



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

PAULO GUSTAVO DE AMORIM CELERINO

RODRIGO LIMA DE SOUTO LEANDRO

**OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES SEM FIO DE PEQUENO PORTE:
UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM REDES DOMÉSTICAS E DE PEQUENOS
NEGÓCIOS.**

Maceió

2020

PAULO GUSTAVO DE AMORIM CELERINO
RODRIGO LIMA DE SOUTO LEANDRO

**OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES SEM FIO DE PEQUENO PORTE:
UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM REDES DOMÉSTICAS E DE PEQUENOS
NEGÓCIOS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Sistemas de Informação no Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Almir Pereira Guimarães

Maceió

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL
Instituto de Computação - IC

Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, BL 12
 Tabuleiro do Martins, Maceió/AL - CEP: 57.072-970
 Telefone: (082) 3214-1401



Trabalho de Conclusão de Curso - TCC - Sistemas de Informação
Formulário de Avaliação

Nome do Aluno 1

P	A	V	L	O	G	U	S	T	A	V	O	D	E			
A	M	O	R	I	M	L	E	Z	E	R	I	N	O			

Nº de Matrícula

1	3	1	1	3	5	6	6					-	
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	---	--

Nome do Aluno 2

R	O	D	R	I	G	O	L	I	M	A	D	E	S	O	V	T	O
L	E	A	N	O	R	O											

Nº de Matrícula

1	3	1	1	2	8	0	2					-	
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	---	--

Título do TCC (Tema)

OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES SEM
 FIM DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO
 BASEADO EM REDES ADOMESTICAS E DE PEQUENOS
 NEGÓCIOS.

Banca Examinadora

ALMIR PEREIRA GUIMARÃES Assinatura
 Nome do Orientador Assinatura

Morais de Melo Braga Assinatura
 Nome do Professor Assinatura

PETRUCIO ANTONIO MEDEIROS BARROS Assinatura
 Nome do Professor Assinatura

Data da Defesa

19/02/2020

Nota Obtida

9,0 (NOVE)

Coordenador do Curso
 De Acordo

Assinatura

Professor Petrucio Antônio Medeiros Barros
 Curso de Sistema de Informação - UAB UFAL
 Coordenador - Mat. SIAPE 1120930

RESUMO

A utilização das redes sem fio passou a ser um elemento comum nos lares e também nos pequenos empreendimentos. Pesquisas demonstram o crescimento contínuo no uso desse modelo de rede. Aliado a isso, um número cada vez maior de dispositivos que utilizam diferentes tipos de conexões sem fio, tais como videogames, *Smart TVs*, *Smartphones*, vem surgindo nos últimos anos.

Com esse cenário, aumentaram possibilidades de problemas, como aumento na densidade de canais, interferências e obstrução de sinais, comprometendo a qualidade das conexões das redes sem fio. Assim, administrar uma rede, mesmo em equipamentos aonde seu funcionamento não exige maior complexidade, pode tornar-se uma atividade complexa.

Diante disso, esse trabalho tem o objetivo de prover orientações para configuração de redes sem fio de pequeno porte voltadas para utilização doméstica e de empresas de pequeno porte, em situações adversas para a instalação.

Realizamos dois estudos de caso, numa rede sem fio doméstica e outra de um pequeno negócio. Através de diagnósticos, utilizando um aplicativo de monitoramento, detectamos os problemas e propusemos soluções a partir de pequenos ajustes em ambas configurações dos pontos de acesso dessas redes.

Como resultado, observamos que as redes sem fio, apesar da existência de obstáculos físicos, são passíveis de serem otimizadas, melhorando a estabilidade e a potência dos sinais por meio das soluções aplicadas.

Palavras-chave: redes sem fio; ondas eletromagnéticas; IEEE 802.11; WPA2, interferências.

ABSTRACT

The use of wireless networks has become a common element in homes as well as in small businesses. Research shows the continued growth in the use of this network model. Allied to this, an increasing number of devices that use different types of wireless connection, such as video games, Smart TVs, Smartphones, have been emerging in recent years.

With this scenario, greater possibilities of problems, such as increased channel density, interference and signal obstruction, compromising the quality of connections in wireless networks. Thus, managing a network, the same in equipment where its operation does not require greater complexity, it can become a complex activity.

For this reason, this work aims to provide guidelines for configuring small wireless networks for home and small business use, in adverse situations for installation.

We conducted two case studies, one on a home wireless network and one on a small business. Through diagnostics, using a monitoring application, we detected the problems and proposed solutions from minor adjustments to the access point settings of these networks.

As a result, we observed that wireless networks, despite the existence of physical obstacles, are liable to be optimized, improving the stability and strength of the signals through the applied solutions.

Keywords: wireless networks; electromagnetic waves; IEEE 802.11; WPA2, interference.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ADSL - Sigla proveniente do inglês *Assymetrical Digital Subscriber Line*
- AES - Sigla proveniente do inglês *Advanced Encryption Standard*
- AP – Sigla proveniente do inglês *Access Point*
- BSS - Sigla proveniente do inglês *Basic Service Set*
- EAP - Sigla proveniente do inglês *Extensible Authentication Protocol*
- ESS - Sigla proveniente do inglês *Extended Service Set*
- DSSS - Sigla proveniente do inglês *Direct Sequence Spread Spectrum*
- GHz – Sigla proveniente do inglês *Giga Hertz*
- IEEE - Sigla proveniente do inglês *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
- ISM - Sigla proveniente do inglês *Industrial, Scientific and medical*
- LAN – Sigla proveniente do inglês *Local Area Network*
- MAC - Sigla proveniente do inglês *Media Access Control*
- MIC - Sigla proveniente do inglês *Message Integrity Check*
- Mbps - Sigla proveniente do inglês *Megabit per Seconds*
- MIMO-OFDM - Sigla proveniente do inglês *Multiple Input, Multiple Out-OFDM*
- MHz – Sigla proveniente do inglês *Megahertz*
- OFDM - Sigla proveniente do inglês *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*
- PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicilio
- RC4 - Sigla proveniente do inglês *Ron's Code 4*
- TKIP - Sigla proveniente do inglês *Temporal Key Integrity Protocol*
- WDS - Sigla proveniente do inglês *Wireless Distribution System*
- WPA - Sigla proveniente do inglês *WiFi Protected Access*
- WEP - Sigla proveniente do inglês *Wired Equivalent Privacy*
- WLAN – Sigla proveniente do inglês *Wireless Local Area Network*
- WWiSE - Sigla proveniente do inglês *Word Wide Spectrum Efficiency*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Taxa dos lares com internet banda larga no Brasil	09
Figura 2 - Topologia de rede no modelo infraestrutura.....	15
Figura 3 - Topologia de rede no modelo <i>Ad hoc</i>	16
Figura 4 – Processo de criptografia	17
Figura 5 - Uma cifra de fluxo. (a) Codificação. (b) Decodificação.....	18
Figura 6 – Autenticação protocolo 802.11 WEP.....	19
Tabela 1 - Variação de perda por penetração do sinal em vários obstáculos diferentes	23
Figura 7 - Posicionamento das antenas do ponto de acesso	24
Figura 8 - Distribuição da rede	25
Tabela 2 - Equipamentos do estudo de caso 1	26
Figura 9 - Planta Baixa – Rede Domiciliar.....	26
Figura 10 - Gráficos de Canais: Sala1	27
Figura 11 - Gráficos de Canais: Cozinha.....	27
Figura 12 - Gráficos de Duração: Cozinha.....	28
Figura 13 - Gráficos de Canais: Sala 2	28
Figura 14 - Posição das antenas (antes).....	29
Figura 15 - Posição das antenas (depois).....	29
Figura 16 - Gráficos de Canais: cozinha	30
Figura 17 - Gráficos de Duração: cozinha.....	30
Figura 18 - Branco2, local: Sala2	30
Figura 19 - Branco2, local: Sala2	30
Tabela 3 - Equipamentos do estudo de caso 2.....	31
Figura 20 - Distribuição da rede	32
Figura 21 - Planta Baixa – Rede Empresarial.....	32
Figura 22 - Entrada do Prédio, térreo	33
Figura 23 - Final do prédio 1º andar.....	33
Figura 24 - Final do prédio 2º andar - Distribuição de Canais	34
Figura 25 - Entrada do prédio 2º andar - Distribuição de Canais.....	34
Figura 26 - Final do prédio 2º andar - Intensidade de Sinais.....	35
Figura 27 - Entrada do prédio 2º andar - Intensidade de Sinais	35

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Introdução	08
1.1 – Visão Geral	08
1.2 – Motivação do Trabalho	09
1.3 – Objetivos	10
1.3.1 – Objetivo Geral	10
1.3.2 – Objetivos Específicos	10
1.3 – Estrutura do Trabalho	10
CAPÍTULO 2 – Trabalhos Relacionados	11
CAPÍTULO 3 – Fundamentação Teórica	13
3.1 - Introdução	13
3.2 – Padrões de Redes Sem Fio	13
3.3 – Arquitetura de Redes Sem Fio	14
3.3.1 – Redes Estruturadas	14
3.3.2 – Redes Ad hoc.....	15
3.4 – Segurança de Sem Fio	16
3.4.1 – Criptografia.....	16
3.4.1.1 – Criptografia Simétrica	17
3.4.1.2 – Criptografia Assimétrica	18
3.4.2 – Protocolos de Segurança para Redes sem Fio	18
CAPÍTULO 4 – Metodologia	20
CAPÍTULO 5 – Estudo de caso	24
5.1 – Estudo de Caso 1: Rede Domiciliar	25
5.1.1 – Problemas Encontrados	26
5.1.2 – Ações Realizadas.....	29
5.2 – Estudo de Caso 2: Rede Empresarial	31
5.2.1 – Problemas Encontrados	32
5.2.2 – Ações Realizadas.....	34
5.2.3 – Análise de resultados	36
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 - Visão Geral

Já se foi o tempo que as redes sem fio limitavam a lugares restritos. Presentes no local de trabalho, em casa, em instituições educacionais, em cafés, aeroportos e esquinas, as redes sem fio, hoje em dia, são uma das mais importantes tecnologias de rede de acesso à Internet (KUROSE, 2013). Inicialmente conhecida como padrão IEEE 802.11 (IEEE, 1997), ganhou fama pelo apelido de Wi-Fi (TANENBAUM, 2011). Estas redes constituem infraestruturas que permitem a transmissão de dados sem a necessidade do uso de cabos, graças ao uso de equipamentos de radiofrequência (comunicações via ondas de rádio) (TANNEBAUM, 2011).

Não é à toa que ela ganha cada vez mais espaços. As redes sem fio trouxeram grande praticidade para vida das pessoas, proporcionando grande liberdade no acesso, baixo custo de implementação, facilidade de instalação e configuração (RUFINO, 2011). Com essas vantagens, as redes sem fio ganharam rapidamente a preferência dos usuários domésticos e empresariais, fornecendo conectividade a uma nova gama de dispositivos como *smartphones*, *tablets*, videogames, televisores, sensores industriais e até residências (AMARAL, 2004) e (ARASAKI, 2012).

Entretanto, este crescimento está associado a novos desafios, pois as redes sem fio tornaram-se cada vez mais saturadas, evidenciando-se anomalias na ligação e degradação da experiência do utilizador (YIAKOUMIS et al. 2011). A falta de planejamento na instalação dos equipamentos, como pontos de acesso e extensores e também o posicionamento inadequado destes podem influenciar de forma negativa o funcionamento destas redes (MORIMOTO, 2011). A configuração imprópria destes equipamentos em discordância ao ambiente pode tornar estas redes mais suscetíveis às interferências internas e externas, por exemplo, pontos de acesso podem causar interferências entre si quando existem vários na mesma faixa de frequência (chamado de canal), ocasionando a transmissão de informação por um mesmo caminho, acarretando o congestionamento do mesmo (MORIMOTO, 2011).

Nesse cenário em que aplicativos que usam a internet passaram a fazer parte da rotina das pessoas, seja para entretenimento ou serviços, é oportuno prover recursos que permitam aos usuários sem conhecimento técnico administrar uso das redes sem fio de modo efetivo e eficiente (DIXON et al. 2010).

Este trabalho propõe uma abordagem prática nas resoluções de problemas que possam comprometer o funcionamento de redes sem fio de pequeno porte. Foram analisados casos voltados tanto para um ambiente doméstico quanto para um ambiente corporativo de pequeno porte. Nosso estudo buscou analisar problemas de diferentes naturezas, tais como congestionamento de canais, ruídos e obstrução de sinais, procurando propor soluções em termos de reconfigurações dos componentes destas redes. Estas soluções buscam atingir a uma classe de usuários com um conhecimento técnico limitado, mas que necessitam diretamente de um bom funcionamento por parte destas redes para incrementar suas atividades.

1.2 - Motivação do trabalho

Com a crescente utilização de redes sem fio nos lares e empresas, novos desafios são apresentados, para garantir a efetividade dos serviços *online*. Em um estudo realizado na cidade de Rio Claro (PASQUALINI, 2012) já se percebia essa convergência de crescimento. Pesquisadores mapearam as redes sem fios numa determinada região da cidade durante o período de 4 meses, com o uso da regressão linear (FAVERO, 2019), técnica estatística que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis, de tal forma que uma pode ser predita a partir da outra, eles observaram um aumento de 100% na densidade de pontos de acesso por quarteirão.

De acordo com a PNAD Contínua (PNAD, 2017), o acesso à internet através de redes residenciais sem fio vem apontando um crescimento significativo. Figura 1 expõe as duas últimas pesquisas sobre o assunto.

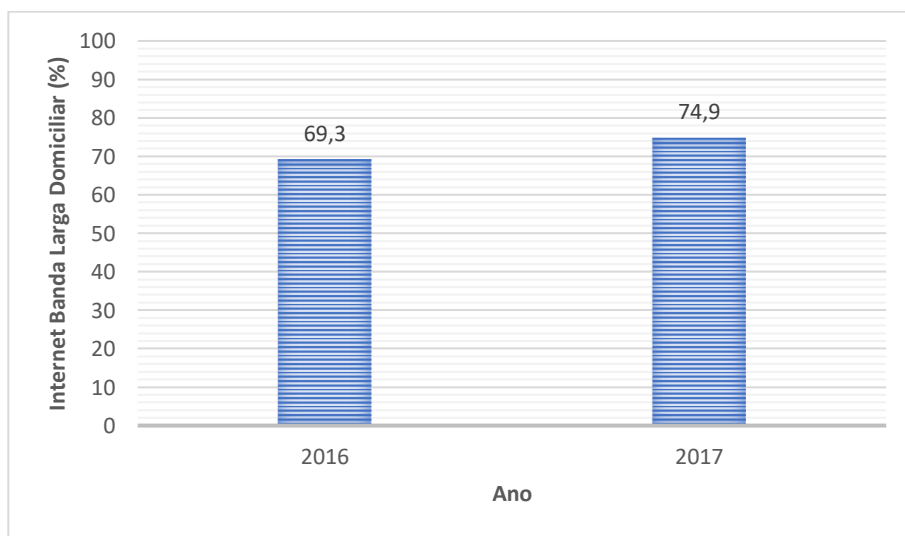


Figura 1- Taxa dos lares com internet banda larga no Brasil. Fonte: PNAD 2017

Contudo, dependendo do contexto, o aumento dessas redes pode comprometer funcionamento das conexões, como foi exposto nos estudos de (GRAMACHO, 2013) e

(RODRIGUES, 2017). Além disso, as redes sem fio domésticas geralmente não apresentam padronização, nem um número suficiente de profissionais especializados para lidar com os possíveis problemas que essas redes são expostas como, congestionamentos, interferências e barreira nos sinais. Diante deste cenário, propor soluções para uma coexistência entre diversas tecnologias sem fio, voltadas para usuários com pouco conhecimento técnico, parece ser um caminho plausível.

1.3 - Objetivos

1.3.1 - Objetivo Geral

Propor soluções práticas que possam otimizar redes doméstica e de pequeno porte para facilitar a implantação e resolução de problemas, tais como, congestionamento de canais, ruídos e obstrução de sinais em redes sem fio doméstica e de pequeno empreendimento, para usuários com baixa qualificação técnica.

1.3.2 - Objetivos Específicos

- Realizar a análise em dois tipos de rede sem fios: doméstica e pequenos empreendimentos com objetivo de detectar possíveis gargalos nas conexões;
- Utilizar o aplicativo para realização de um diagnóstico de intensidade de sinal e sobreposição de canais nos ambientes;
- Propor otimizações na configuração nas redes sem fio.

1.4 - Estrutura do Trabalho

Além do capítulo mostrado, temos o capítulo 2, aonde são apresentados os trabalhos que nortearam a necessidade de analisar o tema, os problemas que acometem nas redes de pequenos portes e suas possíveis soluções. O capítulo 3 apresenta como funciona a rede sem fio de forma básica, além dos padrões, arquitetura e mecanismos de segurança. O capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada para o estudo de caso direcionado ao contexto de redes sem fio doméstica e para pequenas empresas analisados. O capítulo 5 apresenta os estudos de casos, onde são analisados dois cenários de redes sem fio, a detecção dos problemas e posteriormente as soluções propostas. Por fim, no último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho.

CAPÍTULO 2 - TRABALHOS RELACIONADOS

Dentre as bibliografias analisadas, o presente trabalho procurou lacunas ainda pouco exploradas de uma nova perspectiva de um problema antigo, que é a interferência nos sinais nas redes sem fio. O crescimento na utilização dessas redes, tanto domésticas como de pequenas empresas resultou em uma nova problemática, a interposição entre redes sem fio.

Residências e pequenos comércios têm, muitas vezes, elevada densidade espacial de redes sem fio, que ocasiona na sobreposição de canais de operação ou em interferência pela proximidade de frequências. Somado a isso, a falta de planejamento no posicionamento dos equipamentos e possíveis barreiras podem agravar os problemas nas conexões.

O trabalho mostrado em (FERREIRA, 2017) relata o nível de interferência de acordo com o tipo e densidade dos materiais, feito a partir da análise dos tipos específicos que estavam entre o ponto de acesso sem fio e o dispositivo conectado. Através de um aplicativo de smartphone que apresenta o nível de interferência, o trabalho se atém a mostrar apenas esse tipo de problema. A respeito das sobreposições de canais, ele aborda de maneira superficial, sem demonstrar os resultados dessas interferências nas conexões, assim como no caso das barreiras físicas.

O trabalho mostrado em (GARCIAS, 2007) é baseado em um teste numa determinada área para detectar onde teria um melhor aproveitamento da propagação do sinal de redes sem fio. A ideia é encontrar o lugar satisfatório nesse ambiente para instalação do ponto de acesso. No referido caso, não é levado em conta obstáculos como redes próximas que poderiam interferir também no sinal do ponto de acesso.

O trabalho proposto em (SOUSA, 2015) foi direcionado ao desenvolvimento de um sistema capaz de recolher dados estatísticos de vários dispositivos móveis com a finalidade de informar ao utilizador sobre a qualidade de acesso à rede num determinado local comparativamente com outros utilizadores e com outros locais. Apesar do foco na rede sem fio ser voltado para o desenvolvimento de uma aplicação, carece de prover soluções mais efetivas para as interferências decorridas pela elevada densidade espacial de pontos de acesso instalados, como repensar e sugerir maneiras de reestruturar a rede.

O trabalho desenvolvido por (ALVES, 2017) propõe um serviço de rede para a detecção e a solução automática de problemas em redes domésticas, baseado em redes definidas por software. O serviço foi avaliado em um protótipo, considerando vazão, *jitter*, tempo para solução da falha, entre outras métricas. Apesar dos resultados efetivos, como a melhora no atraso de transmissão sem fio e na vazão sem a necessidade de intervenção humana direta, o

trabalho despreza a abordagem nos componentes físicos de uma rede doméstica. A influência do posicionamento dos equipamentos na qualidade das redes também é conhecida e é um dos itens que pretendemos abordar no nosso trabalho.

Por fim, o trabalho mostrado em (RODRIGUES, 2017), disserta o emprego de um algoritmo genético para definir o mapeamento de canais de uma rede sem fio em um campus universitário, no qual é investigada a viabilidade do uso de canais parcialmente sobrepostos. A abordagem utilizada considera a interferência gerada por outras redes sem fio no mesmo ambiente. Diferentemente de nosso trabalho, o referido estudo aborda apenas a sobreposição de canais. Assim, não procura verificar outros tipos de interferências que, em alguns casos, podem ser até mais prejudiciais a rede sem fio que a interferência analisada no trabalho.

Dessa forma, procuramos integrar no presente trabalho, aspectos que não foram abordados e nem aprofundados nos estudos acima citados no que se refere a interferências nas redes sem fio de pequenos portes, no caso, de uso doméstico e pequenas empresas.

CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 - Visão Geral

As redes sem fio fazem a comunicação entre dispositivos utilizando-se de ondas de rádio frequência. Em algumas situações, sua estrutura apresenta componentes, denominados de ponto de acesso, que concentram as comunicações e em outras situações, estas redes não possuem uma estrutura definida, onde as comunicações podem ocorrer entre quaisquer de seus componentes (MORIMOTO, 2011). Por outro lado, os modos de interligação são ponto a ponto ou multiponto. No modo ponto a ponto, a comunicação é realizada somente entre dois dispositivos. Já no modo multiponto, a comunicação ocorre entre mais de dois dispositivos (SILVA, 2009).

As frequências de rádio utilizadas para formar essas redes sem fio são 900 MHz, 2.4 GHz e 5.0 GHz, como afirma (RUFINO, 2011). Essas frequências estão localizadas na chamada banda ISM, que são faixas de frequências reservadas internacionalmente para o desenvolvimento Industrial, científico e médico, sem a necessidade de licenciamento (SOARES, 1995). A frequência de 2.4 GHz, em especial, é amplamente utilizada em diversos dispositivos como Bluetooth e telefones sem fio e por esta razão estão mais suscetíveis a interferências (KHALED, 2006).

3.2 - Padrões de Redes Sem Fio

Com o passar do tempo o padrão IEEE 802.11 (RUFINO, 2011) recebeu melhorias na tentativa de diminuir possíveis erros e aumentar a capacidade da banda utilizada. A partir daí sub padrões foram criados, segue um breve histórico.

- Padrão IEEE 802.11b: Foi o primeiro sub padrão criado pelo IEEE, permitindo, no máximo, 11Mbps de velocidade de transmissão. De acordo com Rufino (2011), o IEEE 802.11b opera em uma frequência de 2,4 GHz e usa somente DSSS (RUFINO, 2011) e permite um número máximo de 32 clientes conectados. Hoje sendo padrão mais popular e com maior base instalada, “Porém está claro que este padrão chegou ao limite e já está sendo preterido em novas instalações e em atualizações do parque instalado” (RUFINO, 2011);
- Padrão IEEE 802.11a: Foi desenvolvido para tentar resolver os problemas existentes no IEEE 802.11b. Segundo Rufino (2011), o IEEE 802.11a tem como principal característica o significativo aumento da velocidade para um máximo de 54 Mbps com opção de operar em

velocidades menores. Outra diferença é a frequência que vai para 5GHz e suporta 64 clientes conectados. Esse padrão adota o tipo de modulação OFDM (RUFINO,2011), principalmente por sua capacidade de identificar interferências e ruídos, permitindo troca ou isolamento de uma faixa de frequência, ou mudar a velocidade de transmissão (RUFINO, 2011);

- Padrão IEEE 802.11g: Possuindo a mesma frequência de 2,4 GHz do padrão IEEE 802.11b, possibilita a operar em conjunto com esse padrão, mas com algumas diferenças como, utilizar a modulação OFDM e velocidade de 54 Mbps. “O fato de o IEEE 802.11g operar na mesma faixa (2,4 GHz) permite que equipamentos de ambos os padrões (b e g) coexistem no mesmo ambiente, possibilitando assim evolução menos traumática do parque instalado.” (RUFINO, 2011);

- Padrão IEEE 802.11n: Trabalha com faixas de frequência de 2,4 GHz ou 5 GHz e introduziu a possibilidade de utilização de canais com 40 MHz de banda, sendo compatível também com os padrões anteriores, e tem como principal foco no aumento da velocidade de transmissão na faixa de 100 Mbps a 500 Mbps quando no canal 40 MHz. Utilizando a tecnologia MIMO-OFDM (RUFINO,2011) como meio de transmissão, é capaz de cobrir uma área de transmissão com maior alcance dependendo dos equipamentos utilizados.” Este padrão também é conhecido como *Word Wide Spectrum Efficiency* (WWiSE)” (RUFINO, 2011).

3.3 - Arquiteturas de Redes sem Fio

3.3.1 - Redes Estruturadas

Esse tipo de rede é o mais comum, também conhecida pela sigla BSS, em que toda a comunicação passa pela estação base, no caso, o ponto de acesso. Ele funciona como controle central da rede sem fio e estabelece a conexão para as várias estações, como representado na Figura 2. No entanto, elas devem estar nas proximidades do ponto de acesso para que possam utilizar a rede (KHALED, 2006). De acordo como Tanenbaum (2011) o ponto de acesso desempenha especificamente as seguintes funções dentro de uma rede estruturada:

- autenticação, associação e reassociação - em que por meio da função *handoff*, um nó móvel se desloca da sua BSS de origem e continua conectado à infraestrutura sem cessar a conexão;
- gerenciamento de potência - o AP faz a buferização do tráfego para uma estação enquanto estiver trabalhando com capacidade reduzida de energia, utilizando o modo de economia de energia;

- sincronização - todas estações associadas a um ponto de acesso são sincronizadas por um relógio comum.

Além do modo de infraestrutura de rede composta por um ponto de acesso e estações, é possível prover o crescimento de uma rede sem fio por meio da ligação de várias BSS's, possibilitando maior abrangência e área de cobertura (RUFINO, 2011). Nesse cenário de múltiplas BSS, conhecida por ESS (SCARFONE et al., 2008) o protocolo WDS (SCARFONE et al., 2008) compartilha as informações entre os pontos de acesso, dando possibilidade dos dispositivos trocarem de BSS sem desconectar-se e permitindo a criação de várias células para atendimento de grandes áreas geográficas como: universidades, fábricas, parques, praças, shoppings e até pequenas cidades (SCARFONE et al., 2008).



Figura 2 -Topologia de rede no modelo infraestrutura.

Fonte: Rufino (2011)

3.3.2 - Redes Ad hoc

Conhecida também como multiponto-para-multiponto, essa estrutura de rede funciona sem um controle central, os pontos da rede encarregam-se do tráfego um do outro, como ilustrado na Figura 3. Conforme o necessário, cada ponto comunica-se diretamente através da placa de rede sem fio (KHALED, 2006).

A vantagem das redes *Ad hoc* é a possibilidade de auto ajuste, significando que elas detectam automaticamente problemas de roteamento e os consertam quando necessário. A extensão para esse tipo de rede é simplesmente feita com a adição de mais pontos. Duas desvantagens desse modelo são a complexidade aumentada e o desempenho diminuído. A segurança neste tipo de rede também é uma preocupação, uma vez que todos os participantes carregam o tráfego um do outro. Esses problemas apresentam dificuldade em serem diagnosticados, uma vez que as redes *Ad hoc* apresentam capacidade reduzida em função da sobrecarga adicional da gestão do roteamento e contenção no espectro de rádio, além dos nós que entram e saem da rede (WNDW, 2008). O fato de a rede *Ad hoc* não usar um ponto de acesso para controlar o tráfego pode torná-la insegura, aumentando os riscos de uma possível invasão por um usuário indesejável. Além disso, a máxima distância permitida para estabelecer a conexão entre os dispositivos é menor em relação quando há um ponto de acesso (KHALED, 2006).



Figura 3 - Topologia de rede no modelo Ad hoc.

Fonte: Rufino (2011)

3.4 - Segurança em Redes sem Fio

3.4.1 - Criptografia

Apesar das facilidades promovidas pelas redes sem fio, como praticidade da instalação e mobilidade, elas trazem consigo riscos importantes à segurança, principalmente devido à utilização dos equipamentos sem as configurações adequadas (RUFINO, 2011). Um

dos elementos envolvidos no processo da segurança é a criptografia, palavra de origem grega que significa “escrita secreta” (TANENBAUM, 2011). Ela consiste na utilização de algoritmos que permitem o emissor disfarçar os dados de modo que somente o receptor esteja habilitado a recuperá-los a partir dos dados disfarçados (KUROSE, 2013). Na transmissão, a criptografia funciona da seguinte forma, as mensagens a serem criptografadas, conhecidas como texto simples, são transformadas por uma função em que os parâmetros se baseiam em uma cadeia de números ou de caracteres, conhecida como chave, ela funciona como entrada para o algoritmo de criptografia. Posteriormente, a saída do processo de criptografia, conhecida como texto cifrado, é transmitida através de um mensageiro (TANENBAUM, 2011) e (KUROSE, 2013). Quando no receptor, o algoritmo de decifração é acionado, o texto cifrado através da chave produz o texto original como saída (KUROSE, 2013). A Figura 4 ilustra esse processo. Do ponto de vista computacional predominam dois métodos de criptografia, a Simétrica e a Assimétrica (TREVISAN, 2013).

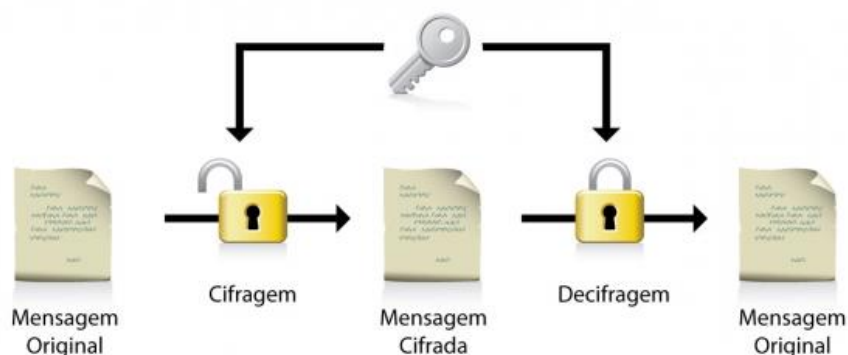


Figura 4 - Processo de criptografia.

Fonte: <https://biblioo.cartacapital.com.br/certificacao-digital/>

3.4.1.1 - Criptografia Simétrica

Nesse modelo a encriptação dos dados é realizado por uma chave, como tomar um trecho de um texto aberto e então, calculando e substituindo esse texto por outro cifrado apropriado, assim, cria uma mensagem cifrada. Nesse caso, tanto o remetente quanto o destinatário usam a mesma chave (KUROSE, 2013). Nesse tipo de criptografia existem duas classes gerais de técnicas: cifras de bloco e cifras de fluxo (KUROSE, 2013). Na cifra de blocos transforma-se um bloco de tamanho fixo de texto aberto em um bloco de texto encriptado de mesmo tamanho, antes disso, ocorre uma divisão em blocos de bits (KUROSE, 2013). Na cifra de fluxo a mensagem é criptografada bit a bit, em um fluxo contínuo, sem esperar que se tenha um bloco completo de bits. A criptografia se dá mediante uma operação “XOR” (função de

duas entradas que apresenta na saída o valor lógico um apenas quando as entradas possuem valores lógicos distintos) entre o bit de dados e o bit gerado pela chave (TANENBAUM, 2011). A Figura 5 descreve o processo da operação.

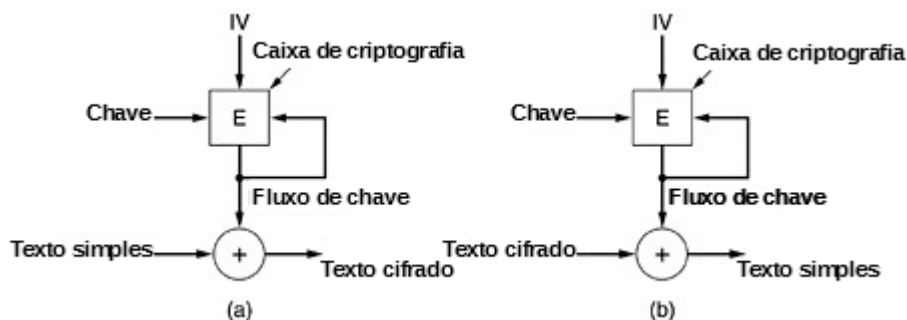


Figura 5- Uma cifra de fluxo. (a) Codificação. (b) Decodificação.

Fonte: Tanenbaum (2011)

3.4.1.2 - Criptografia Assimétrica

Criptografia de chaves assimétricas contorna o problema da distribuição de chaves através do uso de chaves públicas. Neste sistema, usuário tem um par de chaves denominadas chave pública e chave privada. A chave pública é divulgada, enquanto a chave privada é mantida em segredo. O par de chaves que pode pertencer a uma entidade ou pessoa e é calculado a partir de um número aleatório. A chave privada deve ficar de posse e uso apenas de seu dono, enquanto a chave pública pode ser distribuída inclusive para servidores específicos na Internet. De posse da chave pública pode-se criptografar informações que só poderão ser decriptografadas pelo proprietário da chave privada, em um processo unidirecional (RUFINO, 2011). Os algoritmos assimétricos possuem algumas desvantagens, são lentos, pois um polinômio assimétrico leva muito mais tempo para encriptar e/ou decriptar uma informação do que um algoritmo simétrico. Suas chaves são muito grandes, pois uma chave de criptografia de 3078 bits torna um polinômio assimétrico equivalente a um polinômio simétrico com chave de 128 bits. A grande vantagem do uso de criptografia assimétrica é que a chave que encripta é diferente da que decrypta, garantindo uma segurança muito maior no processo, pois a chave nunca é transmitida (TANENBAUM, 2011).

3.4.2 - Protocolos de Segurança para Redes sem Fio

Os protocolos de segurança foram desenvolvidos com o objetivo de tornar o tráfego nas redes sem fio mais seguros, são eles: WEP, WPA e WPA2 (MORIMOTO, 2011).

O WEP foi o pioneiro no assunto de proteção de redes sem fio. Ele utiliza o algoritmo RC4 (EDNEY, 2003), desenvolvido por Ron Rivest em 1987, para criptografar os pacotes que serão trocados numa rede sem fios. Esse algoritmo usa também uma função que detecta erros e verifica se a mensagem recebida foi corrompida ou alterada no meio do caminho, mas é considerado por muitos especialistas como sua principal vulnerabilidade. Este protocolo já está obsoleto (LINHARES, 2012). Figura 6 demonstra o funcionamento do protocolo WEP.

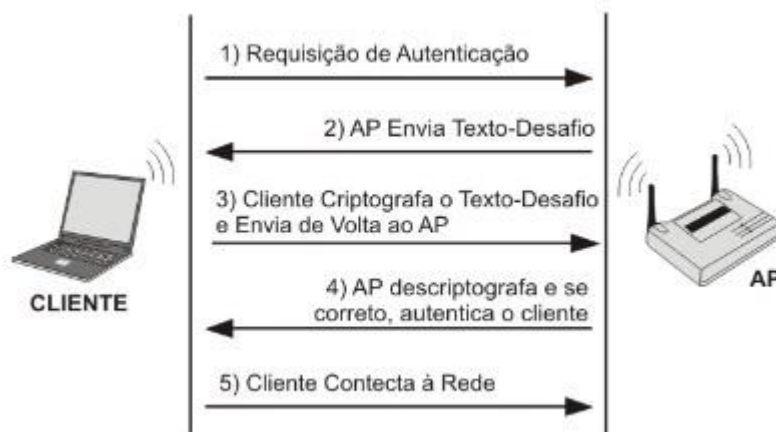


Figura 6 – Autenticação protocolo 802.11 WEP.

Fonte: Gast (2005) e Linhares e Gonçalves (2008)

O protocolo lançado posteriormente surgiu para combater algumas das vulnerabilidades do WEP e aumentar o nível de segurança das redes sem fio, o WPA. Ele implementou a autenticação e a cifragem do trabalho que estava sendo desenvolvido em outros padrões baseados no 802.11. Assim como o WEP, o WPA baseia-se no algoritmo RC4, mas implementa o TKIP (MORIMOTO, 2011) e o MIC (MORIMOTO, 2011) para verificar a presença de erros e a integridade dos dados (SOUZA, 2009) e (ARASAKI, 2012). Dessa forma, o WPA atua em duas áreas distintas: sua primeira atuação é a substituição de alguns mecanismos do WEP, ou seja, sua cifragem objetivando a integridade e a privacidade das informações que trafegam na rede. A segunda foca diretamente a autenticação do usuário utilizando uma troca de chaves dinâmica, que não era feita pelo WEP e, também, a substituição do vetor de inicialização de 24 bits do WEP para 48. Para isto o WPA utiliza as definições do padrão 802.1x e o EAP, Protocolo de Autenticação Extensível (RUFINO 2011, 2004).

Sobre o protocolo que passou a ser aplicado no WPA, o TKIP, utiliza-se de chaves dinâmicas. Desenvolvido em 2002, possui como características o algoritmo de criptografia RC4, chaves de 128 bits e de 48 bits. A conexão entre o ponto de acesso e o dispositivo cliente

é estabelecida quando as chaves compartilhadas de 128 bits do ponto de acesso, do cliente e o endereço MAC do dispositivo de rede sem fio do cliente combinam-se formando uma Temporal Key (LOCKABIT, 2012).

Outro que passou a ser utilizado após o WPA foi o MIC, esse algoritmo é um *hash* com criptografia e utiliza para realizar a verificação, o endereço MAC da origem e destino, a prioridade e o *Data Integrity Key* retornando um valor de 64 bits (INFOSEGURA, 2012) e (LOCKABIT, 2012).

Não demorou muito e o WPA já foi substituído pelo WPA2 que manteve algumas características, tendo em vista que o WPA2 foi baseado em um esboço do WPA (LINHARES, 2008). Apresentado em 2004 (ARASAKI, 2012), o WPA2 trouxe os últimos padrões de segurança, especialmente no que diz respeito à criptografia dos dados com um novo algoritmo de criptografia em relação WPA (SILVA, 2010). Enquanto este utiliza o algoritmo RC4, o mesmo sistema de encriptação utilizado na web o TKIP, o WPA2 se baseia na criptografia AES (MORIMOTO, 2011) mais seguro que a TKIP, mas exige mais processamento e algumas placas mais antigas não suportam o WPA2 nem mesmo atualizando o firmware (SILVA, 2012).

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

A finalidade principal desta metodologia é a análise do desempenho e realocação de recursos de software e hardware, se necessário, de uma rede sem fio (*Wi-Fi*) residencial ou de uma pequena empresa, para assim conseguir gerar um ganho de qualidade na transmissão do sinal e na manutenção da qualidade desse sinal.

A metodologia proposta consiste em três etapas: a primeira consiste em elucidar todas as características do sistema e do escopo desse estudo; a segunda consiste em coletar todos os dados que serão verificados, por fim, a terceira etapa consiste em analisar os resultados, propor devidas melhorias e realizar as devidas mudanças para se obter uma rede estável.

Para elucidar todas as características do sistema, temos que ter conhecimento de quais redes sem fio sofrem com interferências em seus sinais devido a agentes externos. Por exemplo, se na frequência de 2,4 GHz, definida pelo padrão IEEE 802.11, existe alguma sobreposição em algum dos canais por sinais provenientes de outras redes sem fio em uma região próxima. Por outro lado, os agentes internos tais como paredes, áreas úmidas e transformadores elétricos, geram perda do sinal por obstáculos e pelo percurso que o sinal vai percorrer, acarretando uma perda de qualidade nos sinais das redes sem fio. Para melhorar a qualidade dos sinais da rede sem fio é necessário que sejam eliminados ou reduzidos esses agentes.

As medições, análises, testes de potência e manutenção do sinal da rede sem fio foram realizadas em todos os possíveis locais de uso desta rede, para ter uma abrangência total do seu alcance e encontrar todos os possíveis agentes de queda da qualidade do sinal, como o multipercurso do sinal e a perda por penetração em obstáculos.

Os equipamentos das redes testadas são heterogêneos em relação a diferentes características tais como: fabricantes, potência gerada pelas antenas em cada componente, versões de softwares (*firmwares*), ambientes de configurações, e suporte a protocolos de transmissão e de segurança. Todas as redes sem fio testadas foram configuradas, minimamente, para os padrões *IEEE 802.11g* e *IEEE 802.11n* e com protocolo de segurança *WPA2*, porque assim teremos uma abrangência maior em relação aos tipos de equipamentos permitidos na rede.

Para a coleta de dados de redes sem fio, assim como dados sobre fatores que podem influenciar a variação na qualidade do sinal, foi inicialmente selecionado o aplicativo

para *Wifi Analyzer* (FARPROC, 2019). Ferramentas similares, tais quais *Wi-fi Analyzer* (SID, 2019) ou *WiFi Monitor: analisador de redes Wi-Fi* (Kozyukov, 2019), podem ser utilizados.

O *Wifi Analyzer* (FARPROC, 2019) permite visualizar as redes sem fio que foram detectadas pelo dispositivo em que está instalado e disponibiliza diversas informações sobre o desempenho das redes detectadas, em forma de cinco gráficos distintos. Neste trabalho foram utilizados dois desses gráficos: o “Gráfico de Canais” e o “Gráfico de Duração”.

Inicialmente foram coletados os dados que permitem visualizar a força do sinal de todas as redes sem fio disponíveis no momento, variando de -100dBm (baixa qualidade) até -40dBm (Ótima qualidade), como também, em que canal estão operando.

Posteriormente, coletamos dados que medem a força do sinal em função do tempo de conexão. Estas informações serviram para descobrir qual das redes sem fio possuíam falhas e quais mantinham a melhor constância do fluxo de dados.

Para realizar as avaliações e assim propor as devidas melhorias, foi necessário preencher alguns critérios e comparar com as informações colhidas. Os critérios utilizados foram os seguintes (MATTOS, 2006):

- **A quantidade de redes sem fio próximas e seus canais de trabalho**

Neste critério temos a análise de todas as redes próximas à rede estudada. Para reduzir a perda de dados é possível a mudança do canal de trabalho, se necessário, para um canal com menos concorrência externa, ajudando assim a manter a potência do sinal com qualidade durante o tempo de uso;

- **Multipercurso do sinal**

Este fenômeno faz com que o sinal percorra vários caminhos diferentes para chegar ao destino, com tempo de respostas diferentes até atingir o destino e com a potência de sinal variável. É originado pela soma de todos ou alguns dos fenômenos: reflexão, difração, refração e espalhamento do sinal em propagação. Em nosso trabalho, pudemos fazer esta verificação através de informações sobre canais no aplicativo *Wifi Analyzer*. Quanto maior a distância do ponto de acesso sem fio para o local das medições mais o sinal original do ponto de acesso sofre com este fenômeno. A possibilidade de calculá-lo torna-se muito complexa sendo razoável optar pela mudança do local do ponto de acesso em caso de uma alta perda da potência do sinal por causa deste fenômeno;

- **Perda de penetração**

Este fenômeno é referente à perda de potência do sinal ao passar através de um obstáculo físico. Este fenômeno depende do material do qual o obstáculo é constituído. Assim o sinal perde potência ao ultrapassá-lo, como mostra a Tabela 1. Quanto mais sólido o obstáculo maior é a potência perdida. Nesse caso não é indicado a colocação do ponto de acesso sem fio em locais confinados.

Obstáculo	Perda Adicional (dB)
<i>Espaço livre</i>	<i>0,0</i>
<i>Janela (tinta não metálica)</i>	<i>3,0</i>
<i>Janela (tinta metálica)</i>	<i>5,0 a 8,0</i>
<i>Parede fina (madeira)</i>	<i>5,0 a 8,0</i>
<i>Parede média (madeira)</i>	<i>10,0</i>
<i>Parede espessa (aprox. 15cm)</i>	<i>15,0 a 20,0</i>
<i>Parede espessa (aprox. 30cm)</i>	<i>20,0 a 25,0</i>
<i>Piso/Teto espessa</i>	<i>15,0 a 20,0</i>
<i>Piso/Teto muito espessa</i>	<i>20,0 a 25,0</i>

Tabela 1: Mostra a variação de perda por penetração do sinal em vários obstáculos diferentes. (MATTOS, 2006)

Após a análise dos dados acima e compará-los com dados obtidos do aplicativo *Wifi Analyzer*, nos locais estudados, foi possível fazer as devidas correções. Como exemplo, podemos citar a melhor localização para o ponto de acesso, o melhor canal de trabalho a ser utilizado e a posição das antenas *Wi-Fi*. Os aspectos abordados abaixo foram propostos em (MATTOS, 2006) e devem ser verificados quando analisamos redes sem fio:

- Em relação à localização do ponto do acesso, ressalte-se que deve sempre ficar longe das áreas úmidas e de locais confinados.

Motivo: porque água tem um grande coeficiente de absorção do sinal. O percentual chega a 10% se compararmos com o mesmo ambiente sem água e longe de locais confinados, visto que a perda por penetração é bem maior que a perda por multipercurso.

Proposta: O ponto de acesso deve ficar o mais centrado em relação aos locais de uso da rede sem fio e longe das áreas úmidas.

- Em relação a(s) antena(s) o melhor posicionamento delas é não deixá-las em paralelo às paredes e as outras antenas, caso existam.

Motivo: Para evitar a soma dos dois fenômenos o multipercurso e a perda por penetração do sinal, dando mais opções para o sinal se espalhar por todos os ambientes e com menor perda de qualidade e continuidade do sinal.

Proposta: Posicionar a antena em um ângulo próximo ao 45° em relação à parede mais próxima e não paralelo a outras antenas, caso existam, como mostra a Figura 7.



Figura 7: Posicionamento correto

- Em relação ao canal de trabalho, este será escolhido após análises dos dados obtidos pelo aplicativo usado no estudo, o *Wifi Analyzer*.

Motivo: para descobrir qual canal está com menos uso na área da rede sem fio.

Proposta: Sempre selecionar o canal de menor uso na área e caso haja dúvida, recomenda-se deixar ativado a opção de seleção automática de canais no ponto de acesso.

CAPÍTULO 5 – ESTUDO DE CASOS

O objetivo desta etapa é demonstrar na prática a metodologia empregada em dois ambientes distintos: o residencial e o empresarial.

Nesses dois casos em estudo temos a utilização do mesmo padrão tecnológico, padrão IEEE 802.11n e frequência 2,4GHz. Caso existam muitas redes próximas pode-se cogitar o uso da frequência 5GHz. Com relação ao hardware foi tendência utilizar equipamentos de mesma marca para atingir um desempenho mais eficiente.

5.1 - Estudo de Caso 1: Rede Domiciliar

Nesse estudo de caso o objetivo foi demonstrar os passos da metodologia que poderiam ser aplicados em uma rede *Wi-Fi* residencial, com o foco em otimizar o desempenho da rede.

O terreno da casa analisada tem as medidas de 16x35 metros quadrados com duas áreas construídas independentes, onde existem dois pontos de acesso sem fio e um *modem ADSL*. Os pontos de acessos estão conectados ao *modem ADSL* através de uma rede *Ethernet*, como mostra a Figura 8.

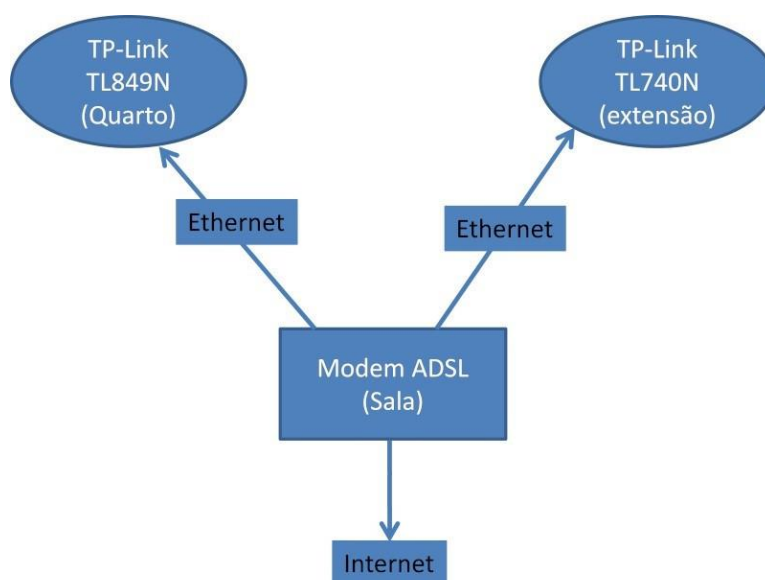


Figura 8: Interconexão dos Equipamentos da Rede sem fio.

Nas Figuras 10 e 11 são possíveis a visualização e a detecção de três principais redes Wi-Fi, sendo a linha vermelha a rede “VIVO-0238”, a linha azul a “TP-Link_151A” e a linha amarela a “Branco2”, onde é possível ver que a rede em azul é mais estável em relação a variação do sinal nos dois ambientes testados do que a rede representada pela linha vermelha, VIVO 0238, e a rede representada pela linha amarela, Branco2. Detectamos também que a rede amarela só tem sinal detectável no ambiente da cozinha e com uma baixa potência.

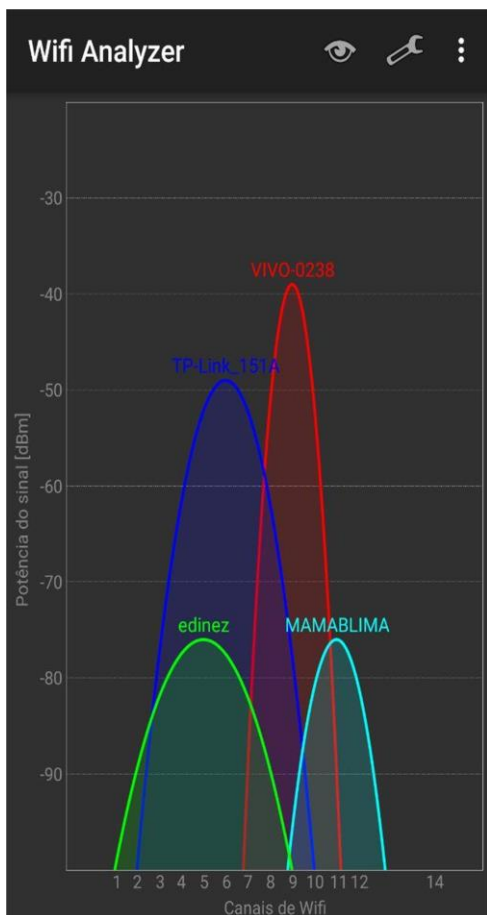


Figura 10: Gráficos de Canais: Sala1

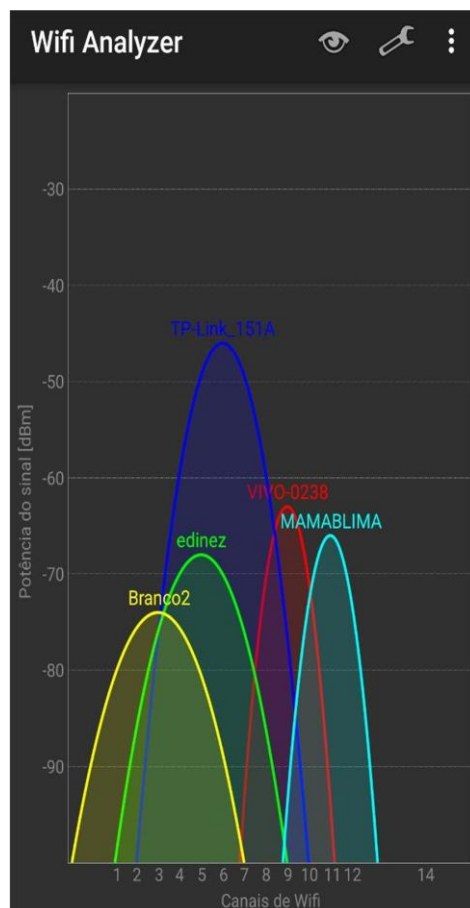


Figura 11: Gráficos de Canais: Cozinha

Por sua vez Figura 12 mostra que existe uma instabilidade da rede “VIVO-0238”, linha vermelha, aonde sua intensidade é na maior parte do tempo reduzida em relação à na rede “TP-Link_151A”, linha azul escuro. Por fim, a rede “Branco2”, linha amarela, tem um sinal instável e mais fraco que as demais.

As outras redes que aparecem nos gráficos são dos vizinhos e não fazem parte deste estudo.

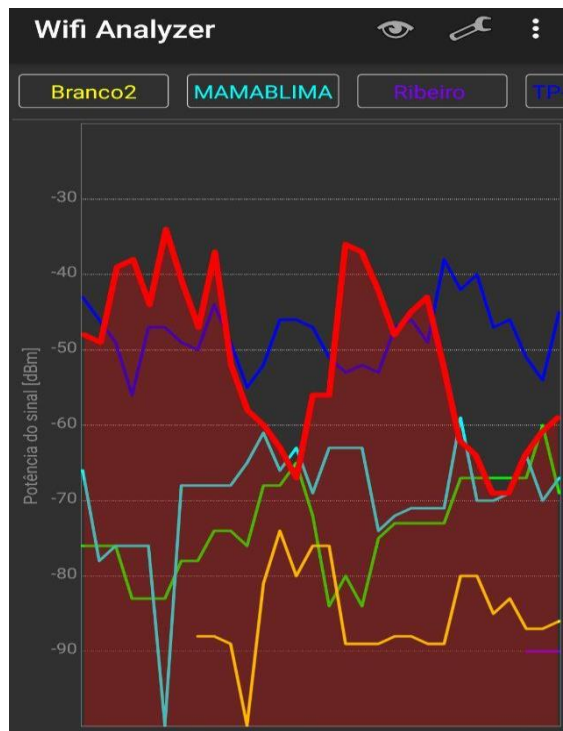


Figura 12: Gráficos de Duração: Cozinha

O ponto de acesso isolado no fundo da casa está em uma área de muitas interferências de sinais, como estabilizadores, transformadores, fontes de alimentação e além de ser uma área úmida, pois existe um banheiro logo ao lado, que está gerando a redução da força do sinal.

Figura 13 mostra os sinais de todas as redes sem fio neste local. É possível ver que o sinal da rede “Branco2”, linha verde, teve perda de potência de sinal em relação a Figura 11, mesmo se aproximando do seu ponto de acesso e a rede em azul “TP-Link_151A” tem o sinal mais forte que a rede Branco2, embora seu ponto de acesso esteja mais distante.

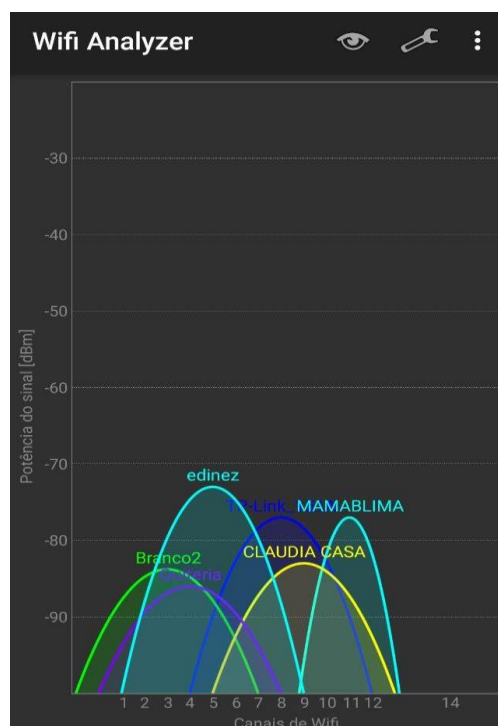


Figura 13: Gráficos de Canais: Sala 2

5.1.2 - Ações Realizadas

Em função dos problemas encontrados foram realizadas as seguintes correções visando proporcionar a otimização do desempenho da rede, em relação a potência e a estabilidade dos sinais proporcionados por cada ponto de acesso:

- Desativação da função roteamento *Wi-Fi* do *Modem ADSL*
Motivo: para a redução de sobrecarga neste equipamento que concentra todo o acesso à internet e para a redução de interferência no ponto de acesso *TP-Link TL-WR849N* que realiza a cobertura completa e melhor da área que o *Modem ADSL em questão*.
- Requalificação do canal de trabalho do ponto de acesso *TP-Link TL-WR849N*, para o canal 10 e do ponto de acesso *TP-Link TL-WR740N*, para o canal 12
Motivo: para a redução da interferência por redes próximas, como será demonstrado adiante.
- Reposicionamento das antenas dos pontos de acesso *TP-Link TL-WR849N* e *TP-Link TL-WR740N*
Motivo: para a redução da perda por penetração dos sinais gerados por estes pontos de acesso, como mostrado nas Figuras 14 e 15.



Figura 14: Posição das antenas (antes)



Figura 15: Posição das antenas (depois)

Adiante, iremos mostrar os resultados da rede sem fio em estudo em função das melhorias aplicadas, comparando com seu estado inicial.

Particularmente, Figura 16 mostra que o sinal da rede “TP-Link_151A”, linha azul, não obteve ganho na intensidade em relação à Figura 11. Por sua vez, a Figura 17 mostra que

com relação a rede “TP-Link_151A”, seu sinal (linha vermelha) torna-se mais estável em relação a este mesmo sinal mostrado na Figura 12 (linha azul escuro). Assim, temos que a rede “TP-Link_151A” obteve maior estabilidade após as mudanças.

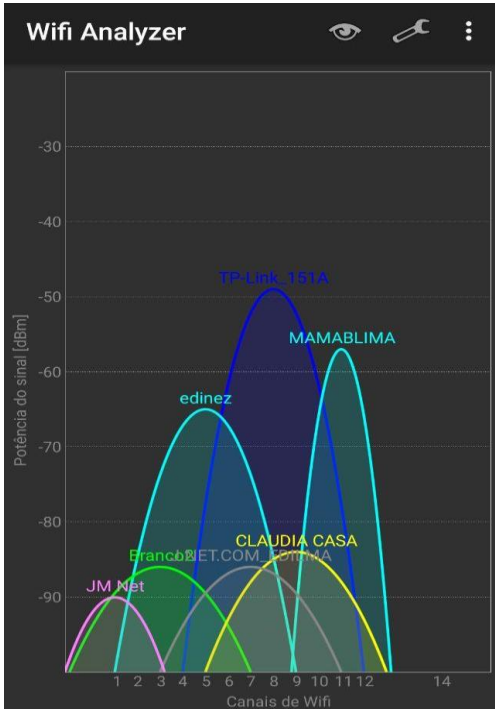


Figura 16: Gráficos de Canais: cozinha

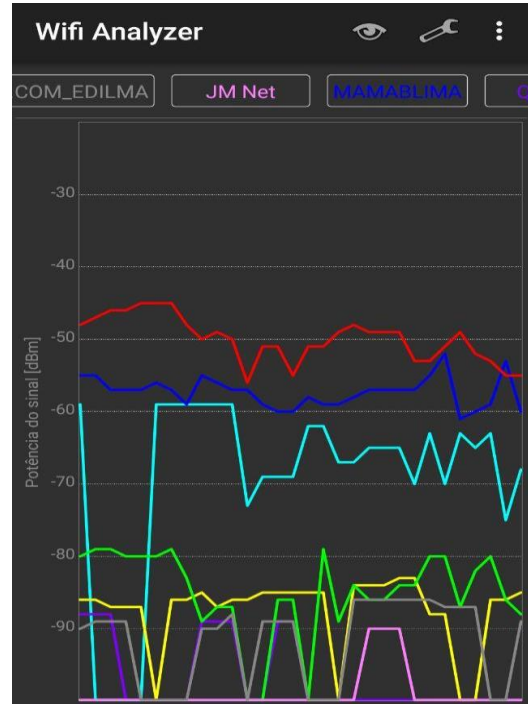


Figura 17: Gráficos de Duração: cozinha

A Figura 18 mostra a rede “Branco2”, linha verde à direita, que apresentou uma significativa melhora com a mudança do canal em comparação com a Figura 13. Figura 19 mostra a rede “Branco2”, linha verde, com uma maior estabilidade em relação ao sinal mostrado na Figura 12.

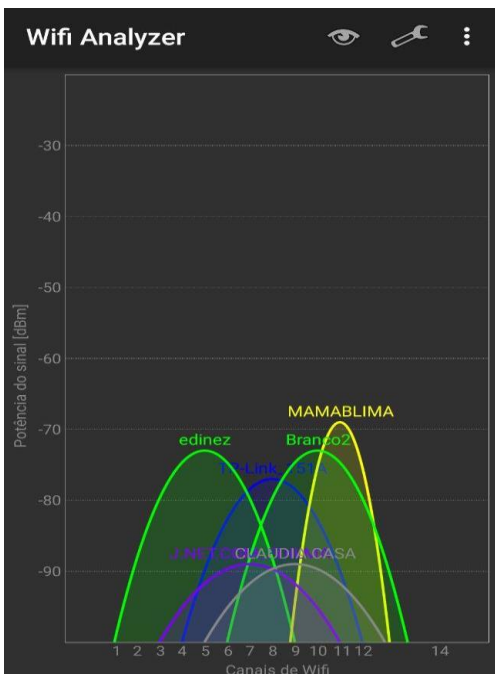


Figura 18: Branco2, local: Sala2

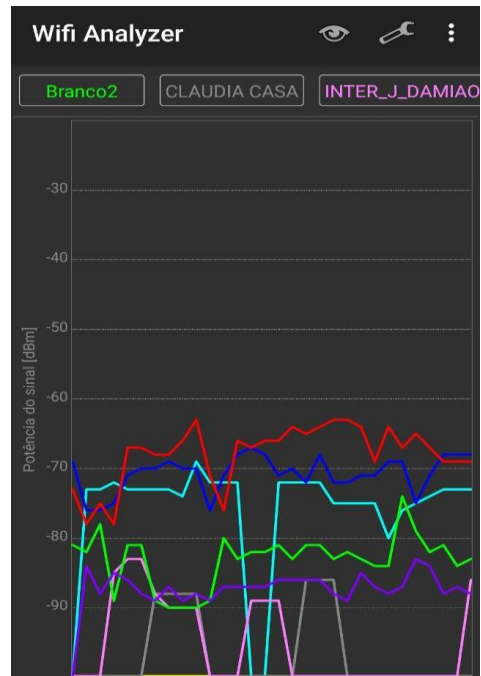


Figura 19: Branco2, local: Sala2

5.2 - Estudo de Caso 2: Rede Empresarial

Nesse segundo estudo de caso, temos como objetivo demonstrar os passos da metodologia que foram aplicados em uma rede sem fio empresarial, com o foco em otimizar o desempenho da rede.

O terreno do prédio da empresa analisada é de 6x45 e é totalmente construído. Trata-se de um prédio de uma pousada de quatro andares onde existem quatro pontos de acesso. Tabela 3 mostra a relação de equipamentos e suas configurações de hardware neste estabelecimento a fim de proporcionar acesso à internet por todo prédio.

Tipo	Provedor	Marca	Modelo	Rede sem Fio	Local
Modem ADSL(Ponto de acesso com/sem fio)	Oi	SagemCom	F@st2705	Poutur Pousada Maceio/AL	Térreo, entrada
Modem Fibra Óptica(ponto de acesso com fio)	TurboNet	-	-	Desativado	Térreo, entrada
Ponto de acesso sem fio	TurboNet	TP-Link	-	Poutur Pousada Maceio 1	1º andar, final
Ponto de acesso sem fio	TurboNet	MULTILASER	RE163 (3A)	Poutur Pousada Maceio	2º andar, entrada
Ponto de acesso sem fio	TurboNet	IntelBras	IWE 3000N	Poutur Pousada Maceio 2	2º andar, final

Tabela 3: Configuração Equipamentos - Estudo de Caso 2

Figura 20 mostra a interligação entre os componentes desta rede. Vale frisar que esta empresa tem contratado dois provedores de internet.

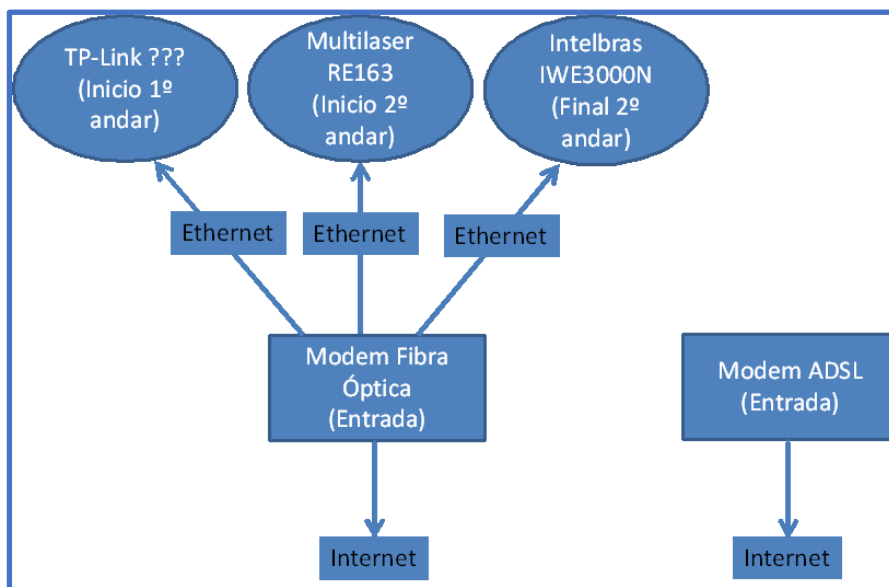


Figura 20: Interconexão dos Equipamentos da Rede sem fio.

Figura 21 mostra a planta baixa, onde o 1º andar só existe um ponto de acesso nos fundos do prédio e o 2º andar existem os dois pontos de acesso (na entrada e nos fundos do prédio), detalhando como está dividido o ambiente onde foi realizado o estudo de caso.



Figura 21: Planta Baixa – Rede Empresarial

5.2.1 - Problemas encontrados

Podemos notar na Figura 22 que a rede “Poutur Pousada Maceio/AL”, linha vermelha a direita, é predominante na área. Porém, há outras duas redes detectadas na entrada do prédio com bom nível de sinal. Estas redes são “Poutur Pousada Maceio”, linha azul escuro,

e “Poutur Pousada Maceio 1”, linha verde. As demais redes são da vizinhança e não fizeram parte deste estudo.

Analisando a Figura 23 podemos detectar que a intensidade dos sinais das redes “Poutur Pousada Maceio 1” (linha verde clara) e “Poutur Pousada Maceio 2” (linha azul clara) estavam muito próximas na área testada e ambas trabalhavam no mesmo canal 7. Por sua vez, a rede “Poutur Pousada Maceio/AL” (linha vermelha) tem uma grande variação de sinal comparada com a Figura 22. A rede “Poutur Pousada Maceio” (linha azul escuro) tem uma variação bem menor.

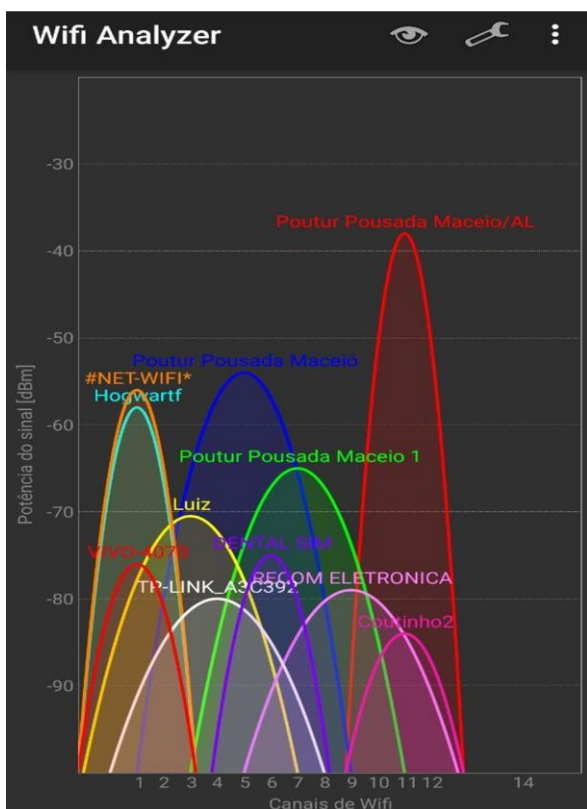


Figura 22: Entrada do Prédio, térreo

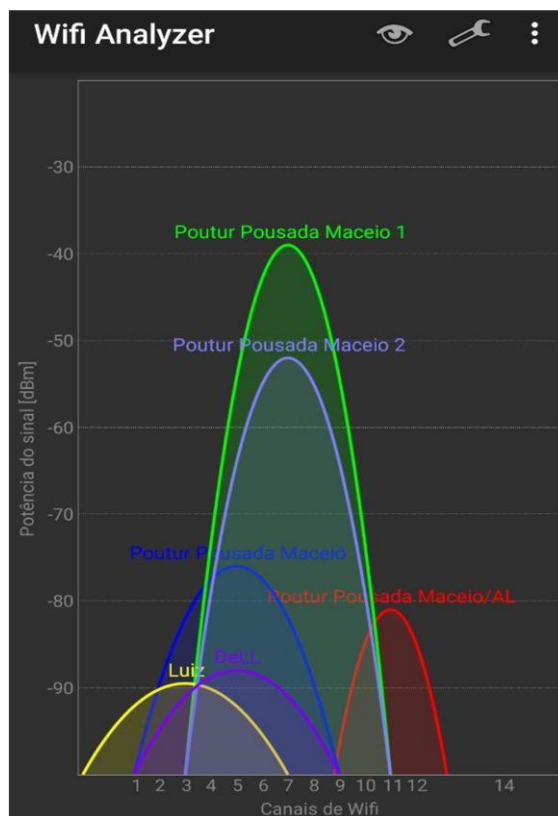


Figura 23: Final do Prédio, 1º andar

5.2.2 - Ações Realizadas

De acordo com os problemas encontrados foram realizadas as ações de:

- Desativação do ponto de acesso da rede “Poutur Pousada Maceio 2”

Motivo: Porque esse ponto de acesso tem quase a mesma intensidade de sinal na maioria dos ambientes testados que utiliza a rede “Poutur Pousada Maceio 1”. Esta ação foi realizada para a redução da interferência na rede “Poutur Pousada Maceio 1”.

- Foi solicitada a desativação do modem ADSL, rede “Poutur Pousada Maceio/AL”

Motivo: Porque a intensidade de sinal dessa rede é equivalente com a da rede “Poutur Pousada Maceio” em vários dos ambientes testados. Esta ação foi realizada para a redução de interferência na rede “Poutur Pousada Maceio” e também gerou uma economia financeira para a pousada, reduzindo de duas para uma empresa prestadora de serviços de internet.

Nas próximas figuras serão demonstrados como foi possível, utilizando as redes sem fio em estudo, realizar melhorias em relação a potência e a estabilidade do nível de sinal em comparação ao estado inicial.

As Figuras 24 e 25 mostram que as redes “Poutur Pousada Maceio 1”, linha vermelha, e “Poutur Pousada Maceio”, linha azul, mantiveram uma boa potência de sinal e se sobressaem em relação as redes sem fio próximas. Por sua vez, as Figuras 26 e 27 mostram o nível de sinal em função do tempo das redes sem fio “Poutur Pousada Maceio 1”, linha vermelha, e “Poutur Pousada Maceio”, linha azul escuro na Figura 25 e azul claro na figura 27, comprovando que se tornaram mais estáveis.

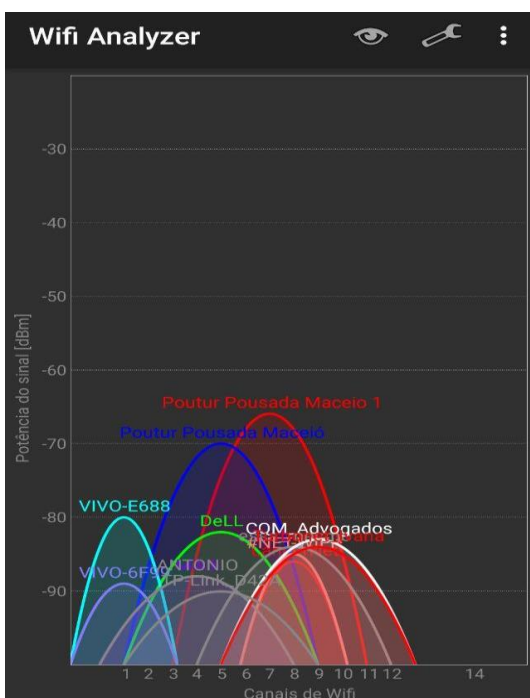


Figura 24: Final do prédio 2º andar – Distribuição de Canais

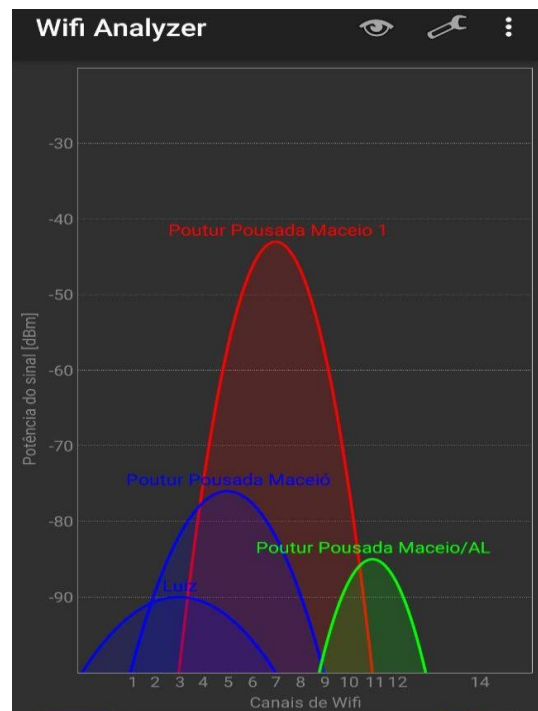


Figura 25: Entrada do prédio 2º andar – Distribuição de Canais

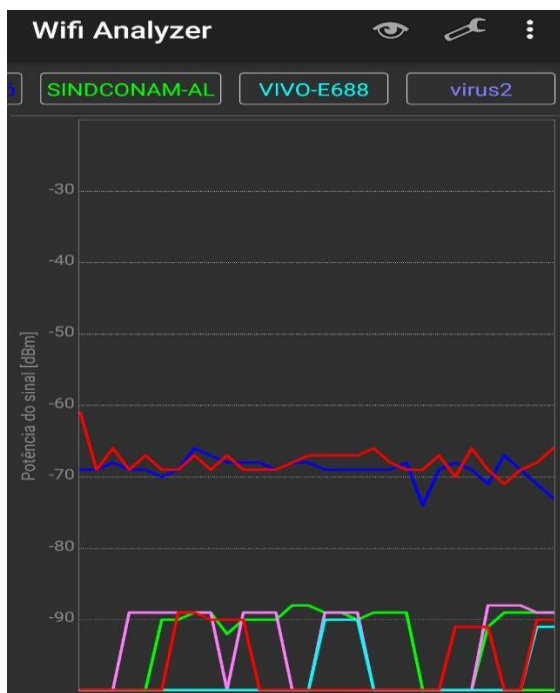


Figura 26: Final do prédio 2º andar – Intensidade de Sinais

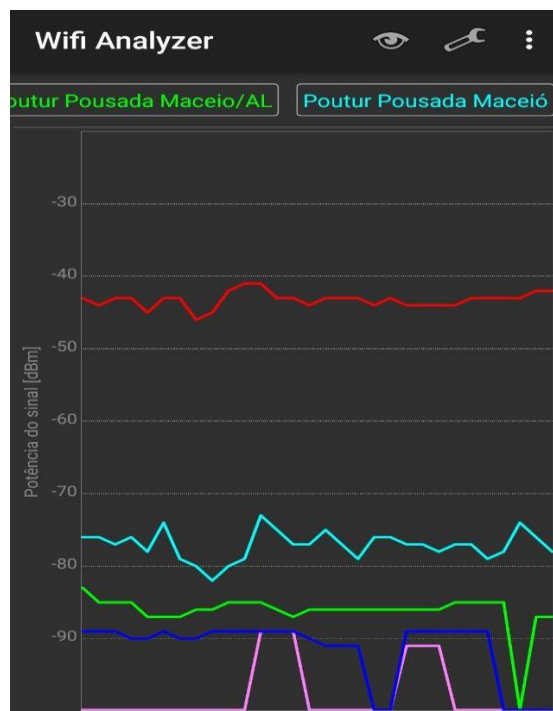


Figura 27: Entrada do prédio 2º andar – Intensidade de Sinais

5.3 - Análise dos resultados

Na rede doméstica, havia grande dificuldade de se utilizar a rede sem fio, rede “VIVO-0238”, de forma estável para jogos online e *streams*, confirmado a veracidade nos testes iniciais através de medições do aplicativo *WIFI Analyzer* (ver Figura 12).

Buscando otimizar essa rede doméstica desligamos o sinal da primeira rede sem fio “VIVO-0238” e fizemos a mudança do canal da rede sem fio “TP-Link_151A”, o que já proporcionou a estabilidade da rede permitindo jogos on-line sem “lag” (redução do *delay*) ao conectar na rede sem fio “TP-Link_151A”. Posteriormente ao se mudar o canal da rede sem fio “Branco2” (rede com interferências eletromagnéticas) obteve-se a atual estabilidade permitindo a transmissão de *streams* de forma mais estável segundo medições realizadas no aplicativo *WIFI Analyzer* (ver Figura 17).

Já a rede empresarial era integrada por quatro (04) pontos de acesso. Cada ponto de acesso correspondia a uma rede sem fio. A primeira rede “Poutur Pousada Maceio/AL” perdia o sinal a poucos metros do modem. Já a segunda e a quarta redes, “Poutur Pousada Maceio 1” e “Poutur Pousada Maceio 2” respectivamente, estavam operando no mesmo canal causando

interferências recíprocas, mesmo localizadas em andares distintos. A terceira rede, “Poutur Pousada Maceio”, estava em perfeito funcionamento.

Na rede empresarial, os clientes reclamavam da instabilidade do sinal ao assistirem *streams*. Nos testes iniciais notamos a veracidade das alegações através de medições do aplicativo *WIFI Analyzer* (ver Figuras 22 e 23).

Propomos desativar a primeira “Poutur Pousada Maceio/AL” e a terceira rede “Poutur Pousada Maceio 2” como parte da solução. No entanto o proprietário decidiu manter a primeira rede sem fio para atender somente às necessidades da portaria e concordou com a eliminação da terceira rede sem fio.

Buscando estabilizar o sinal da rede empresarial direcionamos a conexão dos clientes pelo andar que estavam hospedados, balanceado a quantidade de pessoas online simultâneas.

Foram realizado testes, conectando todas as TV a *streams* como *YouTube* e *Netflix*, andar por andar com medições do aplicativo *WIFI Analyzer* (ver Figuras 24, 25, 26 e 27) e constatamos a estabilidade da transmissão de dados nas duas redes sem fio, a “Poutur Pousada Maceio” e a “Poutur Pousada Maceio 1”, otimizando o desempenho das redes nesse segundo estudo de caso.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa configurou-se na procura de diretrizes que proporcionem meios para facilitar a implantação e resolução de problemas de redes sem fio domésticas e de pequenas empresas. Verificamos as causas e interferências que afetam o congestionamento de canais, ruídos e obstrução de sinais.

O objetivo do estudo foi de ajudar pessoas e pequenas empresas a otimizar a configurar uma rede sem fio, da forma mais adequada possível, utilizando informações sobre a base teórica dessa tecnologia e aplicando na prática formas para resolver ou minimizar os problemas comuns do sinal sem fio.

As avaliações técnicas nos dois tipos de rede sem fio, doméstica e pequenos empreendimentos, foram realizadas e detectados os problemas existentes nas conexões. Através do aplicativo *WIFI Analyzer* foi possível realizar os diagnósticos de intensidade de sinal e sobreposição de canais nos ambientes.

Como resultado deste estudo observamos que as redes sem fio, apesar da existência de obstáculos físicos, são passíveis de serem otimizadas, melhorando a estabilidade e a potência dos sinais por meio das soluções aplicadas.

Observando o ambiente físico do local em estudo e as redes sem fio da vizinhança, obtivemos os dados necessários para realizar as modificações das redes sem fio em estudo.

Este estudo aponta que é possível otimizar o desempenho das redes sem fio utilizando análises do ambiente e as possíveis modificações nas configurações dos pontos de acesso sem fio e (ou) modificação do local de instalação do equipamento.

Trabalhos futuros poderiam abordar a aplicação dessas técnicas sobre a faixa de frequência 5Ghz, utilizado pelo padrão é *IEEE 802.11ac*. Infelizmente, trabalhamos apenas com a faixa de 2.4Ghz utilizando o padrão *IEEE 802.11n*. Podemos citar uma diferença considerável de sinal entre os dois padrões, visto que, enquanto o padrão *IEEE 802.11n* possui 13 canais que se sobrepõem, o padrão *IEEE 802.11ac* possui 24 canais que não se sobrepõem e desta forma o intervalo de frequência de cada canal não interfere no outro.

A continuidade da pesquisa sobre as redes sem fio nos permite crer que através de pesquisas práticas com o uso de repetidores de sinal seja possível sanar a falha existente no que se refere a estabilidade do sinal a longas distancias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, B. M.; MAESTRELLI, M. **Segurança em Redes Wireless 802.11**. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2004.
- ARASAKI, A. M.; DELLA FLORA, J. C. L. **Teste de intrusão em redes sem fio padrão 802.11**. Monografia – Curso de Pós-Graduação em Redes de Computadores e Segurança de Dados. Centro Universitário Filadélfia de Londrina – UniFil, Londrina, 2012
- BIBLIOO. **Certificação Digital, como garantir a segurança na transmissão ou no armazenamento da informação**. Disponível em:
<<https://biblioo.cartacapital.com.br/certificacao-digital/>>. Acesso em: 03 out/2019
- CASIAN et al. **Falhas Políticas de Configuração: uma análise dos riscos para as redes sem fio na cidade de São Paulo**. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA EM INFORMÁTICA, 6, 2004, São José dos Campos. Anais. São Paulo: IFSJC. Disponível em:<<http://www.acmeseecurity.org/sites/default/files/publicacoes/artigos/acme-artigo-ssi-2004-wlan.pdf>>. Acesso em: 20 jul/2019
- DIXON, C.; MAHAJAN, R.; AGARWAL, S.; BRUSJH, A.; LEE, B.; SAROIU, S.; and BAHL, V. **The home needs an operating system** (and an app store). In Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networks, ACM. 2010.
- EDNEY, J.; ARBAUGH, W. A. **Real 802.11 Security: Wi-Fi Protected Access and 802.11i**. Primeira Ed. Boston-MA: Addison-Wesley, 2003.
- FÁVERO, L.F.; BELFIORE, P.; SILVA, R.L.; CHAN, B.L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Primeira ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- FARPROC, WiFi Analyzer. Disponível em: <<http://a.farproc.com/wifi-analyzer>>. Acesso em: 14 jul/2019.
- GARCIAS, C. P.; SOARES, I. I. B. B.; REIS, M. G. **Redes WLAN: Predição e Medição de Nível de Sinal em Ambiente Indoor**. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Telecomunicações pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, 2007.
- GRAMACHO, S.; ARAÚJO, M.; e FIGUEIREDO, G. (2013). **Dinâmica de seleção de melhores canais em redes IEEE 802.11 com modelo de interferência CCA/SINR**. SBRC 2013 / WRA.

GAST, Matthew S. **802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide**. Segunda. ed. O'Reilly, 2005.

IEEE. Disponível em: <<http://www.ieee.org.br>>. Acesso em: 20 jun/2019.

INFOSEGURA. **Análise de Protocolo de Enlace IEEE 802.11**. Disponível em: <<http://infosegura.eti.br/artigos/80211.php>>. Acesso em: 18 ago/ 2019.

KHALED, J. B.; FERREIRA JUNIOR, J. J. H. **Falhas de segurança em uma rede *wireless fidelity* (Wi-Fi)**. Monografia – Conclusão de Curso para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia da Computação. Instituto de Estudos Superiores da Amazônia – IESAM, Belém, 2006.

KOZYUKOV, Alexander. WiFi Monitor: analisador de redes Wi-Fi. Disponível em: <<https://signalmonitoring.com/en>>. Acesso em 09 mar/2020.

LINHARES, A.G.; GONÇALVES, P. A. da S. **Uma análise dos mecanismos de segurança de redes IEEE 802.11: WEP, WPA, WPA2 e IEEE 802.11 w**. Recife: UFPE, 2012. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~pasg/gpublications/LiGo06.pdf>>. Acesso em: 12 ago/2019.

LOCKABIT. **O Problema de Segurança em Redes Baseadas no Padrão 802.11**. Disponível em:<<http://www.lockabit.coppe.ufrj.br/artigo/problemasseguranca-em-redes-baseadas-no-padrao-80211>>. Acesso em: 10 ago/2019.

MORIMOTO, C. **Redes: guia prático**. Segunda ed. Porto Alegre: Sul Editores, 2011.

MATTOS, G. M. **Redes de Acesso em Banda Larga utilizando Sistemas VSAT e WiFi**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2006.

PASQUALINI, A. L.; MARCONDES, C. A. C. **Estudo do Crescimento das Redes Wireless 802.11 – 2.4 GHz em Ambiente Urbano – Caso Rio Claros – SP**, 2012.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) 2017**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631_informativo.pdf>. Acesso em: 15 jun./ 2019.

RODRIGUES, É. V. **Seleção de canais parcialmente sobrepostos em redes IEEE 802.11 utilizando algoritmos genéticos**. 2017. 60 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017.

RUFINO, N. M. O. **Segurança em redes sem fio: aprenda a proteger suas informações em ambientes Wi-Fi e Bluetooth**. Terceira ed. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

SCARFONE, K. et al. **Guide to Securing Legacy IEEE 802.11 Wireless Networks**. NIST Publicação Especial. v. 800, 2008.

SID, Abdelrahman M. WiFi analyzer. Disponível em:

<<http://abdelrahmanmsid.com/blog/2018/07/03/wifi-analyzer-for-android/>>. Acesso em 14 jul/2019.

SILVA, E. A. **Estudos sobre as vulnerabilidades em redes sem fio 802.11 (Wi-Fi) e formas de defesa**. Monografia – Conclusão de Curso para obtenção de Grau de Bacharel em Sistema de Informação. Organização Sete de Setembro de Cultura e Ensino Ltda. Faculdade Sete de Setembro – FASETE, Paulo Afonso, 2009.

SILVA, G. **Redes sem fio 2012**. Disponível em:

<<http://givonaldogilvan.blogspot.com.br/2012/10/wep-wep2-wpa-wpa2-wpa-psk-wpa2-psk.html>> Acesso em: 20 ago/2019.

SILVA, L. R. **Segurança Em Redes Sem Fio (WIRELESS)**. Monografia de Pós-Graduação em Redes e Segurança de Sistemas. Curitiba 2010. Disponível em:

<<https://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS08B/Leandro%20Rodrigues%20Silva%20-%20Artigo.pdf>>em Acesso em 9 ago/2019.

SOARES, L. F. G.; LEMOS, G.; COLCHER, S. **Redes de Computadores (Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM)**. Segunda ed., Ed. Campus, 1995.

SOUZA, A. L.; DARWICH, M. A. **Análise sobre as Vulnerabilidades das Redes Wi-Fi em Belém**. Revista de Sistema de Informação & Gestão de Tecnologia, Belém, v.6, 2009.

Disponível em: <<http://www3.iesampa.edu.br/ojs/index.php/sistemas/article/viewFile/419/357>>. Acesso em: 15 ago/ 2019.

TANEMBAUM, A. S. **Redes de computadores**. Tradução de Vandenberg D. de Souza. Quinta ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

TREVISAN, D.f.; SACCHI, R. P. S.; SANABRIA, L. **Estudo do Padrão Avançado de Criptografia AES – Advanced Encryption Standard**. RITA – Revista de Informática e Teoria Aplicada. Vol. 20, Número 1, 2013

KUROSE, J. F. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down**/James F. Kurose, Keith W. Ross ; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Wagner Luiz Zucchi. Sexta ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

YIAKOUMIS, Y.; Yap, K.-K.; Katti, S.; Parulkar, G.; and McKeown, N. (2011). **Slicing home networks. In Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM (HomeNets), 2011.**

WNDW. **Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento.** Primeira ed. 2008. Disponível em: <<http://wndw.net/pdf/wndw-pt/wndw-pt-ebook.pdf>>. Acesso em 01 ago/2019.