

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

ELLEN MAYUMI KUROKAWA

**ANÁLISE DA PROPAGAÇÃO DO SINAL DA REDE
WIRELESS NA UNIVERSIDADE SAGRADO
CORAÇÃO**

BAURU
2011

ELLEN MAYUMI KUROKAWA

**ANÁLISE DA PROPAGAÇÃO DO SINAL DA REDE
WIRELESS NA UNIVERSIDADE SAGRADO
CORAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Profº. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa.

BAURU
2011

K9688a	Kurokawa, Ellen Mayumi Análise da propagação do sinal da rede wireless na Universidade Sagrado Coração / Ellen Mayumi Kurokawa -- 2011. 44f.: il. Orientador: Prof. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Sagrado Coração – Bauru – SP. 1. Wireless. 2. Padrões IEEE 802.11. 3. Interferências. 4. Netstumbler. I. Costa, Kelton Augusto Pontara da. II. Título.
--------	--

ELLEN MAYUMI KUROKAWA

**ANÁLISE DA PROPAGAÇÃO DO SINAL DA REDE
WIRELESS NA UNIVERSIDADE SAGRADO
CORAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação, sob a orientação do Profº. Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa.

Banca Examinadora:

Profº Dr. Kelton Augusto Pontara da Costa
Universidade Sagrado Coração

Profº Esp. Henrique Pachioni Martins
Universidade Sagrado Coração

Profª Ms. Larissa Pavarini da Luz
Universidade Sagrado Coração

Bauru, 15 de dezembro de 2011.

RESUMO

A tecnologia *wireless* vem crescendo e tornando-se cada vez mais popular. Esta tecnologia se destaca por ser flexível, de fácil instalação e pode ser usada em ambientes internos e externos sem precisar usar fios e cabos. Porém, esse meio de comunicação traz uma dificuldade que são as interferências, em que a propagação do sinal acaba sendo afetada. Neste estudo foi analisada a propagação do sinal *wireless* na biblioteca Cor Jesu e no setor de vivência da Universidade Sagrado Coração, e foi usado o *software* Netstumbler para coletar os dados do sinal das áreas selecionadas. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi analisar a área de propagação do sinal *wireless* estudando seus conceitos, aplicações. Na década de 1990 foram desenvolvidas tecnologias e padrões sem fio, a que se destacou mais foi a IEEE 802.11. A transmissão e a recepção de sinais são baseadas em radiofrequência, em que ocorre com a geração de um sinal elétrico e a propagação das ondas de rádio, no outro pólo o receptor recupera o sinal elétrico que é convertido pela antena em onda de rádio, que é então propagada no ar e convertida novamente em sinal elétrico pelo receptor. Os principais padrões são o IEEE 802.11 que foi lançado em 1997 com velocidade de 2 Mbps; o IEEE 802.11a com velocidade de 54 Mbps e com sua frequência de 5 GHz não ocorre tantas interferências; com o lançamento da 802.11b, a sua única mudança foi na camada física e sua velocidade é de 11Mbps; a taxa de transferência do 802.11g pode alcançar até 54 Mbps, porém se houver um acesso em que tenha um equipamento com dois padrões, a taxa de transmissão ficará limitada à taxa do padrão de menor velocidade. As interferências dificultam a propagação do sinal, sendo que os principais fatores que influenciam nessa perda de sinal são os telefones sem fio, vidro e árvores, recipientes com água, antenas baixas, concreto e microondas. Foi usado também para a finalização do estudo o *software* Surfer versão 8, que foi responsável em criar o zoneamento de intensidade da propagação do sinal.

Palavras-chave: *Wireless*. Padrões IEEE 802.11. Interferências. *Netstumbler*.

ABSTRACT

Wireless technology is growing and becoming increasingly popular. This technology stands out for being flexible, easy to install and can be used indoors and outdoors, without the need of wires and cables. However, this technology brings a difficulty, which is the interference in the signal propagation that is eventually affected. In this study we analyzed the wireless signal propagation in the library Cor Jesu and in the courtyard of the university at Universidade Sagrado Coração, and Netstumbler software was used to collect the data signal of the selected areas. Thus, the objective was to examine the scope for area wireless signal propagation by studying its concepts and applications. In the 1990's were developed wireless technologies and standards, and the one which stood out most was the IEEE 802.11. The transmitting and receiving radio frequency signals are based on what happens to an electrical signal generation and propagation of radio waves, on the other end the receiver recovers the electrical signal which is converted by the radio wave antenna, which is then propagated in the air and converted back into an electrical signal by the receiver. The main standards are IEEE 802.11 that was released in 1997 with a speed of 2 Mbps; IEEE 802.11a with a speed of 54 Mbps and a frequency of 5 GHz that doesn't cause too much interference; with the launch of 802.11b, its only change was the physical layer and its speed is 11 Mbps, the 802.11g transfer rate can reach up to 54 Mbps, but if has an access to a machine with two standards, the transmission rate will be limited to the rate of default lower speed. The interferences hinder the spread of the signal, and the main factors influencing this loss of signal are cordless phones, glass and trees, water containers, lower antennas, microwave and concrete. It was also used to complete the study Surfer version 8 software, a mapping program used for making maps from data.

Keywords: Wireless. IEEE 802.11. Interferences. Netstumbler.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de utilização de rede sem fio utilizando três computadores em apartamento.	12
Figura 2 - Sinal digital.....	13
Figura 3 - Comparação entre sinal analógico e sinal digital.	14
Figura 4 - Visão geral do IEEE 802.11	16
Figura 5 - Antenas multidirecional e direcional.....	19
Figura 6 - Antena omnidirecional.....	19
Figura 7 - Principais barreiras que podem afetar a propagação do sinal <i>wireless</i>	22
Figura 8 - Análise do sinal wireless na biblioteca Cor Jesu realizando <i>download</i>	26
Figura 9 - Análise do sinal wireless na biblioteca Cor Jesu sem a realização do <i>download</i>	27
Figura 10 - Análise do sinal wireless no setor de vivência realizando <i>download</i>	27
Figura 11 - Análise do sinal wireless no setor de vivência sem a realização do <i>download</i>	28

LISTA DE ABREVIATURAS

LAN – Local Area Network

WLAN – Wireless Local Area Network

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

RF – Radiofrequência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	8
1.2 JUSTIFICATIVA.....	8
1.3 OBJETIVO GERAL	9
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 HISTÓRICO DA REDE WIRELESS.....	10
2.2 SINAL WIRELESS	11
2.2.1 Modulação analógica e modulação digital	13
2.3 PADRÕES IEEE 802.11	14
2.4 ONDAS DE RÁDIO	18
2.5 ANTENAS	18
2.6 INTERFERÊNCIAS.....	20
2.7 SURFER 8	22
2.8 NETSTUMBLER	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS.....	30
APÊNDICE A – COLETA DOS DADOS NA BIBLIOTECA COR JESU REALIZANDO <i>DOWNLOAD</i>	35
APÊNDICE B – COLETA DOS DADOS NA BIBLIOTECA COR JESU SEM A REALIZAÇÃO DE <i>DOWNLOAD</i>	37
APÊNDICE C – COLETA DOS DADOS NO SETOR DE VIVÊNCIA REALIZANDO <i>DOWNLOAD</i>.....	39
APÊNDICE D – COLETA DOS DADOS NO SETOR DE VIVÊNCIA SEM A REALIZAÇÃO DE <i>DOWNLOAD</i>	41
APÊNDICE E – SEPARAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS NO SURFER 8.....	43

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias sem fio são uma realidade que cresce a cada dia em ritmo acelerado e que conquistam cada vez mais adeptos. Estes por sua vez, vão desde aqueles usuários residenciais até mesmo a aqueles que fazem uso dessa tecnologia em seu ambiente de trabalho. Além de serem adequadas a situações em que é necessária mobilidade, são flexíveis e de fácil instalação. Embora os equipamentos sejam mais caros do que para redes tradicionais, a redução significativa dos custos de instalações torna muitas vezes compensatórios. Os produtos *wireless*¹ permitem criar, ampliar e interligar redes locais em ambientes internos ou externos sem a necessidade de utilização de fios ou cabos. (PUTTINI, 2004).

Porém, a opção pelo meio de comunicação sem fio através de ondas eletromagnéticas (*wireless*) traz algumas dificuldades, sendo que uma delas são as interferências, em que por conta de obstáculos ao longo do caminho das ondas, a propagação do sinal acaba sendo afetada, fazendo com que a intensidade do sinal fique com uma qualidade ruim.

Por meio deste estudo, foi analisada a propagação do sinal *wireless* na sala de estudos da biblioteca Cor Jesu e na vivência no campus da Universidade Sagrado Coração, em que foi usado o *software* Netstumbler para coletar os dados necessários e fazer as devidas análises dos sinais através de *softwares* que mapearam a propagação do sinal das áreas selecionadas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual será a intensidade da propagação do sinal *wireless* nos determinados pontos estudados na Universidade?

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido o crescente aumento de dispositivos móveis que possui acesso a internet via *wireless* e como consequência a constante preocupação de como analisar o grau de confiabilidade do sinal sem fio oferecido para os acessos.

¹ Tecnologia de comunicação através de ondas eletromagnéticas. ()

Estudando a propagação do sinal foi possível observar a intensidade dele em cada ponto que foi testado e obtendo os resultados, foi avaliado e visto como cada *software* se comportou. Existem muitos métodos para analisar, dentre eles através de *softwares* que foram usados tanto para coletar os dados do sinal quanto para analisar a intensidade, sendo esta a proposta deste estudo.

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar o alcance da área de propagação do sinal *wireless* na Universidade Sagrado Coração por meio de *software* de medição de intensidade do sinal das áreas escolhidas dentro da Universidade.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar os conceitos e aplicações da rede *wireless*;
- Coletar dados do sinal utilizando o *Netstumbler* e medir o sinal utilizando *softwares* específicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, o conceito mais básico de *wireless* está extremamente difundido: comunicação sem fio. Com uma visão um pouco mais técnica, pode-se dizer que *wireless* é, na realidade, toda e qualquer comunicação entre dois ou mais pontos distintos utilizando ondas eletromagnéticas no qual não são utilizados fios como meio físico. (HENZE, 2007).

Segundo Farias (2006, p. 6), “as aplicações *wireless* são muitas e variadas e o fato de ter mobilidade como principal característica tem facilitado sua aceitação, principalmente nas empresas”.

2.1 HISTÓRICO DA REDE WIRELESS

Assim como outras tecnologias a rede *wireless* surgiu no meio militar, onde havia a necessidade de se obter um método simples e seguro para a comunicação em ambiente de combate. Com o tempo essa tecnologia evoluiu, deixou o meio militar e se tornou acessível nas empresas, faculdades e aos usuários domésticos. Sua principal característica é a questão da mobilidade, o que tem facilitado sua aceitação, principalmente nas empresas. (FARIAS, 2006).

Tanenbaum (2002) relata que o físico italiano Guglielmo Marconi, em 1901, fez uma demonstração de como funcionava um telégrafo sem fio que foi usado para transmitir informações de um navio para o litoral por meio de ondas de rádio (código Morse). Os sistemas digitais sem fio modernos têm um funcionamento melhor, mas a idéia básica é a mesma.

Em 1971, na Universidade do Havaí, foi desenvolvida a primeira rede sem fio para conectar computadores em quatro ilhas sem utilizar cabos telefônicos. Nos anos 80, as redes sem fio se tornaram mais populares, com a idéia de compartilhar dados entre computadores. Algumas das primeiras redes sem fio não utilizavam rádios, eram usados transceptores infravermelhos. Porém, o infravermelho não evolui, pois sua radiação não pode atravessar a maioria dos objetos físicos. (ENGST; FLEISHMAN, 2005).

De acordo com Kurose e Ross (2006), na década de 1990 foram desenvolvidas muitas tecnologias e padrões para *Local Area Network*²s sem fio, mas a que mais se destacou foi a LAN sem fio IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*)³ 802.11, conhecida como rede *Wi-Fi*⁴.

Engst e Fleishman (2005) ainda relatam que, em 1997 foram ratificadas as primeiras gerações do 802.11, no entanto eram relativamente lentas com 2 megabits por segundo (Mbps). Em 1999, o IEEE finalizou o padrão 802.11, com um aumento da velocidade para 11 Mbps. A Lucent Technologies e a Apple Computer foram as primeiras a produzir dispositivos de redes sem fio para o mercado com um preço acessível.

2.2 SINAL WIRELESS

Farias (2006) afirma que, tanto a transmissão como a recepção de sinais *wireless* são baseados em radiofrequência (RF), dependendo de seu comportamento, pode até afetar o desempenho de uma *Wireless Local Area Network*.

O autor supracitado ainda argumenta que sinais de RF são sinais de alta frequência que se propagam por um condutor de cobre e são liberados no ar através de uma antena. A antena transforma o sinal cabeado em sinal *wireless* e vice-versa. Depois de irradiados no ar livre em forma de ondas de rádio, os sinais se propagam em linha reta e em todas as direções.

Já para Haykin e Moher (2008), a transmissão sem fio ocorre com a geração de um sinal elétrico contendo as informações desejadas no transmissor e propagação das ondas de rádio correspondentes. No outro pólo, a função do receptor é de recuperar o sinal elétrico gerado no transmissor. Em síntese, o sinal elétrico é convertido pela antena em onda de rádio, que é então propagada através do ar e depois convertida novamente em sinal elétrico pelo receptor.

O destaque da rede *wireless* não é apenas o fato de que funcionam sem cabos, mas também quando não se pode ver o ponto de acesso no qual se está conectado. (ENGST; FLEISHMAN, 2005).

² Do inglês Local Area Network - Rede de área local.

³ Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos.

⁴ Do inglês Wireless Fidelity – Fidelidade sem fio.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de utilização de rede sem fio.

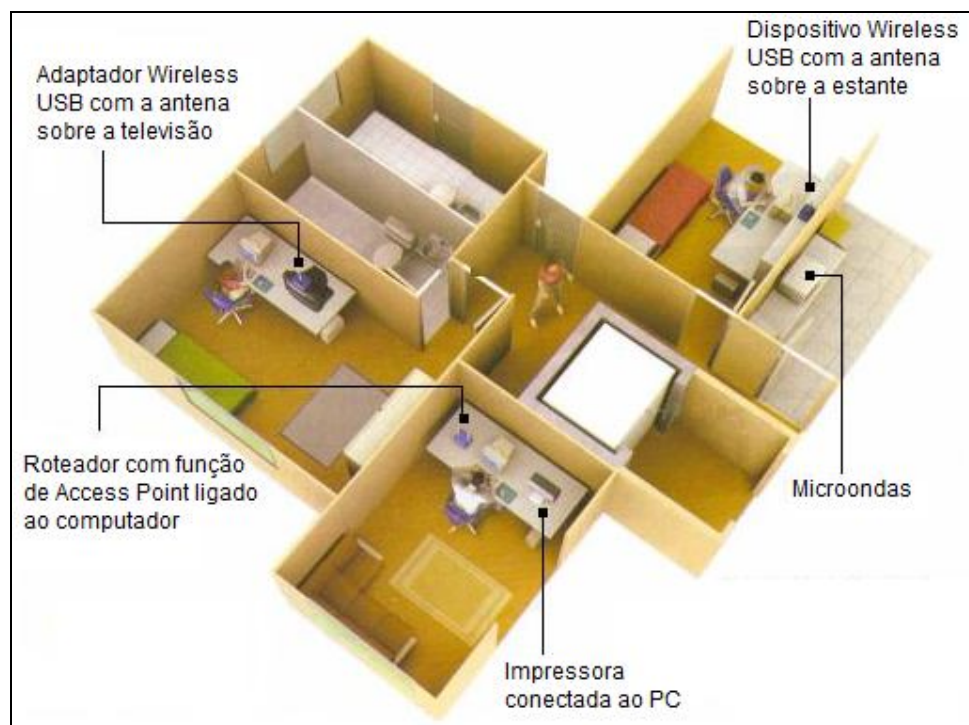


Figura 1 - Exemplo de utilização de rede sem fio utilizando três computadores em apartamento.
Fonte: Adaptado de Foresti e Grego (2004, p. 61).

Segundo Jardim (2007, p. 65),

O *Access Point*⁵ é o dispositivo principal em um provedor de Internet sem fio. Ele é o emissor central de sinal o qual os clientes recebem o sinal de Internet dele. O Access Point pode vir dotado de uma antena interna capaz de emitir um sinal em um ângulo de 360° a quilômetros de distância, porém, nos provedores, indica-se o uso de antenas externas e muitas vezes conectados a amplificadores de sinal.

Um sistema de comunicação depende, em grande parte, da modulação em que existem dois tipos: a modulação analógica e a modulação digital. Ambos são utilizados nos sistemas de comunicação de acordo com o tipo de sinal que quer transmitir.

⁵ Ponto de Acesso.

2.2.1 Modulação analógica e modulação digital

A modulação analógica, de acordo com Jardim (2007), também pode ser classificada como modulação de onda contínua, que possui uma onda cosenoidal e o sinal modulante é um sinal analógico ou contínuo.

Já a modulação digital, que também pode ser denominada de codificada, ele relata que é utilizada quando há o interesse em transmitir uma forma de onda ou mensagem, que contém um conjunto infinito de valores discretos que representam um código. Na comunicação binária, a transmissão de mensagem é feita por apenas dois símbolos, um representado por um pulso $S(t)$, com o valor binário 1, e o outro representado pela ausência de um pulso, o valor binário 0, como mostra a Figura 2.

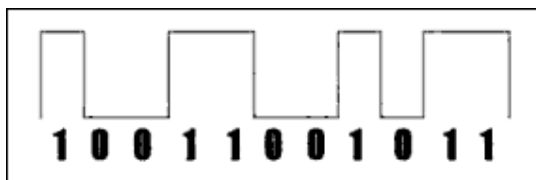


Figura 2 - Sinal digital.
Fonte: Jardim (2007, p. 17).

Para Haykin e Moher (2008, p. 128):

Todos os sinais modulados analogicamente são funções contínuas do tempo. Sinais modulados digitalmente podem ser tanto funções contínuas quanto funções descontínuas do tempo, pois dependem do modo como o processo de modulação está sendo executado.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Forouzan (2006) ilustra na Figura 3 os dois tipos de sinais, analógico e o digital, onde a curva que representa o sinal analógico (a) passa sempre através de um número infinito de pontos e as linhas verticais do sinal digital (b) demonstram apenas uma transição repentina (um degrau) que o sinal realiza entre dois valores.

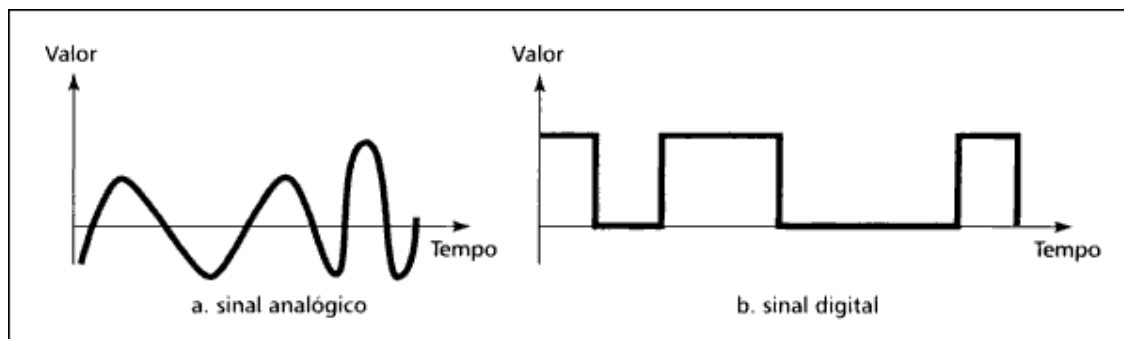


Figura 3 - Comparação entre sinal analógico e sinal digital.
Fonte: Forouzan (2006, p. 74).

2.3 PADRÕES IEEE 802.11

O padrão IEEE 802.11 foi lançado no mercado em 1997 e ele tem todas as necessidades estruturais para utilização de redes sem fio. A velocidade da taxa de transmissão é de, no máximo, 2 Mbps. (ARAÚJO, 2005).

O IEEE 802.11a utiliza a frequência de 5 GHz com velocidade de até 54 Mbps. A sua grande vantagem é a utilização da frequência de 5 GHz, no qual não ocorrem tantas interferências como nos padrões que utilizam 2,4 GHz. (IEEE Standard 802.11aTM, 2003 citado por ONO, 2004).

Já o 802.11b, foi lançado em 1999 e para que fosse possível atingir uma velocidade de transmissão maior, Araújo (2005) frisa que ocorreram mudanças apenas na camada física, chegando a uma velocidade de até 11Mbps. Foi especificado para operar na frequência de 2,4 GHz.

A matéria da revista Linux Magazine, Luther (2005, p. 22) define que “o padrão 802.11c especifica abordagens para o *bridging*⁶ sem fio, ou seja, métodos de conectar diferentes topologias de rede por meio *wireless*.”

Como o padrão atual 802.11 só define operações *Wireless Local Area Network* em alguns países, foi desenvolvido então, o padrão 802.11d, para funcionar em mercados não suportados pelo atual. Ele ainda possui um quadro estendido, no qual estão campos com dados dos países, parâmetros de frequência e tabelas com parâmetros. (BARROS; OLIVEIRA, 2005).

Os autores supracitados ainda relatam que ocorreram melhorias no padrão 802.11e em relação ao protocolo 802.11, sendo compatível com os padrões 802.11a e 802.11b. Com a evolução desse padrão, ficará melhor prover vídeo e áudio sobre

⁶ Ponte.

demanda, serviços da internet com uma velocidade maior e Voz sobre IP, conhecido como VoIP (*Voice Over Internet Protocol*⁷).

No IEEE 802.11f define as recomendações práticas, que descrevem os serviços do *Access Point* (SAP), as primitivas, o conjunto de funções e os protocolos que deverão ser compartilhados pelos múltiplos fornecedores para operarem em rede. (FAGUNDES, 2004).

A taxa de transmissão do padrão 802.11g pode alcançar até 54 Mbps, que é bem maior que a do 802.11b. Ele utiliza um protocolo estendido, fazendo com que seja compatível com o padrão 802.11b, porém se houver um acesso em que envolva um equipamento com os dois padrões, a taxa de transmissão ficará limitada à taxa do padrão de menor velocidade. (BARROS; OLIVEIRA, 2005).

Como na Europa, os radares e satélites usam a frequência de banda de 5 GHz, a mesma que é usada no padrão 802.11a, o padrão 802.11h tem uma função de seleção dinâmica de frequência, e um controle de potência de transmissão para o padrão 802.11a, fazendo com que evite interferências com os radares e satélites, protegendo as redes militares e de satélites que compartilham esta banda. (RIBEIRO, 2008).

O IEEE 802.11i foi criado para melhorar as funções de segurança do protocolo 802.11, visam avaliar os seguintes protocolos de segurança: *WEP* (*Wired Equivalent Protocol*⁸), *TKIP* (*Temporal Key Integrity Protocol*⁹), *AES* (*Advanced Encryption Standard*¹⁰) e IEEE 802.1x para autenticação e segurança. O principal benefício é se uma falha for descoberta numa técnica de criptografia usada, o padrão permite a adição de uma nova técnica sem precisar substituir o hardware. (OLIVEIRA; MIRANDA, 2007).

O 802.11j desenvolve um trabalho na compatibilização das normas IEEE 802.11a e *HiperLAN*¹¹/2. (RODRIGUES, 2004).

De acordo com Zuba (2007), o padrão 802.11k possibilita o acesso para o *access point* transmitir dados de gerenciamento. Ele é o principal padrão da indústria que está em desenvolvimento e permitirá transições transparentes do Conjunto de

⁷ Voz sobre IP.

⁸ Protocolo equivalente a de rede cabeada.

⁹ Protocolo Temporal de Integridade de Chaves.

¹⁰ Padrão de criptografia avançada.

¹¹ Do inglês High Performance LAN/2 - Rede local sem fio de alto desempenho.

Serviços Básicos (BSS¹²) no ambiente *WLAN*. Ele fornece informações de descobertas do melhor ponto de acesso disponível.

Luther, da Linux Magazine (2005, p. 22) deixa claro que, “o padrão 802.11l não é usado por causa do perigo de confusão tipográfica.”

No padrão 802.11m que está em desenvolvimento, trata-se da manutenção, publicação de atualizações padrão. (ECHENIQUE, 2010).

A principal finalidade do 802.11n, é o aumento da taxa de transmissão de dados em torno de 100 Mbps à 500 Mbps. Tem como objetivo também ter um alcance elevado na área de cobertura do sinal. Pode operar com canais de 40 MegaHertz (MHz), e tem compatibilidade com os que trabalham em 20 MHz, porém a velocidade oscila próximo aos 135 Mbps. (RUFINO, 2005 citado por ALBUQUERQUE, 2008).

Na Figura 4 é apresentado um resumo dos padrões supracitados na tecnologia *wireless*:

Grupo de trabalho	Concentração
802.11a	54 Mbit/s WLAN na faixa de 5 GHz
802.11b	11 Mbit/s WLAN na faixa de 2.4 GHz
802.11c	<i>Bridging</i> sem fio
802.11d	“Modo Mundial” – adaptação a requisitos regionais
802.11e	QoS e extensões de <i>streaming</i> para 802.11a/g/h
802.11f	Roaming para 802.11a/g/h (Inter Access Point Protocol – IAPP)
802.11g	54 Mbit/s WLAN na faixa de 2.4 GHz
802.11h	802.11a com DFS e TPC, “11a Europa”
802.11i	Autenticação e criptografia (AES, 802.1x)
802.11j	802.11a com canais adicionais acima de 4.9 GHz, “11a Japão”
802.11k	Troca de informação de capacidade entre cliente e ponto de acesso
802.11l	<i>não é usado por causa do perigo de confusão tipográfica</i>
802.11m	“ <i>Maintenance</i> ”, publicação de atualizações padrão
802.11n	Próxima Geração WLAN com ao menos 100 Mbit/s

Figura 4 - Visão geral do IEEE 802.11
Fonte: Linux Magazine (2005, p. 22).

Com a utilização da frequência de 5,9 GHz, o padrão 802.11p tem um alcance de 230 metros com velocidade de 6 Mbps, utilizando o ITS (*Intelligent Transportation System*¹³), que é um sistema inteligente de acesso, e possui o funcionamento

¹² Do inglês Basic Service Set - Conjunto de Serviços Básicos.

¹³ Sistema Inteligente de Transporte.

parecido com o Wi-Fi. Ele é chamado de acesso via rádio inteligente, e terá bastante utilidade, como por exemplo, na segurança de veículos. (BARROS; OLIVEIRA, 2005).

Aprovado e publicado pelo IEEE em 2008, o 802.11r estabelece padrões de segurança e de qualidade da conexão, o que proporciona a redução pela metade do tempo de transição do processo de *handoff*¹⁴. (PCWORLD, 2009 citado por COUTO, 2010).

O padrão 802.11s é marcada pela ênfase em redes auto-configuráveis, conhecidas como Redes *Mesh*, em que os pontos de acessos podem se comunicar, o que permite uma maior cobertura e melhor roteamento através de nós de rede.

A meta do padrão 802.11t é o desenvolvimento de métodos e testes de medição do desempenho de equipamentos *wireless* 802.11. (COLEMAN; WESTCOTT, 2006).

A principal característica do padrão 802.11u, segundo Coleman e Westcott (2006) é tratar de questões de interligação de rede entre o acesso *Wi-Fi* e qualquer outra rede externa que estiver conectado (por exemplo, redes de telefonia celular).

A família IEEE 802.11 tem como padrão de gerenciamento o 802.11v, onde permite a configuração de dispositivos de um cliente enquanto ele estiver conectado na rede *wireless*. Neste padrão, pode ser incluso celulares como modelo de administração. (LABIOD; AFIFI; SANTIS, 2007).

O objetivo do 802.11w, foi ampliar o mecanismo de segurança do 802.11i para fornecer proteção no gerenciamento do 802.11. (ABDALLA; POINTCHEVAL; FOUQUE, 2009).

Outro padrão que está em sua fase inicial, o 802.11y, ele conta com a nova frequência de banda de 3,65-3,70GHz. (GRATTON, 2007).

A característica do 802.11z é a extensão para o *Direct Link Setup* ¹⁵(DLS). (LEMSTRA; HAYES; GROENEWEGEN, 2010).

¹⁴ Este procedimento é responsável por manter a comunicação e o fornecimento dos serviços durante a migração de um ponto de acesso para outro.

¹⁵ Configuração de Link Direto

2.4 ONDAS DE RÁDIO

Segundo Forouzan, as ondas eletromagnéticas que cobrem a faixa de 3 kiloHertz (kHz) a 1 GHz, são denominadas ondas de rádio. Na sua grande maioria, elas são omnidirecionais¹⁶. As ondas de rádios transmitidas por uma antena propagam em todas as direções, ou seja, as antenas transmissoras e receptoras não precisam estar uma de frente para a outra. A transmissora emite ondas que podem ser captadas por qualquer antena receptora. Porém tem uma desvantagem, as ondas que são transmitidas por uma antena estão sujeitas a interferências causadas por outra antena que estiver emitindo na mesma banda ou frequência.

Jardim (2007, p. 11) diz que, “tanto a luz como o infravermelho ou as ondas de rádios são iguais, o que diferencia uma onda eletromagnética da outra é sua frequência. Quanto mais alta for essa frequência, mais energética é a onda.”

A propagação das ondas de rádios depende da nivelção do terreno, se ele é plano, montanhoso e com curvas, e, obstáculos como árvores, edifícios e pessoas. As perdas causadas pelos obstáculos durante o caminho da propagação das ondas afetam a área de cobertura do sinal causando erros de decodificação. (RAPPAPORT et al., 1996 citado por FERREIRA, 2010).

Conforme Tittel (2003), por serem comuns, as ondas de rádios podem viajar longas distâncias, atravessar paredes e é um meio de transmissão relativamente barata. Em altas frequências, elas viajam em linha reta e tendem a ser refletidas por obstáculos, já em baixa frequência, atravessam paredes, porém a limitação da distância é maior.

2.5 ANTENAS

Existem basicamente três tipos de direção quando o assunto é classificação de antenas: as direcionais, multidirecionais e as omnidirecionais. As antenas direcionais são usadas para comunicação de áreas específicas e são mais eficazes na captura de pacote a longa distância, pois a potência e as ondas estão bem focalizadas em uma direção. As multidirecionais são parecidas com as direcionais, pois focalizam seus transceptores; elas são quase sempre antenas bidirecionais

¹⁶ Antenas omnidirecionais propagam o sinal de dados através de ondas de rádio em um ângulo de 360°.

(uma configuração antes e depois) ou quadridirecionais. O alcance é pouco, pois a potência tem que ser usada em mais de uma direção. (MCCLURE; SCAMBRAY; KURTZ, 2003).

Na Figura 5 temos os tipos básicos de antena. (ACHANTA et al., 2010).

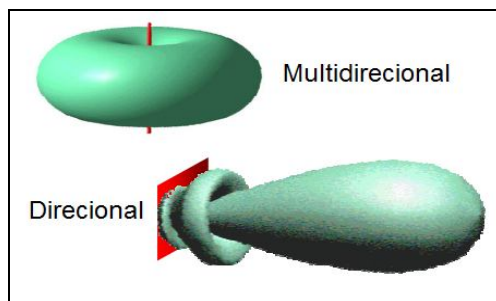


Figura 5 - Antenas multidirecional e direcional
Fonte: Achanta et al. (2010, p. 6)

A omnidirecional é a mais usada e eficaz dentro da cidade, pois transmitem e recebem sinais em todas as direções, e oferecem maior alcance. (MCCLURE; SCAMBRAY; KURTZ, 2003).

A Figura 6 ilustra a propagação do funcionamento de uma antena omnidirecional. (FOROUZAN 2006).

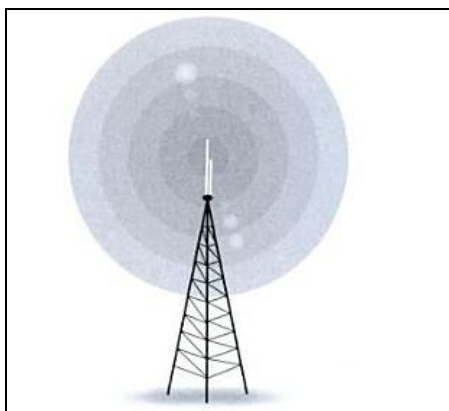


Figura 6 - Antena omnidirecional.
Fonte: Forouzan (2006, p. 188).

Para aumentar o ganho de sinal e melhorar a transmissão de dados, as antenas são conectadas aos pontos de acesso ou adaptadores de redes. (FARIAS, 2006).

Engst e Fleishman (2005, p. 359) constatam que, “a principal parte do hardware que compõe uma rede sem fio normal residencial ou comercial além de uma rede sem fio de longo alcance é uma antena.”

Os autores afirmam ainda que, as antenas não amplificam o sinal *wireless*, elas só encaminham o sinal em direções específicas, e o que serve para torná-lo mais amplo são os amplificadores. Elas são integradas em todos os adaptadores de redes e pontos de acesso, porém a maioria não tem força máxima de sinal, pois eles são projetados para ter pequeno tamanho em relação à força do sinal.

Haykin e Moher (2008, p. 31) frisam que, “o sistema de transmissão é caracterizado pela antena que converte um sinal elétrico em onda de rádio e pela propagação dessa onda de rádio através do espaço.”

2.6 INTERFERÊNCIAS

Muitas vezes as redes ficam expostas a interferências, dificultando a propagação do sinal, fazendo com que haja uma queda na taxa de transmissão. (BARROS; OLIVEIRA, 2005).

De acordo com Engst e Fleishman (2005), um forno de microondas e um telefone sem fio podem criar sinais de interferências pelo fato de operar na mesma frequência do padrão 802.11b, de 2,4 GigaHertz (GHz).

Já no padrão 802.11a, Barros e Oliveira (2005) ressaltam que é utilizada a frequência de 5GHz, o que elimina a interferência. Ele pode atingir a velocidade de 54 Mbps. Porém não avançou no mercado por ser mais caro que aos outros padrões e não ter compatibilidade com equipamentos do 802.11b.

A estrutura interna e o material de construção de um prédio podem afetar a propagação da radio frequência. A onda pode atravessar uma parede de pedra, perder sinal em concreto e refletir sobre metal; a quantidade do material usado, como a espessura, também afeta a cobertura de rede sem fio. (CARDOSO; SOARES, 2005).

Para Araújo (2005), o que influencia na perda de sinal:

- Antena ou ponto de acesso baixos: Para ter menos barreiras no caminho do sinal até o receptor, recomenda-se posicionar a antena ou o ponto de acesso em lugares altos.

- O vidro é um material que afeta muito a qualidade do sinal, pois reflete as ondas, não as deixando passarem.
- As árvores altas que estiverem entre os dispositivos, podem comprometer a transmissão do sinal na ligação de dois prédios por uma rede local sem fio.
- Se no meio do caminho tiver grandes recipientes com água, como aquários e bebedouros, também irão afetar a propagação do sinal.

Outros fatores que atrapalham na propagação do sinal, segundo Fortes (2004), são plantas, como as trepadeiras, que somando com a parede de concreto tem um aumento significativo de interferência, assim como computadores instalados no chão, que deve seguir os princípios dos pontos de acesso, em que quanto mais altas, melhor, e vale também para as placas e os adaptadores colocados nos micros.

Armadilhas como antenas em lugares baixos onde quanto mais altas elas estiverem posicionadas, menos barreiras o sinal encontrará no caminho até os computadores. Os telefones sem fio que operam na faixa de 2,4GHz, justamente a mesma usada pelos equipamentos 802.11b e 802.11g, sendo que a qualidade do sinal pode ser afetada. O concreto junto com plantas prejudica a propagação das ondas. O microondas tem a mesma lógica dos aparelhos telefônicos sem fio, ele opera na faixa de 2,4GHz, por isso é recomendável que fiquem isolados do ambiente onde está a rede. O computador no chão adota o mesmo princípio das antenas dos pontos de acesso, onde quanto mais altas melhor. Grandes recipientes com água, como aquários e bebedouros são inimigos da propagação do sinal. Os vidros e árvores também podem influenciar negativamente na qualidade do sinal, onde é comprometida a transmissão do sinal de uma antena para outra. (FORTES, 2004).

As armadilhas supracitadas estão ilustradas na Figura 7.

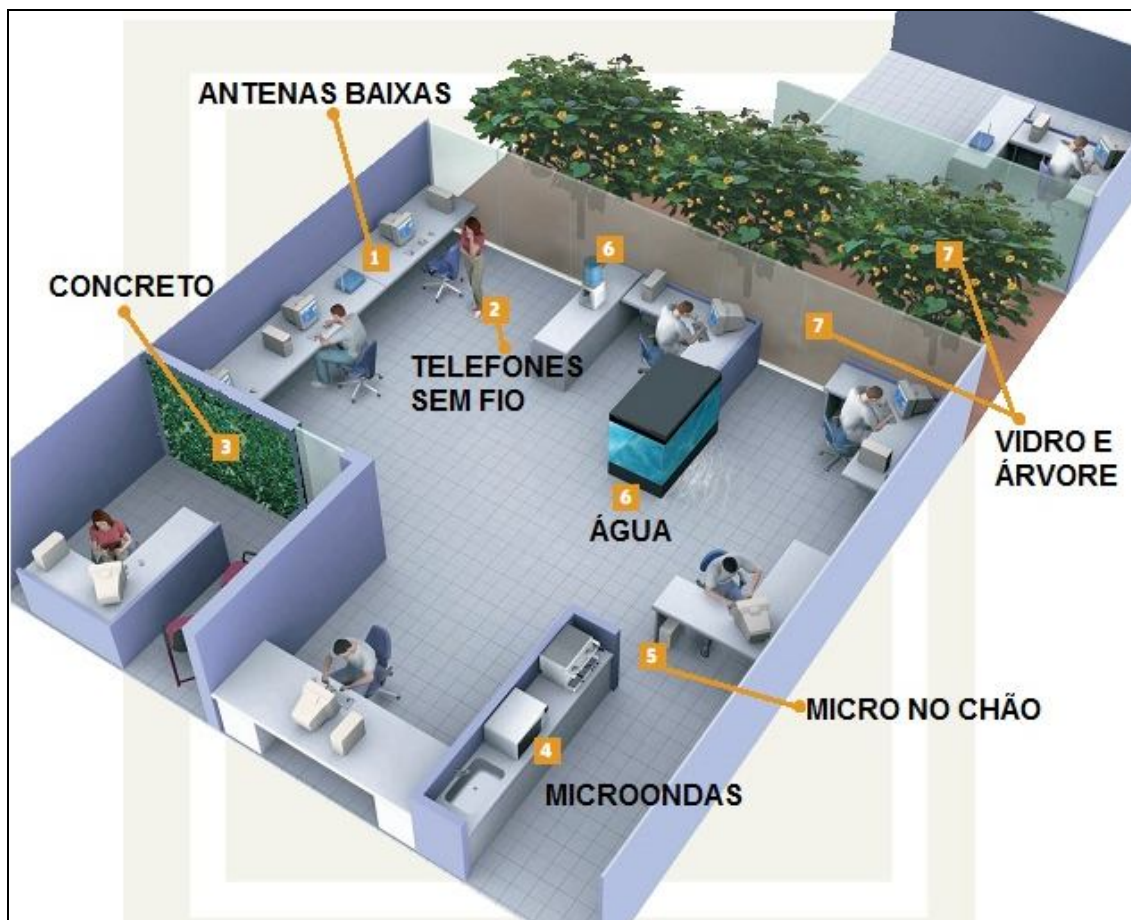


Figura 7 - Principais barreiras que podem afetar a propagação do sinal *wireless*.
 Fonte: Fortes (2004, p. 55). Adaptado pela autora.

Tanenbaum (1997 *apud* JUBRAN et al., p. 1) conclui que, a partir da fonte de emissão do sinal, as ondas caminham em todas as direções e enfraquecem conforme o aumento da distância.

2.7 SURFER 8

O Surfer 8, desenvolvido pela empresa *Golden Software*, é um programa de mapeamento que pode ser utilizado para o cálculo e a confecção de mapas de variáveis a partir de dados regularmente distribuídos. Ele é usado para criar diferentes tipos de mapas, como de contorno, vetor, relevo sombreado e superfícies 3D. Os mapas podem ser aprimorados, permitindo produzir o que melhor representa os dados requeridos. (GOLDEN SOFTWARE INC., 2002).

2.8 NETSTUMBLER

A ferramenta *Netstumbler* é utilizada para detectar sinais *wireless* com os padrões 802.11b, 802.11a e 802.11g. Com este *software* é possível verificar se a rede *wireless* está configurada da maneira desejada, encontrar locais com cobertura do sinal deficiente e ele detecta outras redes que possam estar causando interferência em sua rede.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O tipo de pesquisa foi experimental, em que se realizou a coleta, através do *software* Netstumbler, que captou os sinais emitidos pelos *Access Points* onde a área escaneada gerou dados referentes ao sinal e a relação sinal/ruído. Os pontos e o tempo em que ocorreu a coleta dos dados, na Universidade, foram determinados na segunda etapa do trabalho, que contou com a parte prática. Posteriormente os dados foram analisados no *software* Surfer 8, que foi responsável em criar o zoneamento de intensidade da propagação do sinal.

A escolha dos *softwares* foi feita por meio de projetos já concluídos em que obtiveram sucesso nos resultados. O Netstumbler foi selecionado por ser um *software* gratuito, pela compatibilidade com a máquina virtual XP Mode que foi usada no projeto e pelo fato de coletar os dados necessários do sinal *wireless*. O Surfer 8 foi selecionado pelo fato de ter a função de importar os dados gerados pelo Netstumbler, mostrando a propagação do sinal.

A análise realizou-se na Universidade Sagrado Coração, em que acomoda uma área de mais de 100 mil metros quadrados e possui aproximadamente 5 mil alunos.

Foi usado como material de estudo um notebook Dell Inspiron 15R, com processador Intel Core i5, 2,40GHz, memória RAM de 4GB, sistema operacional Windows 7 Professional 64 Bits, adaptador *wireless* Lucent Orinoco USB Client Gold. Os *softwares* usados foram a máquina virtual Windows XP Mode, o Netstumbler versão 0.4.0, o *Golden Software* Surfer versão 8 e a ferramenta AutoCAD 2011.

Primeiramente os dados foram coletados pelo *software* Netstumbler no piso superior da biblioteca Cor Jesu e no setor de vivência, com o tempo de aproximadamente 1 minuto, sendo que os dados foram coletados com e sem a realização do *download* de um programa qualquer, como mostram os apêndices A, B, C e D.

Em seguida, de acordo com o apêndice E, foi realizada através do Surfer 8 a separação dos dados referentes ao sinal *wireless* e logo após selecionar esses dados, subtraiu-se o valor do sinal de cada linha de análise a 149 para exibir o valor real em decibel miliwatt (dbm), pois quando esses dados são exportados do Netstumbler para a planilha do Surfer 8, é acrescentado o valor de 149 como forma

de sempre exibir os valores em números positivos. Em seguida, com os dados tratados, são colocados na coluna Z junto às coordenadas X e Y referentes às medidas dos locais que foram analisados. Após a definição das três colunas, gerou-se o arquivo Golden Software Data (.dat) que foi utilizado para criar o arquivo Gradient (.grd), responsável pela criação do zoneamento da intensidade do sinal nos ambientes analisados.

Com a ferramenta AutoCAD 2011 e a planta dos blocos estudados, foi possível isolar apenas a área desejada e, marcar o ponto da coleta usando as medidas disponibilizadas na planta e com o auxílio de uma trena, definindo assim, as coordenadas X e Y.

Concluída as fases supracitadas, com a planta digitalizada e com seu devido ponto marcado, foi feita uma cópia desta planta e colada no Surfer 8 junto com a área de zoneamento, para sobrepor as duas imagens, gerando os resultados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores apresentados na escala e no mapa representam a intensidade do sinal, os quais foram obtidos através das coordenadas X e Y do ambiente analisado, sendo que ao selecionar qualquer valor, tanto de X como de Y na planilha do Surfer 8 (apêndice E), será obtido o valor da coordenada Z, ou seja, a intensidade do sinal, através do cálculo da média dos valores selecionados.

O resultado da análise na biblioteca, apresentado na Figura 8, mostra que durante a realização do *download* de um programa qualquer com tamanho de 2,45MB, a intensidade do sinal ficou mais concentrada na região do *access point* e do ponto da coleta, sendo que a distância entre eles foi de 22,16 metros, e ainda foi se expandindo até o centro da biblioteca onde a partir daí a intensidade do sinal caiu, tendo como obstáculos não só a distância, mas provavelmente pelo fato de várias pessoas estarem usando o mesmo *access point* com o mesmo canal fazendo com que diminua a velocidade de transmissão dos dados.

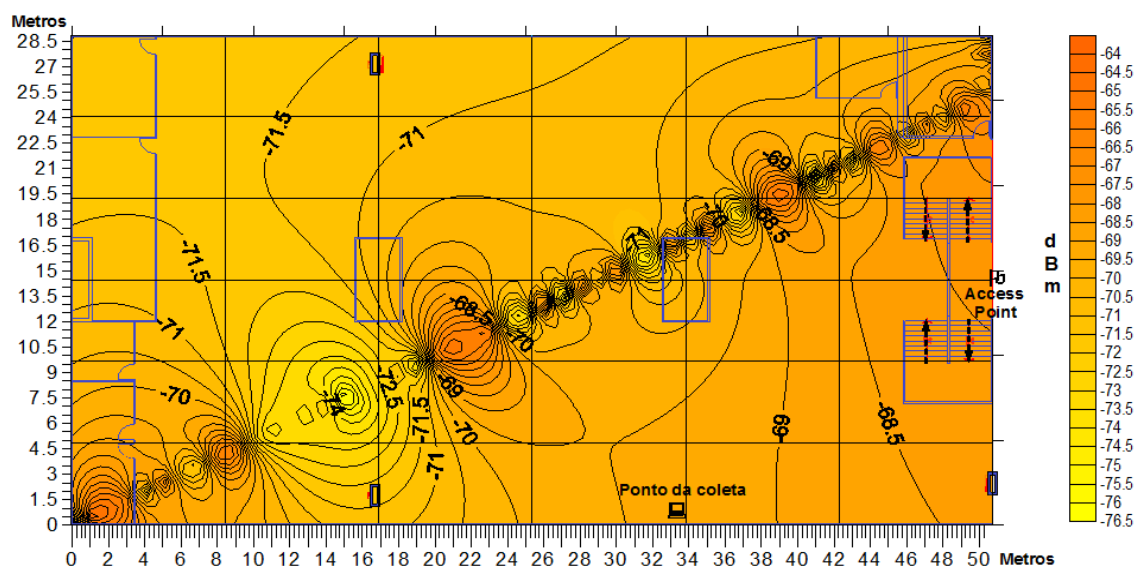


Figura 8 - Análise do sinal wireless na biblioteca Cor Jesu realizando *download*.

Fonte: Netstumbler (2002-2004); Surfer 8 (2002); Autora¹⁷.

De acordo com a imagem 9, foi possível observar que sem estar realizando o *download* e somente coletando os dados, o sinal se propagou com mais intensidade em uma área maior em comparação à imagem 8.

¹⁷ Foram usados os softwares Netstumbler e o Surfer 8 para que fosse possível gerar a imagem.

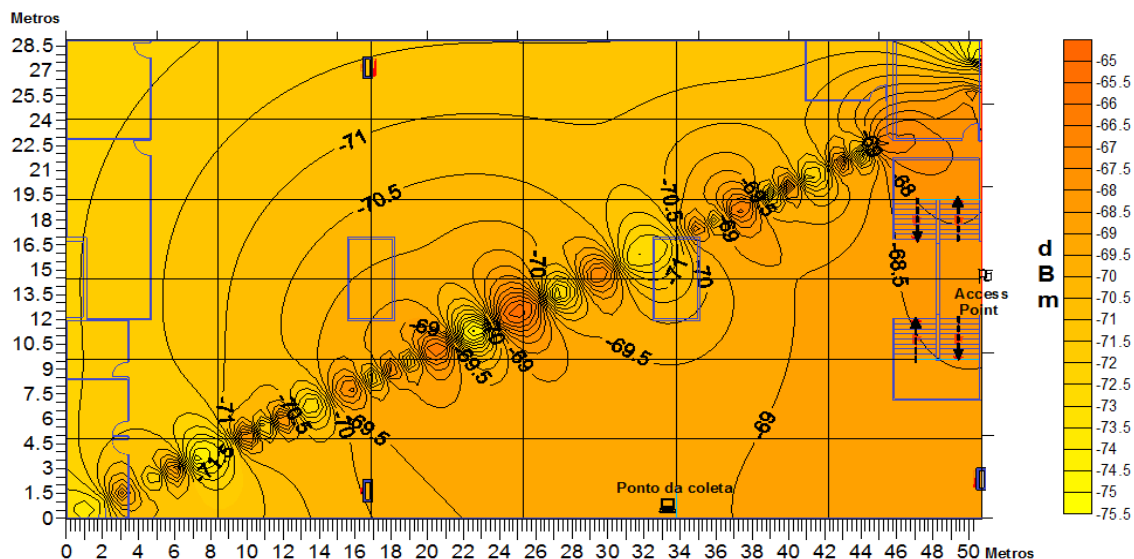


Figura 9 - Análise do sinal wireless na biblioteca Cor Jesu sem a realização do *download*.
Fonte: Netstumbler (2002-2004); Surfer 8 (2002); Autora.

Com a distância entre o *access point* e o ponto da coleta de 10,47 metros, na região do setor de vivência (Figura 10) o valor do sinal teve uma pequena queda durante a realização do *download*, sendo que a maior intensidade do sinal foi na área da circulação interna do setor, ou seja, onde não há outros equipamentos que possam interferir no sinal e é um ambiente mais fechado do que a área onde se encontra o *access point*.

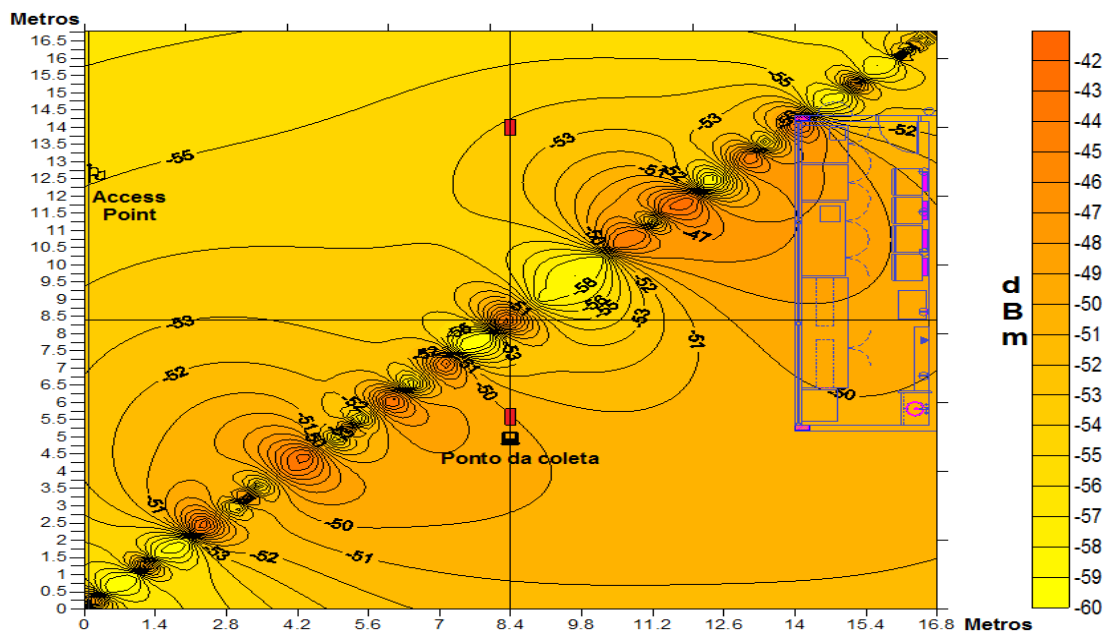


Figura 10 - Análise do sinal wireless no setor de vivência realizando *download*.
Fonte: Netstumbler (2002-2004); Surfer 8 (2002); Autora.

Em comparação às Figuras 10 e 11, é possível concluir que a diferença entre estar realizando um *download* ou estar apenas coletando os dados é insignificante, mas mesmo assim foi possível observar que sem a realização do download o sinal se propagou com maior intensidade não só ao redor do *access point* mas também na área de circulação interna.

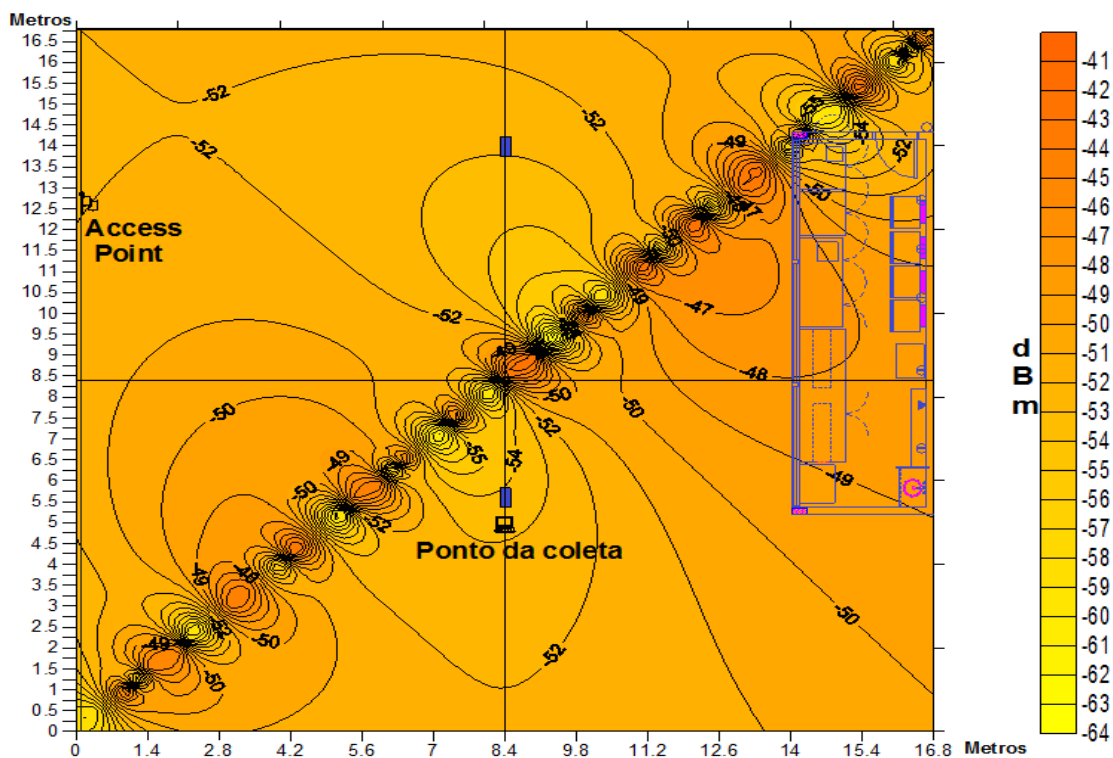


Figura 11 - Análise do sinal wireless no setor de vivência sem a realização do *download*.
Fonte: Netstumbler (2002-2004); Surfer 8 (2002); Autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o levantamento bibliográfico realizado, observou-se os principais aspectos para a realização da pesquisa experimental que foi realizada na segunda etapa do estudo, como a transmissão e recepção do sinal *wireless*, os padrões IEEE 802.11, bem como os fatores que influenciam na perda de sinal.

A coleta dos dados pelo *software* Netstumbler e o zoneamento da propagação do sinal da rede *wireless* com o Surfer 8, foi possível fazer as devidas análises em relação à intensidade do sinal na biblioteca Cor Jesu e no setor de vivência, definido na segunda etapa do projeto, na Universidade Sagrado Coração.

Com base neste estudo foi possível observar como o sinal se propagou e qual foi sua intensidade nas áreas da biblioteca Cor Jesu no piso superior e no setor de vivência, sendo que este estudo possuiu como característica a análise do sinal *wireless* e a identificação de possíveis problemas de baixo sinal nas áreas exploradas.

Portanto pode-se concluir que a intensidade da propagação do sinal *wireless*, com ou sem a realização do download, foi satisfatória, sendo que o *access point* é do padrão IEEE 802.11g, com 2,4GHz e com velocidade de até 54Mbits, o sinal se comportou muito bem, onde a área da biblioteca que foi analisada além de ser extensa com 50,4 por 28,8 metros, ainda comporta vários estudantes utilizando redes sem fio. Já no setor de vivência, o que foi possível de se observar que mesmo em um ambiente mais aberto o sinal da rede *wireless* corresponde com sua capacidade de emitir um sinal mais limpo, tendo como um possível obstáculo outras redes que podem interferir no sinal.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. et. al. **Applied Cryptography and Network Security 7th International Conference, ACNS 2009, Paris-Rocquencourt, France, June, 2009, Proceedings**. Heidelberg, Ger.: Springer, 2009.

ACHANTA, S. V. et al. Aplicação de rádios para melhorar a operação da proteção elétrica. **Selinc.com.br**, 2010. Disponível em:
<http://selinc.com.br/art_tecnicos/6450_Aplicacao_de_Radios_SA_20100908.pdf>.
Acesso em: 25 maio 2011.

ALBUQUERQUE, A. F. de. **Estudo de métodos de proteção de redes wireless**. 2008. 72 f. Monografia (Redes de Computadores) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2008.

ARAÚJO, E. M. de. **Utilização da metodologia “Site Survey” em projetos de redes wireless LAN (WLAN)**. 2005. 79 f. Trabalho de Final de Curso (Sistemas de Informação) – Uniminas, Uberlândia, 2005.

BARROS, H. S.; OLIVEIRA, M. **Tecnologia Wireless (WLANS)**. 2005. 63 f. Monografia (Engenharia da Computação) – Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, Belém, 2005.

CARDOSO, F. R. M.; SOARES, J. C. T. de M. **Método para implementação de redes sem fio**. 2005. 143 f. Projeto Final de Engenharia Elétrica (Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

COLEMAN, D. D., WESTCOTT, D. A. **CWNA: Certified Wireless Network Administrator Study Guide**. 2 ed. Indianapolis, EUA: John Wiley and Sons, 2009.

CONTOURING & 3D SURFACE MAPPING FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS. Golden, CO: Golden Software Inc., 1993-2002. 664 p.

COUTO, P. A. **Estudo da qualidade de serviço de uma aplicação VoIP em ambientes wireless com handoff**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

ECHENIQUE, W. D. M.. **Best place**: Uma ferramenta livre para desenvolvimento de site survey. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Telecomunicações) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

ENGST, A.; FLEISHMAN, G. **Kit do iniciante em redes sem fio**. Tradução Edson Furmankiewicz. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005.

FAGUNDES, E. M. **Fundamentos de Wireless LAN**. [S. L.]:[S. N.], c 2004.
Disponível em: <http://www.efagundes.com/Artigos/Wireless_LAN.htm>. Acesso em: 07 jun. 2011.

FARIAS, P. C. B. **Treinamento Profissional em Redes Wireless: Tudo o que você precisa saber sobre esta poderosa tecnologia!** São Paulo: Digerati Books, 2006.

FERREIRA, S. F. P. **Influência do excesso de atraso do canal na taxa de transmissão para o planejamento de sistemas celulares**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

FORESTI, N.; GREGO, M.. Fios em casa? Tô fora! **Info Exame**, São Paulo, 218, maio 2004. Disponível em: <<http://issuu.com/revistainfo/docs/mai2004>>. Acesso em: 31 maio 2011.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. Tradução de Glaysen Eduardo de Figueiredo e Pollyana Miranda de Abreu. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FORTES, D. O Wi-Fi na vida real. **Info Exame**, São Paulo, 218, maio 2004. Capa. Disponível em: <<http://issuu.com/revistainfo/docs/mai2004>>. Acesso em: 31 maio 2011.

GRATTON, D. A. **Developing practical wireless applications**. 1 ed. Burlington: Digital Press, 2007.

HAYKIN, S.; MOHER, M. **Sistemas Modernos de Comunicações Wireless**. Tradução: Glayson Eduardo de Figueiredo, José Lucimar do Nascimento. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HENZE, A. G. Segurança em Sistema de Localização de Estações sem fio IEEE 802.11: Autenticação e Estações Maliciosas. **Guaiba.ulbra.tcche.br**, 2007. Disponível em: <http://guaiba.ulbra.tcche.br/documentos_cursos/sistemas/tcc_estagio/tcci_2007_2/artigo_allan.pdf>. Acesso em: 31 maio 2011.

JARDIM, F. de M. **Treinamento Avançado em Redes Wireless**. São Paulo: Digerati Books, 2007.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. Redes sem Fio e Redes Móveis. **Redes de computadores e a Internet**: Uma abordagem top-down. Tradução Arlete Simille Marques. 3 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

LABIOD, H.; AFIFI, H.; SANTIS, C. de. **Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee and WiMAX**. Dordrecht: Springer, 2007.

LEMSTRA, W.; HAYES, V.; GROENEWEGEN, J. **The Innovation Journey of Wi-Fi: The Road To Global Success**. Nova Iorque, EUA: Cambridge University Press, 2010.

LUTHER, J. O alfabeto 802.11. **Linux Magazine Online**, São Paulo, abr. 2005. Disponível em: <linuxpark.com.br/images/uploads/pdf_aberto/LM07_wireless.pdf>. Acesso em: 30 maio 2011.

MCCLURE, S.; SCAMBRAY, J.; KURTZ, G. **Hackers expostos: segredos e soluções para a segurança de redes**. Tradução Daniel Vieira. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

OLIVEIRA, L. S. S. de; MIRANDA, M. H. R. **Segurança em redes 802.11 com ênfase no padrão IEEE 802.1x**. 2007. 112 f. Projeto Final de Curso (Computação) – Universidade Católica de Goiás, 2007.

ONO, E. T. **Implantação de rede Wireless de Alta Velocidade**. 2004. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Computação) – Faculdade de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PUTTINI, R. S. **Um modelo de segurança para redes móveis Ad Hoc**. Tese de Doutorado. Publicação 004/2004. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

RIBEIRO, E. **Análise das vulnerabilidades de segurança em uma rede coporativa com acesso sem fio, padrão IEEE 802.11b/g**. 2008. 113 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Computação) – Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

RODRIGUES, N. G. Implementação de uma Rede Wi-Fi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, 4, 2004, Itajaí. **Resumos...** Itajaí, 2004. p. 835 – 848.

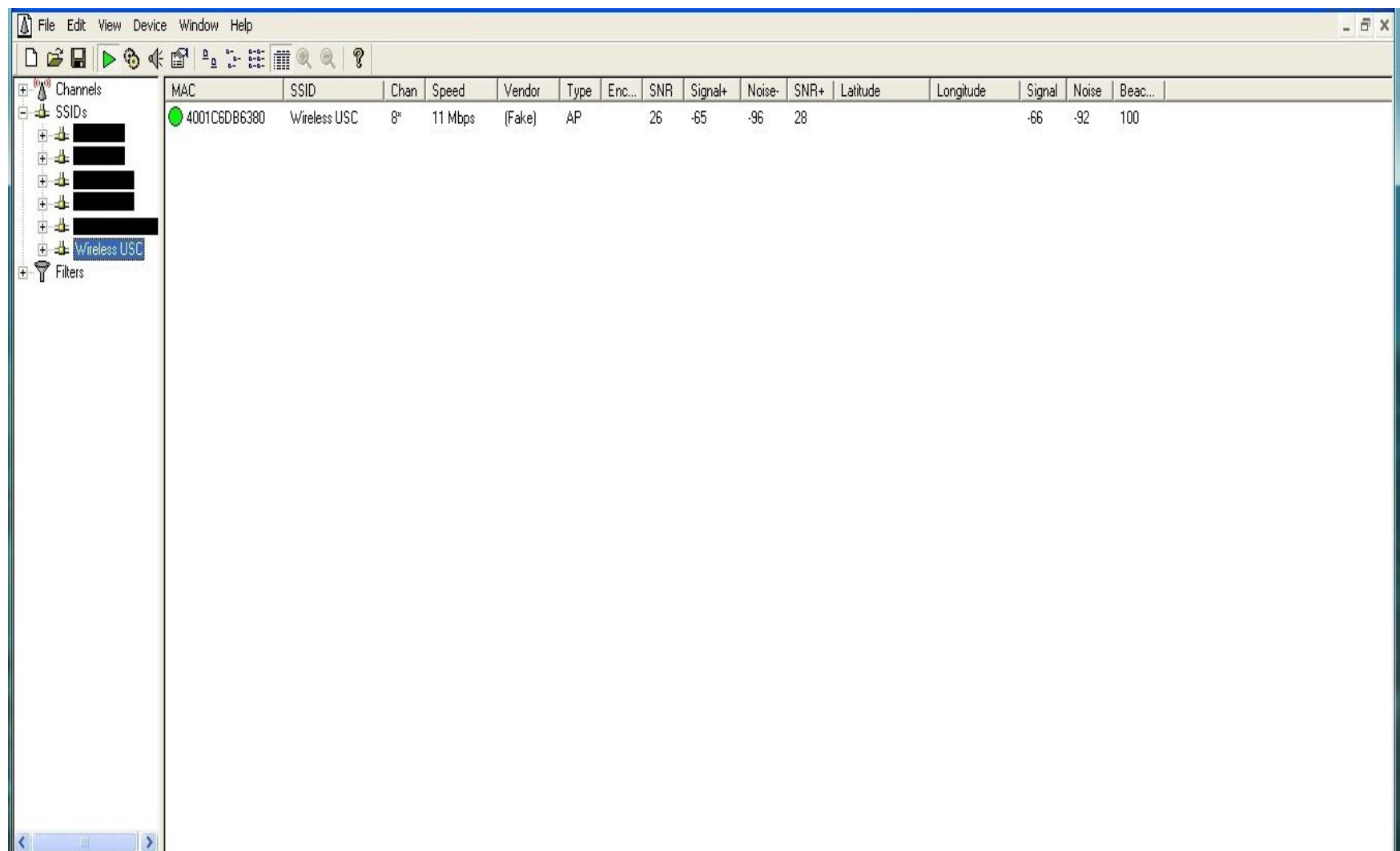
RODRIGUES, R. B. et al. Segurança de redes wireless e suas vulnerabilidades e custo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10, 2007, São Paulo. **Anais...**São Paulo: UNISA, 2007.

ROSS, J. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Antenna, 2008.

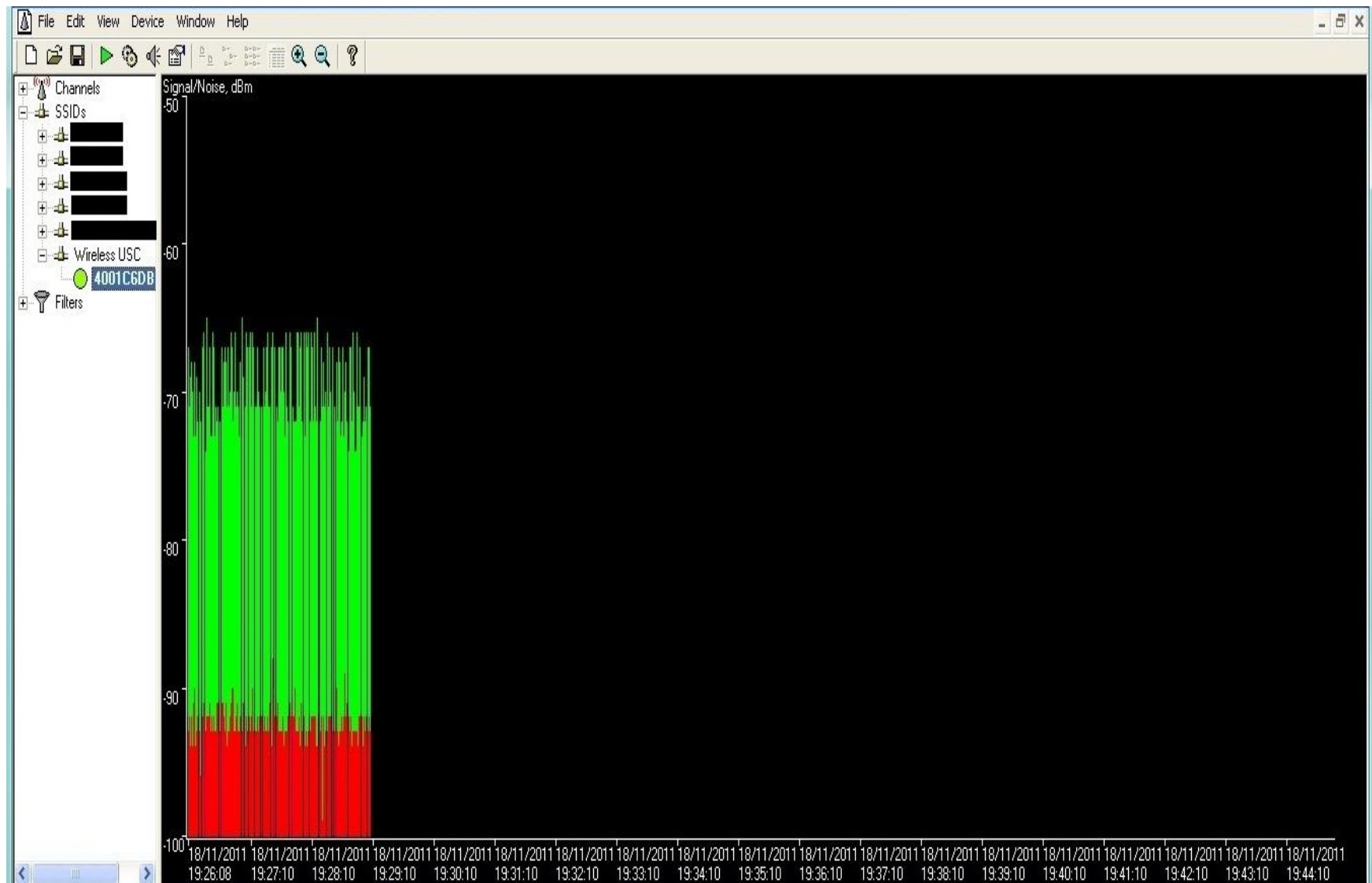
TANENBAUM, A. S. **Computer Networks**. Tradução Vandenberg D. de Souza. 4 ed. Amsterdam: Campus, 2002.

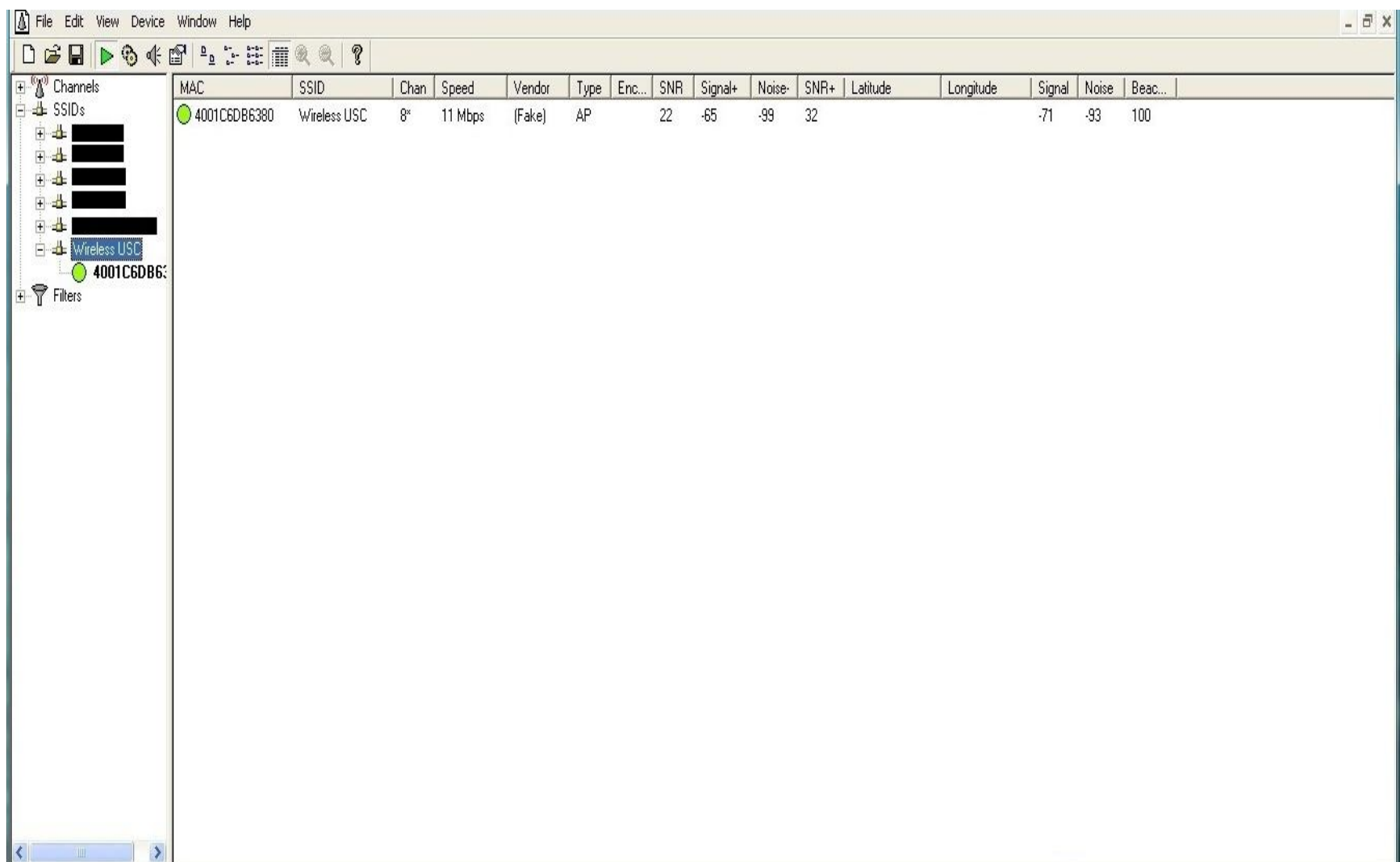
TITTEL, E. Tecnologias de Rede. **Redes de computadores**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

ZUBA, M. J. F. **Vulnerabilidades das redes wireless 802.11**. 2007. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Computação) – Faculdade de Sistemas de Informação, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2007.

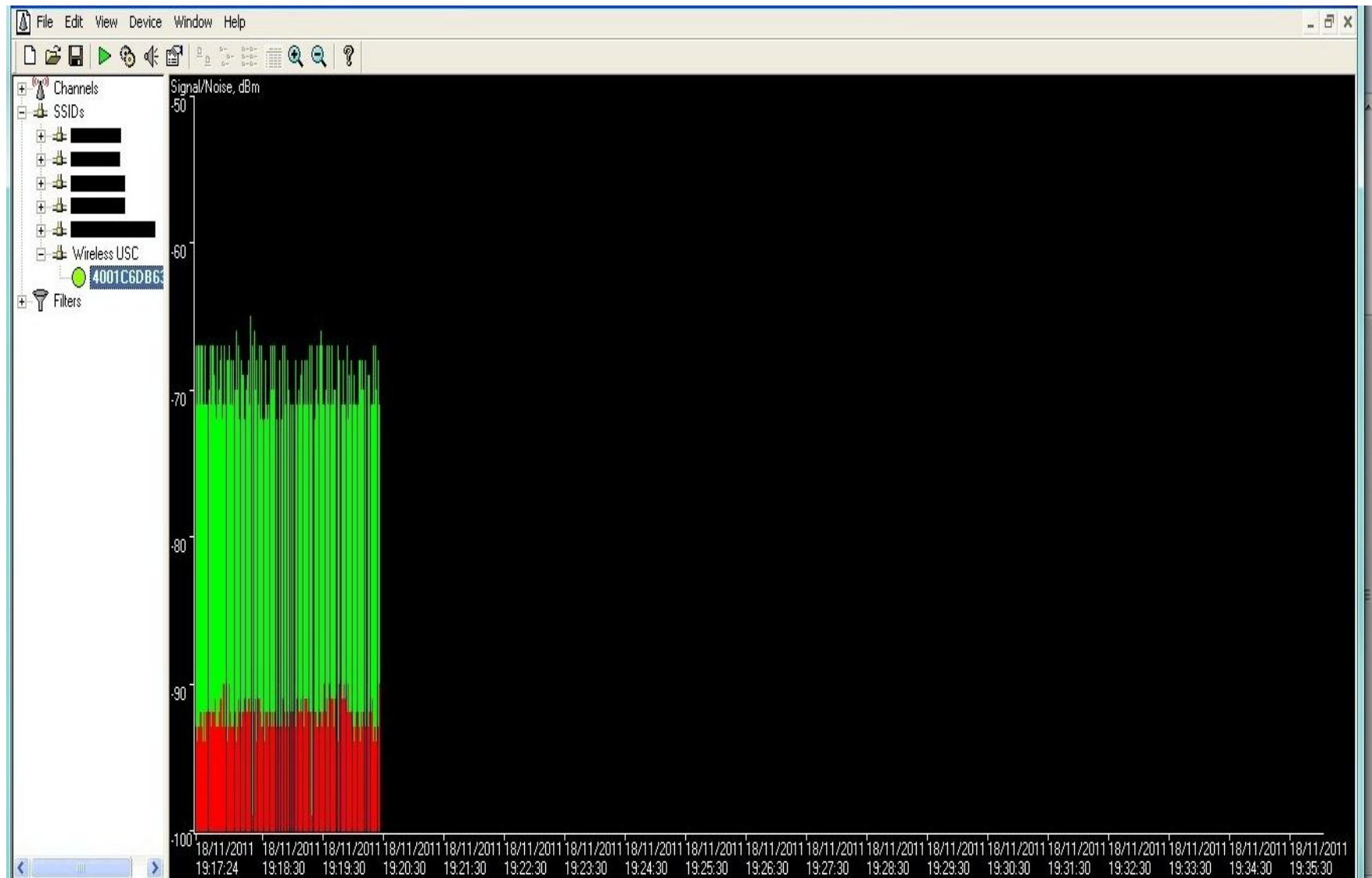
APÊNDICE A – COLETA DOS DADOS NA BIBLIOTECA COR JESU REALIZANDO *DOWNLOAD*

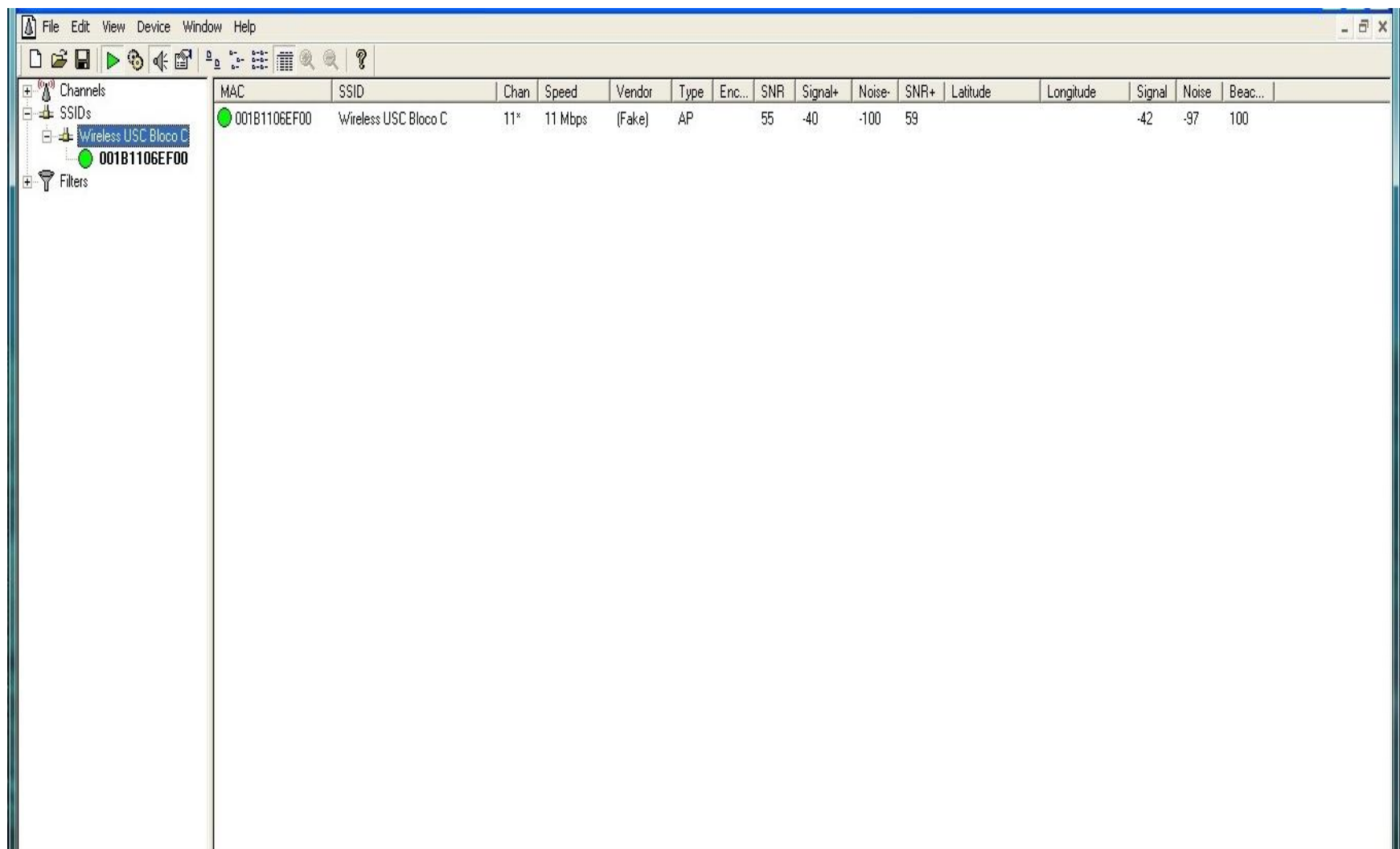
MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+	Latitude	Longitude	Signal	Noise	Beac...
4001C6DB6380	Wireless USC	8	11 Mbps	(Fake)	AP		26	-65	-96	28			-66	-92	100



APÊNDICE B – COLETA DOS DADOS NA BIBLIOTECA COR JESU SEM A REALIZAÇÃO DE *DOWNLOAD*

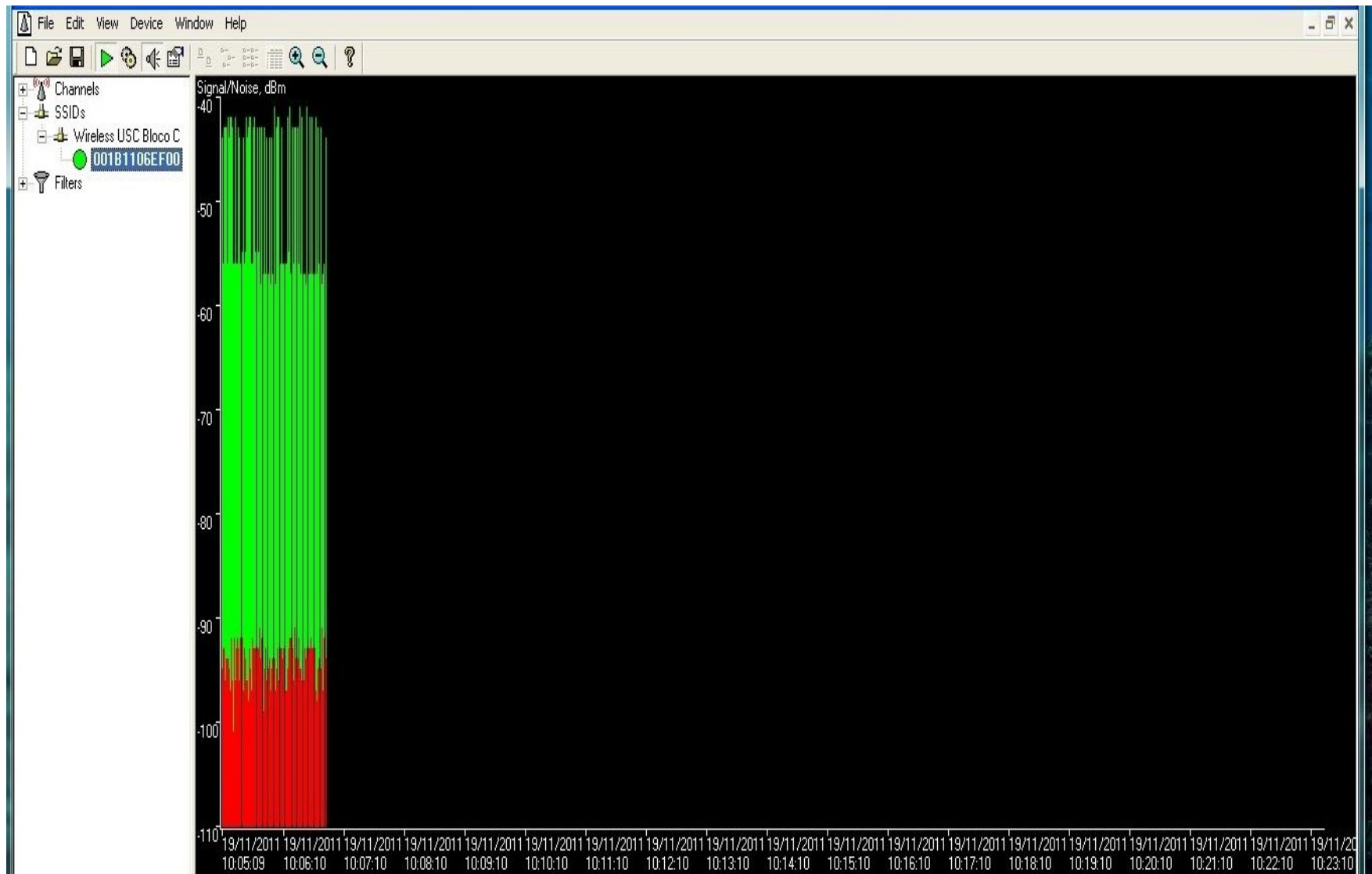
MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+	Latitude	Longitude	Signal	Noise	Beac...
4001C6DB6380	Wireless USC	8*	11 Mbps	(Fake)	AP		22	-65	-99	32			-71	-93	100

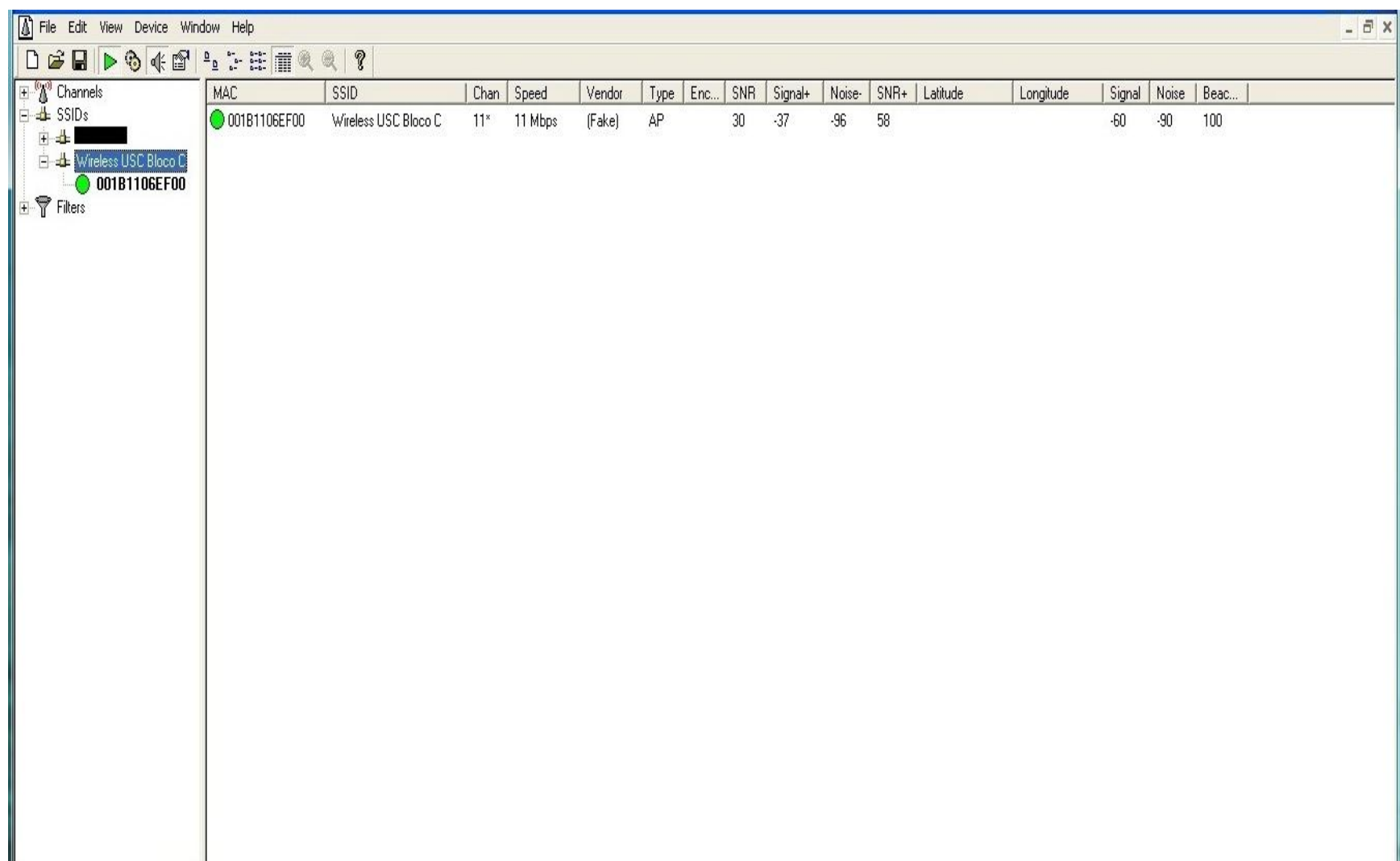


APÊNDICE C – COLETA DOS DADOS NO SETOR DE VIVÊNCIA REALIZANDO *DOWNLOAD*

The screenshot shows a network monitoring application window. On the left, a tree view displays the hierarchy: Channels, SSIDs, and Filters. Under SSIDs, a specific network is selected: 'Wireless USC Bloco C' with MAC address '001B1106EF00'. The main area of the window contains a table with the following columns: MAC, SSID, Chan, Speed, Vendor, Type, Enc..., SNR, Signal+, Noise-, SNR+, Latitude, Longitude, Signal, Noise, and Beac... The table contains one entry for the selected network.

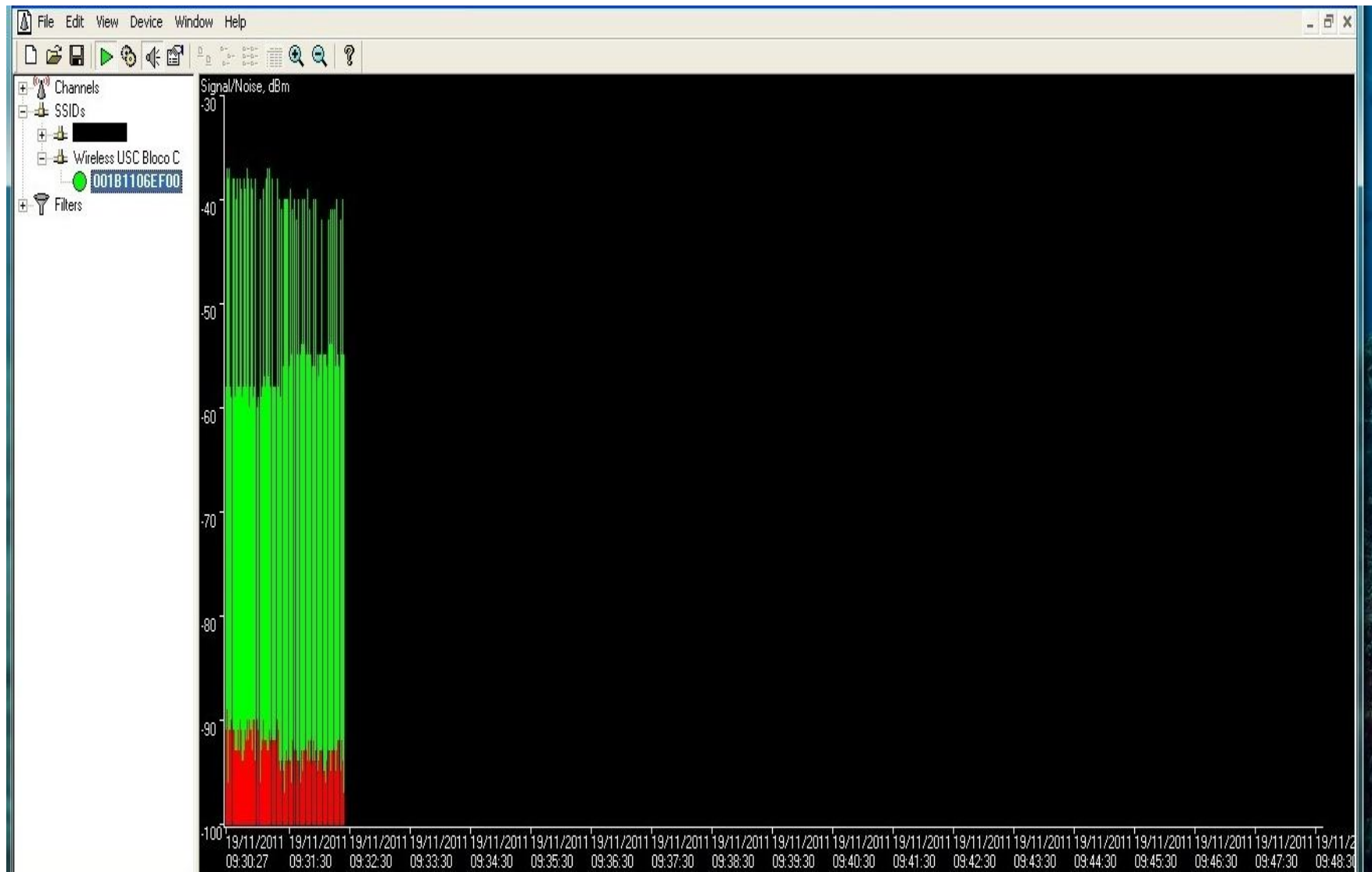
MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+	Latitude	Longitude	Signal	Noise	Beac...
001B1106EF00	Wireless USC Bloco C	11*	11 Mbps	(Fake)	AP		55	-40	-100	59			-42	-97	100



APÊNDICE D – COLETA DOS DADOS NO SETOR DE VIVÊNCIA SEM A REALIZAÇÃO DE *DOWNLOAD*

The screenshot shows a software interface for scanning wireless networks. On the left, a tree view under 'Channels' shows 'Wireless USC Bloco C' selected, with its MAC address '001B1106EF00' listed below. The main area displays a table of detected networks.

MAC	SSID	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+	Latitude	Longitude	Signal	Noise	Beac...
001B1106EF00	Wireless USC Bloco C	11*	11 Mbps	(Fake)	AP		30	-37	-96	58			-60	-90	100



APÊNDICE E – SEPARAÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS NO SURFER 8

M1																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	\$Creator:	Network	Stumbler	Version	0.4.0											
2	\$Format:	wi-scan														
3	Latitude	Longitude	(	SSID	)	Type	(	BSSID	Time	(GMT)	[	SNR	Sig	Noise		
4	\$DateGMT:	2011-11-24														
5	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		38	90	52		
6	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	106	53		
7	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		34	89	55		
8	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		33	89	56		
9	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		52	106	54		
10	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		39	90	51		
11	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		35	89	54		
12	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		54	106	52		
13	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		55	107	52		
14	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		38	91	53		
15	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		56	107	51		
16	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		39	91	52		
17	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	105	52		
18	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	106	53		
19	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	107	54		
20	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		37	90	53		
21	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		51	105	54		
22	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		35	90	55		
23	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	107	54		
24	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		53	105	52		
25	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		36	89	53		
26	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		49	104	55		
27	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		51	106	55		
28	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		33	89	56		
29	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		36	89	53		
30	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		55	106	51		
31	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		51	105	54		
32	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		39	90	51		
33	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		37	91	54		
34	0E		0(	Wireless	USC	Bloco	C	BBS	(	00:1b:11:00		36	90	54		

