

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

DANIEL FELIPE WARKENTIN
DIONÍSIO BENEDITO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE REDE CABEADA E REDE
WIRELESS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2015

DANIEL FELIPE WARKENTIN
DIONÍSIO BENEDITO

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE REDE CABEADA E REDE WIRELESS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, do Departamento Acadêmico de Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Foronda.

CURITIBA
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

DANIEL FELIPE WARKENTIN
DIONÍSIO BENEDITO

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE REDE CABEADA E REDE WIRELESS

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 18 de junho de 2015, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os alunos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof. Esp. Sérgio Moribe
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Kleber Kendy Horikawa Nabas
UTFPR

Prof. Lincoln Herbert Teixeira
UTFPR

Prof. Dr. Augusto Foronda
Orientador - UTFPR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

WARKENTIN, Daniel F; BENEDITO, Dionísio. **Análise Comparativa entre rede cabeada e rede wireless.** 2015. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Este trabalho apresenta uma abordagem prática das diferenças entre dois tipos de redes locais de computadores: cabeadas e sem fio. Aborda os custos de implementação, capacidades de transmissão e praticidade de ambos. Apresenta o uso de softwares de medição, que foram usados para mostrar resultados quantitativos e comparativos. Embasado por uma pesquisa de campo, o estudo verificou, por meio de testes, como cada rede se comporta e qual delas traz métricas mais satisfatórias de desempenho. Também simulou um pequeno ambiente empresarial, onde foram instaladas, testadas e comparadas as duas formas de infraestrutura computacional.

Palavras chave: Redes wireless. Redes cabeadas. Comparação de desempenho. Comparação de custos.

ABSTRACT

WARKENTIN, Daniel F; BENEDITO, Dionísio. **Comparative analysis between a wired network and a wireless network**. 2015. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações), Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

This paper presents a practical approach of the differences between two types of local area networks: wired and wireless. Addresses the implementation costs, transmission capacity and practicality of both. Presents the use of software, which was used to show quantitative and comparative results. Grounded by a field survey, the study found, through testing how each network behaves and which one brings more satisfactory performance metrics. Also simulated a small business environment, where the two forms of computing infrastructure were installed, tested and compared.

Keywords: Wireless networks. Wired networks. Performance comparison. Cost comparison.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de topologia estrela hierárquica.....	16
Figura 2 - Painel de interconexão.....	18
Figura 3 - Seção vertical da construção.....	24
Figura 4 - Gateway F@st 3184.....	23
Figura 5 - Cabeamento lógico do andar térreo.....	24
Figura 6 - Cabeamento lógico do primeiro andar.....	25
Figura 7 - Mapa de alcance de sinal wireless do equipamento local, andar térreo.....	27
Figura 8 - Mapa de alcance de sinal wireless do equipamento local, seção vertical....	28
Figura 9 - Mapa de interferência de sinal externo, andar térreo.....	29
Figura 10 - Topologia da conexão entre os computadores Asus e Acer.....	31
Figura 11 - Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).....	32
Figura 12 - Topologia da conexão cabeada com gateway como intermediário.....	32
Figura 13 - Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computado-02).....	33
Figura 14 - Topologia da conexão cabeada em rede.....	34
Figura 15 - Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).....	34
Figura 16 - Largura de banda amostrada no Computador-03.....	35
Figura 17 - Largura de banda amostrada no Computador-04.....	35
Figura 18 - Largura de banda amostrada no Computador-01.....	36
Figura 19 - Topologia da conexão sem fio entre dois computadores.....	37
Figura 20 - Largura de banda e Jitter amostrada nos Computadores 02 e 03.....	37
Figura 21 - Topologia da conexão sem fio em rede, com smartphones e TV.....	38
Figura 22 - Largura de banda amostrada no Computador-03.....	39
Figura 23 - Largura de banda amostrada no Computador-04.....	39
Figura 24 - Largura de banda amostrada no Computador-01.....	40
Figura 25 - Topologia da conexão sem fio em rede, sem smartphones ou TV.....	41
Figura 26 - Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).....	41
Figura 27 - Largura de banda amostrada no Computador-03.....	41
Figura 28 - Largura de banda amostrada no Computador-04.....	42
Figura 29 - Largura de banda amostrada no Computador-01.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos da Rede Cabeada	25
Tabela 2 - Custos da Rede sem Fio	29
Tabela 3 - Dados da conexão cabeada entre Computador-02 e Computador-03..	31
Tabela 4 - Dados da conexão cabeada com gateway intermediário entre os Computadores 02 e 03	32
Tabela 5 - Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Servidor (Computador-02)	34
Tabela 6 - Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-03..	35
Tabela 7 - Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-04..	35
Tabela 8 - Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-0..	36
Tabela 9 - Dados da conexão sem fio amostrada nos Computadores 02 e 03	37
Tabela 10 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Servidor (Computador-02)	38
Tabela 11 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-03..	39
Tabela 12 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-04..	39
Tabela 13 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-01..	40
Tabela 14 -Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Servidor (Computador-02)	41
Tabela 15 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-03..	42
Tabela 16 - Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-04..	42
Tabela 17 -Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-01..	43

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

Ad-hoc	Rede ad-hoc, sem topologia predeterminada
AES	Advanced Encryption Algorithm
AP	Access Point, Ponto de Acesso
BBS	Basic Service Set, componente da arquitetura IEEE 802.11
CAN	Campus Area Network
CAT	Categoria
CPU	Central Processing Unit
dB	Decibel
dBm	Decibel Milliwatt
DLNA	Digital Living Network Alliance
ESS	Extended Service Set, Componente da arquitetura IEEE 801.11
Gbps	Gigabits por Segundo
GHz	Giga Hertz
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
Jperf	Software usado para testar largura de banda
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
Mbps	Megabits por segundo
ms	Milissegundos
PAN	Personal Area Network
PC	Personal Computer
PSK	Pre-Shared Key
RJ-45	Registered Jack 45
SSID	Service Set ID
TCP	Transmission Control Protocol
U	Unidade
UDP	User Datagram Protocol
UNIX	Uniplexed Information and Computing System
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA2	Wi-Fi Protected Access 2

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	TEMA	9
1.2	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	10
1.3	PROBLEMA	10
1.4	OBJETIVOS	11
1.4.1	Objetivo geral	11
1.4.2	Objetivos específicos	11
1.5	JUSTIFICATIVA	12
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	REDE DE COMPUTADORES	15
2.2	REDE SEM FIO	18
2.3	EKAHAU HEATMAPPER	19
2.4	Iperf	21
3	DESENVOLVIMENTO DO TEMA	22
3.1	CARACTERÍSTICAS DO ESCRITÓRIO	22
3.2	DESCRIÇÃO DA REDE CABEADA	23
3.2.1	Testes a serem feitos	26
3.3	DESCRIÇÃO DA REDE SEM FIO	26
3.3.1	Testes a serem feitos	29
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	31
4.1	TESTES NA REDE CABEADA	31
4.1.1	Testes Computador à Computador	31
4.1.2	Testes em rede	33
4.2	TESTES NA REDE SEM FIO	36
4.2.1	Testes Computador à Computador	36
4.2.2	Testes em rede com smartphones conectados	38
4.2.3	Testes em rede sem smartphones conectados	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A estrutura de uma rede local de computadores é fundamental para o funcionamento administrativo e operacional de uma empresa, escritório ou mesmo uma residência. Essa rede deve possuir alta taxa de disponibilidade e eficiência para atender as demandas de transferência de dados exigidas no local de forma a garantir a interoperabilidade entre sistemas e comunicação entre sites com o máximo de desempenho da comunicação, assegurando um nível mínimo de qualidade das instalações e segurança dos dados que trafegam pela rede.

A infraestrutura de rede de telecomunicações transporta simultaneamente, sinais de voz, dados e vídeo por conexões em banda larga de alta velocidade. Com crescimento da rede com o aumento do número de funcionários, maior demanda por pontos de rede, crescimento do uso de sistemas informatizados, projetos de reestruturação de setores e unidades de atendimentos de uma empresa e demanda de novas unidades de atendimento, se faz necessária construção de ambiente de rede de telecomunicações, baseado nas melhores práticas das normas de rede local.

Existem várias formas de se construir uma rede local de computadores. Em relação à tecnologia dos meios de transmissão, as redes podem ser: cabeada via par metálico, cabeada via fibra óptica, sem fio via ondas eletromagnéticas e mistas utilizando mais de uma das tecnologias citadas anteriormente. A escolha da tecnologia a ser empregada determina a capacidade de transmissão, custo de implementação da rede, flexibilidade e nível de segurança.

A tecnologia sem fio pode ser a resposta para a flexibilidade que um escritório precisa, pois é possível conectar um equipamento sem a necessidade do mesmo estar preso a um ponto fixo de cabeamento, facilitando futuras alterações de layout de uma sala, reformas e inclusão de novos equipamentos de forma simples e mais barata, sem a necessidade de lançamento de novos cabos de rede.

A garantia da qualidade é o objetivo primordial de todo o projeto de infraestrutura buscando encontrar soluções que satisfaçam todos os padrões

estabelecidos, como: segurança; confiabilidade; flexibilidade; alto desempenho; viabilidade econômica. Este trabalho busca a melhor solução na instalação de redes e cabeamento estruturado de comunicação para que se possa chegar a uma conclusão viável para projetos de rede local de uma pequena empresa. Os resultados serão obtidos na prática, através de testes de performance, levantamento de custos e análise de viabilidades.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O projeto será feito em uma casa de 2 andares, com o objetivo de simular um pequeno escritório com quatro computadores distribuídos pelo ambiente. De acordo com isso, existirão dois cenários que serão testados: um ambiente de rede sem fio e um ambiente de rede com fio.

Serão usados equipamentos de rede simples e de baixo custo (que podem ser encontrados em pequenas empresas).

Os softwares usados são o Ekahau HeatMapper, para testar a abrangência da rede *wireless*, e o Jperf, para coletar dados de performance de ambos ambientes de rede.

1.3 PROBLEMA

O custo para a construção e manutenção de um cabeamento estruturado é relativamente alto. Em cabeamento de rede de computador é necessário gastar com certificação de rede para garantir que a rede seja bem construída, o que agrega valor ao projeto. O custo com certificação da rede é elevado em casos de grande quantidade de pontos de rede e o teste deve ser executado em todos os pontos montados.

Cabeamento estruturado exige construção de canalizações apropriadas, que são os caminhos por onde passam os cabos desde sua origem até a tomada lógica na área de trabalho do usuário, e sua complexidade aumenta com a quantidade e localidade dos pontos exigidos.

Muitas edificações não oferecem estrutura favorável para passagem e acomodação de cabos, dificultando suas instalações e futuras manutenções.

Uma correta adaptação pode acabar exigindo um gasto excessivo e inesperado. Já um recurso técnico alternativo acaba desfavorecendo o projeto de cabeamento lógico, como no caso de cabos acomodados de forma inadequada, passando por locais próximos de interferência eletromagnética, em lugares de grande umidade ou mesmo mudando de forma negativa a estética do ambiente.

O cabeamento lógico possui uma flexibilidade limitada. A rede de cabeamento estruturado é flexível desde que o interessado no serviço de transmissão de dados esteja disposto a gastar dinheiro e recursos para implementar mudanças.

Por outro lado, a rede sem fio não possui o mesmo desempenho da anterior. Pode apresentar casos graves de interferência de outros equipamentos e máquinas. Portanto, não possui a mesma confiabilidade.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Comparar o custo para implementação e o desempenho de uma rede local de computadores cabeada com uma rede sem fio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Descrever como funciona uma infraestrutura de rede totalmente cabeada;
- Descrever como funciona uma infraestrutura baseada em rede sem fio;
- Construir uma rede cabeada simulando o ambiente de um escritório pequeno;
- Construir uma rede sem fio simulando ambiente de um escritório pequeno;

- Criar um mapa de cobertura Wi-Fi mapeando zonas de maior e menor intensidade de sinal para simular um ambiente de escritório com sistema de rede sem fio;
- Efetuar simulações de tráfego de dados em uma rede cabeada e uma rede sem fio com tecnologia Wi-Fi de forma a testar o desempenho das redes fazendo um comparativo;
- Comparar os custos entre ambas as redes.

1.5 JUSTIFICATIVA

Uma rede estruturalmente simples, que permita mudanças de forma dinâmica, sem a necessidade de gastos excessivos. Mobilidade e possibilidade de integração com diversos equipamentos. Esse é um cenário convidativo com uma aparência moderna que atrai não apenas o uso comercial geral como em residências, mas também escritórios de médio e grande porte como no caso de órgãos públicos, com a possibilidade de uma rede sem fio para uso de funcionários e usuários externos. Atualmente já existem empresas privadas que utilizam rede *wireless* no lugar de uma infraestrutura totalmente cabeada. Mas a construção de uma rede sem fio traz algumas preocupações sérias.

Uma rede sem fio deve garantir segurança de acesso para que os dados que trafegam nos pontos de acesso não sejam interceptados e decodificados. Deverá impedir que intrusos maliciosos acessem sistemas cruciais. Empresas que produzem e comercializam tecnologias sem fio afirmam que as tecnologias e equipamentos atuais podem garantir o mesmo nível de segurança de uma rede cabeada e até grande capacidade de transmissão de dados (CISCO, 2014).

Também existe a questão do investimento para construção de uma rede sem fio profissional. Deve-se fazer um levantamento de gastos com equipamentos e investimento em segurança e compará-lo com as opções de rede cabeada. A rede deve ser projetada atentando as necessidades futuras da empresa, portanto, é importante considerar gastos com mudanças de layouts, inclusão de novos computadores e criação de salas provisórias, com capacidade de integração de

serviços de voz, dados e imagens comportando diversos equipamentos de comunicação.

Toda transmissão de dados oferece riscos e quanto mais segurança adicionada maior a complexidade da rede. Maior segurança na rede significa gasto adicional e também aumento de situações inconvenientes como trocas semanais de senhas ao invés de mensais. Gastos com segurança não geram receitas e sim, diminuem os riscos de se perder uma quantia maior em dinheiro devido a invasões e danos a sistemas.

Saber qual tecnologia é mais apropriada, qual a tendência para as futuras redes locais e qual traz o melhor custo benefício é importante para planejar o crescimento de uma empresa ou decidir sobre a continuidade de uma tecnologia. Escolher uma tecnologia é definir o tipo de cabeamento utilizado para interligar os diferentes nós da rede, o tipo de dispositivo usado nessa conexão, largura de banda máxima, recursos de recuperação automática de erros em caso de falhas, número máximo de nós que podem ser conectados à rede, distância máxima entre equipamentos interligados, custos de implantação da rede e flexibilidade de adaptação para evolução da tecnologia aplicada.

Este projeto visa medir o desempenho de uma rede sem fio utilizando os protocolos e criptografias mais usados.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa será realizada através de livros atuais sobre redes de computadores contendo conceitos básicos sobre funcionamento, transmissão de dados, arquiteturas de rede e tecnologia Wi-Fi, apostilas de treinamentos de cabeamento estruturado contendo normas para construção de rede local, conceitos de cabeamento metálico e equipamentos de rede.

Para o estudo de caso, para medir o desempenho de uma rede cabeada e de uma rede Wi-Fi, serão utilizados testes indicados em livros atuais sobre tecnologia de redes, sistemas especializados em novas tecnologias e sites com informações e tutoriais sobre ferramentas de mapeamento e teste de desempenho.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho terá a estrutura abaixo.

Capítulo 1 - Introdução: serão apresentados o tema, as delimitações da pesquisa, o problema e a premissa, os objetivos da pesquisa, a justificativa, os procedimentos metodológicos, as indicações para o embasamento teórico, e a estrutura geral do trabalho.

Capítulo 2 – Fundamentação teórica: serão abordadas as redes cabeadas de computadores, as redes sem fio e os softwares Ekahau HeatMapper e Jperf.

Capítulo 3 – Desenvolvimento do Tema: o ambiente de testes será descrito, serão apresentados os equipamentos de rede usados e os procedimentos de teste usados.

Capítulo 4 – Apresentação e Análise dos Resultados: tendo como base os Procedimentos Metodológicos, neste capítulo serão descritos os resultados obtidos e feitas as devidas análises relacionadas aos dois cenários de rede.

Capítulo 5 – Considerações finais: serão retomados a pergunta de pesquisa e os seus objetivos e apontado como foram respondidos, atingidos, por meio do trabalho realizado. Além disto, serão sugeridas pesquisas futuras que possam abordar combinações mais diversas de redes de computadores ou que possam incluir outros dispositivos eletrônicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REDE DE COMPUTADORES

Uma rede de computadores é a conexão entre esses dispositivos, através de um ou mais meios físicos de transmissão possibilitando compartilhamento de informações e serviços. Com uma rede é possível conectar-se com dispositivos geograficamente distribuídos estando os mesmos próximos ou em locais muito distantes, dependendo da complexidade da rede (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012a). Redes de curta distância, que interligam computadores em prédio ou num pequeno campus de universidade, onde o tempo máximo de comunicação não ultrapassa 10 milissegundos são consideradas redes locais, conhecidas como LAN (*Local Area Network*). Redes de longas distâncias, que vão desde alguns quilômetros até centenas de milhares de quilômetros são conhecidas como WAN (*Wide Area Network*). Existem também as redes PAN (*Personal Area network*) que são de curta distância, abrangendo poucos metros como no caso da tecnologia *Bluetooth*, redes WLAN (*Wireless Local Area Network*) semelhante a rede LAN, mas sem o uso de cabos, transmitindo através de radiofrequência, como no caso da rede Wi-Fi, redes CAN (*Campus Area Network*) ou rede de campo possuindo uma abrangência maior que a rede local, interligando prédios, redes MAN (*Metropolitan Area Network*) ou rede metropolitana, redes maiores que as de campo, onde os prédios estão muito distantes, em bairros diferentes por exemplo, necessitando utilizar rede de uma concessionária ou a própria internet, através de VPN (*Virtual Private Network*) ou rede privada virtual, técnica que configura uma rede para que determinadas máquinas passem a fazer parte de uma mesma rede local, mesmo estando fisicamente distantes uma da outra (TORRES, 2014).

No caso da rede de uma casa ou de um escritório (redes internas) os equipamentos estão próximos, caracterizando uma rede local.

Basicamente as redes locais podem ser compostas por *switch*, *hub* ou pontos de acesso sem fio, que interconectam entre si computadores, impressoras, servidores, câmeras e demais equipamentos de comunicação e por roteadores e modems, que estabelecem interligação com outras redes. Esses equipamentos podem ser

conectados por sistemas de cabeamento ou por sistemas de rede sem fio (*wireless*). Ambientes de rede empresariais modernos são construídos com uma topologia de rede no formato estrela onde existe um equipamento concentrador, *switch*, que conectam e interliga dispositivos de comunicação como computadores (TORRES, 2014). No caso de escritórios maiores é utilizado a topologia em árvore, também conhecida como topologia estrela hierárquica, que consiste em duas ou mais topologias estrelas juntas interligadas através dos *switches*, conforme mostra a Figura 1 (TORRES, 2014). O *switch* pode ser conectado diretamente a um *datacenter* interligando os computadores a servidores e banco de dados e/ou a uma rede externa através de um Roteador que tem a função de rotear os pacotes de dados entre as redes a que estiver conectado (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012b).

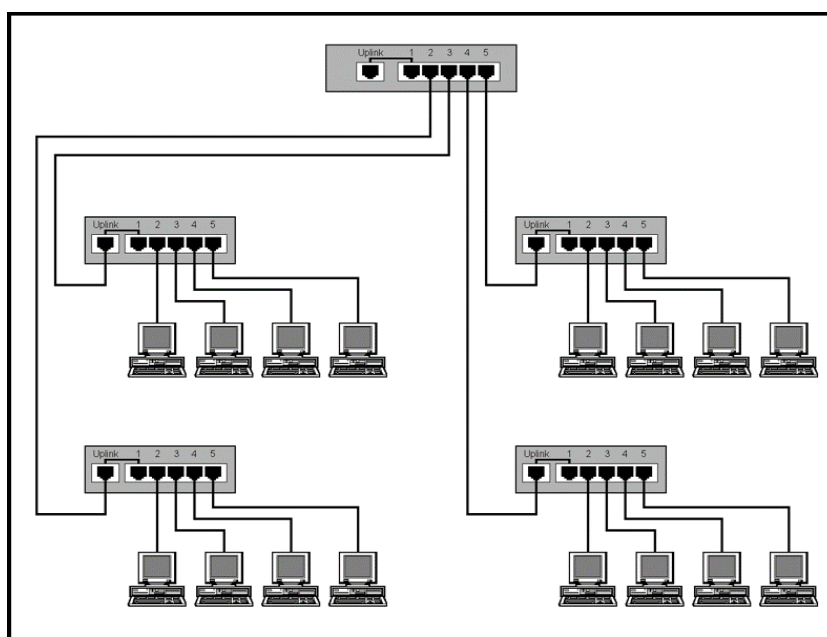


Figura 1. Exemplo de topologia estrela hierárquica.

Fonte: Rede de Computadores (TORRES, 2013)

Switch é um equipamento que também serve como concentrador de ligações da rede local e faz com que cada uma das suas portas opere como se fosse um segmento independente das demais (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012b).

Roteador é um equipamento responsável pela comunicação entre equipamentos da rede local com redes externas. Ele transmite pacotes de dados de uma rede para outra consultando tabelas de regras para roteamento. Exemplo:

Roteamento entre uma rede local e a rede Internet (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012b).

Com relação a tecnologia, as redes LAN podem ser Ethernet, Fast-Ethernet, Gigabit Ethernet e 10 Gigabit Ethernet. A tecnologia Ethernet oferece largura de banda de 10 Mbps, operando sobre cabos de pares metálicos trançados do tipo UTP categoria 3, categoria superior ou mesmo fibra óptica multimodo. A tecnologia Fast-Ethernet oferece largura de banda de 100 Mbps, operando em cabos de pares metálicos trançados do tipo UTP categoria 5, superior ou fibra óptica multimodo. A tecnologia Gigabit Ethernet oferece largura de banda de 1 Gbps, operando sobre cabos de pares metálicos do tipo UTP categoria 5e, superiores, fibra óptica multimodo ou monomodo. A tecnologia 10 Gigabit Ethernet oferece largura de banda de 10 Gbps, operando sobre cabos de fibra óptica multimodo ou monomodo. A limitação de distância para cabos UTPs é de 100 metros para as três primeiras tecnologias. Já no caso das fibras ópticas é de 2 km para as duas primeiras tecnologias, até 5 km para a Gigabit e até 40 km para a 10 Gigabit. Atualmente a tecnologia mais utilizada é a Fast-Ethernet com cabos UTP categoria 5e, mas muitas empresas já estão migrando para a tecnologia Gigabit com cabos UTP categoria 6 (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012b).

Ambientes empresariais possuem um grande número de equipamentos interligados onde a disposição dos móveis, local dos equipamentos e alocação dos profissionais são frequentemente alteradas. Para simplificar procedimentos de instalação, realocação e manutenção foi criado o sistema de cabeamento estruturado. No cabeamento estruturado o caminho da rede de dados também pode ser compartilhado, quando possível, por sinais de outros serviços, como de telefonia ip, alarmes, vídeos, som ambiente, controles de fechaduras, entre outros, diminuindo assim a necessidade de passagem de outros cabos de transmissão e duplicação de dutos de distribuição. Mas a característica mais importante do cabeamento estruturado é a distribuição inteligente dos equipamentos específicos de comunicação de rede (principalmente os *switches*) em locais estratégicos onde ficam concentrados os cabos de conexões de dados, conectados a painéis de interconexões que possibilitam a administração da rede, conforme mostra a Figura 2. A interligação, que começa com o equipamento principal da rede, segue entre os pontos estratégicos de

concentração de conexões até chegar ao equipamento final, formando uma topologia semelhante a uma árvore invertida (FURUKAWA INDUSTRIAL S.A., 2012b).

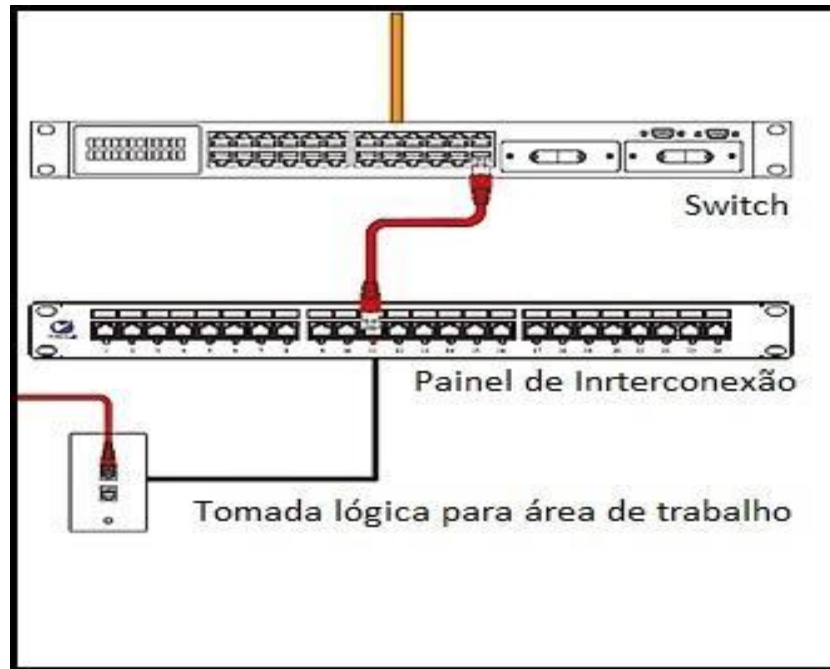


Figura 2. Painel de interconexão.

Fonte: PatchPanels (MAXI Telecom, 2014).

2.2 REDE SEM FIO

Uma rede *wireless* (na tradução, rede sem fio) utiliza transmissão por radiofrequência e pode ser montada de diversas formas tendo a sua característica funcional definida pela tecnologia utilizada, onde a mais popular para uma rede local de computador é o padrão IEEE 802.11. Rede sem fio também é conhecido como Wi-Fi, mas Wi-Fi não é a mesma coisa que IEEE 802.11. Wi-Fi é uma marca registrada onde para um equipamento IEEE 802.11 ser considerado Wi-Fi, deve passar por um processo de certificação do grupo Aliança Wi-Fi. Dependendo da taxa de transmissão, largura de banda, frequência e técnica de transmissão o protocolo é classificado como 802.11a, 802.11b, etc (TORRES, 2014).

A arquitetura de rede sem fio tipo Wi-Fi podem operar de três modos: Ad-hoc, onde os computadores se conectam entre si através de suas placas de rede sem fio;

BBS (*Basic Service Set*) onde os computadores conectam-se a um equipamento concentrador sem fio chamado ponto de acesso, também conhecido como AP (*Access Point*); ESS (*Extended Service Set*) onde são utilizados vários pontos de acesso, todos ligados a um *switch* em comum, formando uma rede estrela, utilizando o mesmo identificador de acesso aos equipamentos permitindo que o usuário transite de um equipamento para outro sem perder conectividade, semelhante a um *roaming* de uma rede telefônica (TORRES, 2014).

Para que um computador tenha acesso a conexão de um AP é necessária uma autenticação, que pode ser do tipo aberta, onde não é preciso o uso de uma chave criptográfica (senha) ou por chave compartilhada, onde quem quiser ter acesso a rede precisa conhecer a senha. O sistema de criptografia mais atual é o WPA2 (TORRES, 2014).

Como numa rede sem fio os dados transmitidos ficam expostos, onde qualquer computador pode escutar a transmissão, é necessário serviço de proteção de dados através de criptografia. Esses dados podem ser facilmente interceptados por programas de visualização de quadros de dados conhecidos como *sniffer* (TORRES, 2014).

2.3 EKAHAU HEATMAPPER

EkahauHeatMapper é um software que possibilita a criação de um mapa da cobertura Wi-Fi em uma determinada área, possibilitando mapear as zonas de maior e menor sinal. Com ele é possível localizar todos os pontos de acesso próximos, cujo sinal possa ser detectado, mostrando a sua posição no mapa e a sua área de cobertura ou alcance. Uma vez em execução o programa procura redes disponíveis, detecta configurações de segurança, MacAddress, SSID, canais em uso, tecnologia de transmissão e potência do sinal, conforme posição atual do dispositivo móvel receptor. Funciona em qualquer laptop com Windows (EKAHAU, 2014).

A utilização do HeatMapper é simples. O primeiro passo é definir se irá trabalhar com uma planta ou desenho do local que se pretende mapear. Se possuir uma planta, basta importar para o aplicativo. O segundo passo é iniciar uma inspeção por todo o perímetro que se deseja mapear. Quando iniciar ou parar a caminhada,

deve-se clicar com o botão esquerdo do mouse pad, dessa forma é definida uma posição no mapa contendo os sinais captados e suas intensidades. Quanto mais pontos de paradas definidos no mapa, melhor será o levantamento da cobertura de sinais no ambiente. Após terminada a inspeção, basta clicar com o botão direito do mouse pad e aparecerá uma espécie de mapa de calor da cobertura global de sinal Wi-Fi na área. Também será possível visualizar a localização aproximada do seu ponto de acesso e os demais que influenciam o local. Para ver a cobertura de sinal de apenas um ponto de acesso, basta posicionar o ponteiro do mouse sobre o mesmo (EKAHAU, 2014).

Os mapas de calor coloridos indicam a potência do sinal. A força do sinal é a medida mais básica que afeta a qualidade de conectividade Wi-Fi. Quanto maior for a intensidade do sinal (o que significa que quanto mais baixo o número negativo da potência em dB) melhor.

Potência entre 0dBm a -60dBm é tipicamente grande ou boa cobertura.

Potência entre -60dBm a -80dBm você provavelmente irá se conectar, mas não necessariamente nas velocidades mais altas possíveis.

Potência entre -80dBm a -100dBm é considerada uma conectividade lenta, com problemas de desempenho com *streams* de áudio e vídeo.

Intensidades de sinal acima e abaixo 0dBm -100dBm raramente são vistos como Wi-Fi (EKAHAU, 2014).

HeatMapper pode ser utilizado para vários fins, por exemplo:

Mapa de cobertura do sinal do seu ponto de acesso e de todos os outros pontos de acesso vizinhos, encontrar localização ou configuração (como canal) ideal para o seu ponto de acesso, verificar se as definições (segurança, canal, SSID) de seus pontos de acesso estão corretas, encontrar todas as redes Wi-Fi (pontos de acesso) na área e suas localizações, detectar e localizar redes abertas (EKAHAU, 2014).

2.4 IPERF

O Iperf é uma ferramenta de teste de desempenho de rede, um software livre do tipo Cliente/Servidor. Gera tráfego na rede para medir a largura de banda, protocolo TCP e UDP, e a qualidade de uma conexão (ORTEGA, 2010). O Iperf testa latência, que é o tempo de resposta de uma conexão, o *jitter*, que é a variação de latência, perda de pacotes e mede a largura de banda (OPENMANIAK, 2014). Jperf é uma interface gráfica para Iperf escrito em Java. Com o Jperf é possível obter gráficos com comparativos dos testes efetuados na rede. É a mesma ferramenta, mas com uma aparência mais simples e resultados mais diretos e de fácil compreensão.

Para usar o Iperf, ou o Jperf basta iniciar a ferramenta como server em um PC, e como *client* em outro. O *client* passará a enviar tráfego TCP para o servidor por 10 segundos, e em seguida mostrará a quantidade dados transferida (MBytes) e a velocidade atingida (Mbits/s) (ORTEGA, 2010).

O Iperf pode ser instalado facilmente em qualquer sistema UNIX / Linux ou Microsoft Windows. Um host deve ser definido como o cliente, o outro como servidor (OPENMANIAK, 2014).

Antes de iniciar testes em uma rede é importante levar em conta que o poder de processamento dos equipamentos ativos de rede, utilização de CPU e memória influenciam no resultado. Para estabelecer parâmetros de comparação é necessário fazer um teste ponto a ponto entre dois computadores conectados através de cabo *crossover* e depois testar usando a rede. Quando iniciar o teste usando UDP, deve-se especificar a banda máxima possível, 1000M por exemplo, e verificar se houve perda de pacote. Caso ocorra, deve-se repetir o teste diminuindo a banda para 900M. O processo deve ser repetido até que não haja mais perda de pacote (ORTEGA, 2010).

3 DESENVOLVIMENTO DO TEMA

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESCRITÓRIO

A rede local criada destina-se a atender uma empresa fictícia de pequeno porte. Ela seria baseada em uma construção de 2 andares de aproximadamente 90 metros quadrados, conforme mostra a Figura 3. O andar térreo é composto de uma sala de recepção, uma cozinha, um lavatório e um almoxarifado. Uma escada leva ao primeiro andar. A recepção possui um computador (Computador-01) e o Rack para modem e roteador. O almoxarifado também possui um computador (Computador-02). As dimensões do andar são: 9,29 metros de comprimento e 5,3 metros de largura. O primeiro andar, por sua vez, é composto por 2 escritórios, uma sala de reuniões, um banheiro e um corredor. Cada escritório possui um computador (Computador-03 e Computador-04). As dimensões do andar são: 7,7 metros de comprimento e 5,3 metros de largura.

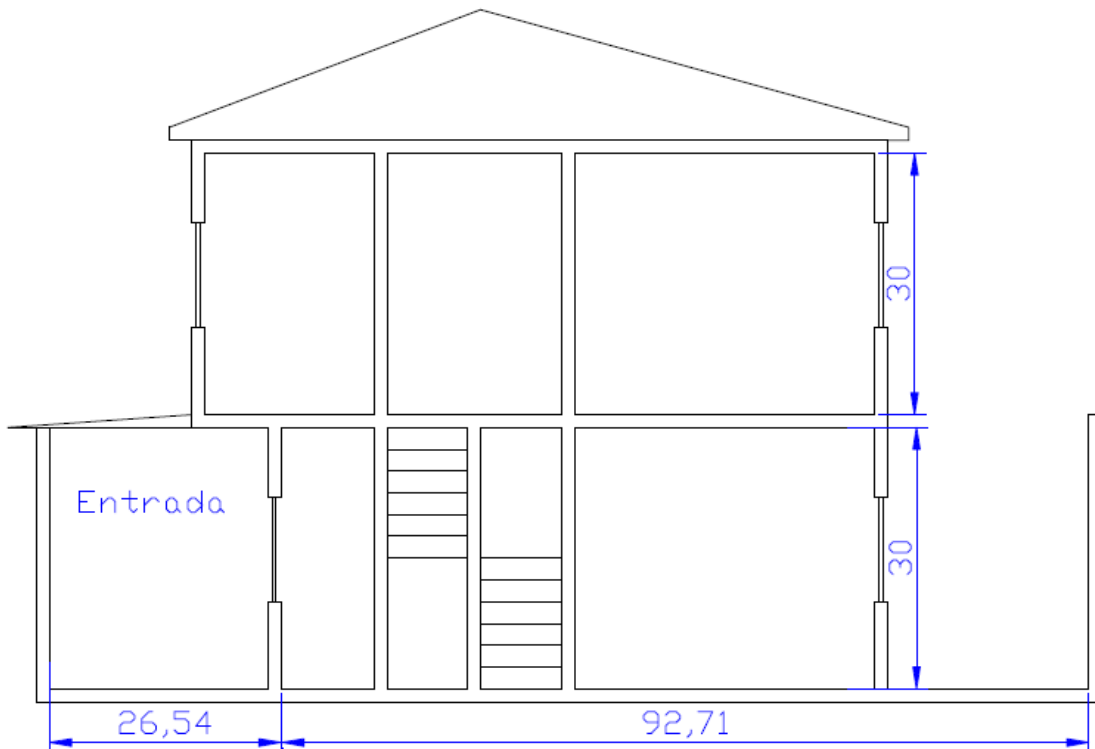


Figura 3. Seção vertical da construção.

Fonte: Autoria própria.

3.2 DESCRIÇÃO DA REDE CABEADA

A rede escolhida tem como objetivo oferecer acesso à internet a todos os pontos de rede e interligar todos os computadores entre si. O layout da rede desenvolvido foi o de topologia estrela, ou seja, todos os computadores estão diretamente conectados ao gateway da provedora de internet. Por essa causa, não foram implementados servidores, pois os arquivos são armazenados localmente nos computadores ou compartilhados através do uso de pastas públicas.

O projeto compreende envolve a tecnologia Fast-Ethernet, para conexão de 4 estações de trabalho e um ponto extra na sala de reunião, mas com capacidade de um aumento futuro da rede para até 8 estações de trabalho. O cabeamento utilizado foi do tipo *interconnect*, ou seja, estrutura da rede cabeada com um painel de interconexão que faz a ligação entre o cabeamento horizontal e o switch, equipamento concentrador que proporciona a construção de redes tipo LAN.

Foram utilizados cabos UTP (CAT 5e), para a conexão entre os computadores e o gateway da provedora. As tomadas conectoras implementadas são conectores fêmea categoria 5e, conhecidas como RJ-45 fêmea. O gateway usado para os testes da rede, foi o F@st 3184 da SAGEMCOM, visto na Figura 4. É um gateway 8x4 DOCSIS 3.0, com protocolos 802.11n de 2,4GHz 2x2, DLNA, 4 portas Giga Ethernet LAN e 4 portas USB 2.0. (SAGEMCOM, 2015)



Figura 4. Gateway F@st 3184.

Fonte: FS-3184 (SAGEMCOM, 2015).

No andar térreo foi colocada a central de rede de telecomunicações, ou seja, o gateway da provedora, como é possível observar na Figura 5. O gateway F@st 3184 possui quatro portas para cabos UTP. Dois desses cabos saem do F@st 3184 e foram conduzidos pela subida de canalização para o primeiro andar. Os outros dois cabos foram canalizados até o Computador-01 e o Computador-02. O cabo selecionado para conectar o Computador-01 possui 4,5 metros de comprimento, enquanto que aquele que foi estendido até o Computador-02 mede 20 metros. Após isso foram nomeados os pontos de rede do andar para facilitar o gerenciamento: o ponto de rede do computador-01 recebeu a nomeação 010101, enquanto que o ponto do computador-02 recebeu 010102.

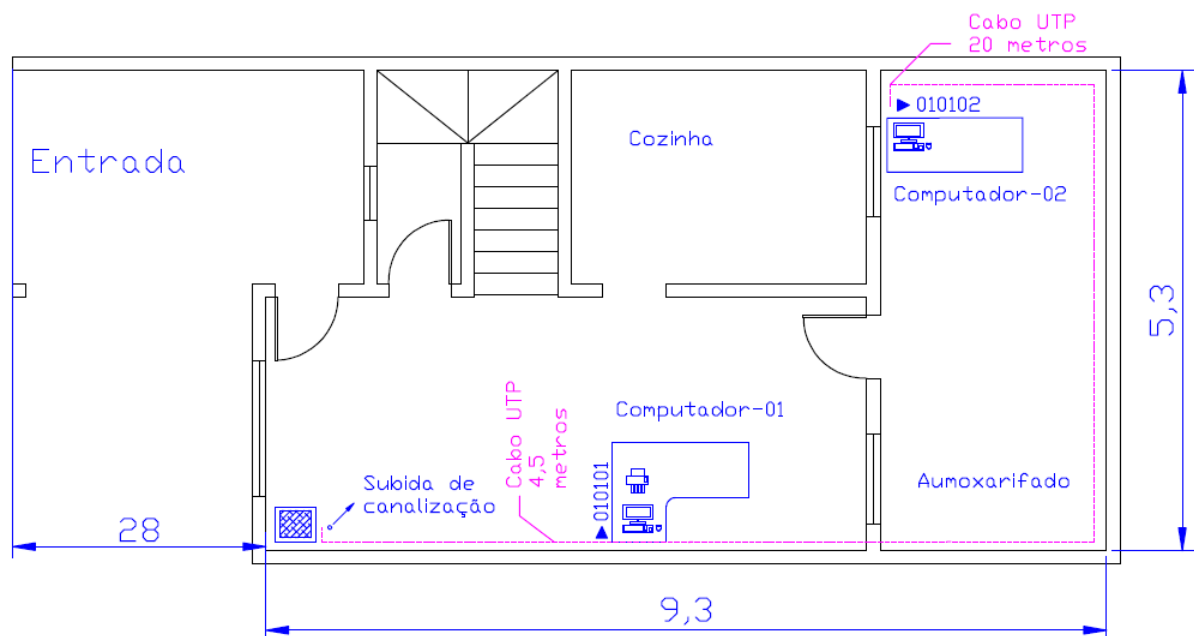


Figura 5. Cabeamento lógico do andar térreo.

Fonte: Autoria própria.

No primeiro andar três cabos UTP foram erguidos pela subida de canalização, como é possível enxergar na Figura 6. O cabo que foi ligado ao Computador-03 possui o comprimento de 4 metros e aquele que foi estendido até o Computador-04 mede 13,1 metros. Os pontos de rede foram nomeados como 010103 (Computador-03) e 010104 (Computador-04). Foi instalado um ponto de rede adicional (010105) para o caso de reuniões que necessitem de acesso à internet. Este está desligado, mas pode ser facilmente ligado ao gateway.

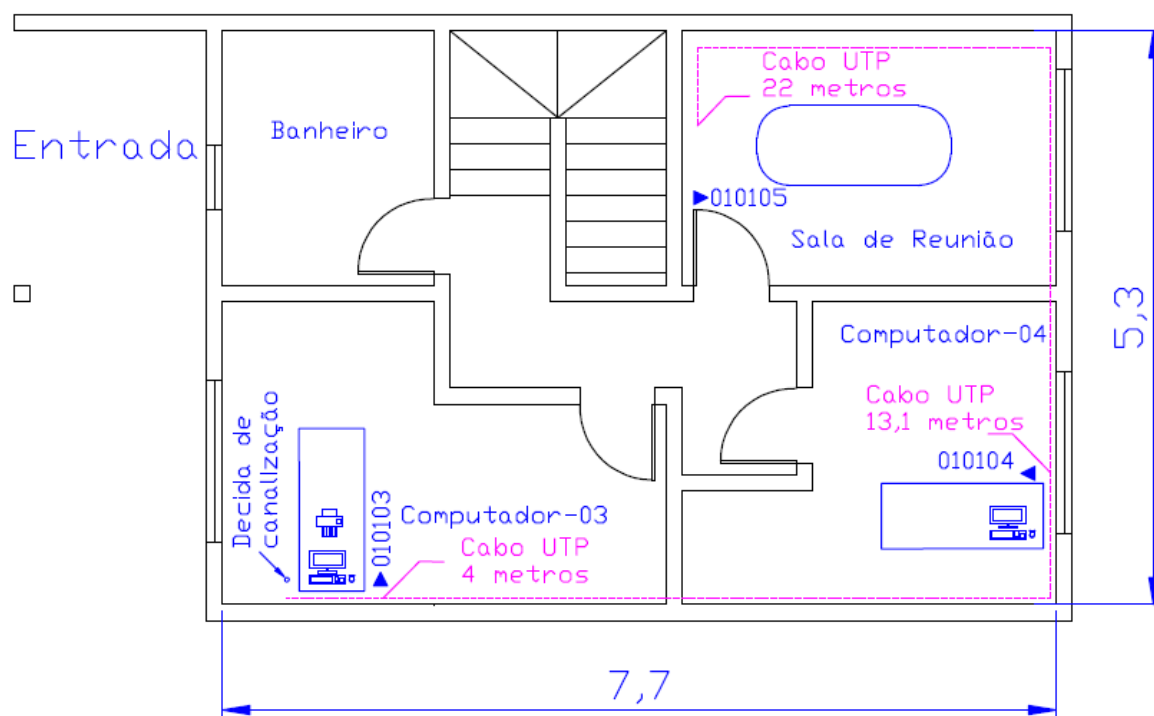


Figura 6. Cabearamento lógico do primeiro andar.

Fonte: Autoria própria.

Com o layout do ambiente e o projeto de distribuição de rede foi possível montar uma lista de materiais e equipamentos, com os seus respectivos custos.

Tabela 1 - Custos da Rede Cabeada.

Itens	Quantidade	Custo Unitário	Custo do Item
Cabo metálico par trançado UTP categoria 5e	65,6 metros	R\$ 1,80	R\$ 118,08
Cabo flexível "Patch Cord" metálico par trançado UTP categoria 5e 1,5 metros	11	R\$ 27,50	R\$ 302,50
Conector RJ45 (<i>Keystone Jack</i>) CAT5e - Fêmea	05	R\$ 15,80	R\$ 79,00
Caixa para tomada 75mm x 70mm x 36mm – Sistema aparente	05	R\$ 17,50	R\$ 87,50
Placa para conector Keystone (RJ45) para caixa de tomada	05	R\$ 3,10	R\$ 15,50
Canaleta 20 x 10mm x 3,00m – sistema aparente	15	R\$ 4,10	R\$ 61,50
Luva de arremate 50x20	10	R\$ 3,20	R\$ 32,00
Luva de emenda 50x20	10	R\$ 3,20	R\$ 32,00
Luva de ponta	02	R\$ 3,20	R\$ 6,40

Gateway F@st 3184	01	Providenciado pela Operadora	-
Painel de interconexão 24 portas (<i>Patch Panel</i>)	01	R\$ 325,80	R\$ 325,80
Painel organizador de cabos	01	R\$ 18,00	R\$ 18,00
Armário de aço tipo <i>Bracket</i> (Rack de parede) 19" – altura 8U	01	R\$ 760,00	R\$ 760,00
Mão de obra de instalação de infraestrutura	4 horas	R\$ 160,20	R\$ 640,80
Mão de obra de configuração de equipamento	2 horas	R\$ 144,80	R\$ 289,60
Custo Total	R\$ 2768,68		

Fonte: Autoria própria.

Os valores dos materiais e equipamentos constantes na lista estão de acordo com materiais similares de mercado e estão detalhados conforme orçamento em anexo. De acordo com a lista de materiais e equipamentos, o valor para este projeto é de R\$ 2768,68.

3.2.1 Testes a serem feitos

Para a rede cabeada, a ferramenta a ser usada para testar a performance da rede será o software Jperf. Serão feitos testes de largura de banda, latência, jitter e perda de pacotes. Como determinado anteriormente, primeiramente os testes serão feitos diretamente de PC a PC para que se possa ter uma ideia do padrão de performance dos cabos e das placas de rede dos computadores.

Após isso, em um dos computadores o software será usado em modo servidor e nos outros, em modo cliente. O protocolo de rede a ser testado será o UDP, sendo simples e que não possui estruturas de controle. Isso garante uma velocidade de processamento maior.

3.3 DESCRIÇÃO DA REDE SEM FIO

Para a rede sem fio, foi escolhido o mesmo gateway utilizado para a rede cabeada, sendo que este tem portas ethernet e também antenas Wi-Fi. Foi colocado

no andar térreo, na sala de recepção. Desenvolvido com tecnologia 802.11n, possui capacidade de transmissão de 54 a 600 Mbit/s.

O protocolo de autenticação usado foi o WPA2 PSK, que é a forma mais forte de segurança sem fio desde 2010. A autenticação é baseada em chaves criptografadas armazenadas em cada roteador e cliente autorizados a estar na rede. A Criptografia é baseada no *Advanced Encryption Standard* (AES). (WINGWIT, 2015)

Para uma rede sem fio não foi necessária a construção de canalização. Um único ponto de acesso garantiu a comunicação em todo o imóvel, conforme as figuras 7 e 8, mapas de distribuição conforme a potência do sinal.

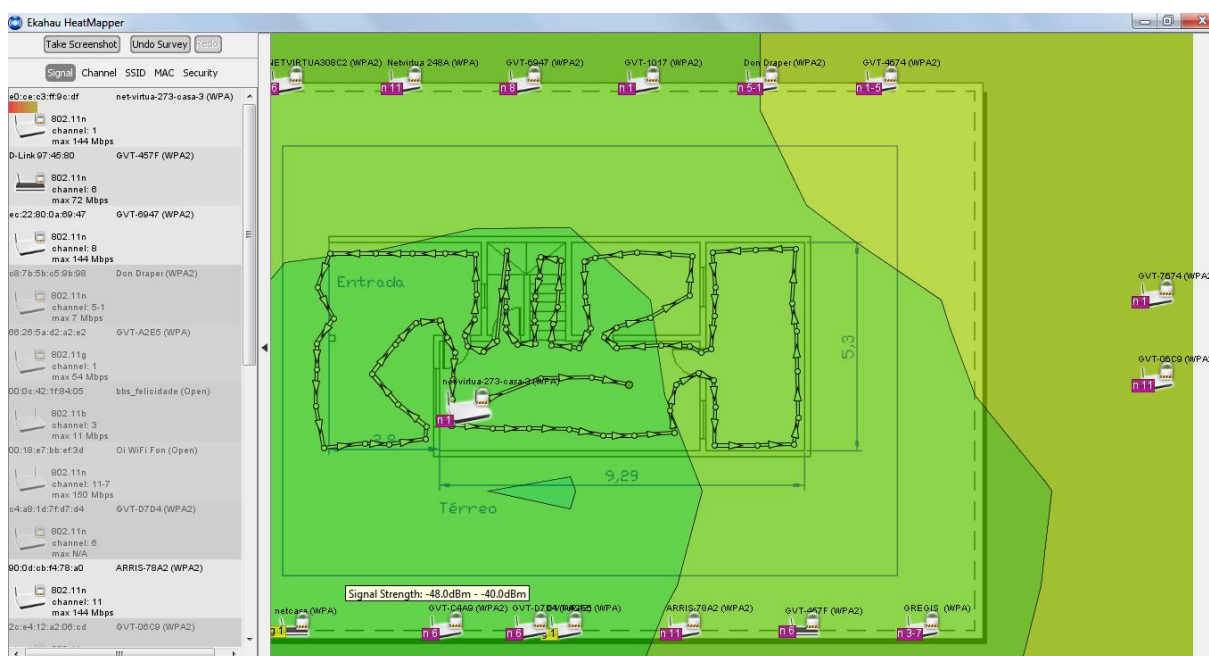


Figura 7. Mapa de alcance de sinal *wireless* do equipamento local, andar térreo.

Fonte: Autoria própria.

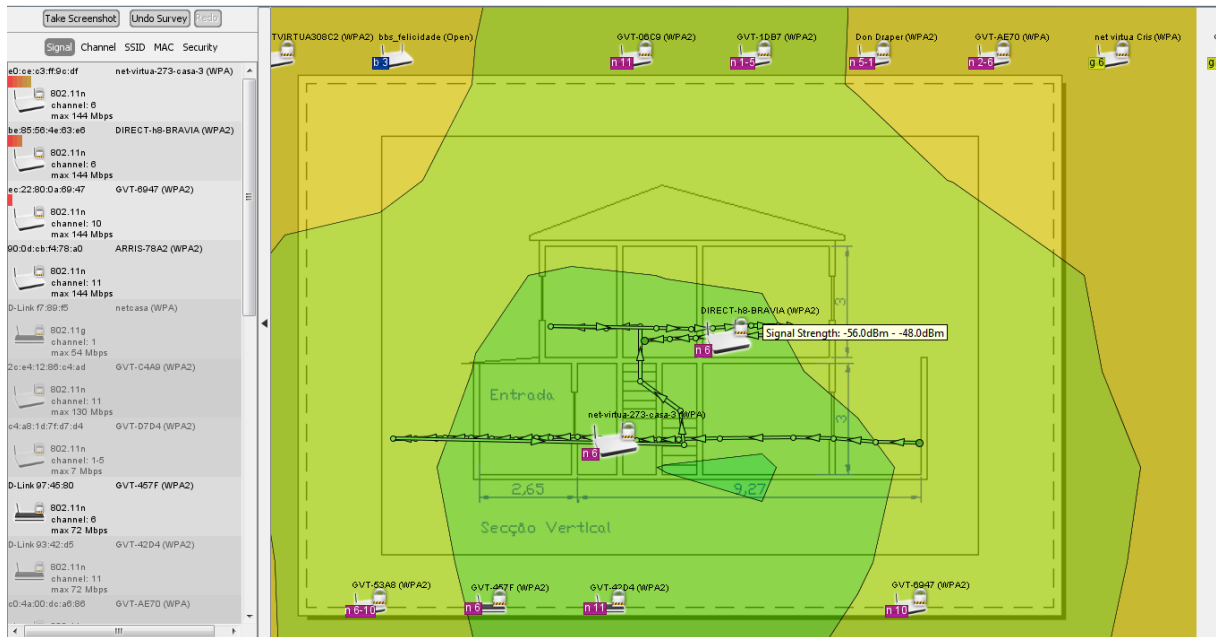


Figura 8. Mapa de alcance de sinal *wireless* do equipamento local, seção vertical

Fonte: Autoria própria.

A cor verde-escura indica potência máxima de sinal e as cores vermelhas, sinais fracos. As cores laranja e verde claro, são potencias intermediarias entre o verde escuro e o vermelho escuro. Na figura 9 é possível verificar a interferência de outros sinais presentes nas redondezas do imóvel, ilustrados pela cor vermelho escuro. Isso é importante, pois os mesmos podem causar interferência na transmissão local. Os aparelhos para transmissão wireless são capazes de verificar os sinais existentes na área e utilizar canais diferentes, evitando assim, maiores interferências. A avaliação da potência do sinal também serve para determinar a melhor posição para o equipamento wireless ou determinar se será necessário um segundo equipamento. Para o presente projeto foi necessário apenas um equipamento.



Figura 9. Mapa de interferência de sinal externo, andar térreo

Fonte: Autoria própria.

Após verificar os pré-requisitos necessários, foi possível montar uma lista de matérias e equipamentos.

Tabela 2 - Custos da rede sem fio.

Itens	Quantidade	Custo Unitário	Custo do Item
Gateway F@st 3184	1	Providenciado pela operadora	-
Cabo Flexível "Patch Cord" metálico par trançado UTP categoria 5e 1,5 metros	1	R\$ 27,50	R\$ 27,50
Mão de obra de configuração de equipamento	2 horas	R\$ 144,80	R\$ 289,60
Custo Total		R\$ 317,10	

Fonte: Autoria própria.

3.3.1 Testes a serem feitos

Para a rede sem fio, a ferramenta a ser usada para testar a performance da rede também será o software Jperf. Serão feitos testes de largura de banda, latência, *jitter* e perda de pacotes. Como determinado anteriormente, primeiramente os testes

serão feitos diretamente de PC a PC para que se possa ter uma ideia do padrão de performance dos cabos e das placas de rede dos computadores.

Após isso, em um dos computadores o software será usado em modo servidor e nos outros, em modo cliente. O protocolo de rede a ser testado será o UDP, sendo simples e que não possui estruturas de controle. Isso garante uma velocidade de processamento maior.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 TESTES NA REDE CABEADA

4.1.1 Testes Computador à Computador

Primeiramente foram coletados dados de performance de rede com máquinas conectadas diretamente entre si, como é possível verificar na representação da Figura 10. Para esta medição foram utilizados dois Notebooks, um deles sendo um Acer e o outro um Asus. Claramente possuem diferença de desempenho nas placas de rede, no entanto é um cenário comum nas pequenas empresas. Todos os testes foram feitos em um intervalo de 30 segundos.

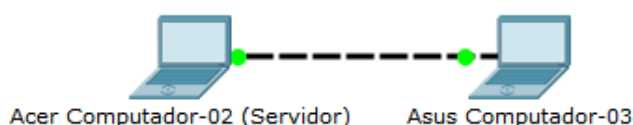


Figura 10. Topologia da conexão entre os computadores Asus e Acer.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados da conexão de rede cabeada direta entre os dois notebooks podem ser verificados na Tabela 3 e na Figura 11. Na figura gerada, foi possível perceber uma largura de banda constante, e um *Jitter* variado.

Tabela 3 – Dados da conexão cabeada entre Computador-02 e Computador-03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 segundos	115520 KBytes	31546 Kbits/s	1.227 ms	93/80564 (0.12%)

Fonte: Autoria própria

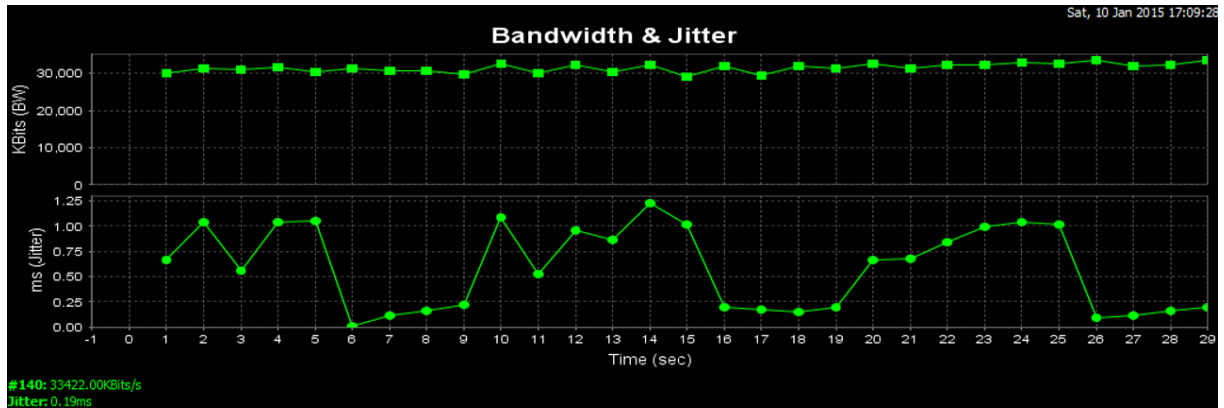


Figura 11. Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).

Fonte: Autoria própria.

Para a transmissão de rede cabeada indireta, o Gateway F@st 3184 foi usado como intermediário, como é possível ver na representação da Figura 12. Os cabos foram conectados nas portas *Ethernet* do *Gateway*.

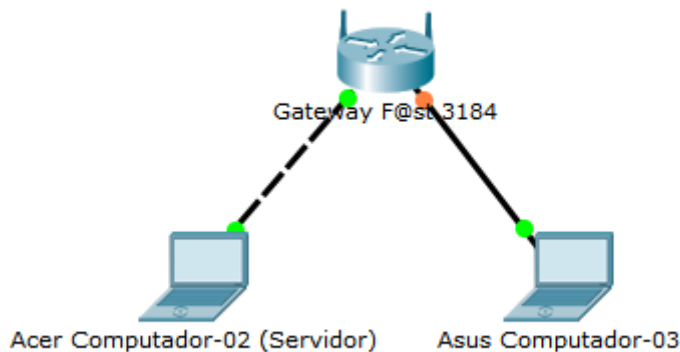


Figura 12. Topologia da conexão cabeada com gateway como intermediário.

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 4 e na Figura 13, podem ser vistas as medições realizadas no cenário proposto. A largura de banda também foi constante no período, o *Jitter* variou, mas pareceu seguir um certo padrão. Este aumentou como o passar dos segundos, até que caiu para zero, para então aumentar novamente.

Tabela 4 – Dados da conexão cabeada com gateway intermediário entre os Computadores 02 e 03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 Segundos	118507 KBytes	32362 Kbits/sec	1.012 ms	52/82604 (0.063%)

Fonte: Autoria própria

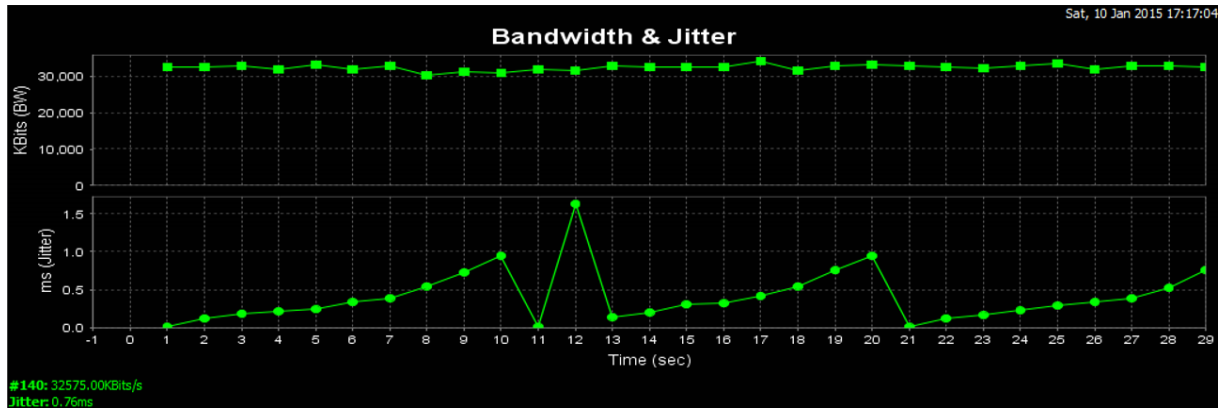


Figura 13. Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computado-02).

Fonte: Autoria própria.

Com base nos dados obtidos acima foi possível perceber que não houve diferença significativa entre a conexão direta e a conexão com o gateway com intermediário. O desempenho foi ligeiramente melhor no segundo caso, a taxa de transmissão foi maior, a largura de banda foi 816 Kbits/s maior, o Jitter foi 215 ms menor e a perda de pacotes caiu de 0.12% para 0.063%.

4.1.2 Testes em rede

Para a medição do desempenho da rede, foram utilizados quatro notebooks, conforme a Figura 14: dois de marca Acer (Computador-01 e Computador-02), um da marca Asus (Computador-03) e o último da marca Samsung (Computador-04). Os testes foram realizados em três computadores de forma simultânea, sendo que o Acer 1 foi utilizado com servidor no Jperf.

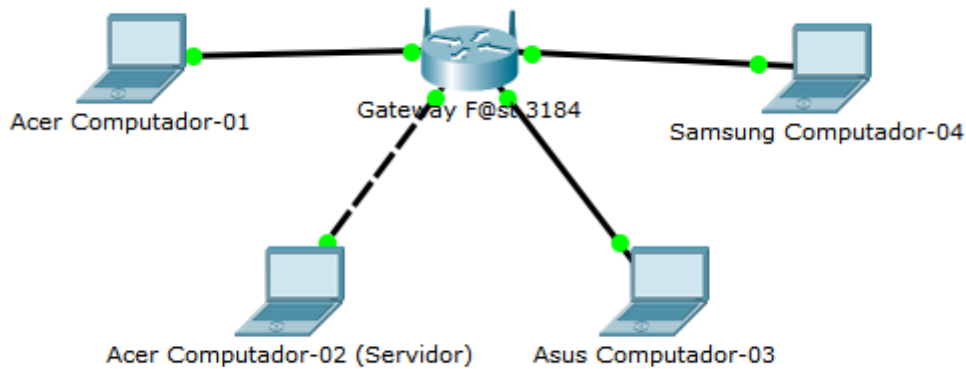


Figura 14: Topologia da conexão cabeada em rede.

Fonte: Autoria própria.

Testando o desempenho a partir do servidor (Acer 1), foram coletados os números presentes na Tabela 5. A representação gráfica do intervalo ficou exposta na Figura 15.

Tabela 5 – Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Servidor (Computador-02).

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 Segundos	120853 KBytes	32985 Kbits/sec	2.037 ms	46/84232 (0.055%)

Fonte: Autoria própria.

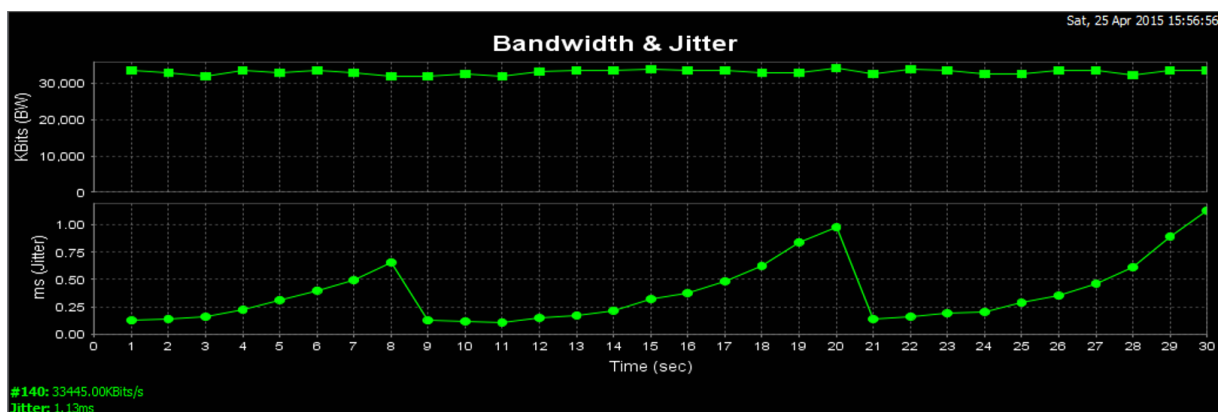


Figura 15: Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).

Fonte: Autoria própria.

Os dados apresentados a partir dos computadores cliente (computadores 1, 3 e 4), foram apresentados nas Tabelas 6, 7 e 8. Os gráficos obtidos se apresentam nas Figuras 16, 17 e 18.

Tabela 6 – Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	120919 KBytes	33002 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

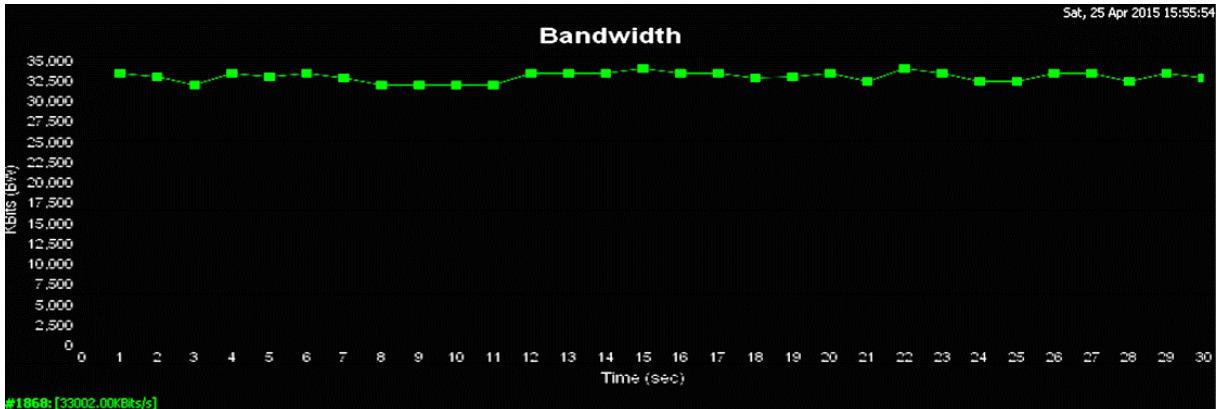


Figura 16: Largura de banda amostrada no Computador-03.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7 – Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-04.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	176259 KBytes	48129 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

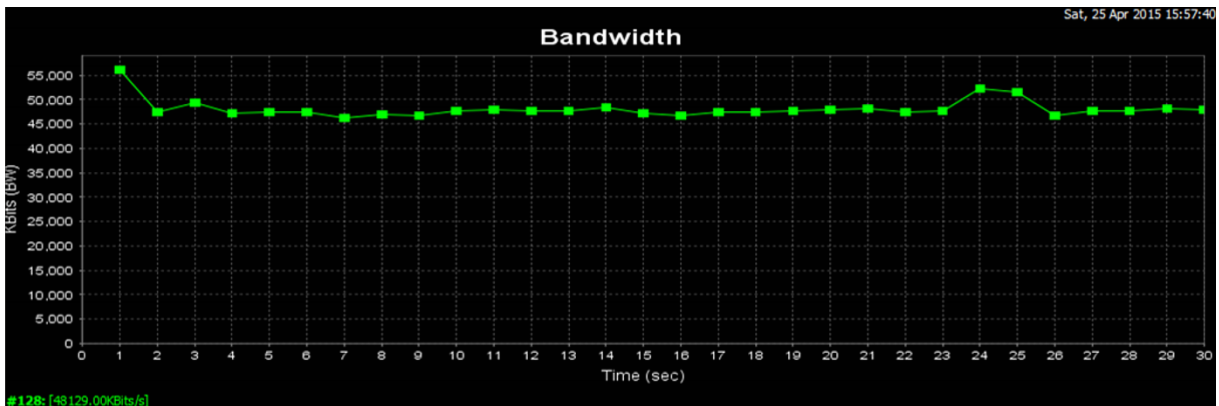


Figura 17: Largura de banda amostrada no Computador-04.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 – Dados da conexão cabeada em rede amostrados no Computador-01.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	192164 KBytes	52448 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

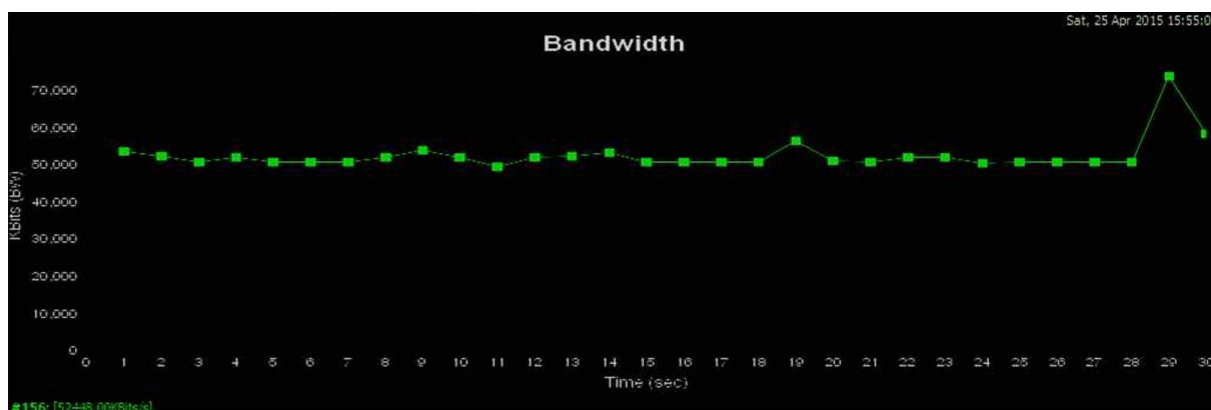


Figura 18: Largura de banda amostrada no Computador-01.

Fonte: Autoria própria.

Após a análise dos dados acima foi possível perceber que a diferença de performance da rede nos diferentes cenários não mudou em questões de taxa de transmissão, largura de banda e perda de pacotes. No entanto o *Jitter* aumentou em quase 50%, possivelmente devido a adição de mais computadores ao cenário.

4.2 TESTES NA REDE SEM FIO

4.2.1 Testes Computador à Computador

Assim como foi feito para a rede cabeada, também foram realizados testes de computador para computador utilizando o meio sem fio. A banda de 802.11 usada foi 2,4 GHz. A interface configurada no gateway foi 802.11 b/g/n. O controle de canais foi automático e a largura de banda de 20Mhz.

Do mesmo modo foram utilizados os notebooks Acer (Computador-02) e Asus (Computador-03), como mostra a Figura 19.

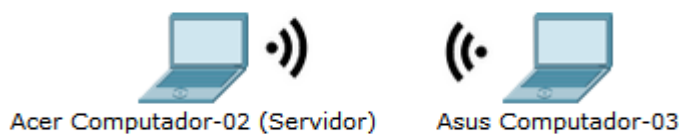


Figura 19: Topologia da conexão sem fio entre dois computadores.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 9 e representados graficamente na Figura 20.

Tabela 9 – Dados da conexão sem fio amostrada nos Computadores 02 e 03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 Segundos	45151 KBytes	12323 Kbits/sec	2.494 ms	22/31474 (0.07%)

Fonte: Autoria própria.

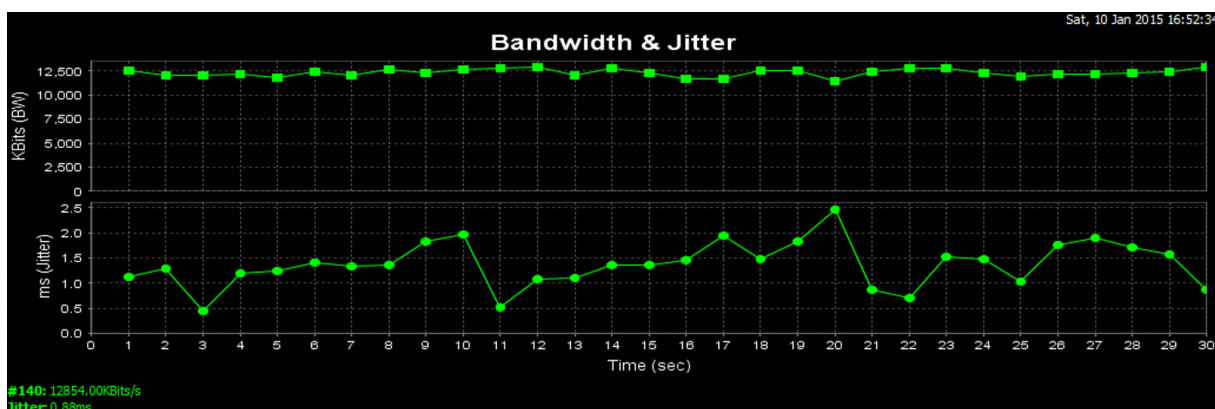


Figura 20: Largura de banda e Jitter amostrada nos Computadores 02 e 03.

Fonte: Autoria própria.

Percebeu-se que o desempenho do cenário sem fio foi bem menor do que foi possível ser visto no cenário com o meio cabeado. Em relação ao teste cabeado, a conexão direta sem fio apresentou menos da metade do tamanho de arquivo depois de um período de 30 segundos. A largura de banda foi de aproximadamente 1/3 e o *Jitter* dobrou. E por fim, a perda de pacotes foi aproximadamente 6 vezes maior.

4.2.2 Testes em rede com smartphones conectados

Mais tarde foram realizados testes em três computadores de forma simultânea, como foi esquematizado na Figura 21. O Acer 1 (Computador-02) foi utilizado com servidor no Jperf. Para este ambiente de teste, os smartphones foram deixados conectados no gateway, ou seja, também utilizaram largura de banda.

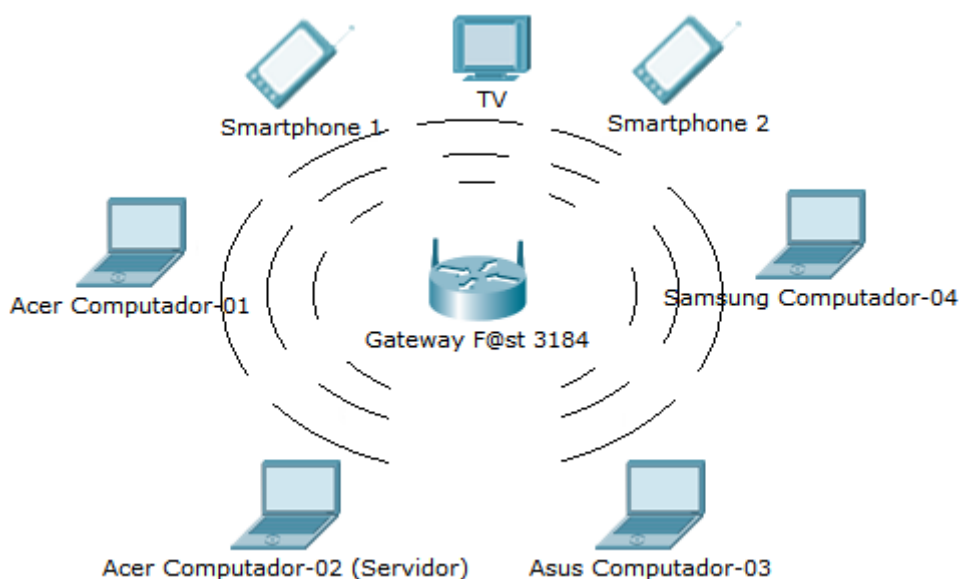


Figura 21: Topologia da conexão sem fio em rede, com smartphones e TV.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados para este cenário estão descritos na Tabela 10, 11, 12 e 13. A reprodução gráfica da largura de banda encontra-se nas Figuras 22, 23 e 24.

Tabela 10 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Servidor (Computador-02).

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 Segundos	18514 KBytes	5056 Kbits/sec	3.471 ms	91/12988 (0.7%)

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	18645 KBytes	5089 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

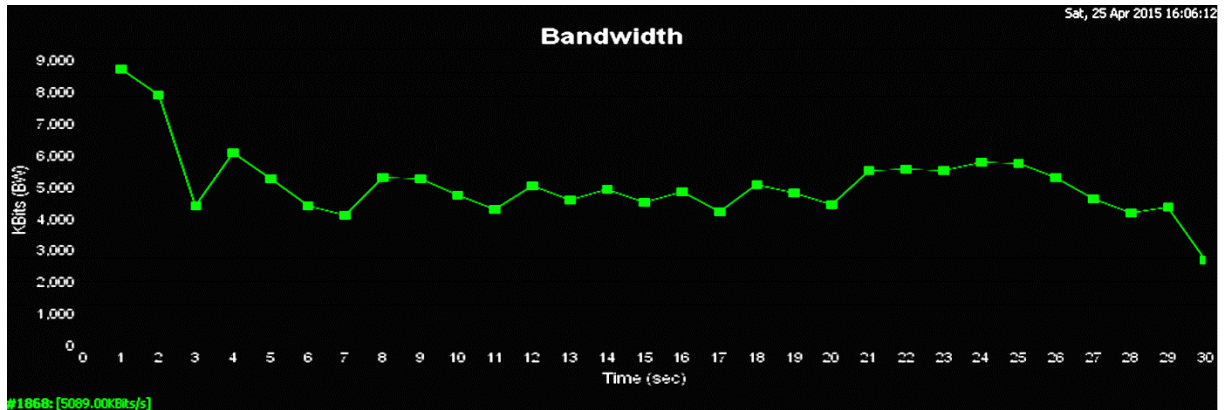


Figura 22: Largura de banda amostrada no Computador-03.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 12 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-04.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	14714 KBytes	4018 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

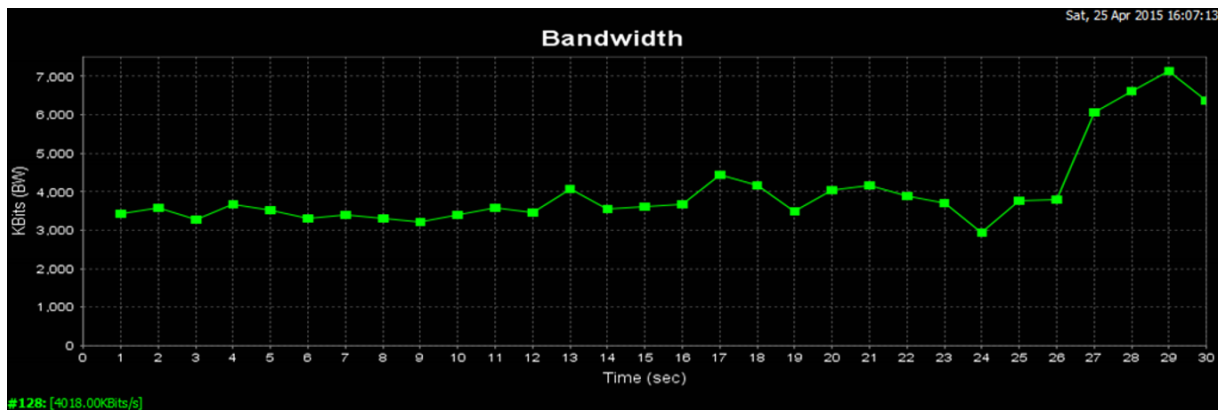


Figura 23: Largura de banda amostrada no Computador-04.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 13 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-01.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	4525 KBytes	1235 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

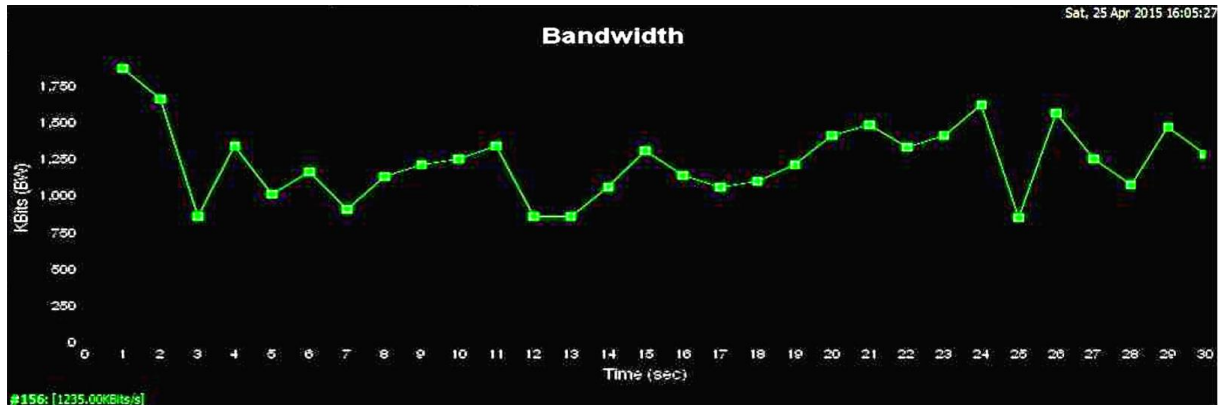


Figura 24: Largura de banda amostrada no Computador-01.

Fonte: Autoria própria.

Comparando-se os dados coletados nesta rede sem fio com os dados da rede cabeada, pode-se perceber como o tamanho do arquivo no final do período foi menor, não chegando a 10% do valor. A largura de banda também ficou na faixa dos 10% e o Jitter aumentou em aproximadamente 100%. Lembrando que esse cenário sem fio possui dois smartphones e uma TV conectados, o que aumenta o consumo de banda.

4.2.3 Testes em rede sem smartphones conectados

Por fim, medições foram feitas na mesma rede, mas com os smartphones desconectados do gateway. A Figura 25 exhibe o panorama testado.

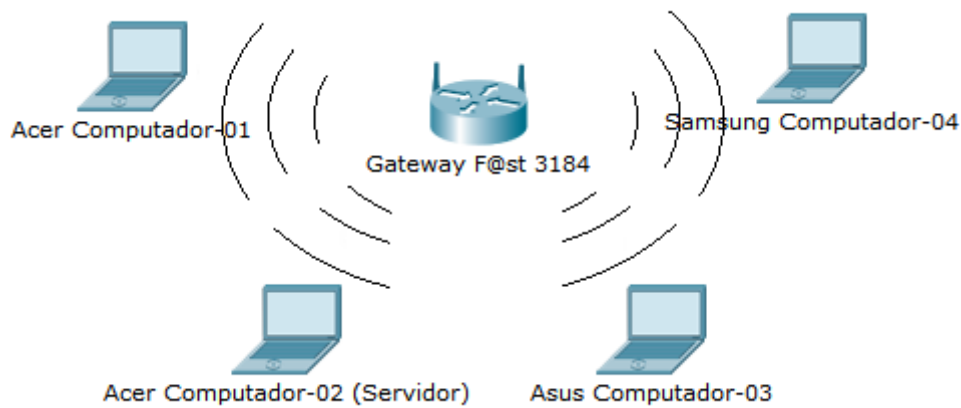


Figura 25: Topologia da conexão sem fio em rede, sem smartphones ou TV.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos foram citados nas Tabelas 14, 15, 16 e 17. Enquanto que as representações gráficas podem ser vistas nas Figuras 26, 27, 28 e 29.

Tabela 14 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Servidor (Computador-02).

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda	Jitter	Perda/Total de Pacotes
0 – 30 Segundos	15208 KBytes	4162 Kbits/sec	2.625 ms	6/10600 (0.057%)

Fonte: Autoria própria.

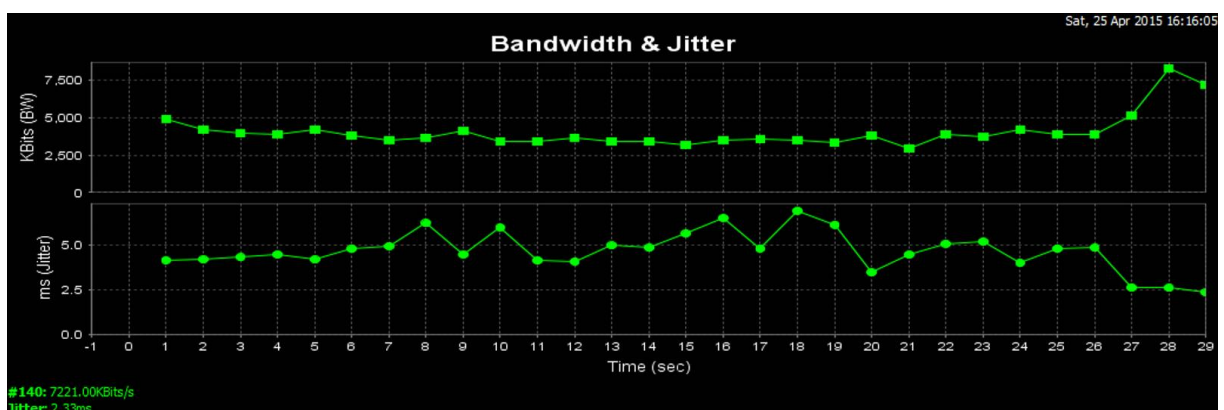


Figura 26: Largura de banda e Jitter amostrados no Servidor (Computador-02).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 15 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-03.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	17374 KBytes	4742 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

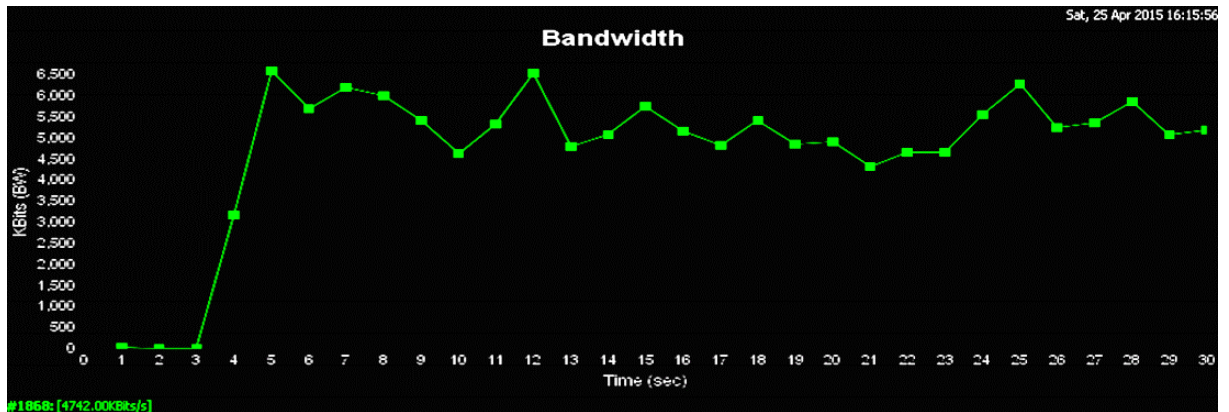


Figura 27: Largura de banda amostrada no Computador-03.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 16 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-04.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	15217 KBytes	4155 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

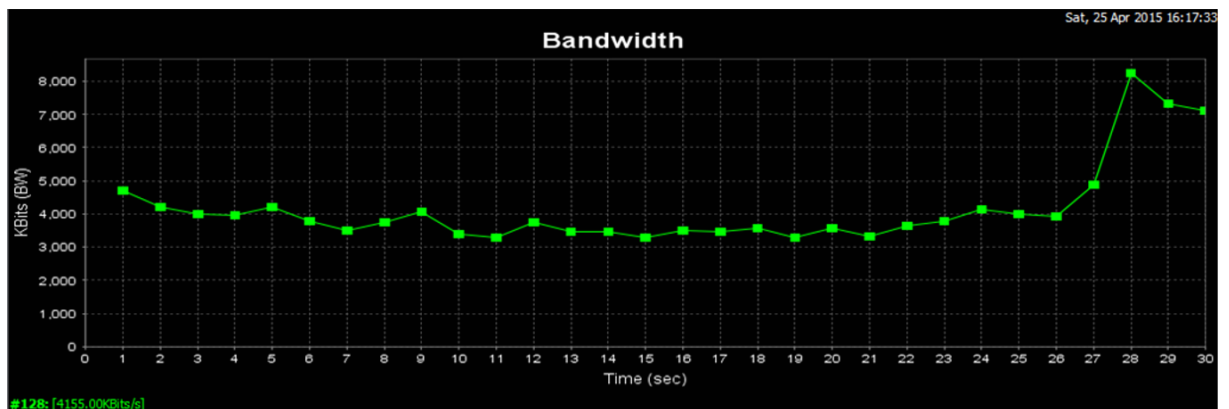


Figura 28: Largura de banda amostrada no Computador-04.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 17 – Dados da conexão sem fio em rede amostrados no Computador-01.

Intervalo	Tamanho do arquivo	Largura de banda
0 – 30 Segundos	4647 KBytes	1268 Kbits/sec

Fonte: Autoria própria.

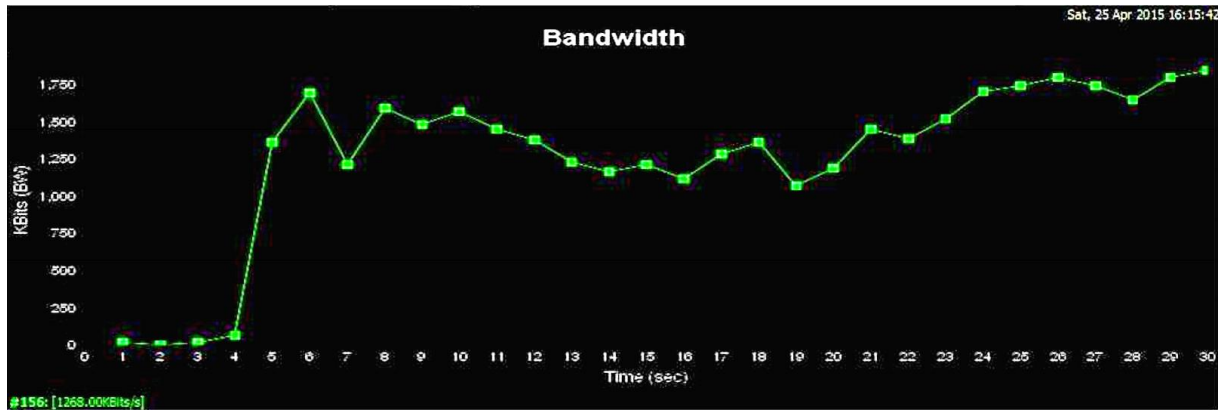


Figura 29: Largura de banda amostrada no Computador-01.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com as medições feitas na rede sem fio, foi possível perceber uma grande diferença na performance da LAN quando os *smartphones* estavam desligados, sendo que estes também consomem largura de banda considerável. A diferença de performance entre os notebooks também foi significativa, sendo que estranhamente o computador com menos performance foi aquele que estava mais perto da antena do gateway.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas redes utilizadas no trabalho diferem bastante na sua praticidade, capacidade de expansão, performance e custo. Antes de serem feitos orçamentos ou testes práticos, foi possível teorizar de que a rede cabeada em uma pequena empresa seria mais cara, no entanto teria melhor performance. A rede sem fio, por sua vez, seria mais dinâmica, mais fácil de ser instalada e mais barata.

Exatamente por isso a escolha deve ser feita pensando-se no futuro. Por exemplo, se a empresa quiser implementar máquinas virtuais alocadas em servidores, deve pensar em uma rede de alta performance, confiabilidade e protegida de interferências externas.

Com o orçamento feito no desenvolvimento do trabalho, percebeu-se que a rede cabeada teria um custo consideravelmente alto, pois requer uma infraestrutura em todos os ambientes da construção, como por exemplo: cabos metálicos, cabos flexíveis, conectores, caixas para tomada, placas para conectores, canaletas, painéis de interconexão, entre outros. Por fim o custo estipulado ficou em 2768 reais.

A rede wireless por sua vez possibilitou grande economia, pois custou apenas 317 reais, com mão de obra e materiais. Ou seja, desse ponto de vista, a rede sem fio oferece grande vantagem.

Foi possível construir modelos de rede para laboratório, como proposto nos objetivos do trabalho. Não sendo viável comprar todos os itens incluídos no orçamento por questão de custo, foi feita a construção das partes funcionais de uma rede, como o cabeamento em si. Canaletas, painéis organizadores de cabos, armário e painéis de interconexão não foram utilizados, o que não interferiu no resultado final dos testes.

Apresentando um tamanho de arquivo de 120MBytes em 30 segundos, uma largura de banda de 32,9 Mbits/s, Jitter de 2 ms e perda de pacotes de apenas 0,055%, a rede cabeada mostrou ótimos resultados de performance. A variação da largura de banda foi mínima de segundo a segundo, oferecendo alta confiabilidade.

A rede sem fio exibiu uma taxa de transmissão de 18Mbytes em 30 segundos, uma largura de banda de 5Mbits/s, Jitter de 3,4 ms e perda de pacotes de 0,7%. Demoraria aproximadamente 7 vezes mais que a rede cabeada para transmitir o mesmo tamanho de arquivo. A variação de largura de banda de segundo em segundo foi grande, apresentando instabilidade devidos a interferências externas. Uma diferença tão grande de números não foi esperada no começo da pesquisa, e foi interessante observar a grande variação de desempenho de ambas as redes nos diversos cenários cobertos.

O que também não foi antecipado na teoria, foi que a máquina mais próxima do gateway wireless apresentou a pior performance entre todas, o que comprova que testes práticos sempre devem ser feitos antes de implementar um projeto de rede.

Para uma empresa pequena, de apenas 4 computadores, que não possui servidores de dados, a rede local sem fio pareceu mais adequada, pois apresentou grande vantagem de custos. Uma diferença de 2451 reais é significativa, ficando acima de 8 vezes mais barata. Sendo que atualmente muitos profissionais também trabalham com *smartphones* e *tablets*, também é a escolha mais apropriada para esse cenário.

No entanto, essa conclusão mudaria se a empresa fosse consideravelmente maior, pois a rede wireless precisaria de controladores, que são extremamente caros.

A partir das avaliações feitas, seria possível fazer um futuro estudo sobre a diferença de segurança entre as redes propostas, analisando-se encriptação de dados, facilidade de acesso aos pacotes da rede e estudos de caso de ataques aos diferentes ambientes LAN. Também poderia ser abordada a integração entre os dois meios de rede, para se conseguir uma melhor relação custo benefício.

REFERÊNCIAS

CISCO SYSTEM. **LAN Sem Fio**. Disponível em:

http://www.cisco.com/web/BR/solucoes/pt_br/wireless_lan/index.html. Acessado em: 26/06/14.

EKAHAU HEATMAPPER. **Free Wi-Fi Mapping Tool**. Disponível em:

<http://www.ekahau.com/wifidesign/ekahau-heatmapper>. Acessado em: 01/09/2014.

FrenchForum for Iperf. **WhatisIperf?**. Disponível em: <https://iperf.fr/>. Acessado em:

05/08/2014.

FURUKAWA INDUSTRIAL S.A. **Data Cabling System: Introdução à área de cabeamento estruturado de redes**. Curitiba: Softsell, 2012a.

FURUKAWA INDUSTRIAL S.A. **Furukawa Certified Professional**. Curitiba: Softsell, 2012b.

MAXI Telecom - Patch Panels. Disponível em:

http://www.microcenter.com.br/conteudo/maxitelecom/_patch_panel_navilite.php. Acessado em 01/09/2014.

OpenManiac. **Networking/Iperf**. Disponível em:

<http://openmaniak.com/iperf.php>. Acessado em: 05/08/2014.

ORTEGA, André. **Brainwork. Testando a rede com o Iperf**. Disponível em:

<http://www.brainwork.com.br/2010/06/21/testando-a-rede-com-o-iperf-gerador-de-trfego/>. Publicado em: 21/06/2010. Acessado em: 05/08/2014.

SAGEMCOM. **F@st 3184**. Disponível em:

<http://www.sagemcom.com/broadband/gateways/docsis-gateways/fst-3184/>. Acessado em: 22/04/2015.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Editora Nova Terra, 2014. 2ª edição.

TORVES, Diego. **Rede de Computadores - Parte 1**. Disponível em:
<http://www.bloghardwaremicrocamp.com.br/redes/rede-de-computadores-parte-1/>.
Acessado em: 01/09/2014.