



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

FELLYPE SANTANA DE ASSIS

**ANÁLISE DE TRÁFEGO EM DISPOSITIVOS DE REDE A NÍVEL DE CAMADA
FÍSICA**

**PATOS
2019**

FELLYPE SANTANA DE ASSIS

**ANÁLISE DE TRÁFEGO EM DISPOSITIVOS DE REDE A NÍVEL DE CAMADA
FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Computação.

Área de concentração: Redes de Computadores.

Orientadora: Msc. Ingrid Morgane Medeiros de Lucena

**PATOS
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A848a Assis, Felype Santana de.
Análise de tráfego em dispositivos de rede a nível de camada física [manuscrito] / Felype Santana de Assis. - 2019.
41 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2019.
"Orientação : Profa. Ma. Ingrid Morgane Medeiros de Lucena, Coordenação do Curso de Computação - CCEA."
1. Camada física. 2. Interferência. 3. Redes Wi-Fi. I. Título
21. ed. CDD 004

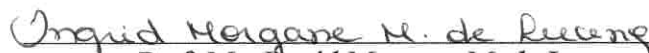
Fellype Santana de Assis

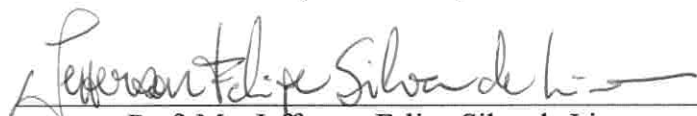
**ANÁLISE DE TRÁFEGO EM DISPOSITIVOS DE REDE A NÍVEL DE CAMADA
FÍSICA**

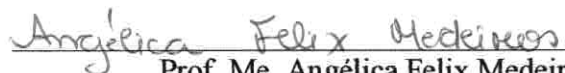
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 21/11/2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Ingrid Morgane M. de Lucena
(Orientadora)


Prof. Me. Jefferson Felipe Silva de Lima
(Examinador)


Prof. Me. Angélica Felix Medeiros
(Examinador)

“Mil cairão ao teu lado, e dez mil à tua direita, mas tu não serás atingido”.

Salmos 91:7

Eis me aqui senhor...

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, ao meu pai Francisco, minha mãe Josilda, a meu amado filho Enzo, minha esposa Mayara e a minha irmã Alynne, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, uma vez que sem eles, nada sou.

Dedico este trabalho também aos meus avós paternos e maternos, Avany Fernandes, Cícero Francisco, Luiza Santana, “In Memoriam”, e Edilson Pereira, pela existência de meus pais e educação a qual foi passada a eles e repassada a minha pessoa, pois, sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.

Obrigado meu Deus.

AGRADECIMENTOS

Novamente agradeço primeiramente a Deus e segundo a minha família por ter me dado o ensejo de vivenciar esse sonho e por não ter me deixado desistir em nenhum momento, por toda força que foi necessária que foi preciso até aqui.

A todos os professores, por todo os conselhos e ajuda durante os meus estudos e em especial a minha orientadora, Ingrid Morgane, por todo apoio e paciência ao longo da elaboração do meu projeto final.

Aos funcionários da instituição de ensino, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por todo apoio e por proporcionarem um ambiente propício para as aulas e o desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso

Aos meus amigos de faculdade e parceiros de estudo, em particular a Kaique Rijkaard e Mateus Paulino por toda a ajuda e apoio durante este período tão importante da minha formação acadêmica e naqueles momentos de turbulências, aos quais, passamos nesses anos de trajetória na universidade.

Enfim a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização da minha pesquisa e do meu sonho.

RESUMO

O presente trabalho versa sobre a necessidade de examinar a transmissão de bits na camada física sem fio, pois a mesma está exposta a sofrer perdas relevantes na classe de transferência de bit quando objetos e elementos estão atuando com a presença, portanto, a justificativa desse trabalho é o impacto que objetos e elementos causam na transmissão da rede Wi-Fi, fazendo assim, com que pessoas passem a aceitar sobre esta realidade de interferência na transmissão de redes sem fio e esclarecendo para as mesmas os possíveis causadores de lentidão, durante a transmissão de bit e como tais objetos e elementos podem provocar esses transtornos. Comparando com estudo equivalente e utilizando-se da pesquisa de Mahanti (2010) e Shackleton (2015) como premissa, nesta averiguação, foi caracterizada de objetos e elementos não Wi-Fi, foi analisado o impacto da interferência nos dados e vídeo examinando a interferência em uma rede doméstica. No geral, pode-se observar que a rede de nossas casas está exposta a uma grande diversidade de objetos e dispositivos não Wi-Fi e que esses dispositivos podem apresentar um impacto expressivo no nível de intervenção na rede com porcentagens superiores a 70%.

Palavras-chaves: Camada Física. Wi-Fi. Interferência.

ABSTRACT

The present work deals with the need to examine the bit transmission in the physical layer of the wire, as it is also exposed to damage caused by the bit transfer class when objects and elements are operating with the presence, therefore, a justification. this work is the impact of objects and elements caused in the transmission of the Wi-Fi network, thus making people accept the reality of interference in the transmission of wireless networks and clarifying how the possible causes of slowness during bit transmission and how these objects and elements can cause these disturbances. Comparing with the equivalent study and using the research by Mahanti (2010) and Shackleton (2015), as premise on this average was characterized by non-Wi-Fi objects and elements, was analyzed or impacted the impact of data and video interference by examining interference on a home network. In general, it can be seen that a home network is exposed to a wide range of non-Wi-Fi objects and devices and that these devices can have a significant impact on the level of intervention on the network with percentages greater than 70%.

Keywords: Physical Layer. Wi-Fi. Interference.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Contextualização e o problema	9
1.2	Justificativa	9
1.3	Objetivos	9
1.3.1	Objetivo geral	9
1.3.2	Objetivos específicos	10
1.4	Metodologia	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Internet	12
2.2	Protocolo 802.11	13
2.3	Redes Wi-Fi	14
3	CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS	16
3.1	Equipamentos:	16
3.1.1	Emissores	16
3.1.2	Interferentes	17
3.2	Ferramentas de análise de tráfego	17
3.2.1	Wi-Fi analyzer	17
3.2.2	Jperf	18
3.2.3	Airmagnet spectrum xt versão (DEMO)	19
3.2.4	Decibelímetro	20
3.3	Cenários	20
3.3.1	Cenário com caixa de som	20
3.3.2	Cenário com controle remoto	21
3.3.3	Cenário com geladeira	22
3.3.4	Cenário com pessoas	23
4	ANÁLISES e RESULTADOS	24
4.1	Métrica	24
4.1.1	Configurações Experimentais	24
4.2	Resultados da Medição	26
4.2.1	Caixa de Som	27
4.2.2	Controle remoto	29
4.2.3	Geladeira (Sem Disparo)	30
4.2.3.1	Geladeira (Com Disparo)	31
4.2.4	Pessoas	32
4.2.5	Tráfego de dados e vídeo	33
5	CONCLUSÃO	35
5.1	Considerações Finais	35
5.2	Contribuições e Dicas	36
5.3	Limitações	37
5.4	Trabalhos Futuros	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico trouxe consigo o avanço de novas tecnologias, dentre elas o Wi-fi (que vem da abreviação de '*Wireless Fidelity*', que significa Fidelidade sem fio). Wi-fi, ou *wireless* é uma tecnologia de comunicação que não faz o uso de cabos, e geralmente é transmitida através de frequências de rádio, infravermelho, etc (KELLOGG, Bryce et al, 2015).

Mahanti (2010) afirma que as redes Wi-fi não são usadas apenas para navegação na Web, mas também para visualização de conteúdo de vídeo em tempo real, como por exemplo, os esportes ao vivo ou eventos de notícias. Além disso, a comunicação de voz dando-se como exemplo, voz sobre IP ou VoIP. No entanto, muitos desses serviços exigem alta qualidade de serviços e confiabilidade, que podem ser degradados por interferência - geralmente provocados por objetos que transmitem sinais de rádio-frequências - assim causando intermitência e, conseqüentemente, perdas de bit de dados.

Para Shackleton (2015), os objetos e os elementos transmissores (ou não) de sinais podem afetar uma transmissão. Para garantir uma boa conexão com um roteador sem fio, é fundamental seguir algumas dicas de instalação, tais como: i) deixar o roteador no lugar certo; ii) posicionar as antenas corretamente de acordo com o ambiente; e iii) usar os recursos do roteador para aperfeiçoar a conectividade. Seguindo esses procedimentos possíveis melhorias na velocidade da Internet e na qualidade da rede podem ser observados.

Desta forma, este trabalho apresentará um estudo de entrada de interferência na rede de transmissão Wi-Fi. A princípio de elementos e objetos comuns que se utiliza no interior das residências e que servirão de base analisadora. Shackleton (2015), relata que objetos aos quais foram escolhidos como: o controle remoto de garagem, alto-falante, geladeira e um quarto elemento que seria aglomeração de pessoas em um determinado ponto de uma residência, podem ocasionar problemas nas transmissões e conseqüentemente, falhas na camada de rede. Por este motivo iremos efetuar testes de análise, em busca de constatar esta real possibilidade em um cenário doméstico com característica e equipamentos próprios.

1.1 Contextualização e o Problema

O trabalho surgiu da necessidade de analisar a transmissão de bits na camada física Wi-Fi, pelo fato de a mesma sofrer perdas relevantes que podem atingir ou até mesmo ultrapassar 80% de prejuízo na transmissão de *bits* e objetos ou elementos considerados nocivos à transmissão estiverem próximos ao ponto gerador de sinal. Diante deste dilema, surgiu a necessidade de analisar e quantificar esses impactos e tentar constatar essas interferências (SHACKLETON, 2015).

Utilizando experimentos controlados e medições do ambiente de produção com as mesmas características de avaliação de Mahanti (2010) diferenciando o ambiente de testes, considerando que o nosso é um ambiente doméstico, enquanto de Mahanti é um ambiente público, será quantificado o impacto desses objetos no desempenho do protocolo IEEE 802.11. Nos referidos experimentos, será caracterizada e medida a interferência gerada por esses objetos e elementos, bem como discutir as suas implicações em tráfego de dados.

1.2. Justificativa

Justifica-se esse estudo acadêmico conhecer o impacto em que objetos e elementos causam na transmissão da rede Wi-Fi. Todavia, há, segundo Shackleton (2015), tantos outros objetos os quais também podem afetar a rede, fazendo assim, com que inúmeras pessoas passem a acreditar nesta existência de interferência na transmissão de redes sem fio e esclarecendo para as mesmas os possíveis casos de lentidão que se encontra no momento da transmissão de *bit* em que tais objetos e elementos podem ocasionar interferência.

1.3 Objetivos

Partindo-se da problemática de que objetos e elementos podem afetar uma transmissão, a pesquisa apresenta os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Investigar e analisar a transmissão Wi-Fi ante a objetos e elementos que podem atrapalhar o sinal de rádio frequência ou gerar interferências.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar se objetos e elementos tais como; controle remoto, caixa de som, geladeira e pessoas que poderão causar impacto na rede de protocolo IEEE 802.11;
- Analisar determinados dispositivos geradores de rádio frequência ou não que possam também ocasionar perda de bits na rede Wi-Fi convencional.
- Apresentar aspectos e as influências que tais perdas podem acarretar nas transmissões de vídeos e dados de modo geral;
- Utilizar a pesquisa de Mahanti (2010) como base.

1.4 Metodologia

- A etapa de Revisão Bibliográfica apontou uma lógica qualitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Diante da sustentação teórica pôde-se obter concepções da internet com suas respectivas tecnologias que auxiliam na transmissão de bits, dando ênfase às redes Wi-Fi, redes cabeadas e a IEEE (Protocolo 802.11).
- A etapa de elaboração das análises de dados apontou uma lógica qualitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Com a finalidade de alcançar o objetivo desta pesquisa, surge a necessidade de fazer um estudo experimental de medição de interferência na rede de transmissão Wi-Fi, utilizando quatro instrumentos comuns em uma residência, eles são: controle remoto, alto-falante, geladeira e o agrupamento de pessoas em um determinado ambiente doméstico.
- A etapa da Execução do estudo experimental apontou uma lógica qualitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). Foi realizado um estudo experimental, com intuito de investigar os impactos causados por objetos próximos ao gerador de sinal que estão provocando interferências. Visando assim, aprimorar a usabilidade da rede Wi-Fi e

auxiliar os usuários da rede Wi-Fi convencional a terem uma navegação de melhor qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender os assuntos abordados neste trabalho, é necessário construir um embasamento teórico. Com isso, o presente capítulo apresenta os conceitos de Internet, rede cabeada, IEEE e redes Wi-Fi.

2.1 Internet

Segundo pesquisa, TIC Domicílios (2018), 126,9 milhões de pessoas usaram a rede regularmente. Metade da população rural e das classes D e E agora têm acesso à internet. O número de brasileiros que usam a internet continua crescendo: subiu de 67% para 70% da população, o que equivale a 126,9 milhões de pessoas. Também pela primeira vez, metade da camada mais pobre do Brasil está oficialmente na internet: 48% da população nas classes D e E, acima de 42% em 2017.

Castells (2009) argumenta que as transformações decorrentes da tecnologia na sociedade, contextualizadas por toda complexidade econômica e cultural, fez com que a tecnologia fosse a própria sociedade e que a corporação só pudesse ser compreendida por meio de suas ferramentas tecnológicas.

Segundo Castells (2009), é considerada a maior invenção tecnológica dos últimos tempos em virtude do seu poder de alcance, da compressão espaço-tempo, das informações em tempo real e principalmente na sua capacidade de conectar pessoas do mundo todo nas mais variadas ocasiões. O meio que consolida a comunicação de muitas pessoas que interagem no ambiente virtual e estabelecem laços pessoais e profissionais.

De acordo com Castells (1999), “[...] internet, é um tecido da comunicação em nossas vidas: para o trabalho, os contatos pessoais, a informação, o entretenimento, os serviços públicos, a política e a religião”.

Para Lévy (2010), a internet possibilitou a comunicação com várias pessoas simultaneamente, em qualquer lugar do planeta, a qualquer momento resultando em um novo mundo, denominado como a Galáxia da Internet. Essa expressão visa demonstrar a amplitude que a internet como um sistema de informação tem conquistado, não apenas pelo número de usuários que cresce constantemente, mas pelas transformações culturais, econômicas, políticas e sociais que resultam desta tecnologia.

A internet está cada vez mais presente no cotidiano e possui diversas formas de transmissão, podendo ser distribuída através de redes móveis, redes sem fio ou redes cabeadas (PARISER, 2012).

2.2 Protocolo 802.11

As raízes da organização remontam a 1884, quando a eletricidade começou a se tornar uma grande influência na sociedade. Havia uma importante indústria elétrica estabelecida, o telégrafo, que desde os anos 1840 vinha conectar o mundo com um sistema de comunicação de dados. (GALLO, et al.2003)

IEEE, tem significado de Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos, a associação é licenciada sob este conceito e é o nome legal integral. No entanto, segundo a suprema organização responsável técnica do mundo, os componentes do IEEE são elaborados há muito tempo por engenheiros, cientistas e profissionais afins. Cercado por eles estão cientistas da computação, desenvolvedores de software, profissionais de tecnologia da informação, físicos, médicos e muitos outros, além do polo de engenharia elétrica e eletrônica do IEEE. Por esta razão, a sociedade não usa mais o nome todo, à exceção de documentos comerciais legais, e é relacionada simplesmente como IEEE. (SREEMANTHULA, 2005)

Para Sreemanthula (2005) a IEEE é uma associação dedicada ao avanço da inovação e excelência tecnológica em benefício da humanidade, é a maior sociedade profissional técnica do mundo. Ele foi projetado para atender profissionais envolvidos em todos os aspectos dos campos elétricos, eletrônicos e de computação e áreas afins da ciência e da tecnologia subjacentes à civilização moderna.

Segundo Barreto (2011) existem vários padrões 802.11 para redes sem fio, incluindo 802.11a, 802.11b e 802.11g. A tabela 1 reúne as principais características destes padrões. Algumas características em comum: Utilizam a mesma estrutura para a camada de enlace; possuem a mesma habilidade de reduzir a taxa de transmissão, quando necessário; permitem trabalhar no modo ad-hoc e no modo com infraestrutura.

Tabela 1 - Características dos padrões 802.11

Padrão	Limites de Frequência	Taxa de Transmissão de Dados
802.11b	2.4GHz - 2.485GHZ	Até 11Mbps
802.11a	5.1GHz - 5.8GHZ	Até 54Mbps
802.11g	2.4GHz - 2.485GHZ	Até 54Mbps

Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

2.3 Redes WI-FI

Moraes (2010) afirma que, Wi-Fi é uma família de tecnologias de rádio que é comumente usada para a área local sem fio de dispositivos que é baseado em torno do protocolo 802.11 da IEEE.

Ainda nos argumentos de Moraes (2010), os dispositivos que podem usar a tecnologia Wi-Fi incluem: desktops, laptops, consoles de videogame, smartphones, tablets, smart TVs, impressoras, players de áudio digital, câmeras digitais, carros, drones e por último mais recente vem IoT, em tradução livre seria internet das coisas.

Segundo Lemos (2012) IoT é o conceito de conectar qualquer *device* à internet e a outros *devices* conectados. É uma rede gigantesca de conexões entre coisas e pessoas, que coleta e compartilha dados sobre a forma como os aparelhos são usados e também sobre os ambientes em que estão. Os dispositivos são capazes de interagir uns com os outros e não necessariamente precisam de uma intervenção humana para se comunicarem. Dispositivos compatíveis se conectam uns aos outros através de um ponto de acesso sem fio, tornando possível acessar a Internet. Em geral os pontos de acesso têm um alcance em média de 20 metros dentro de casa e um alcance maior ao ar livre.

A cobertura de *hotspot* pode ser tão pequena quanto um quarto individual com paredes que bloqueiam ondas de rádio ou tão grandes quanto muitos quilômetros quadrados alcançados usando múltiplos pontos de acesso sobrepostos. As diferentes versões são especificadas por vários padrões de protocolo IEEE 802.11, com as diversas tecnologias de rádio determinando os intervalos, bandas de rádio e velocidades que podem ser alcançadas. (FERREIRA, et al. 2017)

Geralmente usa-se as bandas de rádio UHF (*Ultra High Frequency*) de 2,4 *giga-hertz* e 5 *giga-hertz* que são subdivididas em múltiplos canais. Muitos materiais

comuns absorvem ou refletem o sinal, o que restringe ainda mais o alcance, mas pode ajudar a minimizar a interferência entre diferentes redes em ambientes lotados. De perto, algumas versões, rodando em hardware adequado, podem atingir velocidades de mais de 1 Gbit/s. (FIGUEIREDO, 2015)

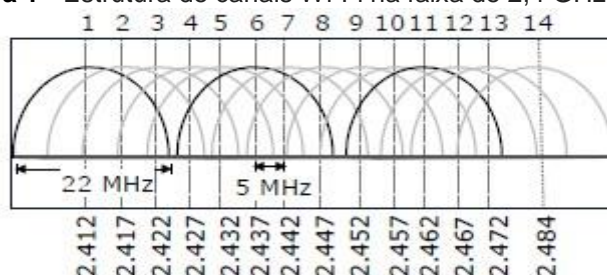
A rede sem fio é potencialmente mais vulnerável a ataques do que as redes com fio, porque qualquer dispositivo dentro do alcance de uma rede com um controlador de interface de rede sem fio pode tentar acessar. (RUFINO,2007)

O *Wi-Fi Protected Access* (WPA) é uma família de tecnologias criadas para proteger as informações que se movem pelas redes e inclui soluções para redes pessoais e corporativas. Os recursos de segurança do WPA incluem proteções mais contundentes e novas práticas de segurança, à medida que o cenário de segurança muda ao longo do tempo. A rede sem fio tem canais e está organizada para 14 sobreposições, cada uma tendo uma banda espectral de 22 MHz. O uso dos canais está sendo governado por regulamentação e agências dos respectivos países. (RUFINO, 2007)

Na América do Sul, apenas os primeiros 11 canais estão disponíveis para uso, no resto do mundo os primeiros 13 canais estão permitidos para utilização. O Japão permite o uso do canal 14, no entanto, ele só está disponível para 802.11b usando a modulação DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). Restringimos nossa atenção aos 11 canais em uso na América do Sul. (SILVA, 2010)

A figura 1 mostra a estrutura de canais, segundo Silva (2010) afirma que para evitar interferências, espera-se que os rádios wireless operem em canais não sobrepostos, isto é, canais separados por pelo menos 22 MHz. Por exemplo, se dois APs estão operando no mesmo canal em uma célula sem fio, então seus sinais irão interferir um com o outro. O mesmo aplica-se para qualquer outro dispositivo que esteja irradiando sinal, tal como um controle de garagem por exemplo. Alguns canais com combinações que não se sobrepõem: 1,6,11, 2,7, 3,8, 4,9 e 5,10.

Figura 1 - Estrutura de canais Wi-Fi na faixa de 2,4 GHz



Fonte: SITE DA WIFIMETRIX.COM (2019)

3 CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS

Neste capítulo apresentaremos de qual forma serão produzidos os cenários, quais equipamentos iremos utilizar para emitir o sinal, receber, interferir e programas ao quais utilizaremos para os devidos testes.

3.1 Equipamentos

Com intenção de desenvolver os testes, aplicaremos os fatores similares aos que foram empregados nos testes de Mahanti (2010), portanto assim podemos analisar melhor respeitando um princípio já utilizado. Variando assim os objetos e elementos interferentes, itens estes que, Shackleton (2015) denomina como interferentes a transmissão. Abaixo estão descritos todos os equipamentos, programas e configurações que serão utilizados no cenário de testes.

3.1.1 Emissores

Roteador: comum para conectar diversas redes de computadores entre si, com banda de frequência de 2.4GHz, protocolo de transporte: TCP/IP, ICMP/IP, PPPoE, protocolo de link de dados: Ethernet, Fast Ethernet, IEEE 802.11b,g,n, taxa de transmissão de dados: 300mbps. Nas ligações à internet, há quase sempre um roteador que conecta a rede local à rede da internet. Esse objeto será o ponto gerador de sinal.

Notebook: com processador I7 de 5ª geração, sistema operacional Windows 10, memória *ram* de 8gb, hd de 1 *terabyte*, placa de rede *Wireless* 1707 802. 11b|g|n 2.4GHZ, para assim quantificando os impactos aos quais poderão aparecer.

Smartphone: celular que estabelece recursos de computadores pessoais, com utilidades avançadas que podem ser ampliadas por meio de programas aplicativos processado pelo seu sistema operacional. O *smartphone* utilizado tem configuração de um processador *quad-core* 1,5ghz, memória *ram* de 3gb e armazenamento de 32gb com o aplicativo *Wi-Fi analyzer* instalado para medir a força do sinal.

3.1.2. Interferentes

Caixa de Som: volta de um alto-falante para melhorar sua reprodução sonora. A caixa é construída em plástico e contém a altura de 70 cm. O alto-falante tem o tamanho de 12 polegadas e potência de 200w rms (do inglês *root mean square*). Esse objeto emitirá ondas sonoras próximo ao ponto gerador de sinal.

Controle Remoto de Garagem: basicamente é um aparelho que transmite um pulso com radiofrequência contendo propagação de 433,92 Mhz, passando a acionar a abertura ou o fechamento do portão. Esse objeto será acionado emitindo uma radiofrequência próximo ao ponto gerador de sinal.

Geladeira: constituído por um móvel termicamente isolado, dispositivo produtor de frio, que se destina a conservar, no seu compartimento principal, alimentos e outros itens em baixa temperatura. Utilizaremos esse objeto para observarmos se o mesmo gera algum tipo de interferência por causa do seu motor próximo do ponto gerador de sinal

Pessoas: utilizaremos 15 pessoas de natureza distintas sem nenhum tipo ou restrição. Essas pessoas ficaram aglomeradas próximo ao ponto gerador de sinal.

3.2 Ferramentas de análise de tráfego

Nesta seção serão descritos os programas utilizados para análise do tráfego no cenário proposto. Baseando-se nos testes utilizados por Mahanti (2010), foram aplicados os programas Iperf e Airmagnet spectrum xt (DEMO) para identificar e analisar a quantidade de perdas que os objetos e elementos citados poderão afetar na transmissão. Neste trabalho acrescentaremos o *Wi-Fi Analyzer* para servir como mais um programa para base de teste e análise, possibilitando eventuais testes no smartphone com configurações já citadas.

3.2.1 WI-FI Analyzer

A Figura 5 mostra *Wi-Fi Analyzer* que é um aplicativo para *android* que possibilita visualizar as redes sem fio. Detecta através do aparelho, apresentando diferentes informações sobre o desempenho destas. O programa tem um painel que possibilita personalizar e configurar o software, além de visualizar as opções de diagnóstico da rede. Inclusive, há atalhos na entrada inferior do app, e o superior encaminha o utilizador para o esboço de canais, a qual possibilita visualizar a força do ruído de todas as redes acessíveis no lugar. Em seguida temos o “Contador de Sinal” que diz a força do empenho da rede em que você está agregado em tempo real. Este reconhecimento é ideal para encontrar os pontos em que a informação da conexão é mais ativa. (RIBEIRO, 2013)

Figura 5 - Wi-Fi Analyzer

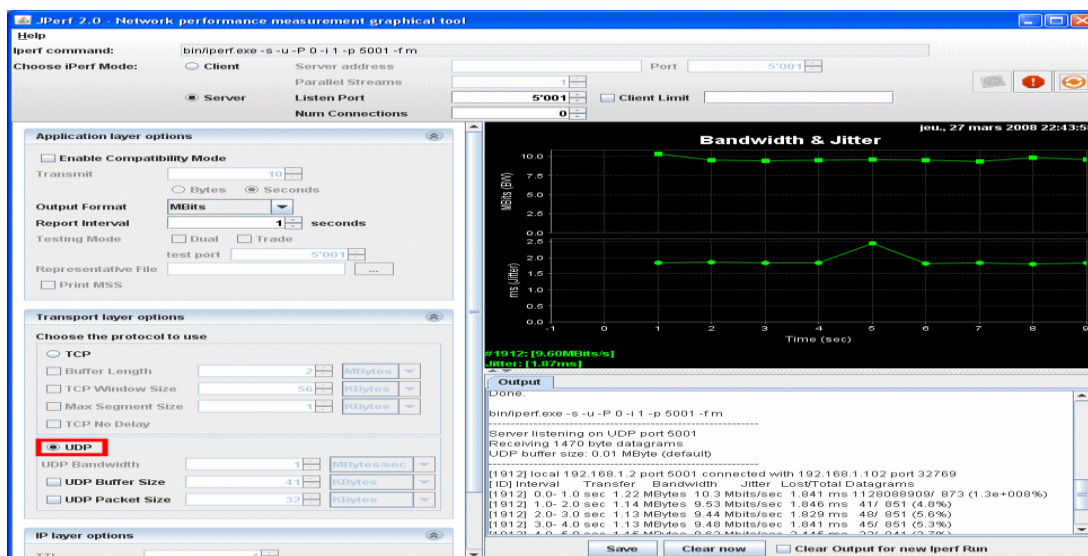


Fonte: WI-FI ANALYZER (2019)

3.2.2 Jperf

A Figura 6 apresenta a interface gráfica do Jperf é uma interpretação do Iperf, com área de interação gráfica. Este utilitário roda dentro de Java e pode ser adaptável para ser cliente ou servidor. Determinado computador deve estar com ele *setado* em função “*server*”, à medida que o segundo computador terá que estar *setado* na função “*client*”, em seguida pode-se produzir os ajustes, por exemplo o tipo de protocolo a ser usado (TCP ou UDP), e por último o “*client*” deve escolher o IP do “*server*” e percorrer o teste durante a opção “*Run Iperf*”. Com isso pode gerar dados a serem analisados. (ANTUNES, 2012)

Figura 6 –Jperf

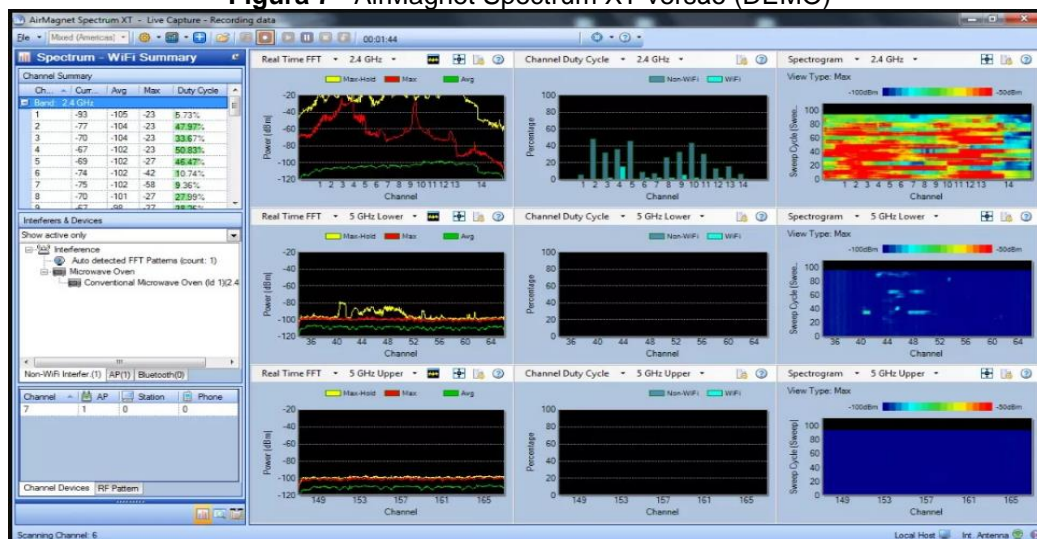


Fonte: JPERF (2019)

3.2.3 Airmagnet spectrum xt versão (DEMO)

A Figura 7 representa o AirMagnet Spectrum XT versão (DEMO) que é um programa analisador de espectro Wi-Fi que promove análise aprofundada da perturbação por radiofrequência com análise em tempo real do espectro sem fio, para solução de problemas de satisfação da rede sem fio mais rápida e de precisão. Esta compreensão determinada do observador de espectro Wi-Fi da análise de resultado da interferência de RF no desempenho abrangente da rede ajuda a localizar a base destes distúrbios. (AIRMAGNET SPECTRUM, 2014)

Figura 7 –AirMagnet Spectrum XT versão (DEMO)



Fonte: SPECTRUM EFFECT (2019)

3.2.4 Decibelímetro

A figura 8 representa o aplicativo que serve como medidor de som, este aplicativo é um poderoso aliado para medir níveis de som e de ruídos. Ele está disponível para Android e utiliza o microfone do smartphone para captar os decibéis. Será com ele que iremos analisar os decibéis da caixa de som no momento que a mesma estiver próxima do ponto de acesso do Wi-Fi. (PLAY STORE, 2019)



Fonte: PLAY STORE (2019)

3.3 Cenários

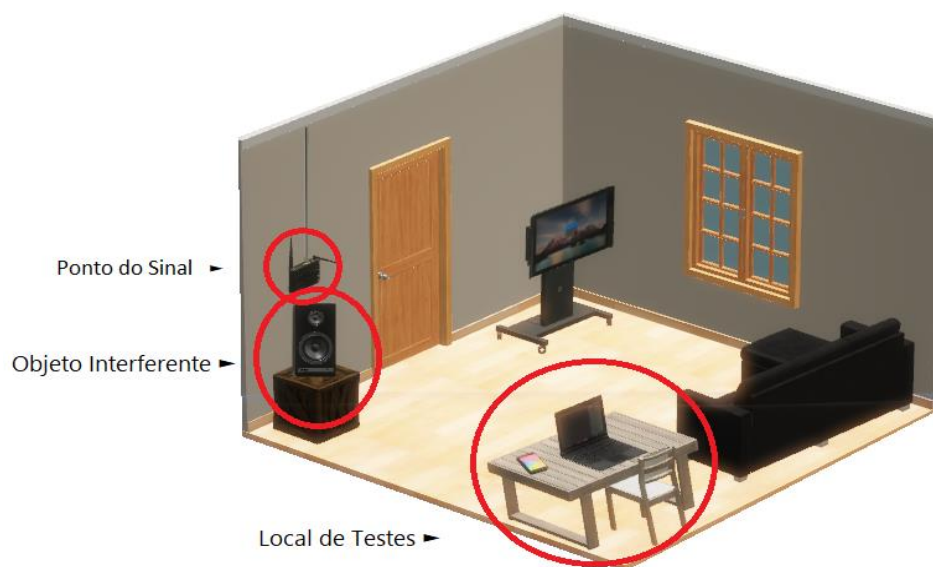
Seguimos os cenários, com as características de Mahanti (2010), pois assim podemos analisar, comparar e quantificar aspectos similares que também sucederam no mesmo e que poderão ocorrer no nosso.

3.3.1 Cenário com caixa de som

O primeiro cenário de teste acontecerá na sala de uma residência com 5 metros quadrados. O ponto de acesso será um roteador, que possui duas antenas e capacidade de transmissão de 300mbps, estará fixo na parede.

A Figura 9 mostra onde o dispositivo interferente estará posicionado. A caixa de som com alto-falante de 12 polegadas com 200 rms de potência que estará direcionada a uma curta distância de 60 centímetros para o ponto de acesso e posteriormente a distâncias maiores.

Figura 9 - Cenário (caixa de som)



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

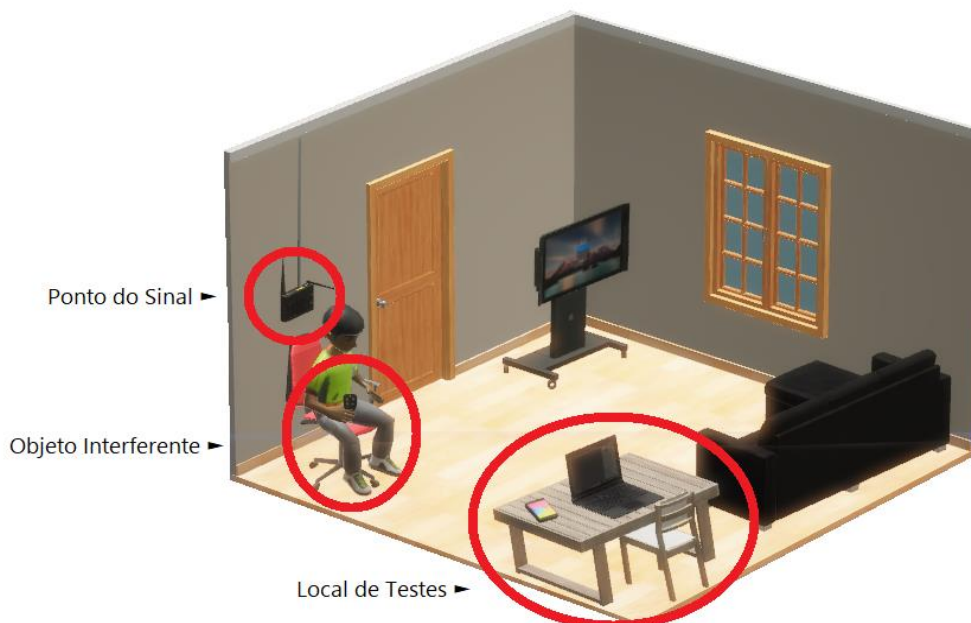
Para efetuar os testes, o notebook estará a 3 metros de distância, recebendo um stream de vídeo e com os programas adequados de análise de bits. Já o smartphone com o *Wi-Fi Analyzer* instalado estará fazendo testes afins com a mesma distância e também com o aplicativo Decibelímetro para capturar os decibéis da caixa de som no momento da interferência.

3.3.2. Cenário com controle remoto

O Segundo cenário continuaremos considerando as mesmas características e configurações iniciais do cenário 1 o ponto de acesso também será o mesmo que acontece no primeiro cenário.

A Figura 10 ilustra o segundo equipamento de interferência que se trata de um controle remoto de garagem que será acionado a uma distância de 1 metro do ponto do sinal e posteriormente a distâncias maiores. Para efetuar os testes, utilizaremos os mesmos equipamentos ao quais foram empregados no primeiro cenário.

Figura 10 - Cenário com controle remoto



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.3.3 Cenário com geladeira

O terceiro cenário de teste acontecerá em uma cozinha da residência. O ponto de acesso continuará sendo o mesmo equipamento do cenário anterior ficará fixo na parede com um metro e sessenta centímetros de altura como o detalhe de está instalado por trás do interferente.

A Figura 11 apresenta o dispositivo interferente correspondente a uma geladeira que estará a poucos mais de 10 centímetros do ponto do sinal. A respeito dos testes segue os cenários anteriores.

Figura 11 - Cenário com geladeira



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.3.4 Cenário com pessoas

O quarto cenário de teste o ponto do sinal ficará um pouco mais a baixo do já utilizado, assim podemos padronizar devido a estatura física dos participantes.

A Figura 12 mostra os elementos interferente que será um grupo de 10 pessoas de naturezas distintas que estabelecerá uma espécie de parede humana. Para praticar os testes usamos dos mesmos equipamentos em que lidamos nos cenários precedentes.

Figura 12 - Cenário com pessoas



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4 ANÁLISES E RESULTADOS

Descreveremos aqui os resultados obtidos além das: métricas, configurações experimentais, resultados da medição, objetos individualmente e tráfego de dados e vídeo.

4.1. Métrica

Empregamos espectrogramas e ciclos de trabalho para diferenciar interferentes na camada física. O espectrograma é um aspecto das condições de potência de RF (rádio frequência) ao longo do tempo no espectro. Cada linha perpendicular no espectrograma mostra a força de RF em função da constância medida em uma intermitência de tempo de 1 segundo. Os espectrogramas proporcionam uma perspectiva temporal da potência de RF no comando da frequência. O período de trabalho mede a potência de RF no espectro, na presente tarefa, o período é calculado pela medição do percentual de tempo do sinal de RF de 20 dBm acima do piso de ruído. A série de afazeres é um identificador do impacto da energia de RF no comportamento da rede. (MAHANTI, 2010)

4.1.1 Configurações Experimentais

Foram conduzidos dois conjuntos de aferições experimentais para explorar as características das camadas físicas e suas distorções com o intuito de analisar os impactos na rede Wi-Fi.

O primeiro conjunto de experiências examina as características da camada física sem os interferentes em um ambiente isolado. Utilizamos um analisador de espectro pronto para uso chamado AirMagnet (DEMO) para esse fim. O analisador de espectro é uma unidade de software / hardware que consiste em um rádio para detectar energia de RF na faixa de 2,4 GHz e um mecanismo de software que realiza Transformada Rápida de Fourier (em inglês fast Fourier transform, ou FFT). O analisador de espectro usa esses FFTs para classificar os interferentes. As medidas da camada física foram realizadas em um ambiente ao qual infelizmente não teve como ser 100% neutro, pois na área existia redes Wi-Fi dos vizinhos

podendo assim atrapalhar na medição. Mas, contudo, tentamos focar de modo que apenas capturássemos energia de RF do dispositivo específico em estudo.

Os dados de tráfego: Utilizamos o Iperf que é uma ferramenta para medir o rendimento da ligação Wi-Fi. Nós rodamos Iperf com o modo de servidor no notebook 1 e modo cliente no notebook 2. O Iperf pode executar testes de taxa de transferência usando pacotes TCP ou UDP. Usamos a opção TCP para nosso experimento. Para os testes TCP, o Iperf exige que o usuário defina um tamanho de janela TCP apropriado se o tamanho da janela estiver muito baixo, as medições da taxa de transferência podem estar incorretas. Nós descobrimos que um tamanho de janela de 148 KB foi suficiente para medir corretamente a taxa de transferência do Wi-Fi link. A carga de trabalho consistiu na criação de tráfego TCP bidirecional entre o servidor e o cliente por um período de 3 minutos.

Wi-fi Analyzer: utilizamos em um smartphone para visualizarmos e medirmos a intensificação do sinal principal do AP e dos demais ao redor, como ele foi possível percebemos os canais em operação e sua intensificação no momento em que colocamos os interferentes próximos do ponto de acesso e a medida ao qual íamos afastando.

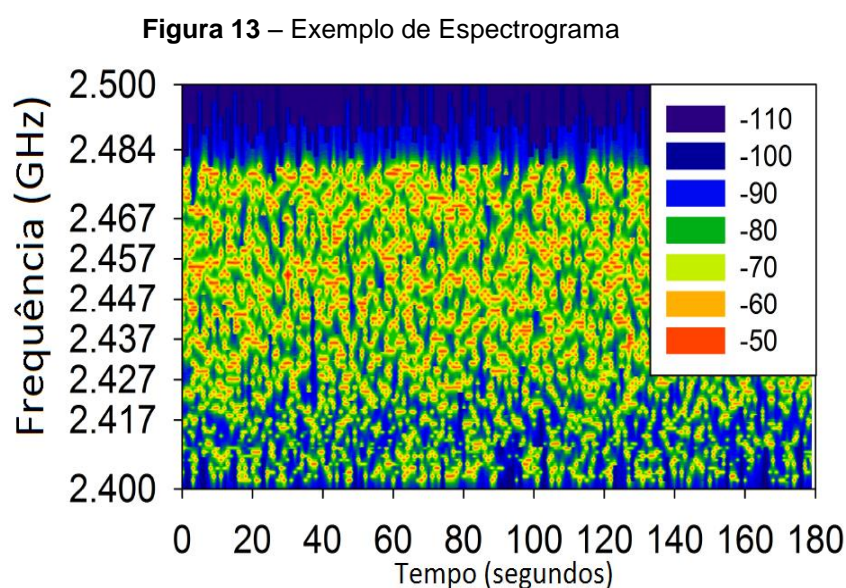
O segundo conjunto de experimentos quantifica o impacto dos interferentes no desempenho de uma rede Wi-Fi. Medimos a degradação do desempenho da rede na presença dos interferentes para dois tipos de cargas de trabalho de tráfego: dados, vídeo. A rede Wi-Fi consistia em um único ponto de acesso (AP) roteador 300 Mbps em execução no modo IEEE 802.11g. Escolhemos o padrão 802.11g, pois oferece maiores transferência de taxas do que 802.11b e é uma escolha popular para implantação na casa, e redes de ponto de acesso. Além disso, a maioria dos notebooks modernos estão equipados com placas de interface de rede compatíveis com 802.11g.

Foi colocado um único interferente de cada vez a uma distância curta, aproximadamente de 1 metro de distâncias e sucessivas de 3, 5 e 10 metros do AP para gravar o desempenho de degradação do interferente sobre a rede no momento de um streaming de vídeo e transmissão de dados. Para cada interferente, houve

distâncias e aspectos específicos ao qual percebemos a necessidade adequada para tentar produzir efeitos desejados.

4.2 Resultados da medição

A figura 13 apresenta os espectrogramas para os interferentes: o eixo X representa o período das medições. As marcas de tique no eixo Y representam as frequências centrais dos canais Wi-Fi pares; ou seja, os canais 2, 4, 6, 8, 10, 12, e 14. O contorno cor linhas representam a potência dos níveis do sinal, onde vermelho indica a mais forte e azul os níveis de potência mais fracos. Na interpretação destes gráficos, é importante notar que cada dispositivo pode utilizar uma diferente gama de RF de energia níveis e o mesmo, por conseguinte, a cor pode referir-se a um diferente nível de poder nos diferentes gráficos.

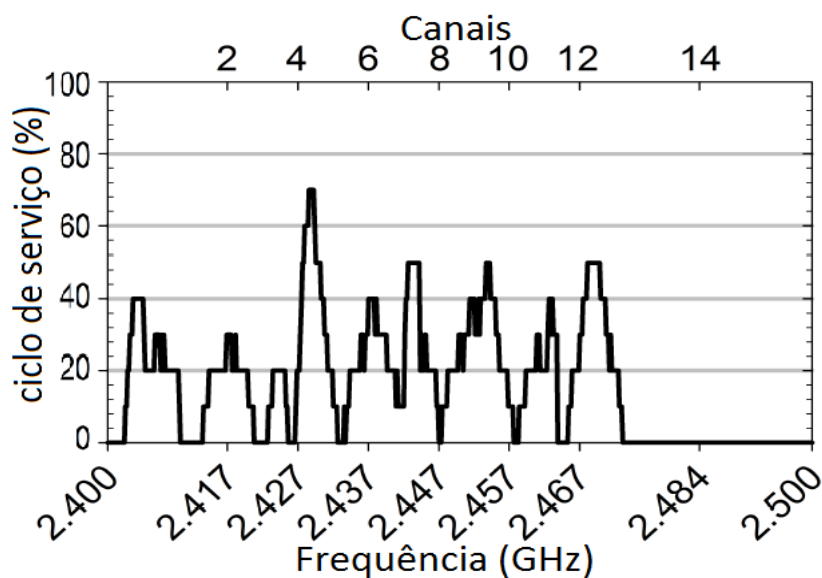


Fonte: Airmagnet (2019)

A figura 14 tem como exemplo as medições de FFT do ciclo de serviço para os interferentes: As marcas de tique do eixo X de baixo representam as frequências centrais dos canais Wi-Fi numerados em pares, enquanto as marcas de tique do eixo X do topo mostram os números dos canais correspondentes a essas frequências centrais com um ciclo de serviço variando entre 4% e 75%. Os dispositivos Wi-Fi usam a avaliação de canal claro para detectar quando o canal

está limpo para transmissão. A seguir, descrevemos a característica da camada física de cada interferente isoladamente.

Figura 14 – Exemplo de Ciclo de Serviço



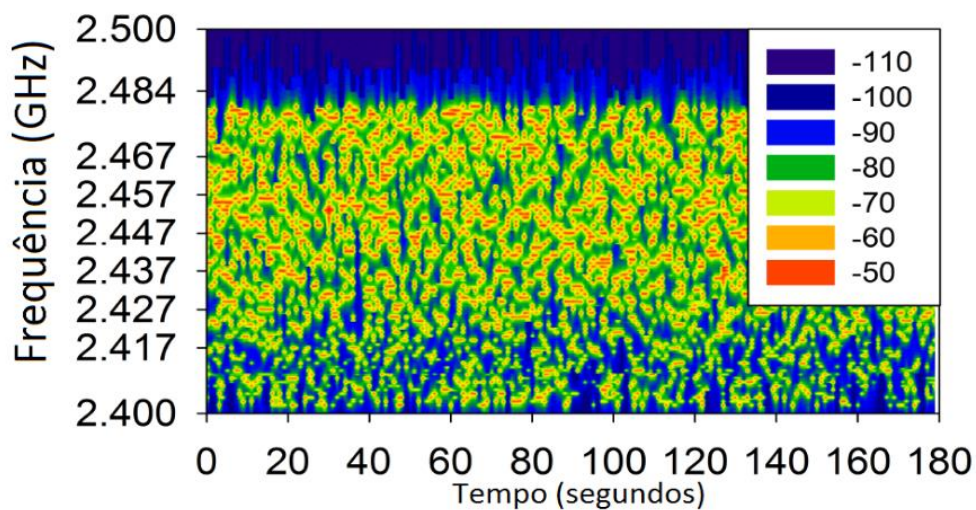
Fonte: Airmagnet (2019)

4.2.1 Caixa de som

A Figura 15 mostra que a caixa de som afeta praticamente todos os canais disponíveis na faixa de 2,4 GHz com perdas de até 75%, pois a elevação dos decibéis faz com que haja um deslocamento de ar muito forte próximo do AP e consequentemente atrapalhando na transmissão.

Observando a caixa de som com o aplicativo, Decibelímetro, instalado no smartphone, percebemos que ela estava operando com altos níveis de potência. A música em execução no momento estava emitindo sons muitos graves com níveis de potência ao qual a partir de 80 decibéis são suficientes para começar a originar interferência nas redes Wi-Fi, quanto mais próximo e maior a potência em decibéis maior será o sinistro.

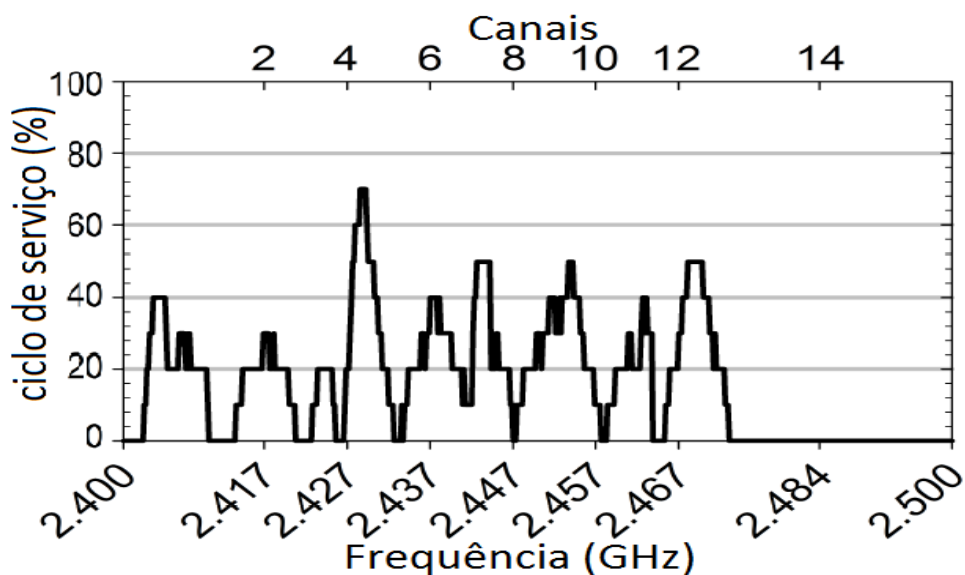
Figura 15 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Caixa de Som



Fonte: Autoria Própria (2019)

A Figura 16 mostra que a caixa de som tem um ciclo de trabalho de até 75% indicando que ele impactara severamente na operação do Wi-Fi. Foi perceptível a degradação no momento do vídeo, fazendo com que apresentasse uma baixa na qualidade da resolução da imagem.

Figura 16 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Caixa de Som

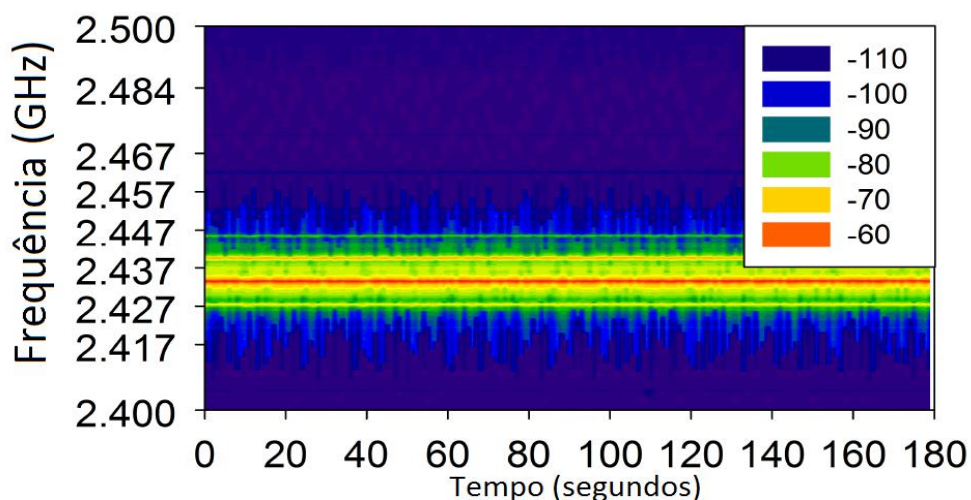


Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.2 Controle remoto

A Figura 17 ilustra a natureza de transmissão contínua por 3 minutos no momento do acionamento do controle em banda estreita de um controle remoto, neste caso, essa energia está concentrada em uma porção muito pequena do espectro (canais 4-8). Permanecendo apenas em uma parte do espectro por um curto período de tempo, reduzindo sua interferência.

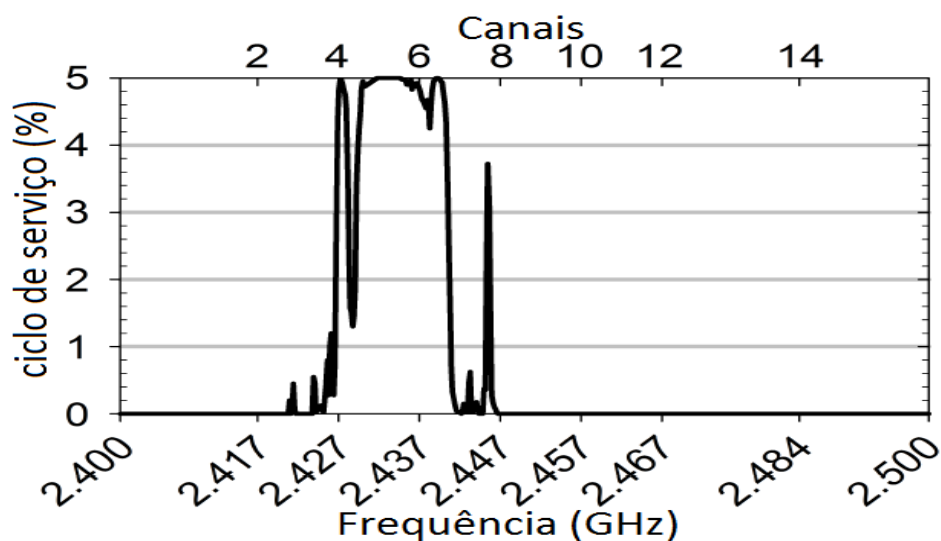
Figura 17 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Controle Remoto



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 18, observamos que o ciclo de trabalho máximo é de 5 %, indicando que este dispositivo pode não interferir severamente nos dispositivos Wi-Fi. Não houve falhas visuais no momento da transmissão do vídeo e dados.

Figura 18 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Controle Remoto

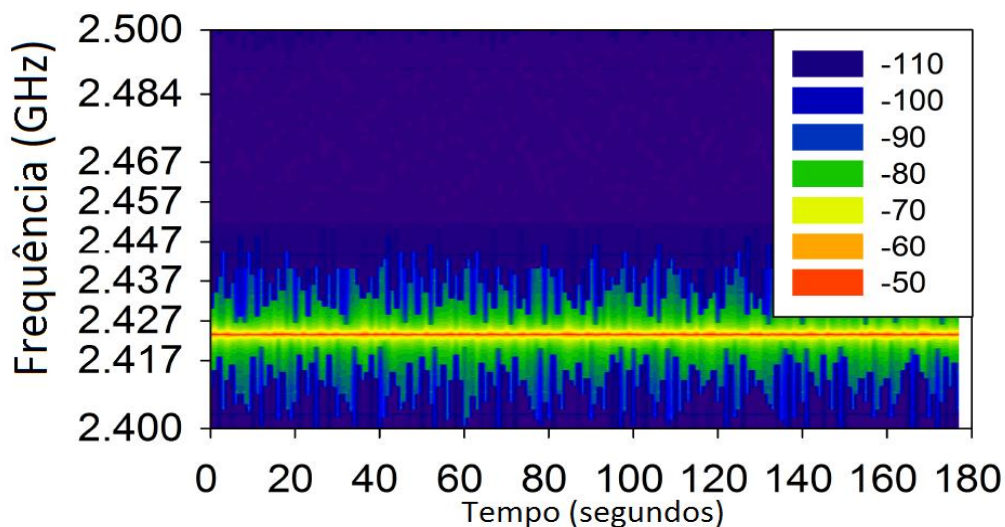


Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.3 Geladeira (sem disparo)

A figura 19 expõe uma baixa intervenção no sinal de 25% devido a emissão de ruído do aparelho que não chega a proporcionar muita influência no ponto de acesso.

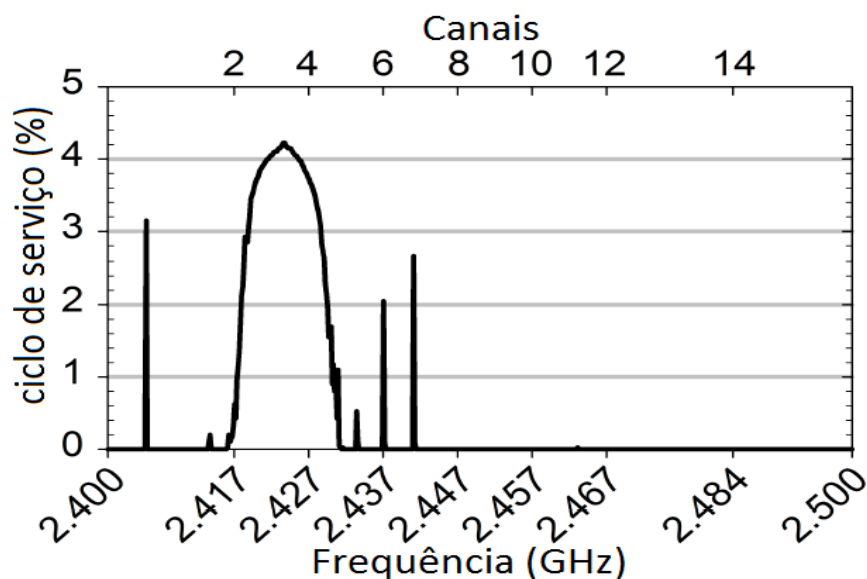
Figura 19 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Geladeira (Sem Disparo)



Fonte: Aatoria Própria (2019)

A Figura 20 mostra que a geladeira (sem disparo) tem um ciclo de trabalho de até 4 %. O baixo ciclo de funcionamento da geladeira (sem disparo) indica que ele não afetará gravemente a operação Wi-Fi.

Figura 20 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Geladeira (Sem Disparo)

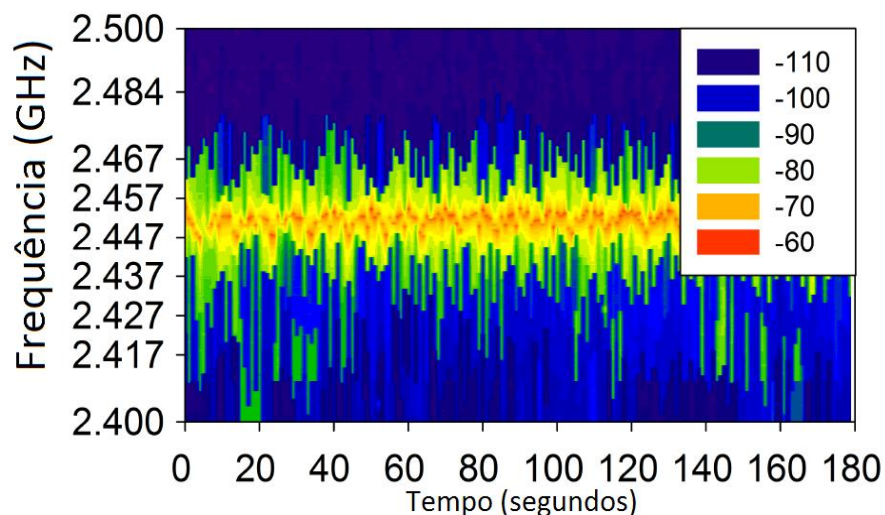


Fonte: Aatoria Própria (2019)

4.2.3.1 Geladeira (com disparo):

A figura 21 mostra que ao apresentar uma espécie de “disparo do motor” do eletrônico (que seria quando o motor do dispositivo sairia de *Stand by*, espera em inglês, e inicia um trabalho de refrigeração mais acentuada), ampliando assim um ruído mais intenso, acontece um aumento de perda do espectro de até 50 % na intervenção na rede Wi-Fi a uma curta distância. Permanecendo, deste modo, apenas em uma parte do espectro por um curto período de tempo, reduzindo posteriormente sua intercessão após o período do “disparo do motor”.

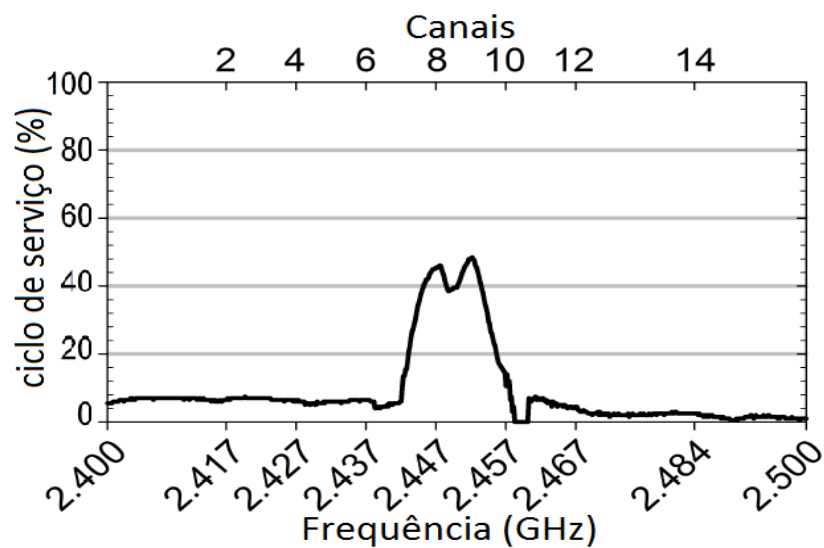
Figura 21 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Geladeira (Com Disparo)



Fonte: Autoria Própria (2019)

A Figura 22 mostra que o ciclo de serviço médio da geladeira (com disparo) chegando até 50% possuindo um ciclo de trabalho médio alto, é provável que isso afete os dispositivos Wi-Fi próximos. Não tivemos percepção visual em relação a falhas no momento da transmissão do vídeo e dados.

Figura 22 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Geladeira (Com Disparo)

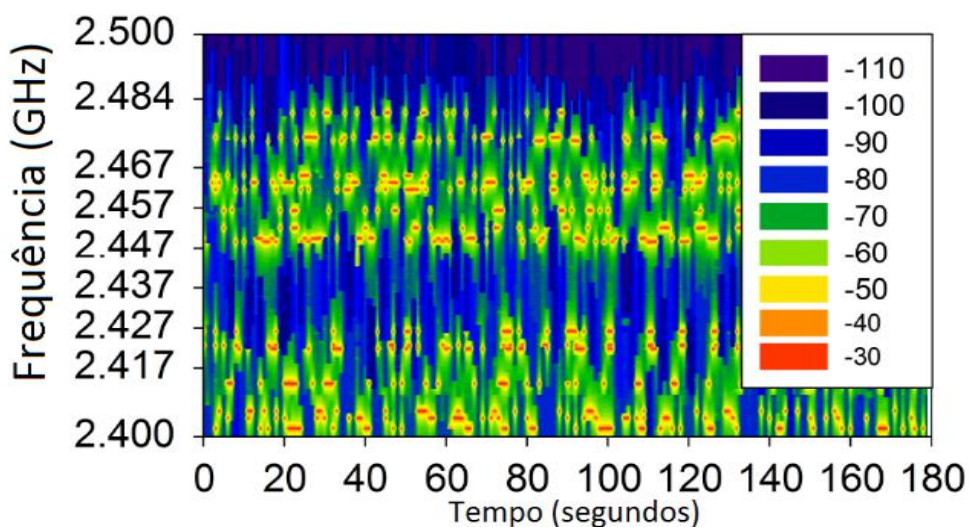


Fonte: Aatoria Própria (2019)

4.2.4 Pessoas

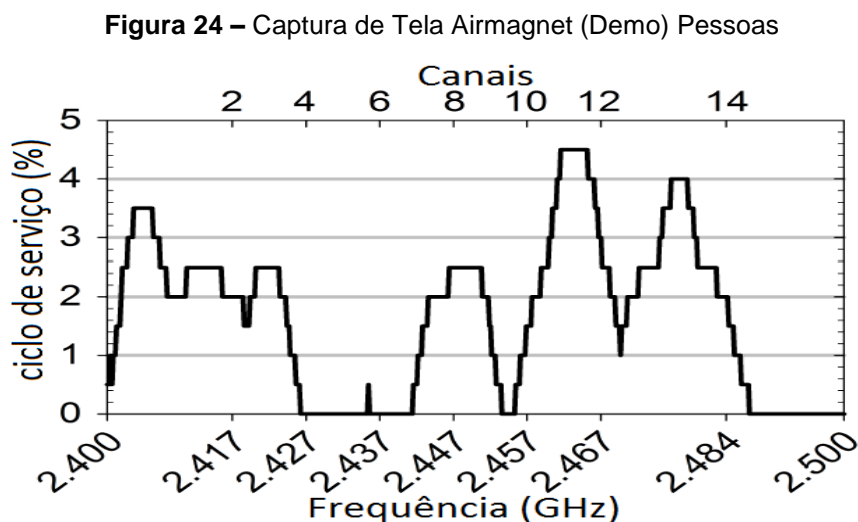
A figura 23 mostra as interferentes pessoas não são transmissoras de nenhum tipo de onda ou ruído, portanto, seu impacto na taxa de transferência é semelhante ao de uma parede na residência se houver um aglomerado muito grande. Sua interferência é caracterizada com porcentagens inferiores a 10% em curta distância; no entanto, há uma queda acentuada em distâncias já a partir de 2 metros com a dispersão das pessoas.

Figura 23 – Captura de Tela Airmagnet (Demo) Pessoas



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Na Figura 24, observamos que o ciclo de trabalho máximo é de 4,5%, indicando que este dispositivo pode não interferir severamente nos dispositivos Wi-Fi. Não tivemos, em momento algum, percepção visual de falhas no momento da reprodução do vídeo e da transmissão e recebimento dos dados.



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.5 Tráfego de dados e Vídeo

O controle remoto reduziu a taxa de transferência em 5 % a distâncias próximas em casos de acionamento contínuo. A degradação pode aparecer, uma vez que os eletrônicos como geladeiras tiverem sido colocados muito próximos da rede Wi-Fi; no entanto, é menos grave em comparação com outros interferentes. Por exemplo, a caixa de som resultou em vazão muito grande a uma curta distância enquanto o seu impacto diminuiu gradualmente no momento ao qual foi movida para longe da Wi-Fi, que causou uma degradação de até 15% na taxa de transferência, mesmo a uma distância de aproximadamente de 3 metros.

Como foi dito anteriormente as interferentes pessoas não são transmissoras de nenhum tipo de onda ou ruído. Sua interferência é caracterizada com porcentagens inferiores a 10% em curta distância; posteriormente, há uma redução no impacto dos sinistros em distâncias já a partir de 2 metros.

Embora o controle remoto tenha tido um certo tipo de impacto sobre o tráfego de dados, houve um impacto mínimo no tráfego de vídeo. O objeto caixa de som a curta distância interrompeu gravemente o fluxo de vídeo, enquanto a distâncias maiores reduziu a qualidade do vídeo em aproximadamente em apenas 10%. A geladeira e as pessoas tiveram impactos semelhantes no fluxo de vídeo. A distâncias maiores, eles atrapalharam cada vez menos na qualidade.

5 CONCLUSÃO

Apresentaremos na fase de conclusão: Considerações finais, contribuições para a sociedade, as limitações que surgiram e trabalhos futuros, ao qual, podemos dar continuidade a este com a mesma base.

5.1 Considerações Finais

Nesta pesquisa, caracterizamos o comportamento de objetos e RF não Wi-Fi, analisamos o impacto da interferência nos dados e vídeo examinando a interferência em uma rede doméstica. No geral, foi descoberto que a rede das casas está exposta a uma grande variedade de objetos e dispositivos não Wi-Fi e que esses dispositivos podem ter um impacto significativo no nível de interferência na rede. As experiências controladas mostraram que, mesmo a distâncias superiores a 2 metros, alguns desses dispositivos não Wi-Fi podem ter um impacto negativo significativo no tráfego de dados e vídeo.

Enquanto caixa de som, controle remoto (de garagem) e geladeiras normalmente têm o maior impacto significativo sobre redes Wi-Fi, a degradação do desempenho devido a um controle remoto que tem rádio frequência pode ser perceptível (por exemplo, 5% a distâncias próximas) na rede doméstica (e provavelmente muitas outras casas e prédios) sendo altamente exposta a diferentes tipos de não intencionais interferentes, isso é importante encontrar formas para identificar e mitigar essas interferência não-Wi-Fi.

Segundo Mahanti (2010) os profissionais de rede geralmente usam estatísticas da camada de link e da camada de transporte para investigar a interferência em uma rede Wi-Fi.

Foi observado que esses recursos por si só não devem ser os meios para solucionar problemas de uma rede. Foi analisado que as características da camada física podem ser utilizadas como indicadores primários para identificar e reduzir interferências. Em geral, percebemos que a interferência pode ser atenuada através da identificação e a remoção do dispositivo de interferência (se possível) ou, uma blindagem dos interferentes.

A seleção cuidadosa de canais nos APs pode ser útil (por exemplo, nas medições controladas e no mundo real, analisamos que os controles remotos afetavam principalmente os canais de 4 a 8).

Os pontos de acesso podem ser equipados com sensores para detectar interferências e mudar de canal automaticamente. O uso de antenas multissetoriais e o controle de taxas de dados para evitar falsos retornos podem tornar a rede mais resiliente a interferências (embora isso seja uma troca, uma vez que as taxas de dados mais baixas permitem mais comunicação imune a ruídos).

Portanto, foi concluído por notar que há muitos diferentes dispositivos não-Wi-Fi que podem causar distorções nas redes, e que é, portanto, importante para entender e se adaptar rapidamente aos dispositivos que afetam o desempenho dos canais de Wi-Fi e assim proporcionar cada vez mais uma melhor navegação para quem a utiliza.

5.2 Contribuições e Dicas

Esperamos com este trabalho que venha a contribuir para a sociedade com mais informação a respeito de transmissões de rede Wi-Fi e que a mesma saiba que nem sempre a culpa é do provedor, ao qual fornecesse o link de banda, podendo assim haver inúmeros outros objetos e ocasiões que poderão afetar em uma boa navegação.

Sempre que puder atualizar os dispositivos para garantir sempre mais velocidade e confiabilidade na transmissão de dados. Assim como qualquer outro aparelho eletrônico, o acessório que fornece a rede Wi-Fi está em constante evolução, sempre com novas atualizações.

Escolha um local adequado para o seu roteador nada de locais isolados, distante dos dispositivos que utilizam sua conexão. Por isso, é preciso analisar qual é o melhor lugar da casa para colocar o roteador, que funciona com ondas, como as de rádio ou as do seu celular. Sendo assim, qualquer obstáculo no meio do caminho pode interferir na sua cobertura. A melhor estratégia é colocar o roteador em um lugar alto, pois assim o sinal se expande para baixo e para os lados e ele fica livre de objetos ao redor. Visto que o sinal se espalha por todas as direções, o mais indicado é colocá-lo no centro do cômodo.

Outro ponto importante é instalá-lo no cômodo da casa onde mais irá utilizá-lo. Vale lembrar que telefones sem fio e micro-ondas podem interferir no sinal, por isso, o ideal é manter o roteador bem distante desses itens também.

Para melhorar a cobertura do seu Wi-Fi e para que ele tenha menos interferência, você pode fazer algo bem simples: escolher o canal que está mais livre.

5.3 Limitações

Um das limitações neste trabalho foi ao usar o programa Iperf, pois o mesmo não apresentou dados da forma esperada, acredito que a configuração ou a instalação tinha algum detalhe que passou despercebido e assim não foi possível obter dados com mais eficiência.

Outra limitação ocorreu com o programa Airmagnet, porque só conseguimos o programa “Demo” por alguns dias, portanto, não tivemos acesso a todos os gráficos e resultados que o programa fornecesse.

5.4 Trabalhos Futuros

Existem inúmeras possibilidades na exploração de diversos objetos e eventos para quantificarmos os impactos na transmissão da rede, para haver uma continuidade neste trabalho, poderão ser utilizados por exemplo objetos como: espelhos, aquários, bluetooth, micro-ondas, dispositivos sem fio, cabos desprotegidos, paredes, televisores, dentre outros. Podendo assim utilizar os objetos já citados em vários tipos de cenários para reproduzir ambientes, aos quais, estão no nosso cotidiano e trazendo cada vez mais informações para as pessoas.

REFERÊNCIAS

- AIRMAGNET SPECTRUM XT, **Site da airmagnet spectrum xt**. 2019. Disponível em:
https://airmagnet.flukenetworks.com/assets/datasheets/AirMagnet_SpectrumXT_DataSheet.pdf. Acesso em: 05 jun 2019.
- ANTUNES,R, 2012 iPerf - **A ferramenta de teste de velocidade definitiva para TCP, UDP e SCTP**. Disponível em: <<https://iperf.fr/>>Acesso em: 28 maio 2019.
- BARRETO, I. (2011) - **Modelagem e Análise do Protocolo IEEE 802.11**. Disponível em:
https://www.land.ufrj.br/laboratory/repository/upfiles/mastersthesis/dissertacao_isabela.pdf. Acesso em: 11 out. 2019
- CASTELLS, M.(2009)**Communication Power**. nueva York: oxford University Press. Disponível em: <https://journals.openedition.org/communication/pdf/4589>. Acesso em: 5 mai. 2019.
- CASTELLS, M. (1999). **A Sociedade em Rede (Vol. I, 14ª ed.)**. São Paulo: Disponível em: <http://canal.unigranrio.com.br/enade/publicidade-e-propaganda/downloads/tecnologia-em-comunicacao/artigo-sociedade-em-rede-ciberespaco-simoes.pdf>. Acesso em: 4 jun 2019
- CASTELLS, M. (2003). **A galáxia da Internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/communication/pdf/4675>>. Acesso em: 20 mai. 2019.
- FERREIRA, Lucas; MONTANHA, Gustavo Kimura.(2017) **INTERFERÊNCIA DE SINAL WI-FI EM FUNÇÃO DE TIPOS DE BARREIRAS**. *Tekhne e Logos*, v. 8, n. 2, p. 73-81.
Disponível em: <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/488>. Acesso em: 28 mai 2019.
- FIGUEIREDO, Davis Anderson. (2015) **Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, v. 4, n. 1 Disponível em:
<<http://fumec.br/revistas/sigc/article/view/2914>>.Acesso em: 28 mai 2019
- ESTRUTURA DE CANAIS – FIGURA 1, **Site da Wifimetrix**. 2019. Disponível em:
<http://wifimetrix.com/channels-1-6-11-only/>. Acesso em 21 mai. 2019
- GALLO, Michael A., et al.(2003) **Comunicação entre computadores e tecnologias de rede**. *Pioneira Thomson Learning*, Disponível em:
<http://www.academia.edu/download/38083733/8522102937.pdf>. Acesso em: 22 mai 2019.
- IPERF, **Site do Iperf**.2019 Disponível em: <https://iperf.fr/>. Acesso em 09 mai 2019.

LEMOS, André. (2012) **A comunicação das coisas. Internet das coisas e teoria ator-rede**. Disponível em: http://www.academia.edu/download/36911184/Andre_Lemos.pdf. Acesso em: 18 ago. 2019

LÉVY, P. (2010). **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática (2ª ed.- Costa, C. I. Trad.)**. Rio de Janeiro: Ed. 34. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?q=related:s9LzdyghyGAJ:scholar.google.com/&scioq=L%C3%A9vy,+P.+\(2010\).+As+tecnologias+da+intelig%C3%Aancia&hl=pt-BR&as_sdt=0,5](https://scholar.google.com.br/scholar?q=related:s9LzdyghyGAJ:scholar.google.com/&scioq=L%C3%A9vy,+P.+(2010).+As+tecnologias+da+intelig%C3%Aancia&hl=pt-BR&as_sdt=0,5). Acesso em: 01 jun 2019.

KELLOGG, Bryce et al. (2015) Wi-Fi backscatter: Internet connectivity for RF-powered devices. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, v. 44, n. 4, p. 607-618. Disponível em: <<https://dl.acm.org/signin.cfm?id=2626319>> Acesso em: 20 mai. 2019

MAHANTI (2010) **Interference evaluation of Bluetooth and IEEE 802.11 b systems**. **Wireless Networks**, v. 9, n. 3, p. 201-211. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022821110023>. Acesso em: 19 mai. 2019

MORAES, F. (2010) **Livro: Redes sem fio, 26 out 2010** Disponível em: <http://www.eati.info/eati/2013/assets/anais/artigo261.pdf>. Acessado em: 01 jun 2019.

MORAES, Marcelo et al. (2013) Redes sem fio de múltiplos saltos definidas por software. In: **IV Workshop de Pesquisa Experimental da Internet do Futuro**. Disponível em: < <http://sbrc2013.unb.br/files/anais/wpeif/artigos/artigo-3.pdf>> Acesso em: 14 mai. 2019.

PARISER, Eli. (2012) **O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você**. Zahar. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=R9zb5nAfsW8C&oi=fnd&pg=PA7&dq=o+que+%C3%A9+internet&ots=MS-8H2JaSL&sig=f54UerFdxFBv4fOkUrOUib2Ea_g> Acesso em: 08 abr. 2019

PLAY STORE, **Site play store**, 2019 Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.splendapps.decibel> Acesso em: 10 abr. 2019

PRODANOV.C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia Científica**. Universidade Feevale, 2ª Edição, 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2019.

RUFINO, Nelson Murilo de O.(2007) **Segurança em Redes sem Fio-2ª Edição: Aprenda a proteger suas informações em ambientes Wi-Fi e Bluetooth**. Novatec Editora. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=cpmcfUKxp3kC&oi=fnd&pg=PA11&dq=seguran%C3%A7a+a+rede+Wifi&ots=NZn5BEEzX&sig=nFhE6CirtlauPvVXR0xpeuiTgkx>. Acesso em: 28 mai 2019.

RIBEIRO, D. **Site Analyzer**, 2013 Disponível em: <https://www.techtodo.com.br/tudo-sobre/wifi-analyzer.html>. Acesso em: 29 maio 2019.

SHACKLETON, E. (2015) **5 surprising things that can slow down your wi-fi.** Disponível em: <https://metro.co.uk/2015/12/02/5-surprising-things-that-can-slow-down-your-wi-fi-5536753/>. Acesso em: 02 mai. 2019.

SPECTRUM EFFECT, **Site da Spectrum Effect.** 2019. Disponível em: <https://www.spectrumeffect.com/>. Acesso em 09 mai. 2019.

SREEMANTHULA, A.(2005). **IEEE. IEEE Wireless Communications and Networking Conference, 2005.** Disponível em: <https://www.computer.org/>. Acesso em: 26 mai. 2019.

SILVA, L. (2010) **Redes Wi-Fi: Estudo do Furto de Sinal.** Disponível em: <http://www.academia.edu/download/38557869/tutorialwifiroubo.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2019.

TIC DOMICILIO. (2018) **Acesso à Internet por banda larga volta a crescer nos domicílios brasileiros.** Disponível em: <https://www.cetic.br/noticia/acesso-a-internet-por-banda-larga-volta-a-crescer-nos-domicilios-brasileiros/>. Acesso em: 13 abr 2019

Wi-Fi ANALYZER, **Site do Wi-Fi Analyzer.** 2019. Disponível em: <https://wifi-analyzer.br.uptodown.com/android>. Acesso em 09 mai 2019.