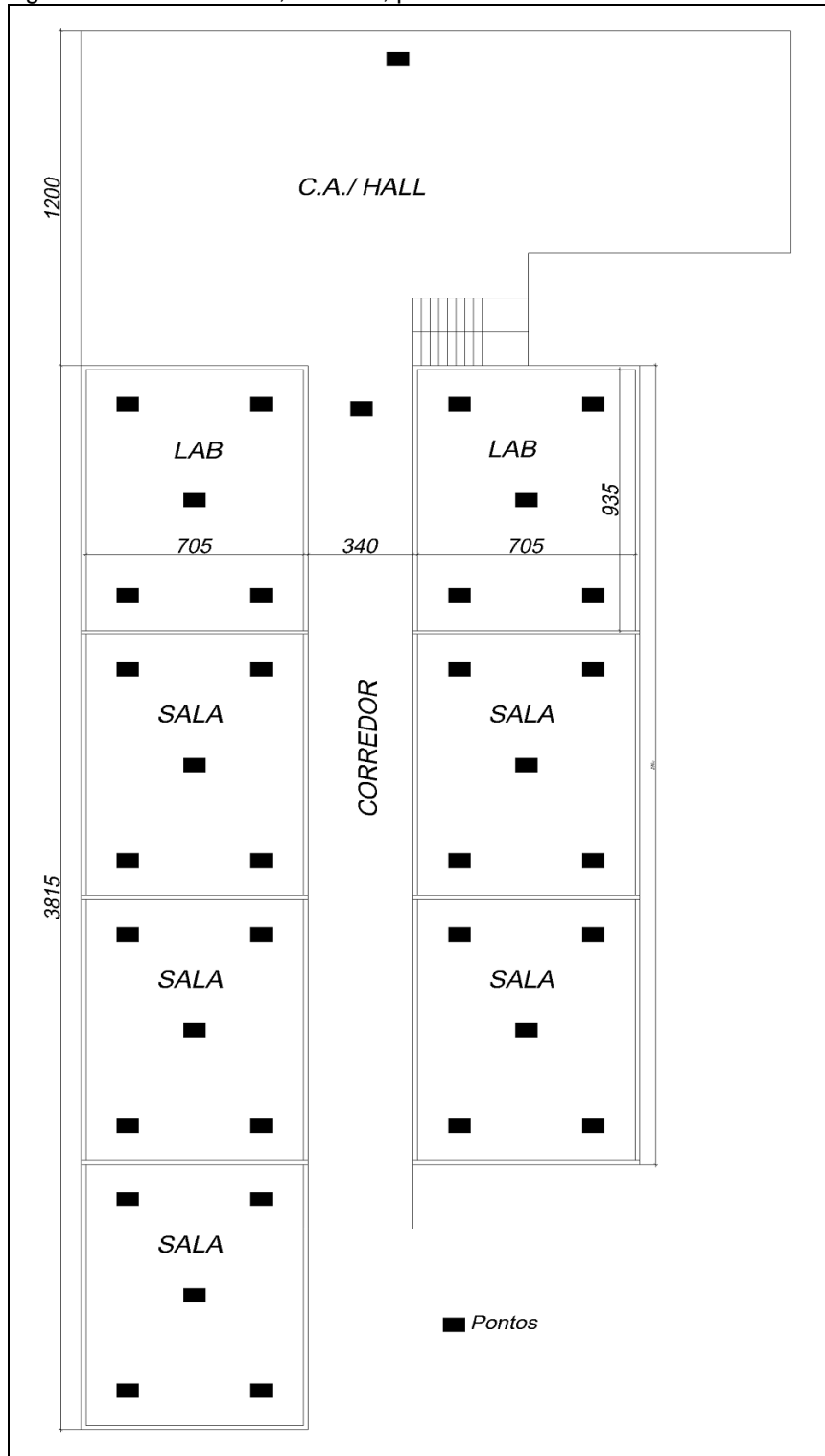
Fonte: Do Autor.

O bloco possui três pavimentos e é dividido em quinze salas de aula e seis laboratórios de informática, tendo assim, sete salas por pavimento. Como o bloco possui os três pavimentos “tipo”, ou seja, são do mesmo tamanho e com as repartições iguais, foram projetados os pavimentos de acordo com o primeiro piso, onde possui dois laboratórios e cinco salas de aula. A figura 22 mostra a planta baixa do bloco, com as medidas de comprimento total do bloco, bem como as medidas de largura e comprimento das salas, onde foi verificado que todas possuem basicamente o mesmo tamanho, também é possível observar a localização inicial dos pontos aos quais foram analisados.

No bloco também foram medidos os espaços referentes ao centro acadêmico (C.A) do curso e o hall onde se encontram alguns bancos para os estudantes. Esse local também foi incluso no projeto de análise, pois há um grande

fluxo de acadêmicos, contando que o C.A encontra-se somente no segundo pavimento, porém o espaço total do hall é igual em todos os pavimentos.

Figura 22 – Bloco XXI-A, UNESC, planta baixa.



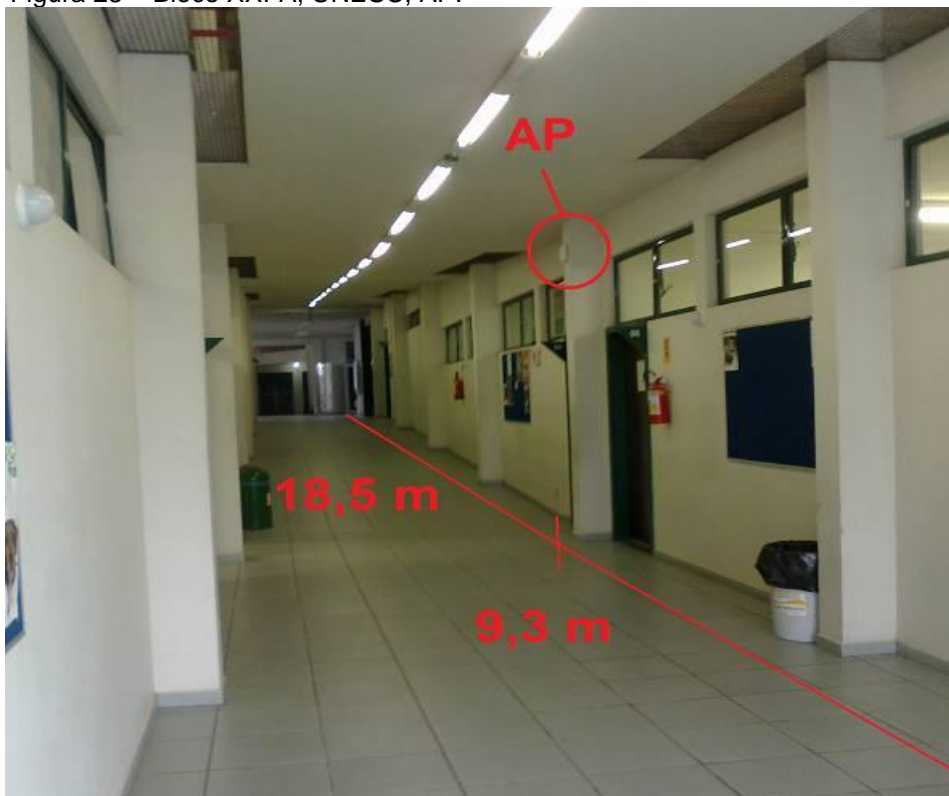
Fonte: Do Autor.

Nota-se nesta planta que os espaços do corredor e do C.A/Hall possuem menos obstáculos em comparação às salas que possuem as paredes divisórias.

### 6.1.2 Estudo da estrutura da rede sem fio implantada no bloco XXI-A

Após a etapa de medição, foi realizado o estudo da estrutura da rede sem fio implantada no bloco XXI-A. Neste estudo foi feita uma inspeção no bloco para verificar quais e onde estão localizados os AP da rede. Após essa verificação, notou-se que são utilizados três AP na rede, onde eles trabalham em *Roaming*. Foi considerado que os AP estão localizados exatamente na mesma distância nos três pisos, assim distando 18,50 metros do início do corredor e 9,30 metros do fim corredor (figura 23).

Figura 23 – Bloco XXI-A, UNESC, AP.



Fonte: Do Autor.

Os APs utilizados na rede sem fio, são da marca Ruckus, cujo modelo é o ZoneFlex™ 7372 (figura 24), possui como principais características segundo o fabricante é o ganho de até 4dB, 10 dB de redução de interferência e 3 dBi de ganho de antena física.

Figura 24 – Ruckus ZoneFlex 7372.



Fonte: ruckuswireless.com ([ s. d.]).

### 6.1.3 Aplicação de *Site Survey Indoor* no bloco específico

Após as etapas de medição do bloco e da estrutura da rede, foi aplicada a metodologia *Site Survey Indoor*.

Primeiramente foi selecionado o tipo de STA que seria utilizado, sendo assim, para a realização das análises foi utilizado um notebook Samsung ATIV Book 2 KD5 (figura 25) com Processador Intel Core i3, 4GB de RAM e adaptador de rede Qualcomm Atheros AR9485WB-EG, que é um dos modelos de placa de rede bastante utilizados em notebooks.

A escolha de um notebook para a realização das análises foi por ser um dos meios de comunicação sem fio bastante utilizados na atualidade, que oferece recursos que são utilizados por acadêmicos e professores da universidade, além disso, o notebook também foi utilizado para a realização das outras tarefas, como o desenho da planta. Outro ponto que também foi levado em conta é que os softwares utilizados na pesquisa até o momento ainda não possuem versão para aparelhos celular.

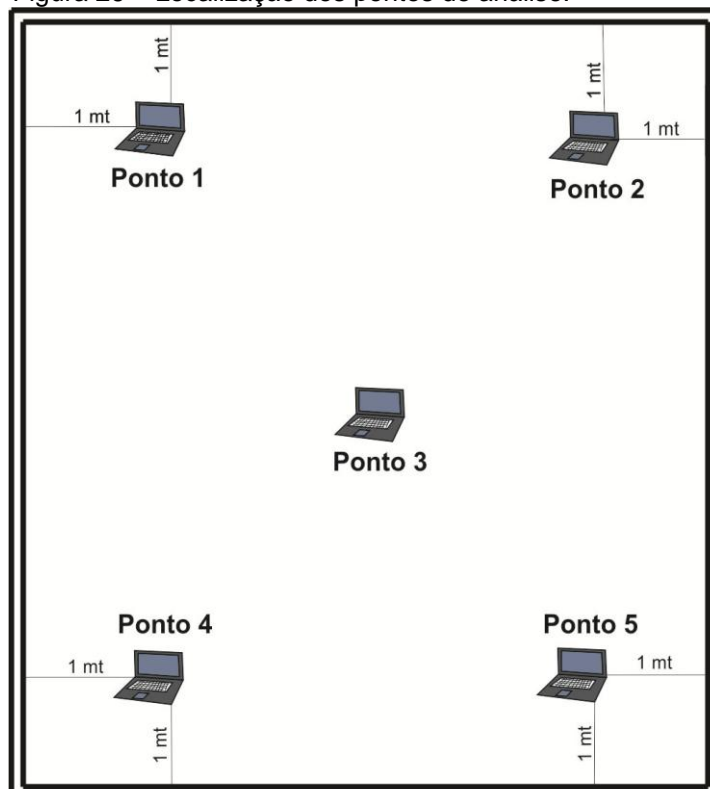
Figura 25 – Samsung ATIV Book 2 KD5.



Fonte: samsung.com.com ([ s. d.]).

Com o mapa do bloco já projetado, foi estudado qual a quantidade de pontos necessários em cada sala, à distância desses pontos em relação às paredes e a localização de um em relação ao outro na sala. Decidiu-se assim utilizar quatro pontos nas extremidades das salas, distando um metro de cada canto e outro ponto no centro da sala, conforme a figura 26.

Figura 26 – Localização dos pontos de análise.



Fonte: Do Autor.

Esses pontos servem principalmente para a realização de forma padrão em todas as salas, tornando os resultados mais coerentes, assim, utilizando-os nas extremidades tem-se a ideia que o sinal que chega a cada canto já é o com mais realce, assim os demais locais da sala tendem a possuir o mesmo sinal, ou até melhor.

Com a definição dos pontos, buscou-se saber os endereços MAC dos AP da rede para posteriormente verificar de qual AP está chegando o melhor sinal no ponto em que se está analisando, essa busca foi feita com a utilização dos mesmos softwares que posteriormente foram utilizados para a análise de sinal. Os APs, como já mencionado anteriormente, ficam em posições iguais nos três pavimentos, de forma com que apenas chegando próximo ao local de onde inicia sua transmissão já foi possível identificar seu endereço MAC (figura 27).

Figura 27 – Um dos APs utilizados na rede.



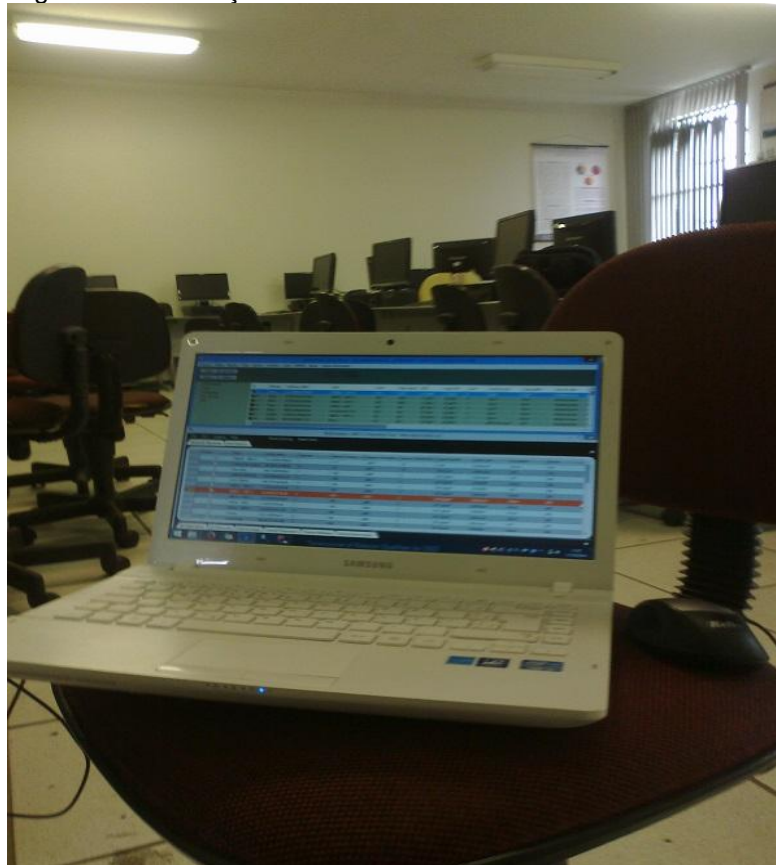
Fonte: Do Autor.

Para as análises de sinal RF foi necessário à utilização de ferramentas computacionais específica para esse tipo de busca em redes sem fio, sendo assim, após uma pesquisa, foi considerada a utilização dos softwares Vistumbler e NetSurveyor, que fornecem justamente os dados necessários para a realização da

análise, apresentaram bons recursos, além de serem softwares gratuitos de fácil acesso e compreensão.

O processo de análise nos pontos também foi feito de forma padrão em todas as salas e ambientes, onde foram utilizados os dois softwares simultaneamente em cada ponto, verificando sempre se nenhum dos dois apresentava resultados muito distintos, assim possibilitando a coleta de dados mais confiáveis (figura 28). O processo de análise foi iniciado do pavimento superior até chegar ao térreo, percorrendo as vinte e uma salas do bloco, o centro acadêmico, e hall.

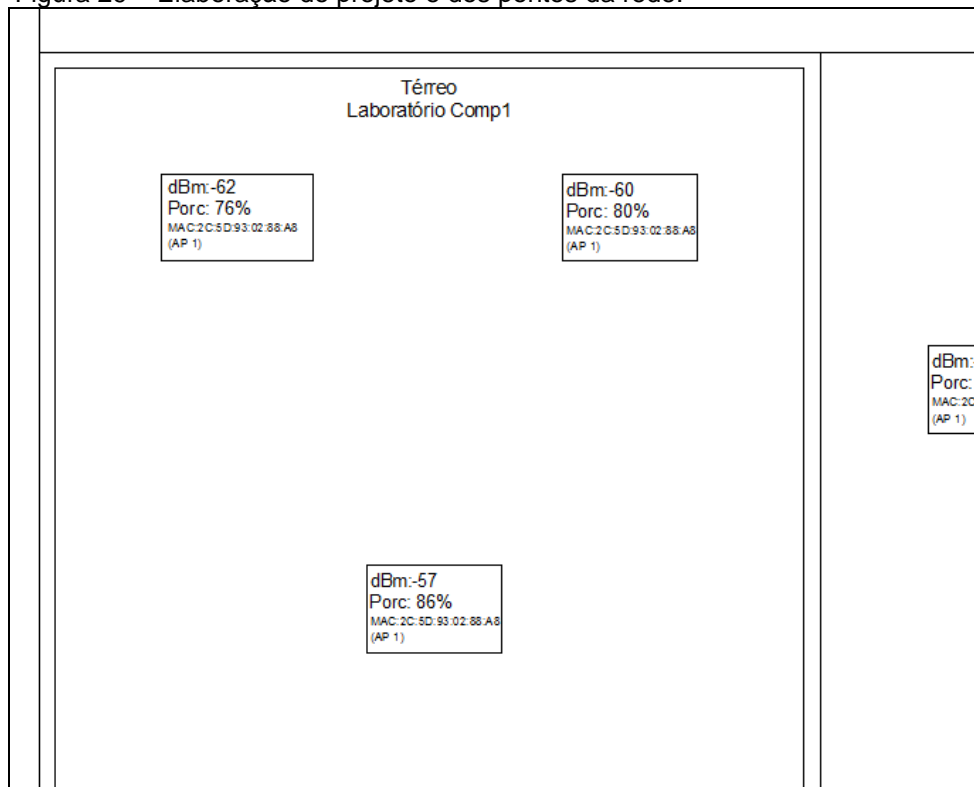
Figura 28 – Utilização dos dois softwares simultaneamente.



Fonte: Do Autor.

Com a utilização da ferramenta AutoCAD, que também foi utilizada para projetar o bloco, foram feitos os pontos de acordo com cada sala, e neles foram sendo armazenados os dados referentes a análise do sinal da rede (figura 29), para posteriormente criar as tabelas e o mapa de cores com os resultados da análise.

Figura 29 – Elaboração do projeto e dos pontos da rede.



Fonte: Do Autor.

As análises de sinal através dos softwares foram baseadas no *received signal strength indicator* (RSSI) que é a indicação da intensidade do sinal recebido pelo receptor, neste caso em dBm e em porcentagem que são os padrões recebidos também nos softwares (figura 30).

Para a comparação posterior dos resultados foram criadas tabelas contendo os dados referentes a cada sala de todo o bloco, esses dados foram coletados de cada ponto, sendo que em cada sala foi considerado uma média em dBm e porcentagem. Um mapa de cores, referente ao sinal da rede no bloco também foi criado, para isso, utilizou-se a ferramenta CorelDraw para a confecção, onde neste mapa, se tem uma melhor percepção para a visualização dos resultados obtidos.

Figura 30 – Indicadores de intensidade de sinal.

Sinal	High Signal	RSSI	High RSSI
100%	100%	-44 dBm	-40 dBm
54%	60%	-73 dBm	-70 dBm
48%	56%	-76 dBm	-72 dBm
32%	38%	-84 dBm	-81 dBm
0%	14%	-100 dBm	-90 dBm
0%	18%	-100 dBm	-88 dBm

Fonte: Do Autor.

## 6.2 RESULTADOS OBTIDOS

Nesta etapa, foram comparados e avaliados os dados que foram obtidos com a aplicação da metodologia *site survey* no bloco específico, bem como apresentada a proposta para solucionar os devidos problemas encontrados.

### 6.2.1 Comparação dos resultados

Com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no bloco XXI-A da Unesc, foi possível visualizar de forma geral o nível de cobertura da rede sem fio implantada no local. Para um melhor entendimento e distribuição dos dados da análise, foram criadas tabelas que demonstram claramente os resultados em cada ponto analisado.

A tabela 3 mostra os dados que foram obtidos na análise do pavimento térreo. Os resultados nessa tabela indicam uma média aritmética de potência em dBm e porcentagem que foram obtidos em cada sala, sendo que essa média é a soma das potências dividido por cinco, que é a quantidade de pontos.

Os resultados obtidos na análise do pavimento térreo mostram que boa parte das salas possui uma cobertura de sinal de pouca variação, sendo que a média de RSSI das salas 03, 04, 05 e 06 são praticamente similares. Os endereços MAC de onde foram detectados o melhor RSSI de todos os pontos analisados no pavimento térreo, fazem referência ao AP localizado no devido pavimento ao qual está localizada a sala.

Tabela 3 – Resultado por ponto no pavimento térreo.

<b>BLOCO XXI-A PAVIMENTO TÉRREO</b>							
<b>Sala</b>	<b>dBm/Porcentagem</b>					<b>MAC AP</b>	
	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>	<b>Média</b>	
<b>Lab. Comp 1</b>	-62dbm (76%)	-60dbm (80%)	-57dbm (86%)	-62dbm (76%)	-56dbm (88%)	<b>-59dBm</b> <b>(81%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Lab. Comp 2</b>	-63dbm (74%)	-65dbm (70%)	-67dbm (66%)	-57dbm (86%)	-57dbm (86%)	<b>-62dBm</b> <b>(76%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Sala 03</b>	-53dbm (94%)	-49dbm (100%)	-44dbm (100%)	-50dbm (100%)	-50dbm (100%)	<b>-49dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Sala 04</b>	-49dbm (100%)	-52dbm (96%)	-49dbm (100%)	-50dbm (100%)	-46dbm (100%)	<b>-49dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Sala 05</b>	-49dbm (100%)	-39dbm (100%)	-51dbm (98%)	-47dbm (100%)	-51dbm (100%)	<b>-47dBm</b> <b>(100%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Sala 06</b>	-44dbm (100%)	-53dbm (94%)	-46dbm (100%)	-48dbm (100%)	-51dbm (98%)	<b>-48dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Sala 07</b>	-52dbm (96%)	-54dbm (92%)	-49dbm (100%)	-53dbm (94%)	-57dbm (88%)	<b>-53dBm</b> <b>(94%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>Corredor</b>						<b>-39dBm</b> <b>(100%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8
<b>C.A/Hall</b>						<b>-73dBm</b> <b>(54%)</b>	2C:5D:93:02:88:A8

Fonte: Do Autor.

Outros dados relevantes que foram observados na análise do pavimento térreo são os pontos onde o sinal teve o RSSI mais diferenciado, por exemplo, o laboratório dois tem em média -62dBm de potência o equivalente em porcentagem a 76% de sinal, ao contrário do corredor, que teve em média -39dBm (100%). Isso pode se justificar principalmente pela quantidade de obstáculos que se tem de uma área para outra, onde o corredor, por exemplo, não possui entre ele e o AP obstáculos como paredes ou colunas.

Na tabela 4, têm-se os resultados referentes à análise no segundo pavimento do bloco. Percebe-se que alguns pontos analisados nas salas possuem semelhança aos pontos analisados no térreo, como exemplo, tem-se o ponto um da sala três na tabela 3, esse ponto possui o mesmo RSSI do ponto um da sala 10 da tabela 4. Esse tipo de igualdade pode ser explicado porque a sala dez está

localizada acima da sala três no segundo pavimento, onde os obstáculos e a localização é a mesma dos demais pavimentos.

Tabela 4 – Resultado por ponto no 2º pavimento.

<b>BLOCO XXI-A 2º PAVIMENTO</b>							
<b>Sala</b>	<b>dBm/Porcentagem</b>					<b>MAC AP</b>	
	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>	<b>Média</b>	
<b>Lab. Comp 8</b>	-60dbm (80%)	-61dbm (78%)	-55dbm (90%)	-53dbm (94%)	-56dbm (88%)	<b>-57dBm</b> <b>(86%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Lab. Comp 9</b>	-60dbm (80%)	-63dbm (74%)	-60dbm (80%)	-57dbm (86%)	-59dbm (82%)	<b>-60dBm</b> <b>(80%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Sala 10</b>	-53dbm (94%)	-45dbm (100%)	-42dbm (100%)	-47dbm (100%)	-41dbm (100%)	<b>-46dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Sala 11</b>	-51dbm (98%)	-47dbm (100%)	-47dbm (100%)	-52dbm (96%)	-49dbm (100%)	<b>-49dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Sala 12</b>	-55dbm (90%)	-43dbm (100%)	-46dbm (100%)	-44dbm (100%)	-45dbm (100%)	<b>-47dBm</b> <b>(98%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Sala 13</b>	-46dbm (100%)	-58dbm (84%)	-46dbm (100%)	-48dbm (100%)	-47dbm (98%)	<b>-48dBm</b> <b>(99%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Sala 14</b>	-49dbm (100%)	-55dbm (90%)	-52dbm (96%)	-55dbm (90%)	-54dbm (92%)	<b>-53dBm</b> <b>(94%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>Corredor</b>						<b>-39dBm</b> <b>(100%)</b>	2C:5D:93:02:D8
<b>C.A/Hall</b>						<b>-74dBm</b> <b>(52%)</b>	2C:5D:93:02:D8

Fonte: Do Autor.

De acordo com a tabela 4, notam-se poucas variações de RSSI em algumas salas, porém os laboratórios e hall ainda permanecem com o RSSI em porcentagem mais baixo. Como na tabela 3, os índices apresentados nesse ponto giram em torno de -74dBm, equivalente em porcentagem a 52% de potência de sinal. Os endereços MAC também são referentes ao AP do pavimento da análise, pois foi o melhor RSSI identificado pelo receptor em todos os pontos.

Na tabela 5, que representa a análise realizada no terceiro pavimento do bloco, podem-se observar alguns dados que também são relevantes para a comparação dos resultados. A área do hall continua com a faixa de RSSI em torno de 52% de sinal, o que indica que nesta área a perda de sinal tem se mantido semelhante aos demais pavimentos. Outro resultado que se tem observado nesta

tabela, na tabela 3 e na tabela 4, são os valores baixos de RSSI em porcentagem nos laboratórios de informática, que obtiveram uma média entre 70% e 90%, um dos fatores que podem influenciar nesses resultados além dos obstáculos, é a distância entre as salas e o AP, que é relativamente maior que as salas de aula.

A tabela 5 também indica que assim como nos outros pavimentos, as salas de aula tendem a ter pouca variação de RSSI, onde as mais próximas do AP têm mais cobertura.

Tabela 5 – Resultado por ponto no 3º pavimento.

<b>BLOCO XXI-A 3º PAVIMENTO</b>							
<b>Sala</b>	<b>dBm/Porcentagem</b>					<b>MAC AP</b>	
	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>	<b>Média</b>	
<b>Lab. Comp 15</b>	-55dbm (90%)	-55dbm (90%)	-48dbm (100%)	-52dbm (96%)	-53dbm (94%)	<b>-53dBm (94%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Lab. Comp 16</b>	-57dbm (86%)	-60dbm (80%)	-59dbm (82%)	-59dbm (82%)	-58dbm (84%)	<b>-59dBm (83%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Sala 17</b>	-42dbm (100%)	-39dbm (100%)	-41dbm (100%)	-53dbm (94%)	-43dbm (100%)	<b>-44dBm (99%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Sala 18</b>	-49dbm (100%)	-48dbm (100%)	-50dbm (100%)	-52dbm (96%)	-54dbm (92%)	<b>-51dBm (98%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Sala 19</b>	-52dbm (96%)	-49dbm (100%)	-42dbm (100%)	-49dbm (100%)	-49dbm (100%)	<b>-48dBm (99%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Sala 20</b>	-44dbm (100%)	-53dbm (94%)	-46dbm (100%)	-48dbm (100%)	-51dbm (98%)	<b>-48dBm (98%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Sala 21</b>	-55dbm (90%)	-47dbm (100%)	-56dbm (88%)	-54dbm (92%)	-54dbm (92%)	<b>-53dBm (92%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>Corredor</b>						<b>-39dBm (100%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8
<b>C.A/Hall</b>						<b>-74dBm (52%)</b>	2C:5D:93:03:7C:E8

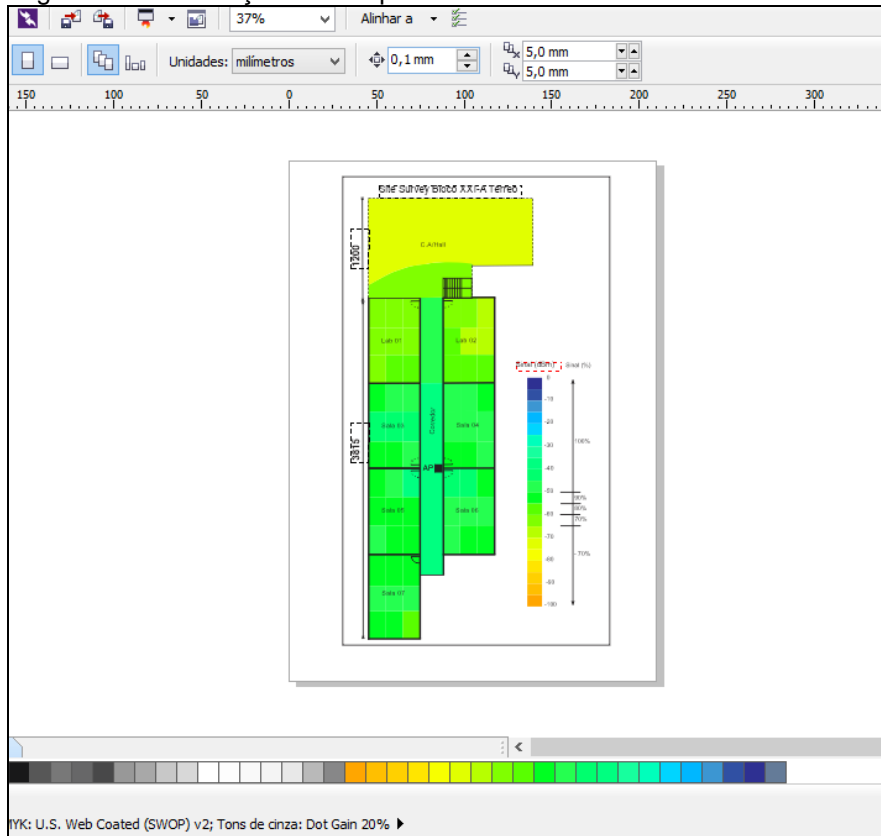
Fonte: Do Autor.

Após a comparação entre os dados, os resultados obtidos com a aplicação do *site survey* foram avaliados para se verificar a qualidade da cobertura da rede sem fio.

### 6.2.2 Avaliação da cobertura de sinal da rede

Com a coleta dos dados e a comparação entre eles, foi necessário uma avaliação geral da cobertura do sinal da rede. Para isso, baseando-se nos índices RSSI obtidos com a análise, foram criados mapas de “cores” referentes a cada pavimento. Esses mapas foram criados com o auxílio da ferramenta CorelDraw (figura 31), onde se é possível visualizar de forma mais clara os pontos ao qual a cobertura da rede abrange.

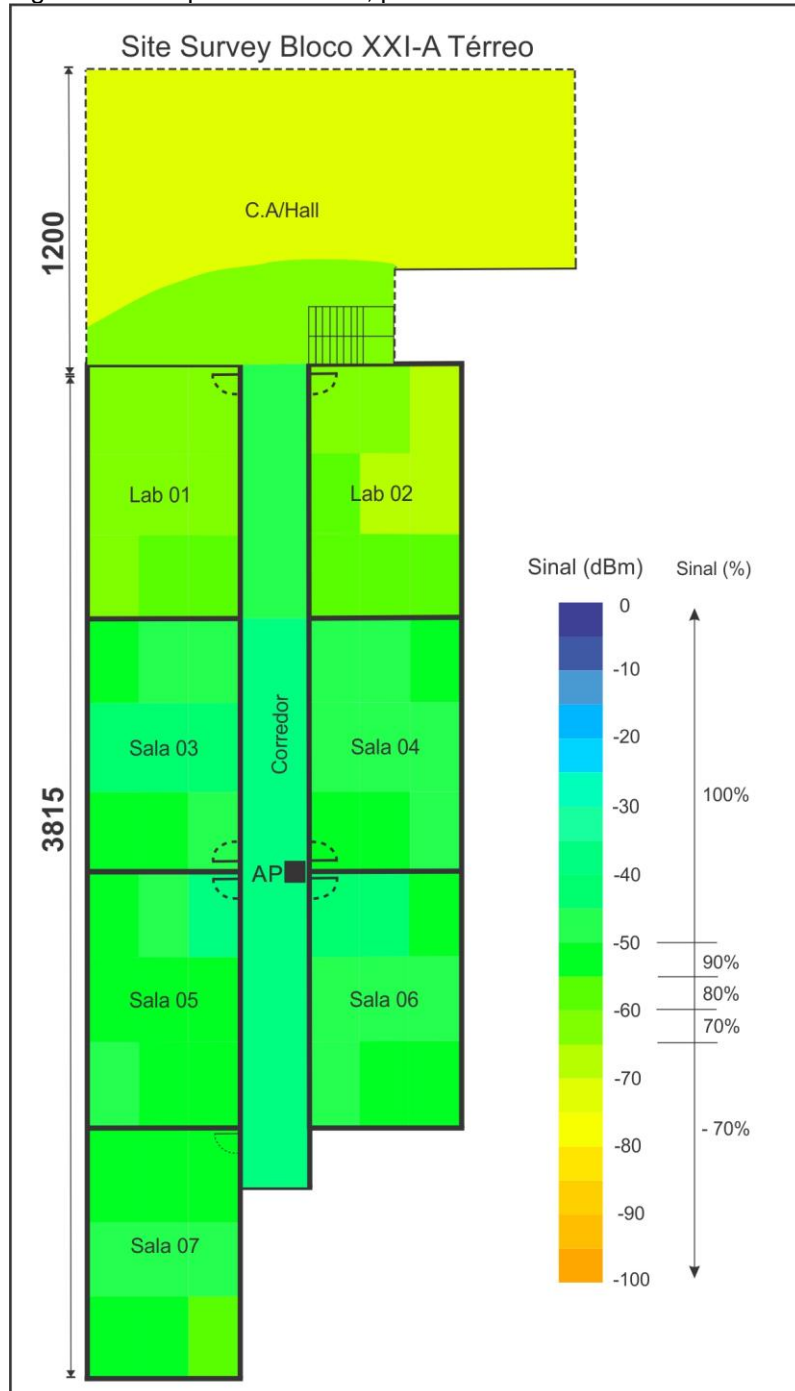
Figura 31 – Confeção dos mapas.



Fonte: Do Autor.

Na figura 32, tem-se o mapa referente às análises realizadas no pavimento térreo. Pode-se observar nesse mapa a área no qual o bloco está com cobertura de rede sem fio. Na figura é possível constatar que a maioria das salas apresenta um bom RSSI, principalmente as mais próximas ao AP, no qual tem índice segundo os softwares de 100% de sinal.

Figura 32 – Mapa bloco XXI-A, pavimento térreo.



Fonte: Do Autor.

Apesar de praticamente todas as salas e pontos apresentarem bons índices, algumas delas ainda obtiveram índices mais baixos, o laboratório um e dois tem pontos que apresentaram sinal em torno de 70% a 80%, sendo mais baixo que nas salas de aula, que apresentaram índices de baixa variação. Uma área foi observada números relevantes foi o Hall, onde o RSSI média ficou com -75dBm,

segundo os softwares, representando uma média em porcentagem de 56% da potência do sinal, ficando assim, bem abaixo dos outros valores coletados.

A figura 33 representa as análises no segundo pavimento do bloco XXI-A, percebe-se que os AP continuam localizados basicamente no mesmo local. As variações de RSSI nas salas mais próximas ao AP continuam com pouca variação, assim como no pavimento térreo. Percebe-se também que alguns pontos nos laboratórios estão com o índice de porcentagem mais baixo, isso pode ser justificado pela maior quantidade de obstáculos que se tem entre o ponto e o AP, isso fica mais nítido em relação ao espaço do C.A/Hall onde os obstáculos existem, como paredes e pilares, além disso, a distância entre esses locais para o AP é relativamente maior que nas demais salas de aula.

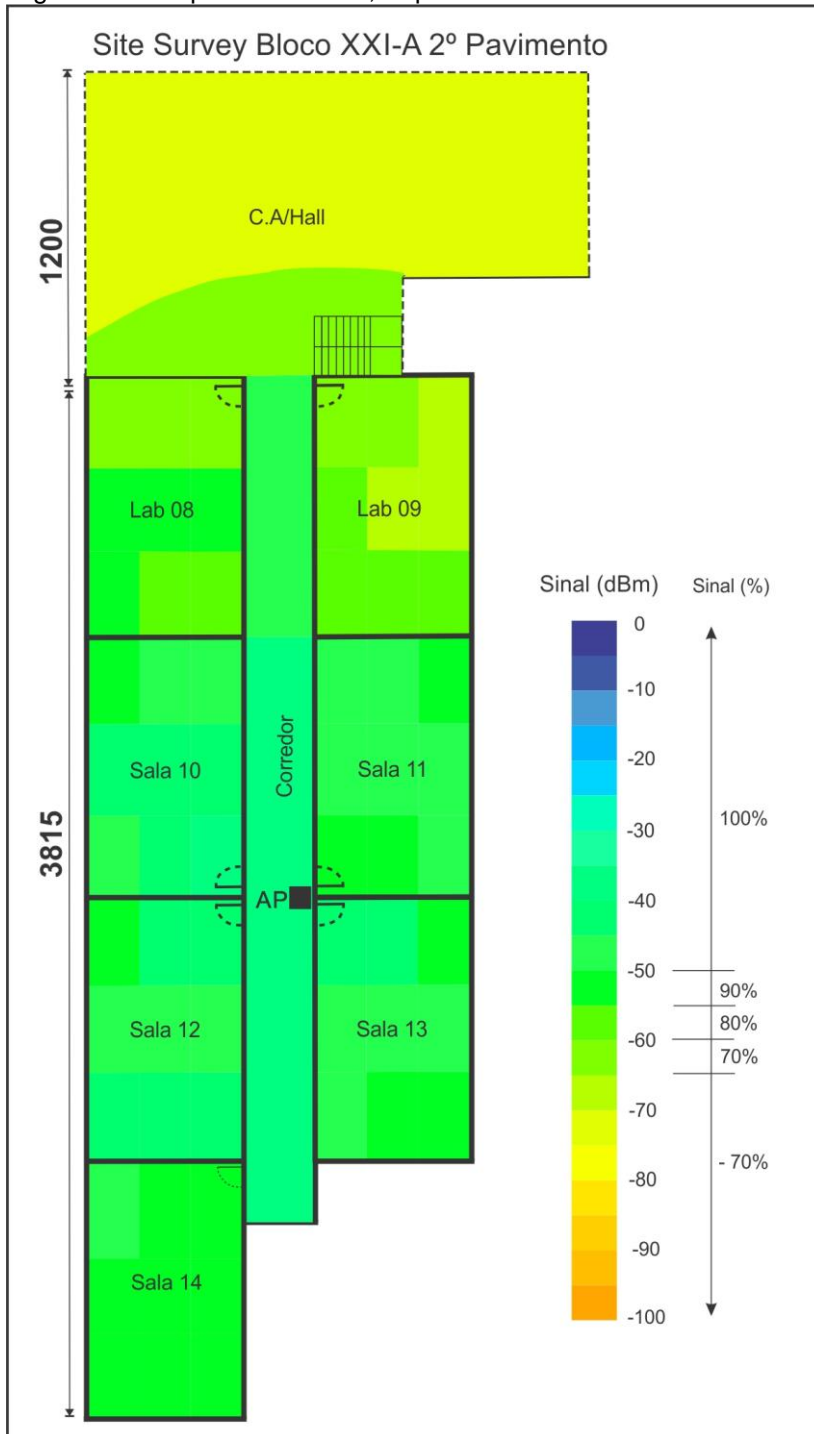
A figura 34 representa o mapa do terceiro pavimento do bloco, pode-se observar que há pouca diferença de RSSI nas salas de aula entre os pontos deste pavimento para os demais, visto que a localização do AP segue a mesma. O espaço do Hall e os laboratórios seguem com baixa de porcentagem de sinal, os laboratórios tendo a faixa de 70% a 80% do sinal, o espaço do hall segue em média de 55% da potência do sinal.

A figura 33 ainda mostra que alguns outros locais, como na sala 21, determinados pontos tem uma leve baixa de potência, mesmo assim, continuam com um bom sinal, em torno de 80% a 90%.

Após as análises, a criação das tabelas e mapas, percebe-se que a cobertura da rede sem fio do bloco XXI-A obteve bons resultados, sendo que praticamente todas as salas tem média maior que 80% do sinal. Os APs encontrados na rede também devem ser levados em conta, pois eles propagam o sinal em todo o bloco, onde existem três AP que estão localizados um em cada pavimento.

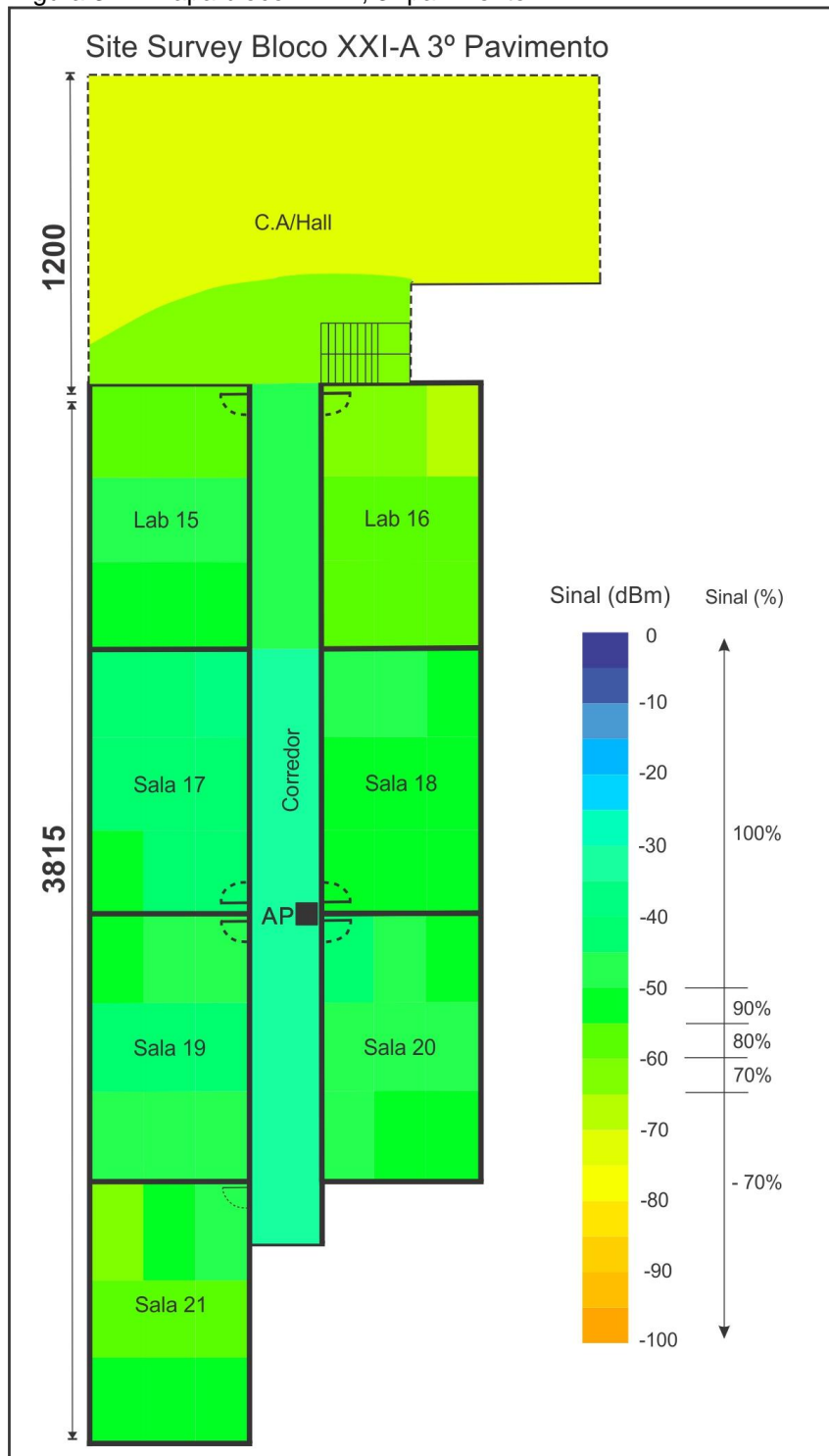
Os APs de todos os pavimentos foram bem avaliados, pois mesmo com uma distância considerável entre o AP e alguns dos pontos que foram analisados, todos eles tiveram RSSI detectado pelos softwares, deve-se considerar também a grande quantidade de obstáculos encontrados entre as salas, principalmente paredes e colunas.

Figura 33 – Mapa bloco XXI-A, 2º pavimento.



Fonte: Do Autor.

Figura 34 – Mapa bloco XXI-A, 3º pavimento.



Fonte: Do Autor.

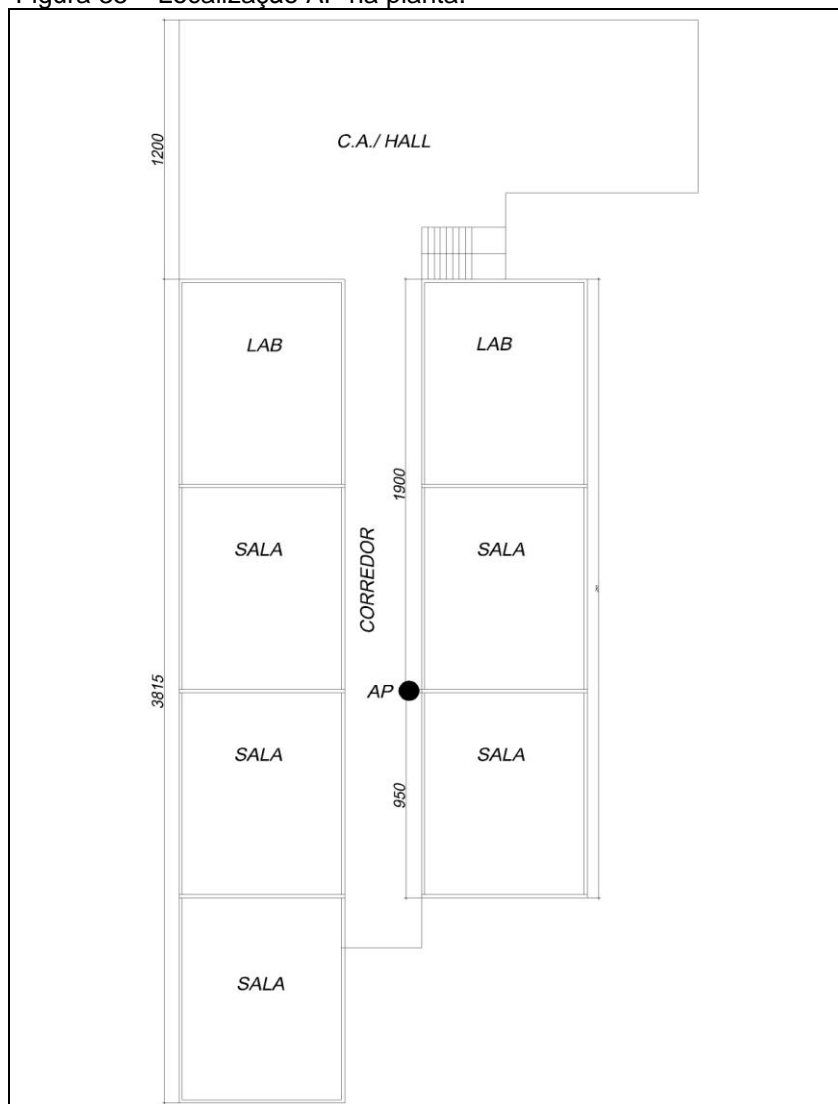
Com as análises, verificação dos AP, criação das tabelas e mapas, pode-se afirmar que todos os pavimentos apresentaram um bom resultado, sendo que foram obtidos um bom RSSI na maioria dos pontos, porém, alguns desses pontos apresentaram um índice considerado baixo, portanto, para a melhoria de sinal

nesses pontos, principalmente o hall, que ficou com sinal muito abaixo das demais áreas e os laboratórios de informática, que também foi notado um índice mais baixo que as outras salas de aula, buscou-se soluções para que possa ser melhorado a recepção de sinal nesses espaços.

### 6.2.3 Proposta de solução para a rede

Com as análises feitas na rede sem fio implantada no bloco XXI-A da Unesc, verificou-se um bom sinal em praticamente todas as salas, porém alguns locais ainda estão com uma baixa porcentagem em RSSI, portanto estudou-se a melhor maneira de solucionar esse problema da rede.

Figura 35 – Localização AP na planta.



Fonte: Do Autor.

Após a identificação da localização dos AP da rede, a execução do *Site Survey Indoor*, as análises e resultados, foi definido que as áreas que apresentaram um RSSI mais baixo estão mais distantes dos AP da rede, conseqüentemente onde também existe uma maior quantidade de obstáculos que absorvem o sinal. Na figura 35, tem-se a localização atual dos AP da rede, onde se pode observar que a localização dos mesmos é no centro do bloco em relação às salas, porém em relação ao corredor ele tem uma maior distância das salas iniciais, que são os laboratórios. Com as análises e estudos, propõem-se uma solução prática que não necessite de instalação de novos equipamentos de rede, para assim, melhorar a intensidade do sinal nos laboratórios e hall.

A solução seria baseada na modificação da localização dos AP da rede, sendo que essa modificação da localização seria em relação ao corredor, centralizando os AP de maneira a priorizar os laboratórios (figura 36).

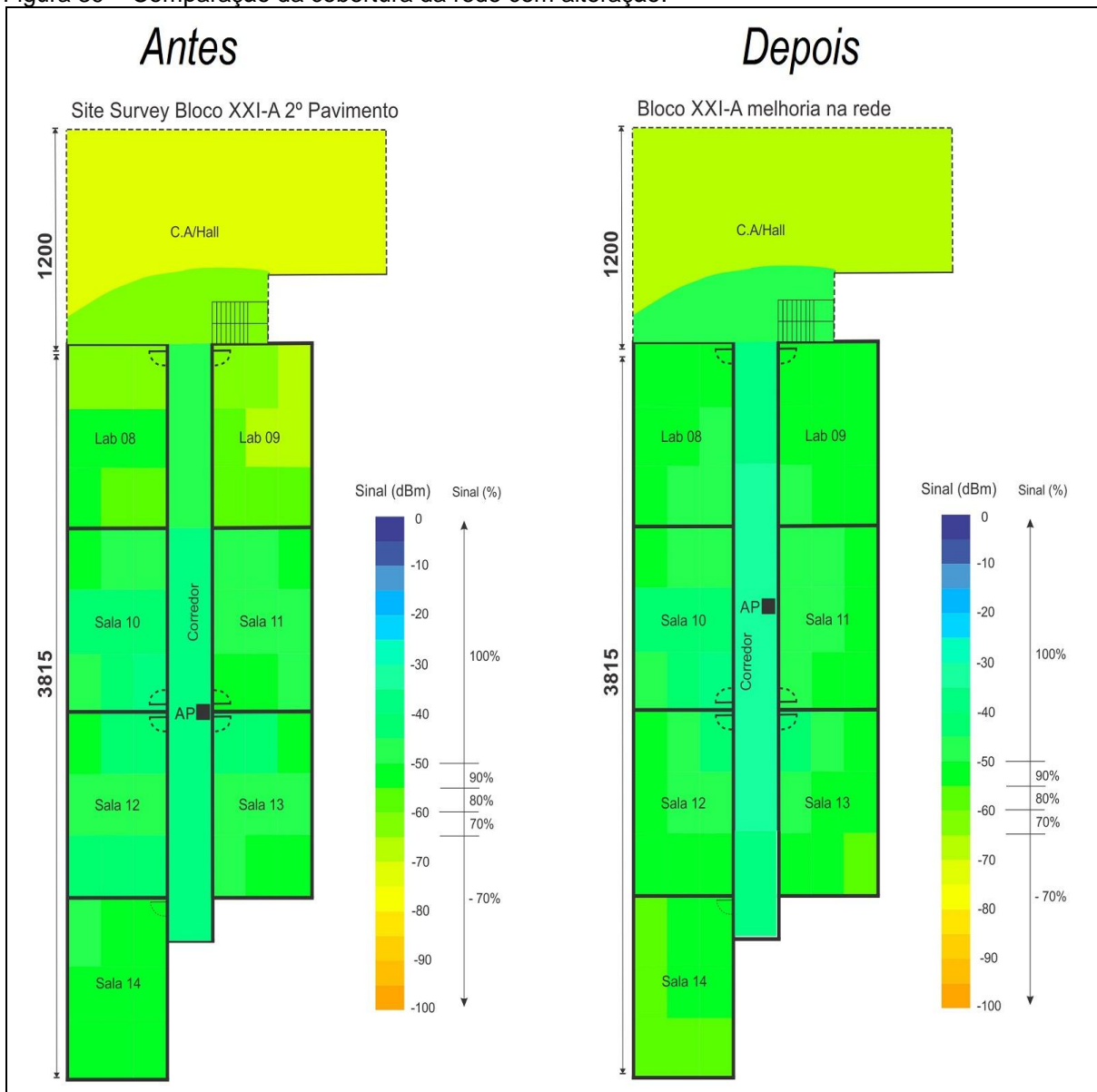
Figura 36 – Alteração localização dos APs.



Fonte: Do Autor.

Observa-se na figura 38 que a nova localização estaria exatamente no centro do corredor, alterando o AP do “p1” para o novo local “p2”, neste local os AP ficariam um pouco mais distantes das salas do final do corredor, entretanto aproximaria os APs dos seis laboratórios e do hall. Para esclarecer essa solução, foi criado um mapa de cores (figura 39) do bloco com a mudança dos AP, na figura 39 é possível visualizar uma comparação da análise realizada no segundo pavimento do bloco, com a nova cobertura de sinal da rede com a alteração do AP. Essa cobertura de rede com a alteração dos APs foi feita de forma empírica, sendo baseadas no estudo das análises executadas e dos resultados obtidos nos outros pontos, sendo assim, podem ocorrer variações.

Figura 39 – Comparação da cobertura da rede com alteração.



Fonte: Do Autor.

Como se pode notar, a figura mostra que a área dos laboratórios e do hall seria amplamente beneficiada com essa alteração, onde os laboratórios receberiam um sinal entre 90% a 100%, e o hall em torno de 70%, as salas localizadas no fim do corredor, como nesse caso a sala 14, tendem a ter uma leve perda de sinal, entretanto, mesmo com a alteração, receberiam um sinal entre 80% e 90%.

No geral a cobertura da rede sem fio obteve bons resultados, a proposta de solução apresentada visa distribuir o sinal da melhor forma possível por todo o bloco, de forma a não comprometer de forma complexa a estrutura da rede atual.

## 7 CONCLUSÃO

Com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no local específico, foi possível identificar o quanto é importante esse tipo de análise na estruturação de uma rede sem fio, além dos projetos de novas redes, a metodologia, como no caso deste trabalho, pode ser executada em redes existentes, na forma de visualizar as condições aos quais se encontram a rede e propor soluções caso às necessite.

Nos estudos prévios sobre o conceito das redes sem fio, observou-se o quão relevante é esse tipo de tecnologia para a comunicação atual, visto que esse tipo de rede ainda tende a evoluir e ganhar cada vez mais espaço dentre os outros tipos de rede. Percebe-se também com os estudos realizados, que há cada vez mais dispositivos e equipamentos com suporte a esse tipo de conexão sem fio, tornando essencial a implantação das redes em locais com grande circulação de pessoas e informações.

As dificuldades encontradas para a realização desse trabalho residiram na realização das análises no bloco, onde a princípio seria considerado o uso de uma planta já existente do local, porém como não foi possível obter essas plantas, foi necessário ser medido e projetado o bloco pelo acadêmico com o auxílio de outros softwares. Outra dificuldade encontrada foi à confecção dos mapas de “cores” que foram criadas para se visualizar de uma forma mais clara os resultados, alguns softwares de análise de rede possibilitam a criação desses mapas de forma mais rápida e fácil, porém esses softwares são proprietários, o que inviabilizou a utilização dos mesmos, sendo assim, os softwares utilizados, que são gratuitos, não fornecem essa ferramenta, então os mapas foram criados pelo acadêmico utilizando o software CorelDraw em sua versão de testes, o que levou algum tempo para aprender e se aprimorar dos recursos do software.

Os softwares Vistumbler e NetSurveyor que foram utilizados para a aplicação da metodologia *Site Survey* apresentaram resultados consistentes, onde em nenhum momento eles obtiveram índices diversos um do outro nas análises da rede.

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no bloco XXI-A da Unesc foram satisfatórios, onde a estrutura da rede atual, os APs e os locais aos quais passaram por análise apresentaram bons índices, resultando

em uma boa cobertura de sinal da rede. Alguns pontos apresentam índices mais baixos, sendo que foram submetidos a uma proposta de solução.

Trabalhos futuros poderão ser realizados na aplicação da metodologia *Site Survey* em outros locais ou blocos que possuam uma rede sem fio já implantada que necessite de uma avaliação, além disso, pode-se ter a possibilidade de aplicar esse tipo de análise para projetos de uma nova estrutura de rede, verificando locais e dimensionamentos apropriados. Outra opção para trabalhos futuros seria a aplicação da solução proposta neste trabalho, para verificação e comparação dos resultados aos quais se concluíram de forma empírica, analisando também na prática se realmente a cobertura do sinal obteve melhorias.

Por fim, este trabalho cumpriu os objetivos propostos e proporcionou a obtenção de conhecimento na área de redes de computadores, redes sem fio, ferramentas e análises de rede, bem como a agregação de conhecimento na área de pesquisa e qualificação profissional.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Edson Machado de. **Utilização da metodologia “Site Survey” em projetos de redes wireless LAN(WLAN)**. 2005. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Sistemas de Informação, Uniminas, Minas Gerais, 2005.
- BONAVENTURE, Olivier. **Computer Networking: Principles, Protocols and Practice**. 2011. Disponível em: <<http://www.saylor.org/site/wpcontent/uploads/2012/02/Computer-Networking-Principles-Bonaventure-1-30-31-OTC1.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- CARISSIMI, Alexandre da Silva; ROCHOL, Juergen; GRANVILLE, Lisandro Zambenedetti. **Redes de computadores**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 391p. ISBN 9788577804962
- COSTA, Sanmia Shunn de Oliveira Jesus. QoS: (Quality of Service). **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, n. 1, p.29-55, jun. 2006.
- FLICKENGER, Rob. **Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento: Um guia prático para o planejamento e a construção de uma infra-estrutura de telecomunicações**. 2. ed. Washington: Hacker Friendly Llc, 2008. 397 p.
- FRAIHA, Simone G. C. et al. **Metodologia para Projeto de Redes Sem Fio Baseada em Medidas de Potência e QoS**. 2007. Disponível em: <[http://www.lea.ufpa.br/producaocientifica/seminarios/2008/momag2008\\_Simone.pdf](http://www.lea.ufpa.br/producaocientifica/seminarios/2008/momag2008_Simone.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2014.
- GEIER, Jim. **RF site survey steps**. 2002. Disponível em: <<http://www.wifiplanet.com/tutorials/article.php/1116311>>. Acesso em: 20 jun. 2006.
- JARDIM, F. de M. **Guia profissional de redes Wireless: Voip/Wifi/Bluetooth/Wimax/Infravermelho/ Skype**. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2005.
- KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 5. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2010. 614 p.
- MENDES, Douglas Rocha. **Redes de computadores: teoria e prática**. São Paulo: Novatec, 2007. 384 p.
- MICROSOFT. **Hubs, comutadores, roteadores e pontos de acesso**. [s.d.] Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/pt-br/windows/hubs-switches-routers-access-points-differ#1TC=windows-7>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Redes wireless, parte 4: Antenas e conectores**. 2008. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/alcance-antenas-conectores-potencia/pagina2.html>>. Acesso em: 25 maio 2013.

MORIMOTO, Carlos E. **Redes: Guia Completo**. 3. ed. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.

MORIMOTO, C. E. **Servidores Linux: guia prático**. 2. ed. Porto Alegre: Sul Editores, 2009.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. Redes wireless: Calculando a potência de transmissão e de recepção. 2011. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/calculando-potencia-wireless/>>. Acesso em: 25 maio 2013.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Site Survey, O segredo de um bom Projeto**. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_site\\_survey.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_site_survey.php)>. Acesso em 05 de Outubro de 2013.

PINTO, Pedro. **Vistumbler – Vasculhe redes sem fios no Windows**. 2011. Disponível em: <<http://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/vistumbler-vasculhe-redes-sem-fios-no-windows/>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

RAPPAPORT, Theodore S.. **Comunicações Sem Fio: Princípios e Práticas**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009. 432 p.

RODRIGUES, William Carlos de J.; SANTOS, Ezequiel Ferreira dos. **Site survey: mapeamento, detecção de vulnerabilidades e análise de sinal de redes sem fio**. Exacta, São Paulo, v. 5, p.69-78, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81050107>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

ROSS, John. **O livro do wireless: Um guia definitivo para wi-fi redes sem fio**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009. 336 p.

RUBINSTEIN, Marcelo G.; REZENDE, José Ferreira de. **Qualidade de Serviço em Redes 802.11**. 2007. Disponível em: <<http://www.gta.ufrj.br/ftp/gta/TechReports/RuRe02.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

SIMÕES, Pedro. **NetSurveyor – Mais uma ferramenta para as redes sem fios**. 2011. Disponível em: <<http://pplware.sapo.pt/windows/software/netsurveyor-mais-uma-ferramenta-para-as-redes-sem-fios/>>. Acesso em: 31 ago. 2014.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 786 p.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 5.ed Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1997. 923 p.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Redes de computadores locais e de longa distância**. São Paulo: Makron Books, 1986. 353 p.

TELECO. **LAN / MAN Wireless I: Padrões 802.11 a, b e g**. 2014. Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwanman1/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwanman1/pagina_3.asp)>. Acesso em: 25 maio 2014.

## **APÊNDICE(S)**

APÊNDICE A – Artigo

## Aplicação da Metodologia Site Survey em locais específicos: Estudo de Caso

Mateus B. Colares<sup>1</sup>, Rogério A. Casagrande<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitária – Criciúma – SC – Brasil

<sup>2</sup>Professor MSc. do Curso de Ciência da Computação – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – Brasil

mateusbcolares@hotmail.com, roc@unesc.net

**Abstract.** *The wireless networks have become one of the main means of communication and information exchange in the present times, since this technology have being growing in the market. Because of bad design, some wireless networks usually face problems related to signal. The "Site Survey" methodology consists in bringing detailed analysis on wireless networks, where these analysis can be applied in new wireless networks or on already implanted networks. Thus, the "Site Survey Indoor" methodology was applied in a specific block, where all the class rooms, corridor and hall were measured and projected. In the projected places were defined the spots which the inspections should be made. To collect the needed data, special softwares were used to that kind of monitoring. The implanted wireless network on Unesc's block "XXI-A" showed good signal levels in most of the inspected places, however, some spots had lower signal levels than other sites. Thus, a solution was proposed to these places, which consists in changing the location of the wireless access points.*

**Resumo.** *As redes sem fio tem se tornado um dos principais meios de comunicação e troca de informações da atualidade, visto que essa tecnologia está em crescente expansão no mercado. Algumas redes sem fio, muitas vezes por não serem projetadas, tendem a ter problemas relacionados a sinal. A metodologia Site Survey consiste em realizar análises minuciosas em redes sem fio, podendo ser aplicada em projetos de novas redes ou analisar redes já implantadas, sendo assim, foi aplicada a metodologia Site Survey Indoor em local específico, onde foram medidas todas as salas de aula, corredor e hall. Nos locais especificados foram definidos os pontos aos quais seriam realizadas as inspeções. Para a coleta dos dados necessários, foram utilizados softwares adequados para esse tipo de sondagem. Os resultados da análise da rede sem fio implantada no bloco XXI-A da Unesc evidenciaram um bom índice de sinal na maioria dos locais inspecionados, porém alguns pontos tiveram um sinal mais baixo que os demais locais, sendo assim, foi proposta uma solução para esses locais através da alteração da localização dos pontos de acesso da rede.*

## 1. Introdução

As redes de computadores estabelecem um padrão de interligação de computadores, tanto para compartilhamento de recursos físicos quanto lógicos (MENDES, 2007). Para Mendes (2007, p.17), “A tecnologia de rede chegou ao estágio da massificação quando os computadores começaram a se espalhar pelo mundo comercial, ao mesmo tempo em que programas complexos multiusuários começaram a serem desenvolvidos”. Com esse grande avanço, a fusão dos computadores e das comunicações e telecomunicações influenciaram diretamente na maneira como os computadores são organizados atualmente.

O modelo em que um único computador realiza todas as tarefas requeridas está defasado, sendo assim substituído pelas redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por vários computadores separados, interconectados por alguma via de comunicação (AMARAL, 2012).

Um grande avanço tecnológico das redes de computadores foi o surgimento das redes sem fio que possibilitou o compartilhamento de informações entre dispositivos sem o uso de qualquer tipo de cabeamento, possibilitando uma maior flexibilidade e facilidade na instalação da rede. Segundo Kurose e Ross (2010, p.385) “as LANs sem fio agora são uma das mais importantes tecnologias de rede de acesso na internet de hoje”, entretanto, alguns aspectos ainda deixam a desejar, de acordo com a pesquisa feita pelo instituto britânico Epiteiro em 2011, conexões sem fio perdem em média cerca de 30% da largura de banda e que na maioria das vezes os usuários só percebem os problemas quando utilizam aplicativos ou jogos online, que exigem mais das placas de rede wireless, visto que a longa distância do equipamento receptor até a antena de transmissão, a presença de móveis, paredes e também outros equipamentos que operam na mesma faixa de frequência, são os principais fatores que colaboram para a perda de velocidade da conexão.

Dentre as metodologias que podem ser aplicadas nas redes wireless existe o site survey, que tem como princípio a inspeção técnica minuciosa do local que será usado para a implantação de uma nova infraestrutura de rede ou até mesmo na identificação e solução dos problemas de um sistema já em funcionamento, além disso, em quaisquer casos, o site survey pode ser utilizado para estabelecer métodos que permitam o remanejamento dos pontos de rede existentes, pelo simples reposicionamento ou reconfiguração, ampliação do número de pontos existentes e aumento da cobertura da rede, que possivelmente pode ser resolvido adicionando novos pontos de acesso, cuja localização será obtida a partir dos resultados do levantamento da planta, das medidas de propagação em campo e das especificações de desempenho esperadas.

Portanto, esta pesquisa, consiste em aplicar a metodologia site survey indoor no bloco XXI-A da UNESC, para verificar se a estrutura atual da rede wireless fornece uma boa cobertura de sinal e se os equipamentos utilizados estão de acordo com as necessidades da rede, sabendo-se também que a quantidade de usuários e dispositivos que utilizam as redes sem fio estão tendo um grande crescimento com o passar dos anos.

## 2. Redes de Computadores

As redes de computadores estabelecem a forma padrão de interligar computadores para o compartilhamento de recursos físicos ou lógicos (MENDES, 2007). O objetivo principal de uma rede é o compartilhamento dos recursos disponíveis de forma rápida, segura e eficiente, para isso, é necessário mecanismos e regras para garantir essa interação eficaz entre os elementos da rede (PINHEIRO, 2003).

As redes de computadores existem há muito tempo, as primeiras foram utilizadas até mesmo antes dos computadores pessoais existirem, pois se viu a necessidade da troca de

informações ou acesso a dados que estão em outro local. Com o grande crescimento da tecnologia de rede de computadores, alguns problemas de conflito ocorreram, pois na época as empresas que produziam as placas, cabos entre outros, não possuíam nenhum tipo de padronização, assim, os recursos funcionavam apenas se fossem todos produzidos pela mesma empresa. Para garantir a solução desse problema e conseqüentemente de outros que poderiam surgir com o tempo, as principais empresas da época se reuniram para criar uma padronização, assim, criou-se o padrão Ethernet, que é a arquitetura mais utilizada até hoje (KUROSE; ROSS, 2010).

Para uma comunicação bem sucedida em uma rede, é preciso mais que cabos ou placas, por isso, nas redes de computadores existem protocolos, que têm função de controlar e possibilitar a conexão, comunicação e transferência de dados entre um remetente e um receptor.

Os protocolos podem ser implementados pelo hardware ou software, os principais modelos de referencia criados para suprir essas necessidades de padronização são o Reference Model Open System Interconnection (RM-OSI) ou somente OSI e o modelo TCP/IP. O modelo OSI foi dividido em sete camadas e o modelo TCP/IP, que é o mais utilizado pela internet nos dias atuais é dividido em quatro camadas (AMARAL, 2012).As redes de computadores podem ser classificadas de acordo com a área geográfica de cobertura da rede, assim pode-se classificar em rede de área local LAN(Local Area Network ), Rede de Área Metropolitana (MAN) Metropolitan Area Network , Rede de Área Extensa (WAN) Wide Area Network.

### 3. Redes sem Fio

A ideia de redes sem fio surgiu da necessidade de interconexão de computadores ou dispositivos sem a utilização de meios físicos, uma primeira amostragem de como funcionaria uma rede conectada através de ondas de rádio foi do físico italiano Guglielmo Marconi em 1901, que demonstrou um telegrafo sem fio que transmitia informações de um navio para o litoral por código Morse (TANEMBAUM, 1997).

Com o passar dos anos a tecnologia sem fio evoluiu consideravelmente se destacando entre as principais fontes de comunicação e troca de informações da atualidade. Dentre as principais comunicações sem fio pode-se citar o Bluetooth e as redes LANs sem fio, o Bluetooth foi criado para solucionar a dificuldade de conexão de dispositivos menores, como os celulares, fones de ouvido, entre outros, mas as principais evoluções das redes sem fio estão nas LANs sem fio, onde os computadores possuem um modem de radio e uma antena por meio dos quais pode se comunicar, (TANEMBAUM, 1997).

Como na maioria das redes, as redes sem fio também possuem um padrão, que é chamado de IEEE 802.11 e também conhecido como Wi-Fi, desta maneira, as redes sem fio operando via rádio podem facilmente ser construídas usando equipamentos de diferentes fabricantes. Também se deve citar que para uma rede deste tipo ser estabelecida, é necessário que os dispositivos ou Stations (STA) se conectem a aparelhos que forneçam o acesso, onde estes são genericamente denominados *Access Point* (AP). Quando uma ou mais STAs se conectam a um AP, tem-se, portanto, uma rede, que é denominada *Basic Service Set* (BSS). Por questões de segurança e pela possibilidade de haver mais de um BSS em determinado local (por exemplo, duas redes sem fio criadas por empresas diferentes em uma área de eventos), é importante que cada um receba uma identificação denominada *Service Set Identifier* (SSID), um conjunto de caracteres que, após definido, é inserido no cabeçalho de cada pacote de dados da rede. Em outras palavras, o SSID nada mais é do que o nome dado a cada rede sem fio (AMARAL, 2012).As redes sem fio possuem classificações que assim como as redes cabeadas, são definidas através da área geográfica em que a atua, sendo assim

pode-se classificá-las como: rede sem fio Wireless Personal Area Network (WPAN) é a rede sem fio de área pessoal, que interliga dispositivos ou computadores em uma pequena área limitada, rede Wireless Local Area Network (WLAN) rede sem fio de área local, que é uma rede de média distância, utilizada principalmente em residências e escritórios, rede Wireless Wide Area Network (WWAN) são redes sem fio de área extensa, interliga outras redes em uma área geográfica imensa, (AMARAL,2012).

Nas redes são encontrados muitos dispositivos para realizar as conexões entre computadores. Os Hubs e Comutadores são dispositivos recomendados para a interligação entre computadores de uma rede de menor porte, como as redes domésticas. Em conexão de redes de maior porte, ou seja, que possui mais computadores são utilizados os Switches, que são dispositivos mais inteligentes comparados aos Hubs. Para interligações entre redes, são utilizados os Roteadores, que permite que os computadores se comuniquem e possam transmitir informações entre duas redes, sendo que esse recurso para direcionar o tráfego da rede é o que dá ao roteador esse nome.

Nas redes sem fio, um dos dispositivos mais utilizados são os Access Point (AP) ou Ponto de Acesso. Na figura 11 é possível observar um modelo de Access Point, que fornecem acesso sem fio a uma rede Ethernet com fio. Um ponto de acesso se conecta a um hub, comutador ou roteador com fio e envia sinais sem fio, permitindo que os computadores e dispositivos se conectem a uma rede com fio sem usar fio.

Os pontos de acesso atuam de forma muito parecida com as torres de celular, onde você pode se movimentar de um local para outro e continuar a ter acesso sem fio a uma rede, essa característica pode ser chamada de Roaming. Vários pontos de acesso podem trabalhar em conjunto para prover um acesso em uma área maior. Esta área é subdividida em áreas menores sendo que cada uma delas coberta por um ponto de acesso, provendo acesso sem interrupções ao se movimentar entre as áreas através de roaming.

As ondas de rádio ou também conhecidas por “ondas eletromagnéticas de radiofrequência” ou até mesmo “ondas de rádio frequência” são campos eletromagnéticos utilizados nas comunicações sem fio (FLICKENGER, 2008). Uma onda possui velocidade, frequência e comprimento de onda, onde, o comprimento de onda ( $\lambda$ ) é a distância medida de um ponto em uma onda até a parte equivalente da onda seguinte. A frequência é o número de ondas completas que passam em um ponto fixo em um período de tempo e é medida em ciclos por segundo ou Hertz (Hz). A velocidade é medida em metros por segundo e o comprimento é medido em metros. As ondas também tem uma propriedade chamada amplitude que é a distância do centro da onda para o extremo de um de seus picos, pode ser considerada a “altura” da onda (FLICKENGER, 2008).

Nos sistemas de comunicação as antenas são componentes muito importantes, que são utilizados para transformar um sinal de RF atravessando um condutor em uma onda eletromagnética que viajara no espaço aberto. As antenas têm uma propriedade chamada reciprocidade, o que significa que uma antena manterá as mesmas características mesmo emitindo ou recebendo sinal. A maioria das antenas são dispositivos ressonantes, que operam eficientemente dentro de uma banda de frequência estreita, uma antena sempre deve estar sintonizada para a mesma banda de frequência da estação no qual está conectada, para assim, evitar problemas de transmissão e recepção. Quando um sinal é enviado para a antena ela emitirá radiação que será distribuída no espaço (FLICKENGER, 2008).

#### **4. Site Survey**

O *Site Survey* é uma metodologia importante no sentido de análise para implantação de uma rede ou análise de uma rede sem fio já existente. O *site survey* visa com a utilização de ferramentas analisar a qualidade do sinal de transmissão, detectando possíveis problemas de

transmissão ou se a rede possui algum fator que a deixa abaixo do esperado no sentido de qualidade do serviço.

Hoje, muitas empresas ou até mesmo residências enfrentam essas perdas na qualidade de sinal ou algum outro tipo de problema, sendo assim, exigindo mais competência dos administradores das redes sem fio. As análises realizadas através da metodologia *site survey* em locais no qual serão implantadas novas redes são minuciosas, onde são estudados a viabilidade do projeto, através de levantamentos da infraestrutura necessária como dispositivos, transmissores, concentradores, entre outros e também testes de comportamento da rede, descobrindo as áreas que serão cobertas por sinal e averiguando as possíveis interferências que podem ocasionar problemas futuramente.

Nas redes já existentes as análises funcionam quase da mesma forma, verificando as interferências, os dispositivos, entre outros. Os resultados nessas análises devem apontar quais os upgrades que são necessários para solucionar o devido problema encontrado (RODRIGUES; SANTOS, 2007).

Para se obter resultados mais concretos a respeito da qualidade do sinal, serão utilizados na obtenção dos dados dois softwares simultaneamente. Os softwares escolhidos para realizar as análises foram o Vistumbler e o NetSurveyor que são programas específicos para esse tipo de análise, fornecem boas informações, além de serem gratuitos.

## **5. Aplicação da metodologia Site Survey em locais específicos: Estudo de caso**

Com o grande avanço tecnológico dos dispositivos de comunicação, as redes sem fio se tornaram essenciais na comunicação atual, porém, alguns problemas como a perda de potência de sinal nesse tipo de transmissão é comum, assim, sendo necessária a realização de análises em redes de maior porte, para verificar se a estrutura da rede está implantada da melhor forma. A metodologia *Site Survey* que pode ser utilizada tanto para projetos de novas redes quanto em redes já existentes, visa realizar a inspeção minuciosa desses locais, através dessa metodologia esse trabalho visa coletar as informações necessárias, analisá-las e propor soluções para a rede.

### **5.1 Metodologia**

A aplicação do *Site Survey* é composta por etapas, no qual também foram seguidas neste projeto. Primeiramente foi realizado a etapa de medição do local ao qual foi analisado, para se ter uma projeção da planta específica, após, foi feito a análise da estrutura da rede, detectando a localização dos APs utilizados. Com essas informações importantes da estrutura e projeto da rede, foram aplicadas as análises de sinal, no qual foram utilizados softwares específicos de coleta de sinal. Por fim foram reunidos todos os dados coletados e analisados para a criação de tabelas e mapa de cores, aos quais ajudaram a obter uma melhor percepção da cobertura de sinal da rede. Com as etapas de análise concluídas, chegou-se a proposta de solução para melhoria da rede.

### **5.2 Aplicação de Site Survey Indoor no bloco específico**

Após as etapas de medição do bloco e da estrutura da rede, foi aplicada a metodologia *Site Survey Indoor*.

Primeiramente foi selecionado o tipo de STA que seria utilizado, sendo assim, para a realização das análises foi utilizado um notebook Samsung ATIV Book 2 KD5 com Processador Intel Core i3, 4GB de RAM e adaptador de rede Qualcomm Atheros AR9485WB-EG, que é um dos modelos de placa de rede bastante utilizados em notebooks.

A escolha de um notebook para a realização das análises foi por ser um dos meios de comunicação sem fio bastante utilizados na atualidade, que oferece os recursos que são utilizados por acadêmicos e professores da universidade. Além disso, o notebook também foi utilizado para a realização das outras tarefas, como o desenho da planta. Outro ponto que também foi levado em conta é que os softwares utilizados na pesquisa até o momento ainda não possuem versão para aparelhos celular.

Com o mapa do bloco já projetado, foi estudado qual a quantidade de pontos necessários em cada sala, à distância desses pontos em relação às paredes e a localização de um em relação ao outro na sala. Decidiu-se assim utilizar quatro pontos nas extremidades das salas, distando um metro de cada canto e outro ponto no centro da sala.

Esses pontos servem principalmente para a realização de forma padrão em todas as salas, tornando os resultados mais coerentes, assim, utilizando-os nas extremidades tem-se a ideia que o sinal que chega a cada canto já é o com mais realce, assim os demais locais da sala tendem a possuir o mesmo sinal, ou até melhor.

Com a definição dos pontos, buscou-se saber os endereços MAC dos AP da rede para posteriormente verificar de qual AP está chegando o melhor sinal no ponto em que se está analisando, essa busca foi feita com a utilização dos mesmos softwares que posteriormente foram utilizados para a análise de sinal. Os APs, como já mencionado anteriormente, ficam em posições iguais nos três pavimentos, de forma com que apenas chegando próximo ao local de onde inicia sua transmissão já foi possível identificar seu endereço MAC.

Para as análises de sinal RF foi necessário à utilização de ferramentas computacionais específica para esse tipo de busca em redes sem fio, sendo assim, após uma pesquisa, foi considerada a utilização dos softwares Vistumbler e NetSurveyor, que fornecem justamente os dados necessários para a realização da análise, apresentaram bons recursos, além de serem softwares gratuitos de fácil acesso e compreensão. O processo de análise nos pontos também foi feito de forma padrão em todas as salas e ambientes, onde foram utilizados os dois softwares simultaneamente em cada ponto, verificando sempre se nenhum dos dois apresentava resultados muito distintos, assim possibilitando a coleta de dados mais confiáveis. O processo de análise foi iniciado do pavimento superior até chegar ao térreo, percorrendo as vinte e uma salas do bloco, o centro acadêmico, e hall.

Com a utilização da ferramenta AutoCAD, que também foi utilizada para projetar o bloco, foram feitos os pontos de acordo com cada sala, e neles foram sendo armazenados os dados referentes a análise do sinal da rede, para posteriormente criar as tabelas e o mapa de cores com os resultados da análise.

As análises de sinal através dos softwares foram baseadas no *received signal strength indicator* (RSSI) que é a indicação da intensidade do sinal recebido pelo receptor, neste caso em dBm e em porcentagem que são os padrões recebidos também nos softwares.

Para a comparação posterior dos resultados foram criadas tabelas contendo os dados referentes a cada sala de todo o bloco, esses dados foram coletados de cada ponto, sendo que em cada sala foi considerado uma média em dBm e porcentagem. Um mapa de cores, referente ao sinal da rede no bloco também foi criado, para isso, utilizou-se a ferramenta CorelDraw para a confecção, onde neste mapa, se tem uma melhor percepção para a visualização dos resultados obtidos.

## **6. Resultados obtidos**

Com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no bloco XXI-A da Unesc, foi possível visualizar de forma geral o nível de cobertura da rede sem fio implantada no local. Para um melhor entendimento e distribuição dos dados da análise, foram criadas tabelas que demonstram claramente os resultados em cada ponto analisado.

Os resultados obtidos na análise do pavimento térreo mostram que boa parte das salas possui uma cobertura de sinal de pouca variação, sendo que a média de RSSI das salas 03, 04, 05 e 06 são praticamente similares. Os endereços MAC de onde foram detectados o melhor RSSI de todos os pontos analisados no pavimento térreo, fazem referência ao AP localizado no devido pavimento ao qual está localizada a sala.

Outros dados relevantes que foram observados na análise do pavimento térreo são os pontos onde o sinal teve o RSSI mais diferenciado, por exemplo, o laboratório dois tem em média -62dBm de potência o equivalente em porcentagem a 76% de sinal, ao contrário do corredor, que teve em média -39dBm (100%). Isso pode se justificar principalmente pela quantidade de obstáculos que se tem de uma área para outra, onde o corredor, por exemplo, não possui entre ele e o AP obstáculos como paredes ou colunas.

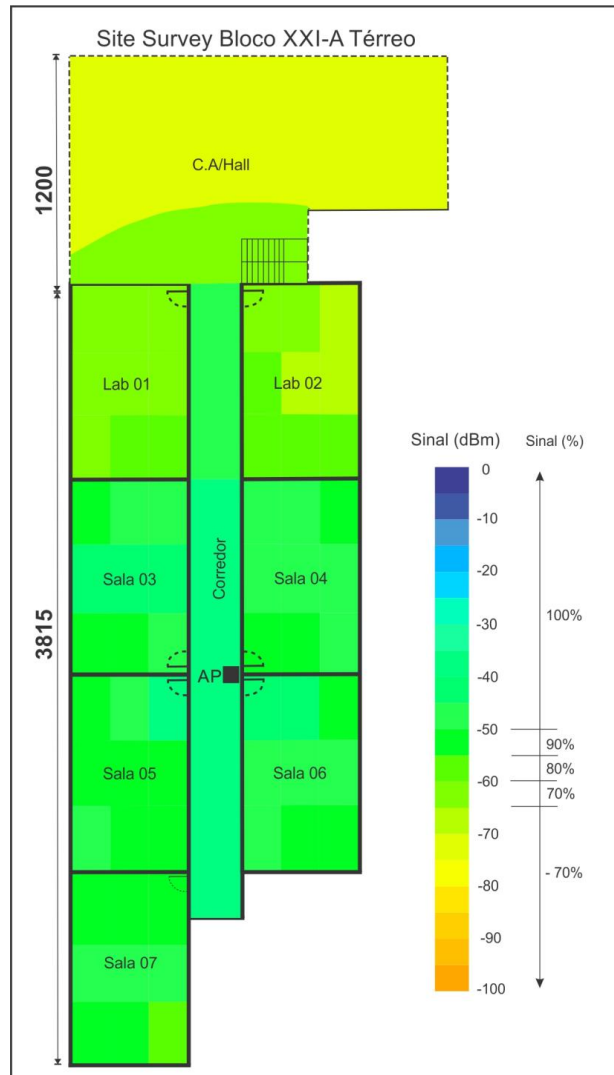
Após a comparação entre os dados, observou-se que os demais pavimentos também obtiveram resultados semelhantes na maiorias dos pontos analisados. Os resultados obtidos com a aplicação do *site survey* foram avaliados para se verificar a qualidade da cobertura da rede sem fio.

## **6.2. Avaliação da cobertura de sinal da rede**

Com a coleta dos dados e a comparação entre eles, foi necessário uma avaliação geral da cobertura do sinal da rede. Para isso, baseando-se nos índices RSSI obtidos com a análise, foram criados mapas de “cores” referentes a cada pavimento.

Na figura 1, tem-se o mapa referente às análises realizadas no pavimento térreo. Pode-se observar nesse mapa a área no qual o bloco está com cobertura de rede sem fio. Na figura é possível constatar que a maioria das salas apresenta um bom RSSI, principalmente as mais próximas ao AP, no qual tem índice segundo os softwares de 100% de sinal. Apesar de praticamente todas as salas e pontos apresentarem bons índices, algumas delas ainda obtiveram índices mais baixos, o laboratório um e dois tem pontos que apresentaram sinal em torno de 70% a 80%, sendo mais baixo que nas salas de aula, que apresentaram índices de baixa variação. Uma área foi observada números relevantes foi o Hall, onde o RSSI média ficou com -75dBm, segundo os softwares, representando uma média em porcentagem de 56% da potência do sinal, ficando assim, bem abaixo dos outros valores coletados.

Os APs de todos os pavimentos foram bem avaliados, pois mesmo com uma distância considerável entre o AP e alguns dos pontos que foram analisados, todos eles tiveram RSSI detectado pelos softwares, deve-se considerar também a grande quantidade de obstáculos encontrados entre as salas, principalmente paredes e colunas.



**Figura 1 – Mapa de cores bloco XXI-A, pavimento térreo.**

Com as análises, verificação dos AP, criação das tabelas e mapas, pode-se afirmar que todos os pavimentos apresentaram um bom resultado, sendo que foram obtidos um bom RSSI na maioria dos pontos, porém, alguns desses pontos apresentaram um índice considerado baixo, portanto, para a melhoria de sinal nesses pontos, principalmente o hall, que ficou com sinal muito abaixo das demais áreas e os laboratórios de informática, que também foi notado um índice mais baixo que as outras salas de aula, buscou-se soluções para que possa ser melhorado a recepção de sinal nesses espaços.

### **6.3 Proposta de solução para a rede**

Com as análises feitas na rede sem fio implantada no bloco XXI-A da Unesc, verificou-se um bom sinal em praticamente todas as salas, porém alguns locais ainda estão com uma baixa porcentagem em RSSI, portanto estudou-se a melhor maneira de solucionar esse problema da rede.

Após a identificação da localização dos AP da rede, a execução do *Site Survey Indoor*, as análises e resultados, foi definido que as áreas que apresentaram um RSSI mais baixo estão mais distantes dos AP da rede, conseqüentemente onde também existe uma maior quantidade de obstáculos que absorvem o sinal. A solução seria baseada na modificação da

localização dos AP da rede, sendo que essa modificação da localização seria em relação ao corredor, centralizando os AP de maneira a priorizar os laboratórios.

No geral a cobertura da rede sem fio obteve bons resultados, a proposta de solução apresentada visa distribuir o sinal da melhor forma possível por todo o bloco, de forma a não comprometer de forma complexa a estrutura da rede atual.

## 7. Conclusão

Com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no local específico, foi possível identificar o quanto é importante esse tipo de análise na estruturação de uma rede sem fio, além dos projetos de novas redes, a metodologia, como no caso deste trabalho, pode ser executada em redes existentes, na forma de visualizar as condições aos quais se encontram a rede e propor soluções caso às necessite. Nos estudos prévios sobre o conceito das redes sem fio, observou-se o quão relevante é esse tipo de tecnologia para a comunicação atual, visto que esse tipo de rede ainda tende a evoluir e ganhar cada vez mais espaço dentre os outros tipos de rede. Percebe-se também com os estudos realizados, que há cada vez mais dispositivos e equipamentos com suporte a esse tipo de conexão sem fio, tornando essencial a implantação das redes em locais com grande circulação de pessoas e informações.

Os softwares Vistumbler e NetSurveyor que foram utilizados para a aplicação da metodologia *Site Survey* apresentaram resultados consistentes, onde em nenhum momento eles obtiveram índices diversos um do outro nas análises da rede.

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia *Site Survey Indoor* no bloco XXI-A da Unesc foram satisfatórios, onde a estrutura da rede atual, os APs e os locais aos quais passaram por análise apresentaram bons índices, resultando em uma boa cobertura de sinal da rede. Alguns pontos apresentam índices mais baixos, sendo que foram submetidos a uma proposta de solução.

Por fim, este trabalho cumpriu os objetivos propostos e proporcionou a obtenção de conhecimento na área de redes de computadores, redes sem fio, ferramentas e análises de rede, bem como a agregação de conhecimento na área de pesquisa e qualificação profissional.

## Referências

- BONAVENTURE, Olivier. **Computer Networking: Principles, Protocols and Practice**. 2011. Disponível em: <<http://www.saylor.org/site/wpcontent/uploads/2012/02/Computer-Networking-Principles-Bonaventure-1-30-31-OTC1.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- COSTA, Sanmia Shunn de Oliveira Jesus. QoS: (Quality of Service). **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, n. 1, p.29-55, jun. 2006.
- FLICKENGER, Rob. **Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento: Um guia prático para o planejamento e a construção de uma infra-estrutura de telecomunicações**. 2. ed. Washington: Hacker Friendly Llc, 2008. 397 p.
- GEIER, Jim. RF site survey steps. 2002. Disponível em: <<http://www.wifiplanet.com/tutorials/article.php/1116311>>. Acesso em: 20 jun. 2006.
- JARDIM, F. de M. Guia profissional de redes Wireless: Voip/Wifi/Bluetooth/Wimax/ Infravermelho/ Skype. 1. ed. São Paulo: Digerati Books, 2005.
- KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down**. 5. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2010. 614 p.

MENDES, Douglas Rocha. Redes de computadores: teoria e prática. São Paulo: Novatec, 2007. 384 p.

MICROSOFT. **Hubs, comutadores, roteadores e pontos de acesso.** [s.d.] Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/pt-br/windows/hubs-switches-routers-access-points-differ#1TC=windows-7>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Redes wireless, parte 4: Antenas e conectores.** 2008. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/alcance-antenas-conectores-potencia/pagina2.html>>. Acesso em: 25 maio 2013.

MORIMOTO, Carlos E. Redes: Guia Completo. 3. ed. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.

MORIMOTO, C. E. Servidores Linux: guia prático. 2. ed. Porto Alegre: Sul Editores, 2009.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. Site Survey, O segredo de um bom Projeto. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_site\\_survey.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_site_survey.php)>. Acesso em 05 de Outubro de 2013.

ROSS, John. O livro do wireless: Um guia definitivo para wi-fi redes sem fio. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009. 336 p.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 786 p.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. 5.ed Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1997.9