

**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Pesquisa Comparativa da Rede Wlan Mobile Ad-Hoc Network 802.11b com
a Rede Wlan 802.11n usando Vídeo Stream**

RAFAEL FERNANDO COSTA DE MATTOS

MARÍLIA, 2016

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.**

*Pesquisa Comparativa da Rede Wlan Mobile Ad-Hoc Network 802.11b com a
Rede Wlan 802.11n usando Vídeo Stream*

Monografia apresentada ao Centro Universitário Eurípides de Marília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Paulo Rogério de Mello Cardoso

MARÍLIA, 2016



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
MANTIDO PELA FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Rafael Fernando Costa de Mattos

Pesquisa Comparativa da Rede Wlan Mobile Ad-Hoc Network 802.11b com a Rede Wlan 802.11n usando Vídeo Stream.

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de
Bacharel em Ciência da Computação.

Nota: 80 (Disto)

Orientador: Paulo Rogerio de Mello Cardoso

1º.Examinador: Rodolfo Barros Chiaramonte

2º.Examinador: Fábio Dacêncio Pereira

Marília, 07 de dezembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor mestre orientador Paulo Rogério de Mello Cardoso, por me auxiliar e motivar para com que eu pudesse apresentar esse trabalho.

Agradeço a toda minha família, minha mãe Marta Regina, meu irmão Giovanni Bruno, ao meu pai Claudemiro Barboza que hoje não está conosco, mas está presente em nossos corações, e minha prima Denise Kamada, que sem eles eu não teria ingressado na universidade.

Por fim, agradeço também aos meus amigos (João Claudio, João Vitor Lima Perez, Vinicius dos Santos Tognoli, Leonardo Yoshiharu, Maurilio dos Santos Matsuyama, Danilo Breda), pelo apoio e companheirismo durante o curso.

Dedico esse trabalho a minha família que sempre me apoiaram e me motivaram durante todo o curso de Ciência da Computação.

RESUMO

A utilização das redes sem fio (wireless network) nos dias atuais se mostra uma evolução crescente, de forma que os dispositivos tenham a necessidade de ter acesso à internet com uma maior mobilidade em comparação com as redes cabeadas (Ethernet). Esse trabalho abordará duas tecnologias de WLAN (redes locais sem fio), que são a rede padrão IEEE 802.11n que necessita de uma infraestrutura definida e a rede mobile ad-hoc network IEEE 802.11b. Dos problemas relativos às redes WLANs, incluem a tecnologia de transmissão e recepção, como a qualidade de serviço apresentadas por elas. Desta forma uma aplicação de tempo real se torna uma forma para se obter dados da qualidade de serviços dessas redes. Nesse trabalho serão feitas a avaliação de duas redes sem fio do padrão 802.11, a rede MANET (mobile ad-hoc network) do padrão 802.11b e a arquitetura com sua infraestrutura baseada no padrão 802.11n e assim estabelecer um comparativo entre as mesmas. Os cenários serão simulados com a ferramenta de rede discreta OpnetModeler onde serão recolhidos os dados da transmissão. Assim será feita uma análise de tráfego para chegar em qual rede tem o melhor desempenho nesse tipo de aplicação, tendo como relevância as estatísticas da qualidade de serviço.

Palavras Chave: OpnetModeler, MANET, 802.11n

ABSTRACT

The use of wireless networks today is showing a growing trend, so that devices need to have access to the internet with greater mobility compared to wired networks (Ethernet). This work will approach two wireless LAN (WLAN) technologies, which are the standard IEEE 802.11n network that requires a defined infrastructure and the mobile ad-hoc network IEEE 802.11b. Problems related to WLANs include the transmission and reception technology, such as the quality of service presented by them. In this way, a real-time application becomes a way to obtain data about the quality of services of these networks. This work will evaluate two 802.11 standard wireless networks, the MANET network 802.11b standard mobile ad-hoc and the architecture with its 802.11n-based infrastructure, and establish a comparison between them. The scenarios will be simulated using the Opnet Modeler discrete network tool where transmission data will be collected. Thus, a traffic analysis will be done to arrive at which network has the best performance in this type of application, having as relevance the quality of service statistics.

Keywords: OpnetModeler, MANET, 802.11n

SUMÁRIO

Lista de figuras	15
INTRODUÇÃO	12
1 REDE SEM FIO.....	15
1.1 Funcionamento da Rede Sem Fio.....	15
1.2 Protocolo de Acesso ao Meio (MAC)	15
1.3 Padrão IEEE 802.11	16
1.4 Arquitetura Ad-Hoc.....	17
1.5 Arquitetura Infraestruturada.....	19
1.6 Estrutura do Quadro IEEE 802.11.....	20
2 Padrão IEEE 802.11n	22
2.1 Sobre o padrão 802.11n.....	22
2.2 BandaLarga	22
3 REDE SEM FIO MANET.....	24
3.1 Arquitetura da Rede MANET	24
3.2 IEEE 802.11B	25
3.3 Roteamentos em Redes Ad-Hoc.....	25
3.3.1 Roteamentos Reativo DSR.....	26
3.3.2 Roteamentos Reativo AODV	26
4 Opnet MODELER Simulation	27
4.1 O que é a ferramenta opnetmodeler	27
4.2 RiverbedModulerAcademicEdition.....	29
5 Implementação	31
5.1 Configurando o Cenário	31
5.2 Configurando Vídeo Stream.....	36
5.3 Resultados Da Simulação.....	37
5.3.1 Data Dropped (Buffer Overflow)(bits/sec)	37
5.3.2 Data Dropped (Retry Threshold Exceeded) (bits/sec).....	39
5.3.3 Delay (sec).....	40
5.3.4 Load (bits/sec).....	42
5.3.5 Media Access Delay (sec).....	43

5.3.6	QueueSize (packets).....	45
5.3.7	RetransmissionAttempts (packets).....	46
5.3.8	Throughput (bits/sec)	48
5.3.9	AODV.Number of Hops per Route.....	49
5.3.10	AODV.Packet Queue Size	50
5.3.11	AODV.Route Discovery Time	51
5.3.12	AODV.RouteTableSize.....	52
5.3.13	Tabela Comparativa	53
CONCLUSÃO.....		55
REFERÊNCIAS		55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.3 – Rede Ad-Hoc	17
Figura 1.4 – Rede Infraestruturada	18
Figura 2.1 – Comparação entre 802.11n e os padrões legados da família 802.11	20
Figura 2.1.1 – Unificação de canais através do ChannelBonding	21
Figura 3.3.1 – Descoberta da Rede DSR	24
Figura 3.3.2 – Descoberta da Rede AODV	25
Figura 4.1 – Tabela Comparativa entre Simuladores de Rede	27
Figura 5.1 – Interface Menu Principal Opnet	29
Figura 5.1.1 – Configuração Opnet	30
Figura 5.1.2 - Configuração Opnet	30
Figura 5.1.3 - Configuração Opnet	31
Figura 5.1.4 - Configuração Opnet	31
Figura 5.1.5 - Configuração Opnet	32
Figura 5.1.6 – Cenário onde a Simulação da Rede será feita	32
Figura 5.2 – Aplicação de Vídeo Conferencing	34
Figura 5.3.1 – Resultado da Rede Convencional 802.11n (Data Dropped Buffer)	35
Figura 5.3.2 – Resultado da Rede MANET 802.11b (Data Dropped Buffer)	36
Figura 5.3.3 – Resultado da Rede Convencional 802.11n(Data DroppedRetry)	37
Figura 5.3.4 – Resultado da Rede MANET 802.11b (Data DroppedRetry)	37
Figura 5.3.5 – Resultado da Rede Convencional 802.11n (Delay)	38
Figura 5.3.6 – Resultado da Rede MANET 802.11b (Delay)	39
Figura 5.3.7 – Resultado da Rede Convencional 802.11n(Load)	39
Figura 5.3.8 – Resultado da Rede MANET 802.11b(Load)	40
Figura 5.3.9 –Resultado da Rede Convencional 802.11n(Media Access Delay)	41
Figura 5.3.10 – Resultado da Rede MANET 802.11b(Media Access Delay)	41
Figura 5.3.11 – Resultado da Rede Convencional 802.11n(QueueSize)	42

Figura 5.3.12 – Resultado da Rede MANET 802.11b(QueueSize)	43
Figura 5.3.13 – Resultado da Rede Convencional 802.11n(RetransmissionAttempts)	44
Figura 5.3.14 – Resultado da Rede MANET 802.11b(ReetransmissionAttempts)	44
Figura 5.3.15 – Resultado da Rede Convencional 802.11n(Throughput)	45
Figura 5.3.16 – Resultado da Rede MANET 802.11b (Throughput)	45
Figura 5.3.17 – Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.Number)	46
Figura 5.3.18 – Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.Queue)	47
Figura 5.3.19 – Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.Route)	48
Figura 5.3.20 – Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.Table)	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Tabela Comparativa dos Legados da Família 802.11.....	21
Tabela 2 – Atributos 802.11N	33
Tabela 3 – Atributos MANET 802.11b	34
Tabela 4 – Comparação dos dados obtidos.....	52

LISTA DE SIGLAS

MANET	Mobile Ad-Hoc Network
AP	Access Point
BSS	Basic Service Set
DSS	DirectSequence Spread Spectrum
ESS	Extended Service Set
DS	Distribution System
WLAN	Wireless LAN

INTRODUÇÃO

A evolução das redes sem fio ocasionou um campo emergente na comunicação entre pessoas. E com essa evolução surgiram várias oportunidades de estudo sobre redes sem fio como topologia, arquitetura, benefícios entre outros. Com esses estudos surgiram padrões para estabelecer comunicação entre dispositivos, que é chamado de padrão IEEE 802.11. Esse padrão traz uma series de protocolos e normas para que hosts possam se comunicar. Conforme o estudo desse padrão foram se expandindo vários outros tipos do padrão surgindo como 802.11a, 802.11b para suprir a necessidade de taxa de transmissão. Estes padrões traziam melhorias nos esquemas de modulação que possibilitaram melhores taxa de transmissão se compararmos ao padrão 802.11 originais, isso possibilitou que os equipamentos de rede com 802.11b se tornassem populares rapidamente, enquanto que somente em 2001 é que começaram a surgir equipamentos que utilizavam padrões 802.11a (Webler, 2011).

Mas mesmo com os tipos do padrão 802.11 ainda há desvantagem com relação a rede sem fio, na qual seria a qualidade de serviço que a rede oferece para os hosts. Durante uma transmissão podem acontecer inúmeros problemas com o pacote no meio quando estão circulando na rede. Problemas como perda de pacote, é quando um host transmissor envia um pacote para o host destino e no meio da transmissão esse mesmo pacote pode não chega por falhas de hardware. Atraso ou delay, é o tempo de atraso do pacote chegar no seu destino, esse tempo pode se alongar conforme o pacote é mantido em filas longas ou até mesmo pega rotas alternativas para evitar congestionamento. Baixa qualidade de conexão ou até mesmo quando a quantidade de tráfego da rede aumenta. Uma solução seria buscar por rotas onde o tráfego da rede não esteja alta. Problemas relacionados a Erros, quando um pacote é enviado a um destino errado ou até mesmo se corromper na transmissão, entre outros.

Nas redes sem fio existem duas formas de arquitetura são elas o infra estruturado e o ad-hoc. A rede sem fio MANET do padrão 802.11 é uma rede auto organizada e autoconfiguradas, então existe um host que se conecta com a internet dessa rede e é onde a conexão existe, pois, esse host conectado que irão fazer o papel de backbone da rede MANET para os hosts clientes que irão se conectar a essa rede, assim formando uma malha. Então se algum dispositivo se conectar ou se desconectar, onde ele era ou poderá ser intermediário para outro dispositivo ou não, é o papel dos roteadores reorganizar e reconfigurar a rede de forma que a estabilidade da rede não seja afetada e descobrir novas rotas. As estações clientes

possuem função ad-hoc que é servir se intermediários com múltiplos saltos, ou seja a mensagem chega até ele e ele encaminha para outro dispositivo, assim facilitando a rota do envio da mensagem.

Na rede sem fio infraestruturada os hosts terão um AP (*Access Point*) central onde qualquer mensagem que seria enviada para seu destino terá que passar por esse AP central, e daí ser encaminhado para o destino. Neste caso a rede se organiza em um ou mais grupos de estações associadas a um AP, os quais são denominados BSS (*Basic Service Set*). Uma estação dentro de um BSS se comunica diretamente somente com o AP (Bauer, 2012). Então se um host quiser enviar uma mensagem para um host da mesma rede terá que enviar primeiro para o AP e ele irá enviar para o host destino e assim sucessivamente. Essa rede possui uma facilidade de implementação e adaptação comparadas com as redes cabeadas (Ethernet).

Justificativa

A rede sem fio MANET é uma boa opção para locais onde a ligação de cabos (Ethernet), e até mesmo APs não pode alcançar como por exemplo regiões montanhosas. Sendo assim comparada com redes infra estruturada onde o alcance não é muito abrangente. A pesquisa irá dar o resultado de qual rede tem o a melhor qualidade de serviço em comparação com a outra. Foi escolhido para a wlan MANET 802.11b por seu alto índice de popularidade pelo mundo, e a tecnologia 802.11n para wlan convencional pela alta banda e taxa de transferência.

Objetivos Gerais

O foco desse trabalho é comparar a rede sem fio convencional de padrão 802.11n com as redes sem fio MANET de padrão 802.11b. O critério de comparação ira ser a qualidade de serviço de cada uma, colocando como aplicação de teste um vídeo stream em que para essa comparação a qualidade de serviço é essencial para o bom desempenho, para que outros dispositivos possam receber com qualidade. Então será feita uma simulação de dois cenários de arquiteturas diferentes, uma com a rede convencional infraestruturada e a outra com a rede MANET. Esse cenário será simulado em um software de rede discreta o opnet

onde ele trata dados de transmissão e recepção das distintas redes, e será utilizado os resultados da simulação para fazer a análise da qualidade de serviços das redes com os dados obtidos.

Metodologia

Nesse trabalho será feita a pesquisa comparativa da rede wlan 802.11n e a rede wlan MANET 802.11b. O cenário da pesquisa será feito no software de redes discreta OPNET, onde o cenário será idêntico para ambas as tecnologias de rede com a aplicação de vídeo stream. Após a simulação será coletado os dados de transmissão do vídeo. Após a coleta dos dados será feita a análise do mesmo para a comparativa das tecnologias de rede.

Organização do Trabalho

O trabalho começa abordando sobre a explicação da rede sem fio, em seguida sobre as tecnologias de rede que são a 802.11n e a MANET 802.11b. Logo após sobre o software usado para a simulação, a coleta dos dados e pôr fim a comparativa das redes.

1 REDE SEM FIO

1.1 Funcionamento da Rede Sem Fio

As redes de computadores se tornarão o meio mais importante dos últimos tempos, pois dispositivos do mundo inteiro pode se conectar e transmitir informações. O meio mais usado para isso é o meio físico, através de cabos (par trançado, coaxial e fibra ótica), mas para isso o dispositivo teria que estar conectado a esse cabo e nem sempre terá um cabo a disposição.

Então eis que surgiram a conexão wireless (sem fio) na década de 90. A rede wireless faz a transmissão através de um canal de ondas de rádio. Então um dispositivo envia um dado para um outro dispositivo, essa informação sai da camada física onde é transmitida através de pulso de onda que assim que chegar em seu destino ela é recebida pela camada física e é transformado em bit 0 ou bit 1, decodifica e convertida em dados.

Mas as redes sem fio possuem desvantagens, como a dificuldade em atender requisitos de qualidade de serviço (Bauer, 2012). Desvantagens como pequena banda devido às limitações da radio transmissão, baixa taxa de transmissão e a alta taxa de erro devido à interferência de outros dispositivos, metais e vidros blindados.

1.2 Protocolo de Acesso ao Meio (MAC)

Um dos problemas tanto nas redes cabeadas quanto nas redes sem fio é a colisão de pacotes onde no momento em que um dispositivo envia um pacote e outro dispositivo envia ao mesmo tempo os dois pacotes sem colidem assim não chegando a informação ao destino. A solução mais viável é uso do protocolo *Carrier Sense Multiple Access* (CSMA), em “escuta” se o meio está livre ou não. Na rede cabeada é usado o método *Collision Detection* (CD), onde antes de iniciar qualquer tipo de transmissão, determina-se se a portadora (cabo) está ou não ocupada (Cichaczewski, 2013).

Na rede sem fio não tem como protocolo “ouvir” o meio pois os dispositivos desligam os transeptores na transmissão, por isso fica inviável. Sendo assim as redes sem fio evitam colisões utilizando o método *Collision Avoidance* (CA). A estação monitora a rede por

um período de tempo para verificar se há transmissões, antes de tentar transmitir seus dados, para evitar colisões (Bauer,2012).

As redes sem fio IEEE 802.11 e IEEE 802.15.4 utilizam a banda ISM (Industrial, Scientific, Medical) que tem espectro reservado entre as frequências de 2.400GHz e 2.497GHz e é subdividido em 11 canais, onde cada um deles se utiliza de uma banda de ~25MHz que varia entre três estágios de frequência: Inicial, Média e Final (Cichaczewski, 2013). O padrão IEEE 802.11 atua em uma frequência de 2,4GHz com uma taxa de transmissão de até 2 Mbit/s.

1.3 Padrão IEEE 802.11

O uso e a boa comunicação das redes sem fio é dada ao surgimento do IEEE 802.11, que proporcionou um padrão para que dispositivos sem fio pudesse se comunicar com outros dispositivos. A rede sem fio IEEE 802.11 possui características vantajosas, como a utilização do espaço, a não necessidade de cabos, manutenção menos custosa entre outros. Mas também possui desvantagens onde foi abordado no tópico anterior.

O padrão IEEE 802.11 estabelece a comunicação nas duas últimas camadas do modelo OSI a cama física (physical layer) e a camada de enlace (data link layer). A camada física define a modulação das ondas de rádio e as características da sinalização para o envio de dados. Já na camada de enlace é definido o protocolo de controle de acesso ao meio (Mac) do tipo CSMA/CA.

Na camada física existem tipos de técnicas, a DSSS e FHSS que são técnicas de radiofrequência, e a infravermelho. A técnica de transmissão FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) é uma técnica de salto de frequência que consiste em dividir a larga banda de frequência em 79 canais cada uma com 1 MHz de largura, onde o canal 0 tem uma frequência de 2.4GHz, o canal 1 com a frequência de 2.401GHz e assim sucessivamente. Mas para todos os padrões de salto de frequência têm muitos modelos de salto. Essa técnica foi superada em questões de velocidade pelas técnicas DSSS.

A técnica DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) usa a radiofrequência para a transmissão operando na banda ISM de 2,4GHz. Cada tempo de bits é dividido em 'n' intervalos chamado de chips. Cada estação possui uma sequência de 'n' bits para representar o bit 1 e o seu complemento para o bit 0, chamado de sequência de chip. No padrão 802.11 é

definido uma sequência de chips de 11 bit com uma largura de banda de 22Mhz para cada canal, assim possa efetuar o controle de erros. Como técnica de modulação utiliza a modulação DBPSK (DifferentialBinaryPhase Shift Keying) que opera em 1 Mbps e a técnica modulação DBPSK (DifferentialQuadraturePhase Shift Keying) que opera em 2 Mbps.

A técnica de Infravermelho é uma técnica de transmissão que utiliza raios próximos a luz visível como meio. Essa técnica é restringida a ambientes fechados pois seus raios não ultrapassam paredes, e por estar sujeito a interferências. Ela opera a 1Mbps e a 2Mbps e utiliza uma modulação chamada PPM (pulso posição modulação). O PPM consiste na variação da posição de pulso da portadora, na proporção do sinal, mantendo constante a amplitude e a largura dos pulsos.

O padrão 802.11 define duas arquiteturas operacionais: A arquitetura infraestrutura e a arquiteturaAd-Hoc.

1.4 Arquitetura Ad-Hoc

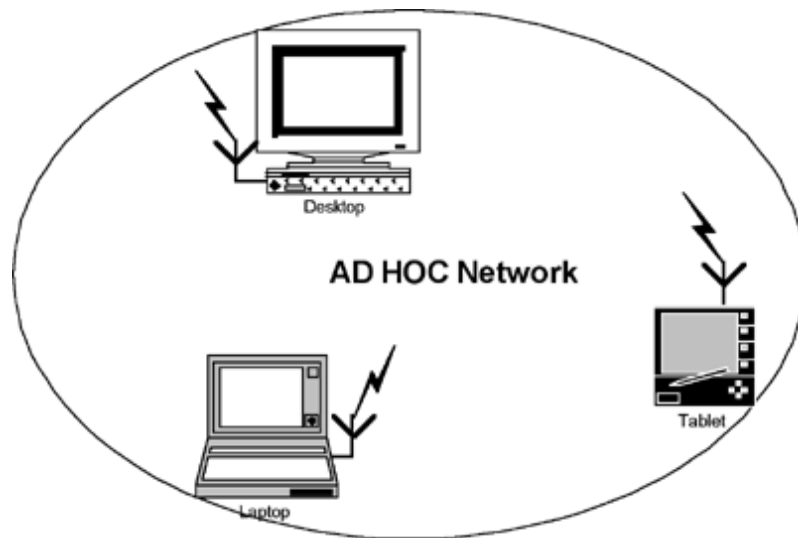
As redes Ad-Hoc são redes sem fio que dispensam um Ponto de Acesso (*Access Point*) comum entre os dispositivos, onde quaisquer estações moveis da rede possa ele mesmo rotear as informações sendo basicamente um AP. Apresentado na figura 2.3. A rede ad-hoc dispensa infraestrutura o que faz essa rede ser vantajosa, até mesmo em comparação de uma rede sem fio convencional infraestrutura que precisa de AP onde as informações devem passar.

O conjunto de estações que se comunicam a partir da rede ad-hoc recebe o nome de IBSS (Independent Basic Service Set) (Bauer, 2012). As redes ad-hoc possuem vantagens em comparação as outras redes, seria essa:

1. A rede dispensa um AP comum, elas são instaladas de maneira rápida e fácil, e em qualquer lugar.
2. Quaisquer dispositivos de rede podem virar uma estação, como uma impressora, celular e etc.
3. O alcance não se limita só na cobertura da rede, onde uma estação pode enviar em uma estação de seu alcance.

A dois modos de comunicação no ad-hoc, a comunicação direta e o multi-hop. Na comunicação direta eles se comunicam com a estação destino que estiver a seu alcance. Já a comunicação multi-hop serve para estações inalcançáveis, assim dando multi-saltos em uma cadeia de estações até chegar na estação destino. Como as estações moveis estão em constante movimento uma topologia de rede pode variar diversas vezes assim tornando imprevisível.

Figura 1.3 - Rede Ad-Hoc



Fonte: http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_moveis_ad_hoc

Existem protocolos de roteamento usados para rede ad-hoc um deles:

AODV (Ad Hoc On-DemandDistance Vector): É um protocolo para um cenário de mudanças de topologia. Quando necessário o envio de um pacote a uma estação que não possui na tabela de roteamento, inicia se a descoberta de rota para encontrar a estação destino. Quando necessário a descoberta de rotas, a estação de origem envia em broadcast, o Path Request (PREQ) para seus vizinhos, continuando este processo, até encontrar a estação destino (Bauer, 2012). A estação destino envia o pacote PREQ em ponto a ponto para a estação origem, passando pelo caminho que será efetuado a comunicação, assim atualizando a tabela de roteamento.

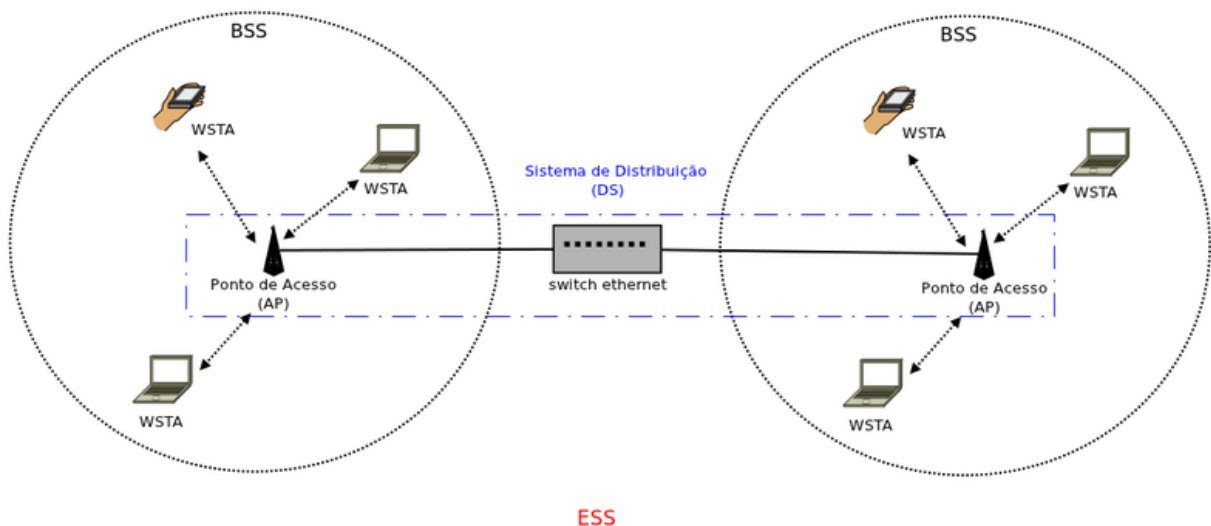
1.5 Arquitetura Infraestruturada

O modo operacional infraestruturado é o modo mais comum e o mais utilizado atualmente. Nessa rede as estações sem fio se conectam em um único AP central ou no backbone da rede a qual se denomina BSS (Basic Service Set). Assim quaisquer informações que as estações queiram enviar para outra terá que ser enviada para a AP e a mesma envia para a estação destino. Dois ou mais BSS podem ser interligados por um sistema de distribuição (DS - Distribution System), formando um ESS (Extended Service Set) (Bauer, 2012). Visto na figura 2.4.

Essa rede tem como topologia estrela onde o AP central controla o fluxo da rede. Um exemplo seria as redes de telefonia celular que funcionam através de um satélite. As redes ad-hoc possuem vantagens em comparação as outras redes, seria essa:

1. Mais opções de segurança.
2. Geralmente mais rápido.
3. Controla o fluxo da rede podem assim evitar colisões.

Figura 1.4 - Rede Infraestruturada



Fonte: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php?title=RC020704-2014-1&oldid=76393>

1.6 Estrutura do Quadro IEEE 802.11

O Padrão IEEE 802.11 tem quadros como ferramenta de envio de informação. Uma estação formula um pacote onde ele passa pela camada de enlace, é encapsulado em um quadro e assim envia pelo meio até chegar no seu destino.

O quadro IEEE 802.11 é composto por cabeçalho, o corpo e o campo sequência de verificação do quadro. O cabeçalho contém Campo de Controle do Quadro, Duração, Campo Endereço e Controle de Sequência. Campo de controle:

1. O Campo de controle: É o que define o tipo de quadro, qual a versão do protocolo usado.
2. O tipo e subtipo: Determina a função do quadro.
3. Sistemas distribuídos: São utilizados em quadros do tipo dados de estação.
4. Fragmentos: Indica se os fragmentos do quadro estão chegando.
5. Retransmissão: Indica se a informação está ou não sendo retransmitida.
6. Gerenciamento de Energia: Indica se a estação que transmitiu está em modo ativo ou modo econômico de energia.
7. Dados: Indica para uma estação que está operando em modo econômico de energia que o AP tem quadros para enviar.
8. Wep: Indica ou não se está sendo usado o processo de autenticação e criptografia.
9. Ordem: Se todos os quadros devem ser processados em ordem.

O campo de duração indica o tempo de duração do quadro em um canal. Esse campo também está presente nos quadros de controle e representa a forma como outras estações administram o mecanismo NAV (Tanenbaum, 2003).

O campo de controle de sequência possui dois subcampos, o campo de número de fragmentos e o número de sequência. O campo de número de sequência 12 bits identificam o quadro e o campo de número possui 4 que indicam os fragmentos do quadro enviado. Dos 16 bits disponíveis, 12 identificam o quadro e 4 identificam o fragmento (Tanenbaum, 2003). Já o corpo do quadro tem as informações específicas de dados ou de gerenciamento, informações das camadas superiores, como da camada LLC.

O campo sequência de verificação do quadro aplica o *CyclicRedundancyCheck* que é um código detector de erros em todos os campos do corpo e do cabeçalho para gerar a Sequência de Verificação do Quadro.

2 PADRÃO IEEE 802.11N

2.1 Sobre o padrão 802.11n

Em julho de 2013 foi criado um grupo de trabalho para fazer melhorias na camada física e de enlace do padrão 802.11 de forma que se atingisse uma maior vazão de pelo menos 100 Mb/s. E em 2007 o IEEE aprovou o rascunho (*Draft*) 2.0 do padrão que já considerava as principais alterações de hardware para suportar o 802.11n. E em 2009 o IEEE aprovou a versão final do 802.11n.

O padrão 802.11n foi criado com o foco de aumento de velocidade e banda e pode suportar serviços como VoD, HDTV, entre outros. Este padrão permite uma vazão teórica máxima de 600Mb/s, o que é bem mais elevada quando comparado não só a taxa suportada pelos padrões legados da família 802.11, mas também aos 100Mb/s que é suportado pelas redes cabeadas *Fast Ethernet* (Webler, 2011). Pode ser usado tanto na frequência de 2,4 Ghz quanto 5Ghz.

Tabela 1 - Tabela Comparativa dos Legados da Família 802.11

	802.11	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Tecnologias de camada física	DSSS	OFDM	DSSS/CCK	OFDM/DSSS	SDM/OFDM
Taxas de transmissão	1, 2 Mb/s	6–54 Mb/s	5.5 e 11 Mb/s	1–54 Mb/s	6–600 Mb/s
Frequência	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 e 5 GHz
Espaçamento de canal	25 MHz	20 MHz	25 MHz	25 MHz	20 e 40 MHz

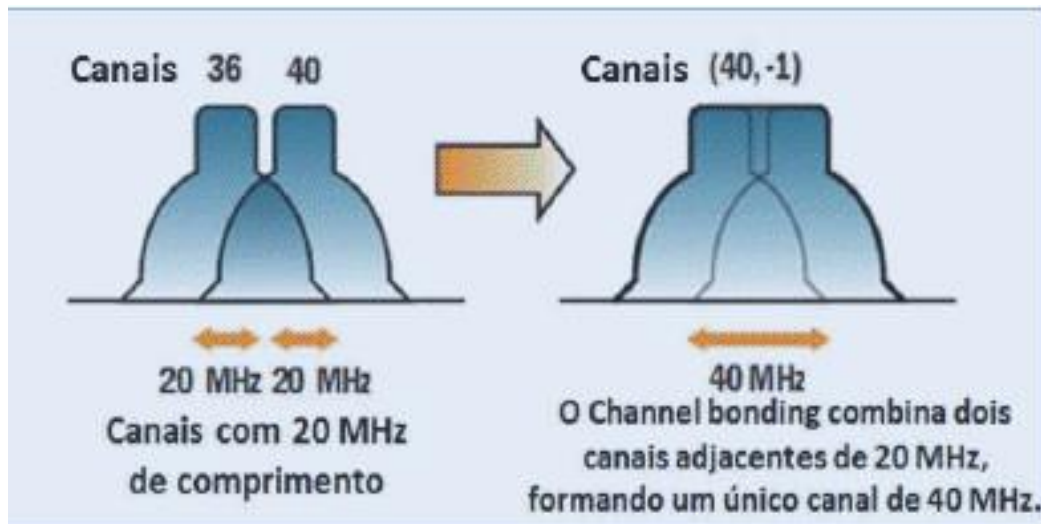
2.2 BandaLarga

As versões do padrão 802.11 operam sobre um canal de 20 Mhz. Para garantir comunicação do 802.11n com os demais padrões a utilização da banda 40 Mhz ficou como opcional e a 20Mhz como obrigatório. Para que haja compatibilidade do padrão 802.11n com os padrões legados, a utilização da largura de banda de 40 Mhz foi inserida no padrão como opcional e a largura de banda de 20 Mhz foi definida como obrigatória (Weble, 2011).

O 802.11n utiliza uma técnica chamada por ChannelBonding, onde combina 20 Mhz adjacentes para formar um único canal de 40 Mhz e assim dobrar a capacidade de transmissão. Visto na figura 2.1.

Promete ser o padrão wireless para distribuição de mídia, pois oferecerá, através do MIMO (Multiple Input, Multiple Output - que significa entradas e saídas múltiplas), taxas mais altas de transmissões (até 300 Mbps), maior eficiência na propagação do sinal (com uma área de cobertura de até 400 metros indoor) e ampla compatibilidade reversa com demais protocolos (Lucena, 2008).

Figura 2.1.1 - Unificação de Canais através do ChannelBonding



Fonte: http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/RED29004-2014-2-Seminario-IEEE_802.11n

3 REDE SEM FIO MANET

3.1 Arquitetura da Rede MANET

Uma rede Mobile Ad-Hoc Network (MANET) é uma rede que usa host clientes (que chamamos de nós) para fazer a conexão, não dependente assim de nenhuma infraestrutura para operar. Um MANET consiste de um conjunto de hosts móveis que operam sem o auxílio da infraestrutura estabelecida da administração centralizada (por exemplo, estações rádio base ou pontos de acesso). A comunicação é feita através de ligações sem fios entre hosts móveis por meio de suas antenas.(Stojmenovic, 2002).

A rede MANET é uma rede autónoma onde os nós se comunicam entre si sem nenhuma ponte de acesso (access point) em comum, mas necessitando que o nó destino esteja ao alcance do nó de origem, ou ao menos de algum outro nó que possa encaminhar a mensagem. Devido a questões tais como a limitação do poder de rádio e canal de utilização, um host móvel pode não ser capaz de se comunicar diretamente com outros hosts em uma forma de salto único. Neste caso, ocorre um cenário multihop, em que os pacotes enviados pela fonte de acolhimento devem ser retransmitidos por vários hospedeiros intermediários antes de alcançar o host de destino. Assim, cada host móvel em um MANET deve servir como um roteador. (Stojmenovic, 2002).

Existem algumas características da rede MANET, tais como:

1. Topologias Dinâmicas: Como os nós se movimentam livremente a topologia se movimenta junto assim tornando a assim uma topologia aleatória.
2. Flexibilidade: dispensam dispositivos de interconexão, como switches, hubs e etc.
3. Robustez: Como ela é uma rede de conexão de nós ela pode resistir a catástrofes desde que os nós se mantenham conectados.
4. Rápida Instalação: A rede MANET pode ser instalada de forma dinâmica e rápida, desde locais de fácil até regiões montanhosas.
5. Mobilidade: Onde os nós podem se movimentar livremente.
6. Tolerância a falhas: A mudança de topologias e a rápida adaptação e reconfiguração das rotas permite que se um nó sair da rede ela pode ser facilmente resolvida desde que uma nova rota possa ser traçada.

3.2 IEEE 802.11B

Em 1999 foi lançado um novo padrão do IEEE 802.11 com o nome de 802.11b. Uma das características desse padrão é a possibilidade de estabelecer conexões de velocidade de transmissão de 1Mb/s, 2Mb/s, 5,5Mb/s e até 11Mb/s. O intervalo de frequência é o mesmo usado no 802.11 padrão que é de 2,4Ghz até 2,4835Ghz, e a técnica de transmissão é a DSSS pois a FHSS não atende as normas estabelecidas pela FCC.

Teoricamente a área de cobertura de transmissão do 802.11b pode chegar a 400 metros em um campo aberto sem interferência e em lugares fechados como salas pode chegar a 50 metros.

O padrão 802.11b dependendo da distância em que a estação fica perto ou longe do AP o padrão faz com que a taxa de transmissão mude.

3.3 Roteamentos em Redes Ad-Hoc

Os protocolos de roteamento estão presentes em dois tipos o próativo e o reativo. Protocolos próativos se caracterizam por estarem periodicamente aprendendo e atualizando a topologia da rede, mantendo em tabelas as informações atualizadas das rotas para se chegar a todos os nós da rede. (Amadei, Carlos, 2003).

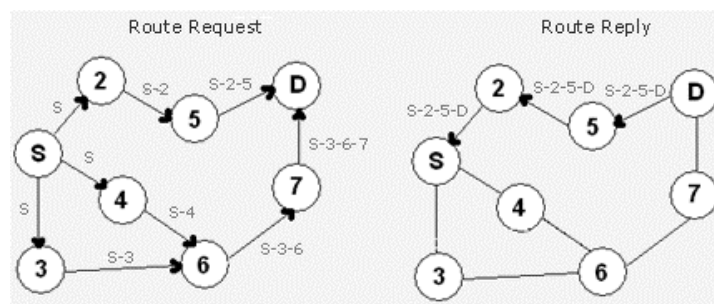
Em cada nó existe uma tabela com todos os destinos da rede, e o caminho até chegar em cada uma. Esse protocolo tem vantagem em cima do reativo que é a baixos tempo de latência, e também desvantagens como maior custo de overhead na rede. Alguns dos protocolos são OLSR (Optimized Link StateRouting) e o DSDV (DestinationSequenceDistance Vector).

Já no protocolo reativo ou chamados de sob demanda sempre há a necessidade de uma rota para um nó destino, o protocolo começa o processo de descoberta da rota. O nó origem envia uma mensagem para todos os nós da rede assim ele recebe todas as rotas possível, então o nó destino envia para o nó de origem de que o destino foi alcançado com a rota utilizada. A vantagem é o menor overhead na rede e a desvantagem é o maior tempo de latência. Os protocolos comuns para reativo são DSR (DynamicSourceRouting) e o AODV (Ad Hoc OnDemandDistance Vector).

3.3.1 Roteamentos Reativo DSR

O DSR é um protocolo sob demanda, ele é derivado do conceito de roteamento de origem, ou seja, se um nó precisa enviar um pacote até um nó destino e ele está armazenado no cache route (cache de rota) então ele insere esse caminho no cabeçalho do pacote, contendo os nós pelos quais o pacote deverá ser encaminhado pela rede até o destino. Caso o nó de origem não tiver o caminho até o nó de destino então é iniciado a descoberta de rota do DSR, onde ele transmite um pacote de roteamento (Path Request) para todos os nós conectados a eles onde esses nós iram verificar se o nó destino está em seu cache router, se sim ele enviara o pacote direto para o destino, caso não esteja ele irá enviar para outros sucessivamente até encontrar o nó destino. Se um nó onde o Path Requestestá já recebeu esse conjunto ele simplesmente descarta o pacote. Se o nó não sabe uma rota para o destino, ele acrescenta o seu próprio endereço para o pacote e propaga o pacote ROUTE_REQ para seus vizinhos. Assim, os caminhos que conduzem ao destino podem ser rastreados por pacotes ROUTE_REQ. (Stojmenovic, 2002). Quando o nó destino recebe o pacote Path Request, ele irá retornar um pacote de resposta (Path Reply) contendo a rota até onde ele se encontra, quando o nó de origem receber o Path Replyele irá colocar a rota em seu cache route.

Figura 3.3.1 - Descoberta da Rota DSR



Fonte: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialprotocolo/pagina_2.asp

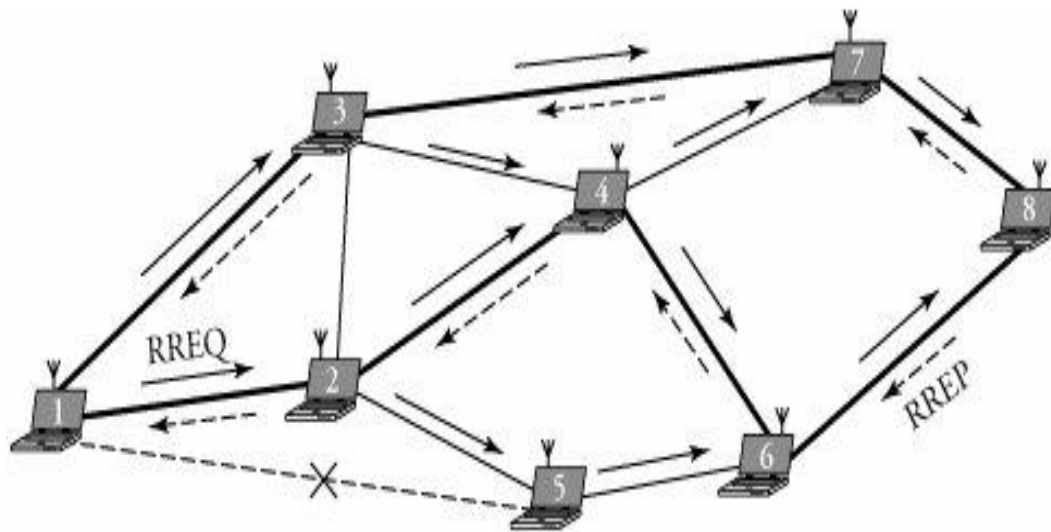
3.3.2 Roteamentos Reativo AODV

O protocolo AODV possui características semelhantes ao protocolo DSR uma vez que os dois são protocolos reativo. Quando uma rota é requisitada, ele utiliza um processo de descoberta de rota similar ao do DSR, no entanto, o AODV utiliza um mecanismo diferente

para armazenar as informações de roteamento. Ao invés de armazenar toda a rota, ele utiliza uma tabela de roteamento tradicional, o que significa que eles mantem apenas uma entrada por destino (Amadei, Carlos, 2003).

O nó de origem envia em difusão, ou seja, para todos os nós conectados o pacote Path Request, onde o nó que recebe pela primeira vez o pacote reescreve e coloca a rota onde o nó de origem enviou o pacote até ele na tabela de roteamento. Ao chegar no destino, ou em um nó intermediário que possua uma rota para o destino, o caminho para o nó origem já estará formado, e o nó destino enviará um pacote de RREP em unicast para o nó origem, utilizando essa rota. (Amadei, Carlos, 2003). Quando o Path Reply é enviado de volta ao nó origem os nós intermediários estabelecem também a rota direta para o nó destino, desta forma quando o nó origem precisar enviar um pacote para o nó de destino ele é feito de forma direta.

Figura 3.3.2 - Descoberta de Rota AODV



Fonte: <http://flylib.com/books/en/2.959.1.166/1>

4 OPNET MODELER SIMULATION

4.1 O que é a ferramenta opnetmodeler

O opnet é uma ferramenta de engenharia de rede otimizado (Optimized Network

Engineering Tools). Uma ferramenta de mecanismo discreto de simulação de eventos para analisar e projetar redes de comunicações, onde foi criada por Opnet Technologies, fundada em 1986. Em 2012 a Opnet Technologies tornou-se parte da Riverberd. Assim se tornando RiverberdModeler.

O OpnetModeler ou RiverberdModeler oferece Simulação escalável e análise detalhada. OPNET Modeler é o produto de mais comercial que fornece a solução de software modelagem e simulação de rede entre a família de produtos da OPNET. É usado extensamente por pesquisadores, engenheiros, estudantes universitários e os militares AMERICANOS. OPNET Modeler é um simulador dinâmico de eventos discretos com uma interface gráfica amigável do usuário (GUI), apoiado por modelagem orientada a objeto e hierárquica, depuração e análise (LU, YANG, 2012).

O opnet traz benefícios aos usuários, benefícios como permitir que os usuários criem projetos com protocolos e tecnologias sem fio próprios, avaliem aprimoramentos nos protocolos baseados em normas e testem e demonstrem projetos de tecnologia em cenários realistas antes da produção. Sua interface de sistema de loop permite a simulação com sistemas vivos que se alimentam de dados reais e informações para o ambiente de simulação. (LU, YANG, 2012). O modeler possui um rápido mecanismo discreto de simulação e abrange bibliotecas de modelos discretos de simulação de eventos de código aberto. Abrange desde um cenário pequeno de um office até uma empresa grande como comunicação de rede cabeada ou sem fio.

Em comparação com outros simuladores o opnetmodeler possui características como apresentado na imagem abaixo.

Figura 4.1 - Tabela Comparativa entre os Simuladores de Rede

COMPARISON OF SIMULATORS					
Name	Type	Language Used	Visualisation (Animation or tracing)	Energy Models	Extensions
NS2	generic	C++, OTcl	yes	yes	Mannasim
OMNeT++	generic	C++, NED	yes	yes	Mixim, Castalia
OPNET	generic	C	yes	yes	Commercial Software
TOSSIM	specific	nesC, Python, C++	no	no	

Fonte: <http://www.slideshare.net/tspradeepkumar/simulators-for-wireless-sensor-networks-omnet>

Existe trabalhos de testes comparativo que compara testes de wireless network reais com os testes de simulação do simulador opnetmodeler. Os resultados mostram que com um nível de confiança de 99% ou o nível de significância de 0,01, Ele testa falhas de estatística a "deixar de rejeitar" ou "região de não rejeição" e a hipótese nula de que os meios e a variação entre o nó da vida real e o modelo são de fato iguais (PEREZ, KOSTANIC, 2014).

4.2 RiverbedModulerAcademicEdition

A ferramenta RiverbedModuler é uma ferramenta comercial com suas diversas opções específicas como para uso de rede cabeada, rede sem fio, redes de grande escala com o uso da cabeada e da sem fio como por exemplos simulação de empresas multinacionais.

Diversos artigos optam pelo uso do RiverbedModulerAcademicEdition que nada mais a ferramenta riverbedmoduler para fins estudantis e científicos. Os pesquisadores utilizam várias ferramentas de simulação, tais como Network Simulator (NS-2), J-Sim, GLOMOSIM e QUALNET, JIST/CISNES, OMNET ++, TOSSIM, EmStar e SensorSim. No entanto, no presente estudo, o RIVERBED ((OPNET) ModelerAcademicEdition 17.5 foi usado, que oferece uma análise detalhada do desempenho das redes ZigBee em relação ao parâmetro de qualidade de serviço (Sercan, Ebubekir, 2015).

Entre tudo a versão acadêmica não possui toda a robustez em que as versões comerciais possuem. No trabalho será usado a versão acadêmica pois os cenários de

simulação serão de wlan e não irá possuir tecnologias e protocolos potentes.

5 IMPLEMENTAÇÃO

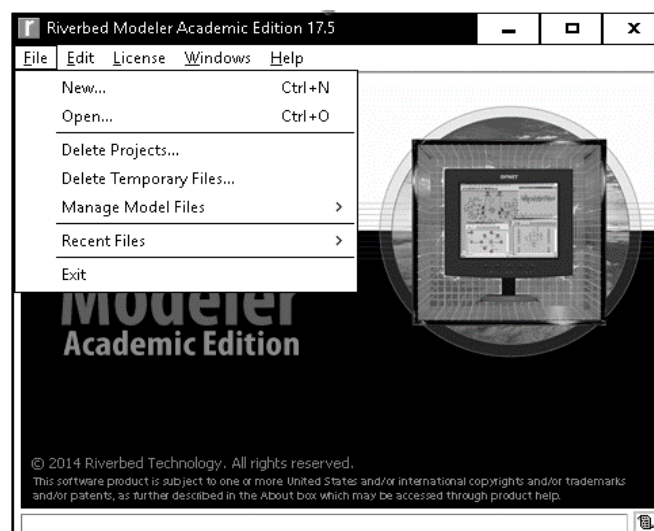
5.1 Configurando o Cenário

Será mostrado agora a interface do opnetmodeler onde irá ser indicado a implementação para entender o que está se passando durante a simulação.

A criação de projeto no opnet consiste de uma Barra de Menu em que se encontram a opção File, Edit, Windows e Help como mostra a figura 5.1. Na aba file existem as opções:

- New: Cria projeto no simulador,
- Open: Abre projetos já existentes do simulador.
- Delete Projects: Deleta projetos já existentes do simulador.
- Delete Temporary Files: Deleta os arquivos temporários de log, erros entre outros.
- Manage Model Files: Deleta modelos de arquivos, adiciona modelos de diretório, atualiza modelos de diretórios e compara modelos de diretórios.
- Recent: Mostra arquivos recentes
- Exit: Sai do simulador

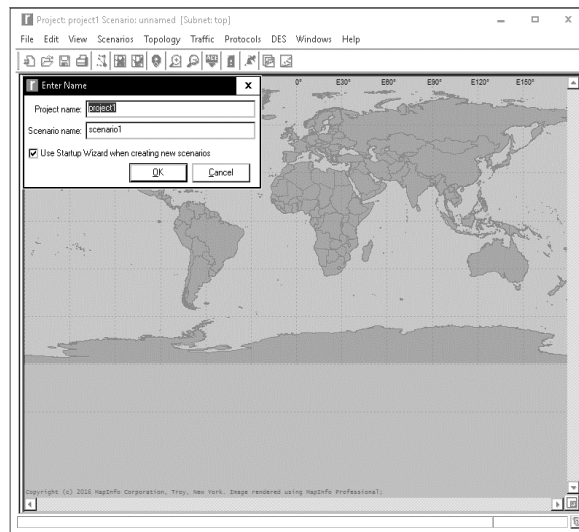
Figura 5.1 - Interface Menu Principal Opnet



Fonte: Criado pelo Autor

Clicando na opção new abre uma caixa para inserir o nome do projeto e do cenário. No cenário que conterà as configurações da wlan 802.11n será atribuído o nome de Wlan_802.11n e para o cenário da wlanMANET 802.bb será atribuído Wlan_MANET_802.11b.

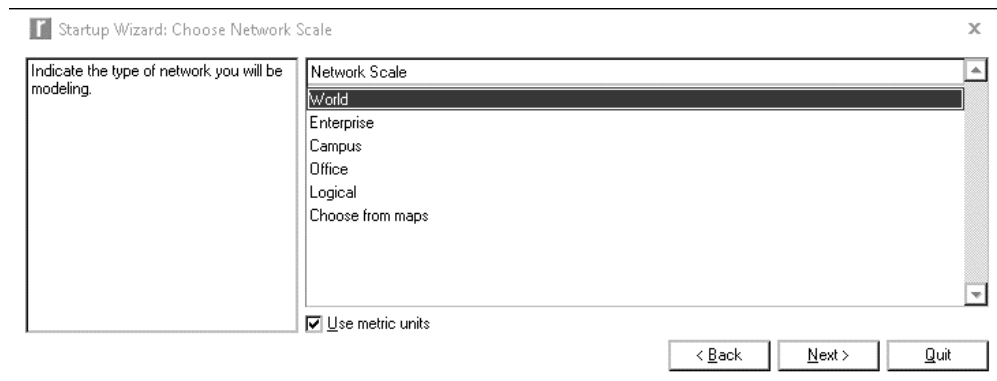
Figura 5.1.1 - Configuração Opnet



Fonte: Criado pelo Autor

Logo após é mostrado uma tela de escala da rede. Existe 7 opções de escala, desde países até escritórios office.

Figura 5.1.2 - Configuração Opnet

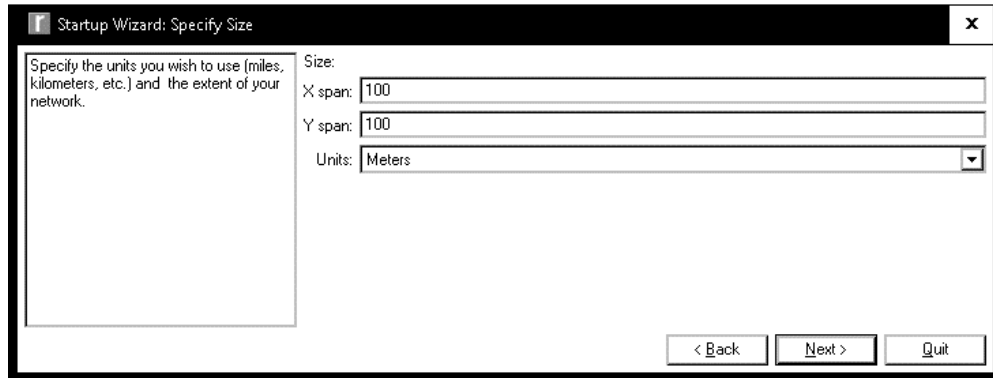


Fonte: Criado pelo Autor

Quando definido a escala modera modificar o tamanho específico do cenário no

caso o X e o Y e também a unidade de distância.

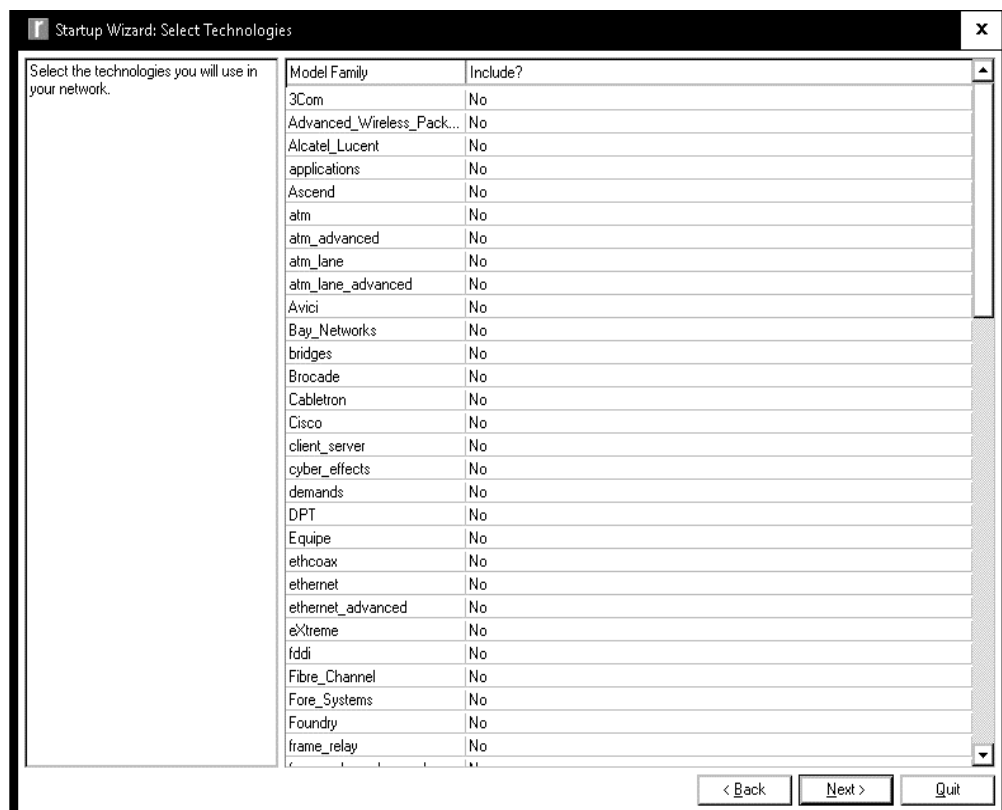
Figura 5.1.3 - Configuração Opnet



Fonte: Criado pelo Autor

E por final poderá ser selecionado diversos modelos de família de tecnologias de comunicação, desde redes cabeadas até redes sem fio. No nosso trabalho será usado a tecnologia Wireless_Lan_Adv pois usaremos opções avançadas que seria o uso do protocolo de roteamento AODV.

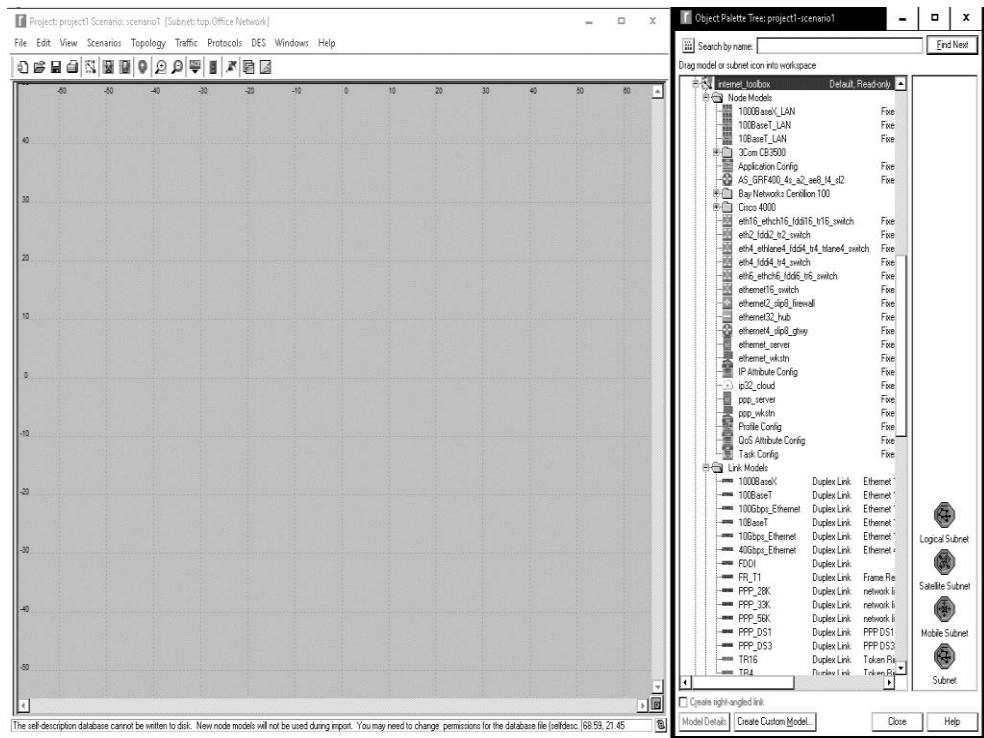
Figura 5.1.4 - Configuração Opnet



Fonte: Criado pelo Autor

Então será criado um cenário onde as opções que foram selecionados ira ser apresentado e um menu de opções para a criação e configuração do cenário estará presente para a simulação. O ObjectPaletteTree traz objetos de uso para a simulação do cenário, tal como hosts, hubs, roteadores, switches, cabos, servidores e etc.

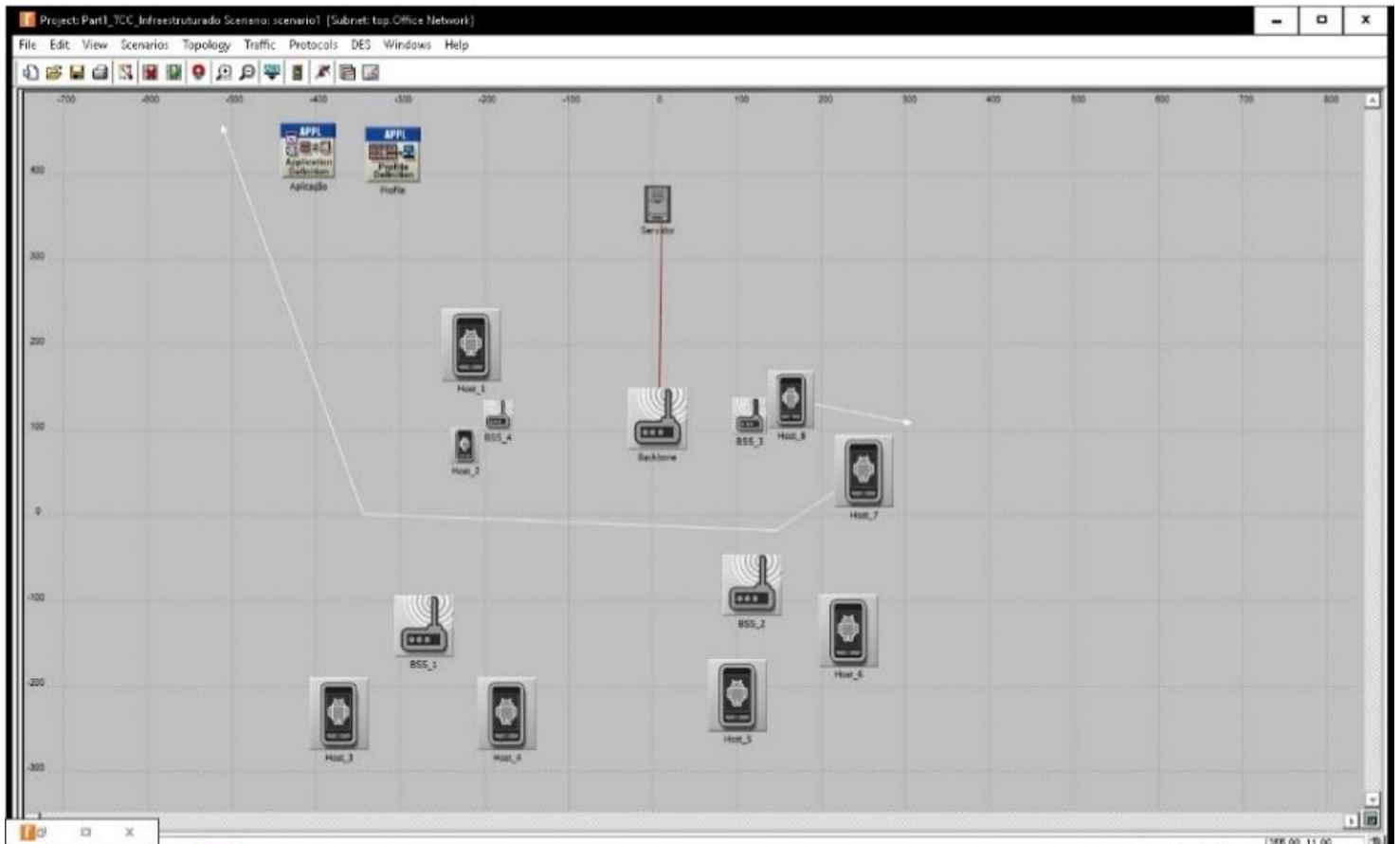
Figura 5.1.5 - Configuração Opnet



Fonte: Criado pelo Autor

Assim escolhendo todas as caracterizas que o cenário ira possuir foi criado um cenário idêntico tanto para o cenário da rede 802.11b quanto para a rede 802.11 apresentando na imagem baixo.

Figura 5.1.6 - Cenário onde a simulação das redes será feita



Fonte: Criado pelo Autor

No cenário da figura 5.1.6 é mostrado o cenário onde estará idêntico para as duas redes, MANET e a 802.11n. À primeira vista se encontra o servidor do cenário, é ele que irá transmitir os pacotes sequenciais contendo os dados do vídeo stream para toda a rede sem fio. No cenário é mostrado o Backbone da rede em que é o roteador que está cabeado ao servidor com a tecnologia 10BaseT_adv. Então assim que os dados do servidor forem transmitidos para o backbone cabe a ele retransmitir esses dados para os AP do cenário que seria o BSS_1, BSS_2, BSS_3 e o BSS_4. Todos os BSSs são roteadores sem fio.

Os BSSs por sua vez fazem a retransmissão dos dados para as estações que estão conectados a eles que são chamados de Hosts. Alguns desses hosts irão fazer uma trajetória para coletar os dados afins de comparação da rede. Na pesquisa será destacado dois hosts principais, o host 7 e o host 8 de cada rede. Cada host fara uma trajetória diferente, um fara a trajetória saindo da área de cobertura do AP em que se encontra conectado e o outro fara a trajetória dentro, mas no limite da área de cobertura do AP.

No host 7 ha uma trajetória de 3 pontos que estão apresentados na imagem 5.1.6, onde a soma deles é de 1.1Km, onde eu coloquei de velocidade 2 m/s então na primeira parte da trajetória o tempo de 0 que é a posição de partida até a primeira parte que é 124.92m foi de 2m04.46s, de 124.92 até 490.92m foi de 8m10.46s, e de 490.92 até 1.100.63m foi de 10m08.86s, então o total do tempo da trajetória do host 7 foi de 18m19.32s. O host 7 fará a trajetória saindo da área de cobertura que o AP dispõe para o uso.

No host 8 há uma trajetória de 1 ponto com um total de 144.75m, onde a velocidade é de 2 m/s, então o tempo da trajetória do ponto 0 até o ponto 144.75 é de 2m24.38s. O host 8 fará a trajetória indo até o limite da área de cobertura que o AP dispõe.

Tabela 2 - Atributos 802.11N

Atributos	Valores
Tempo de execução	19 Minutos
Tipo de Tráfego	Vídeo Conferencing
Tecnologia	802.11n DSSS

Tabela 3 - Atributos MANET 802.11b

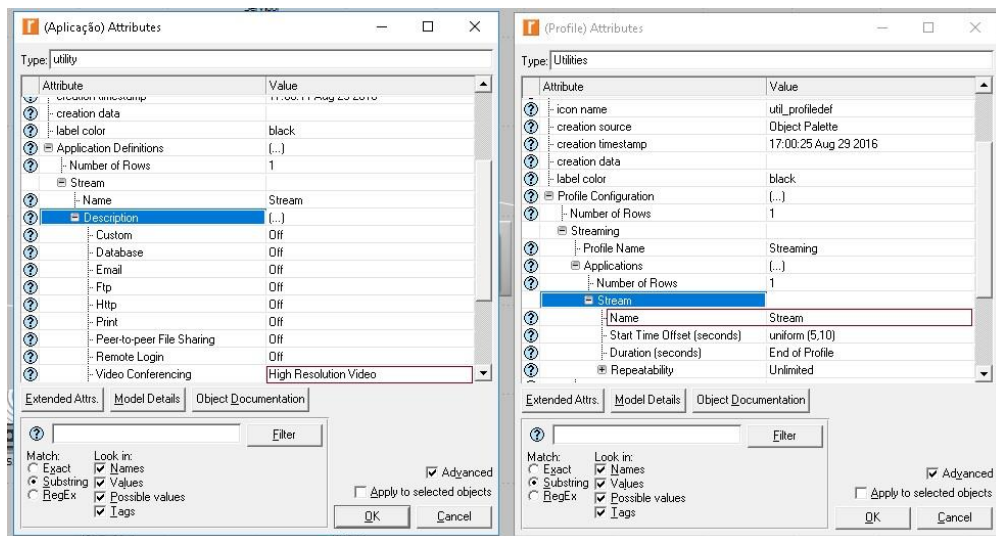
Atributos	Valores
Tempo de Execução	13 Minutos
Tipo de Tráfego	Vídeo Conferencing
Tecnologia	802.11b AODV

5.2 Configurando Vídeo Stream

No simulador existe a opção de serviço de aplicação chamada de VIDEO CONFERENCING. Primeiramente é configurado a aplicação de vídeo conferencing onde será disponibilizado no servidor central. Existem diferentes qualidades de vídeo nessa opção, mas o que difere uma da outra é o tamanho do quadro de cada qualidade. Usaremos a opção High Quality para uma qualidade maior. O vídeo será hospedado no servidor e os clientes irão fazer

pedidos desse vídeo. O simulador usa como padrão o protocolo de transporte UDP, mas é possível alterar para o protocolo TCP. OPNET representa o tráfego de vídeo como uma sequência de quadros de dados com o tamanho do quadro, sendo um parâmetro configurável. Por padrão, o aplicativo de videoconferência é executado sobre o protocolo de transporte UDP para evitar o gerenciamento de conexão e outros atrasos associados com o TCP (Sethi,Hnatyshin, 2013).

Figura 5.2 - Aplicação de Vídeo Conferencing



Fonte: Criado pelo Autor

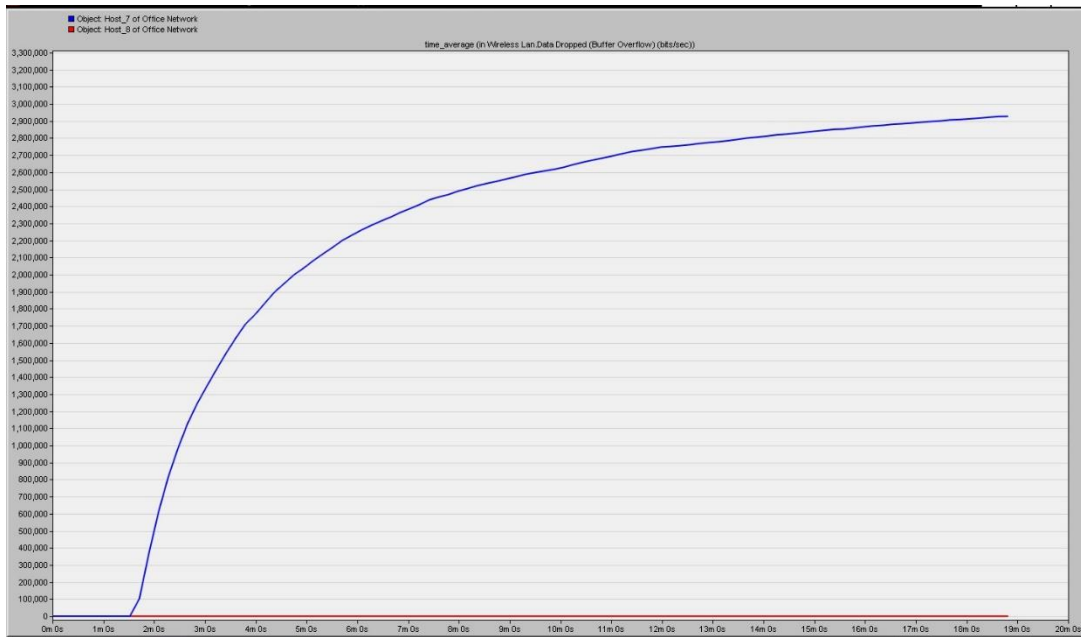
5.3 Resultados Da Simulação

Após a simulação é mostrado os resultados e estatísticas de medida de desempenho. Cada uma das estatísticas escolhidos será abordado nesse trabalho.

5.3.1 Data Dropped (Buffer Overflow)(bits/sec)

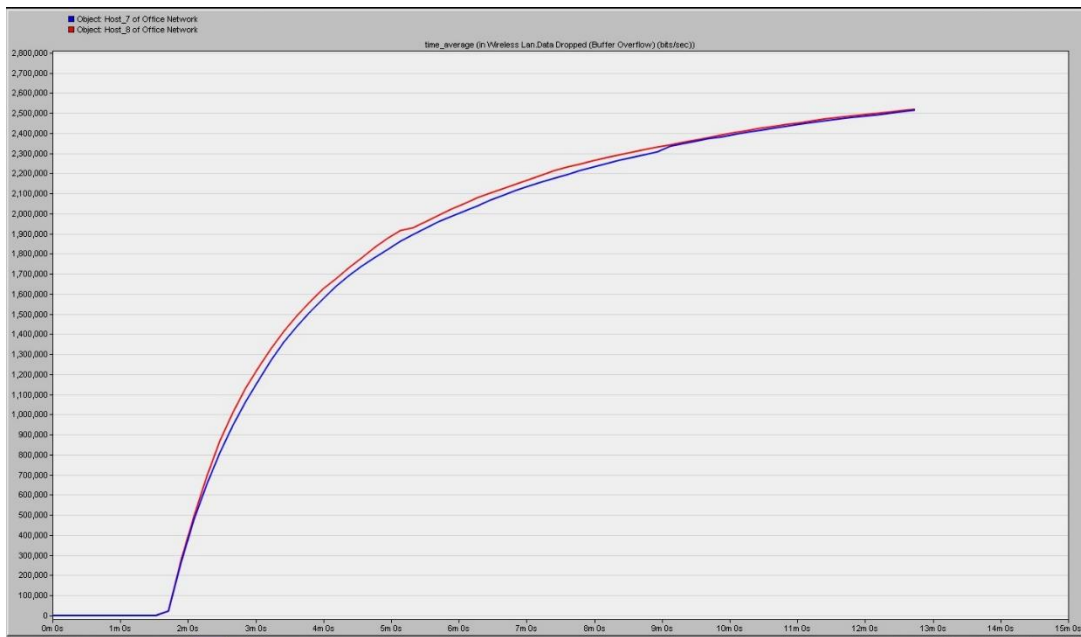
Esta estatística registra a quantidade total de dados que foram recebidos da camada superior e derrubados por todos os nós WLAN da rede devido ao estouro de buffer da camada superior ou devido a pacotes de dados exceder o tamanho máximo do MSDU.

Figura 5.3.1 - Resultado da Rede Convencional 802.11n (Data Dropped Buffer)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.2 - Resultado da Rede MANET 802.11b (Data Dropped Buffer)



Fonte: Criado Pelo Autor

Nota se que na rede convencional (802.11n) o estouro do buffer da superior está exageradamente maior do que a rede MANET (802.11b), pois quando o host 7 está se afastando da área de cobertura do AP a fila do buffer começa a encher o espaço alocado na memória até o momento em que praticamente todos os dados que são recebidos pela camada

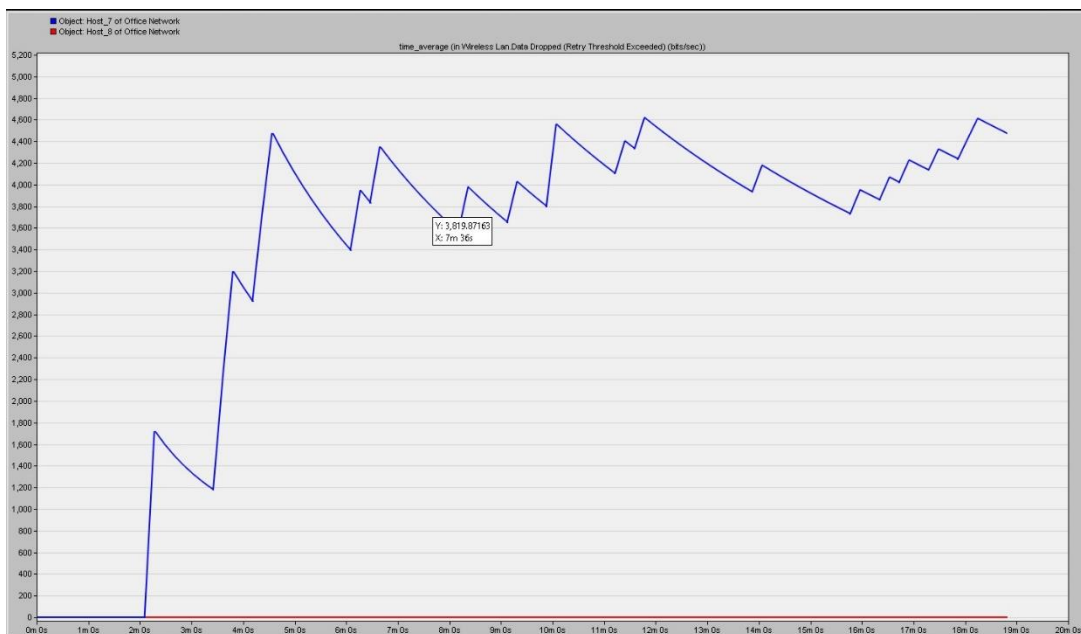
são descartados, e os poucos dados que chegam ficam alocados por isso a alta fila no buffer. O host 8 está na área de cobertura do AP por isso o descarte de dados quase não existe, pelo fato da rede ser 802.11n.

Já a rede MANET conforme o host 7 está vagando pela wlan os dados dropados estão bem próxima com os dados do host 8. Só existe um breve distanciamento entre eles quando o host 7 com a função ad-hoc recebe os dados por outro host no momento. O fato do host não ter um desempenho tão bom quando foi na rede convencional foi pela tecnologia usada.

5.3.2 Data Dropped (Retry Threshold Exceeded) (bits/sec)

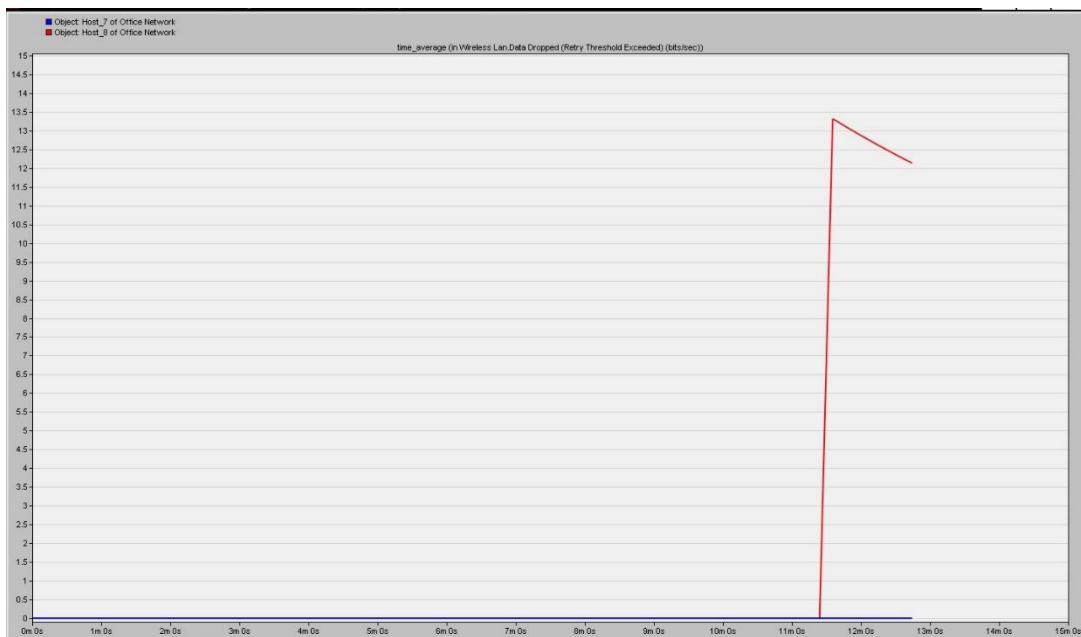
Esta estatística registra a quantidade total de dados que foram recebidos da camada superior e derrubados por todos os nós WLAN da rede devido à repetidas falhas de retransmissões.

Figura 5.3.3 - Resultado da Rede Convencional 802.11n (Data DroppedRetry)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.4 - Resultado da Rede MANET 802.11b (Data DroppedRetry)



Fonte: Criado pelo Autor

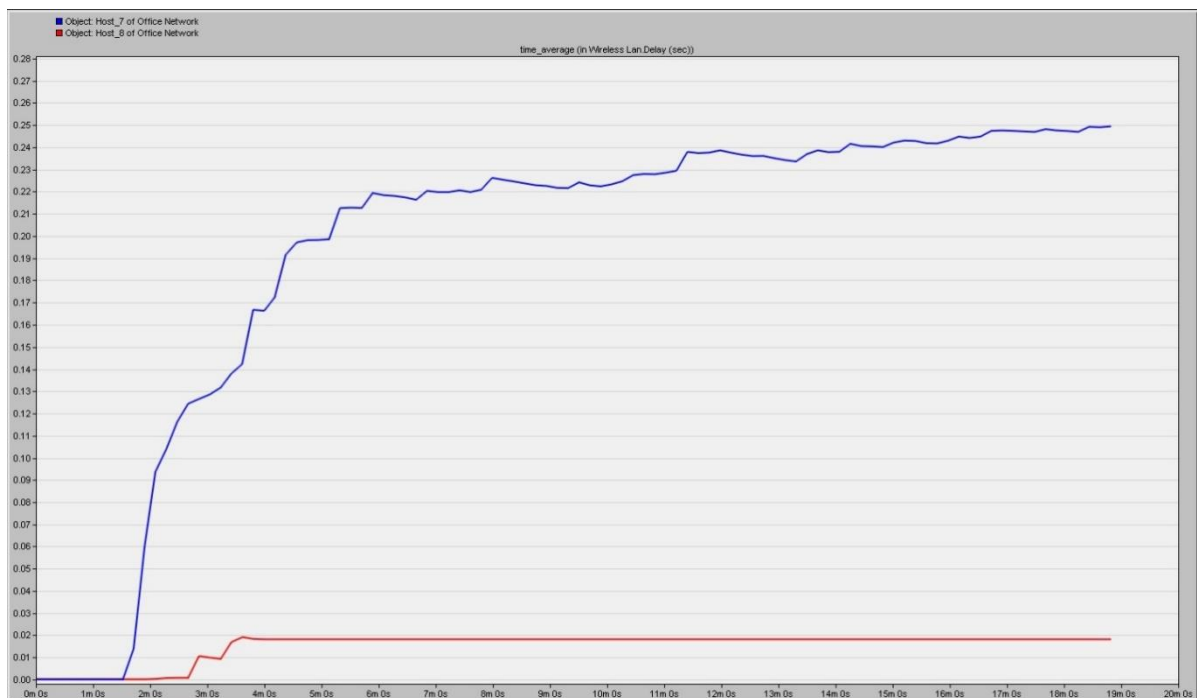
Na rede convencional o host 7 foi fazendo a trajetória já apresenta uma grande perda de dados por falha de tentativas de transmissão, e conforme ele foi se afastando os dados foram sendo descartados, até todos os dados praticamente serem descartados.

Na rede MANET o host 8 teve um pico de descarte de dados, isso se leva em consideração a ocupação do meio físico em que o host 7 usaria para fazer a recepção e o envio dos dados.

5.3.3 Delay (sec)

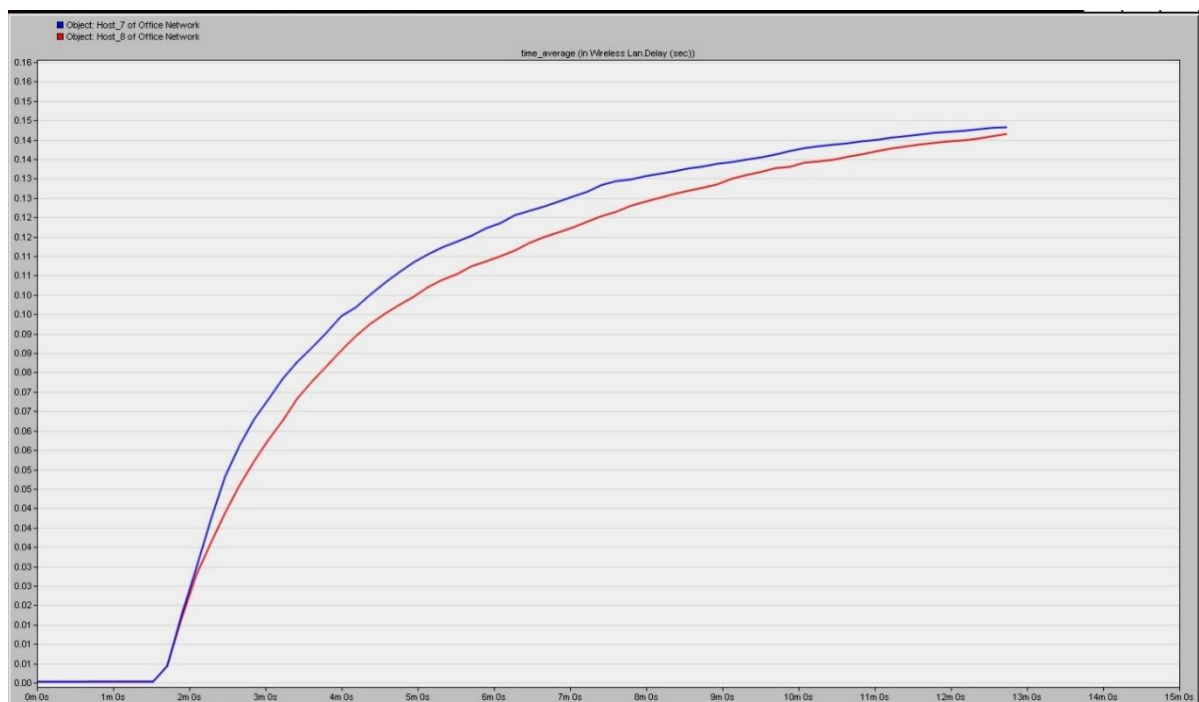
Essa estatística é muito importante para a comparação de qualidade de serviço. Ele faz o registro de todos os pacotes que foram enviados para todos nawnlane quanto tempo levou para que esses pacotes cheguem ao seu destino. Se ouvi atrasos ou não na transferência.

Figura 5.3.5 - Resultado da Rede Convencional 802.11n (Delay)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.6 - Resultado da Rede MANET 802.11b (Delay)



Fonte: Criado pelo Autor

Na figura 5.3.4 o host 7 teve em comparação com o host 8 teve um delay

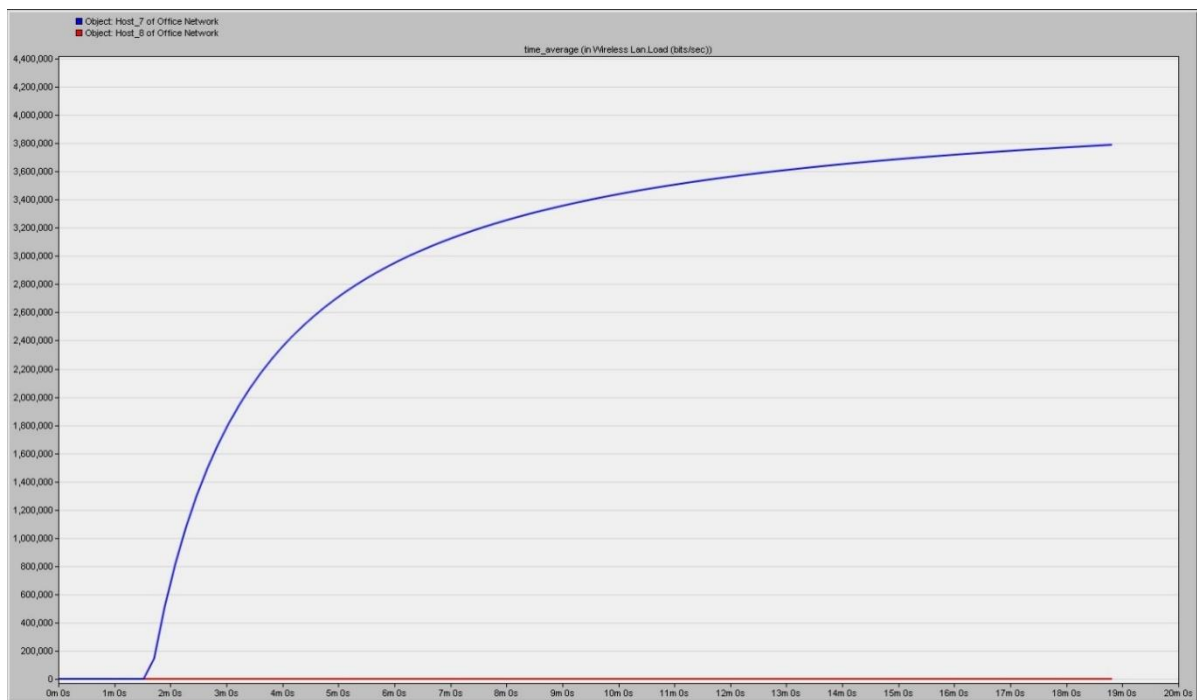
muito grande pois em quanto ele fazia a trajetória ele saía da área cobertura assim demorando para receber os dados, até que praticamente os dados não chegam ao seu destino.

Na rede MANET os hosts estão com a função ad-hoc habilitadas assim o host 7 mesmo saindo a área de cobertura poderá receber os dados por meio de outro host. Nota se que o host 7 teve um delay um pouco maior que o host 8

5.3.4 Load (bits/sec)

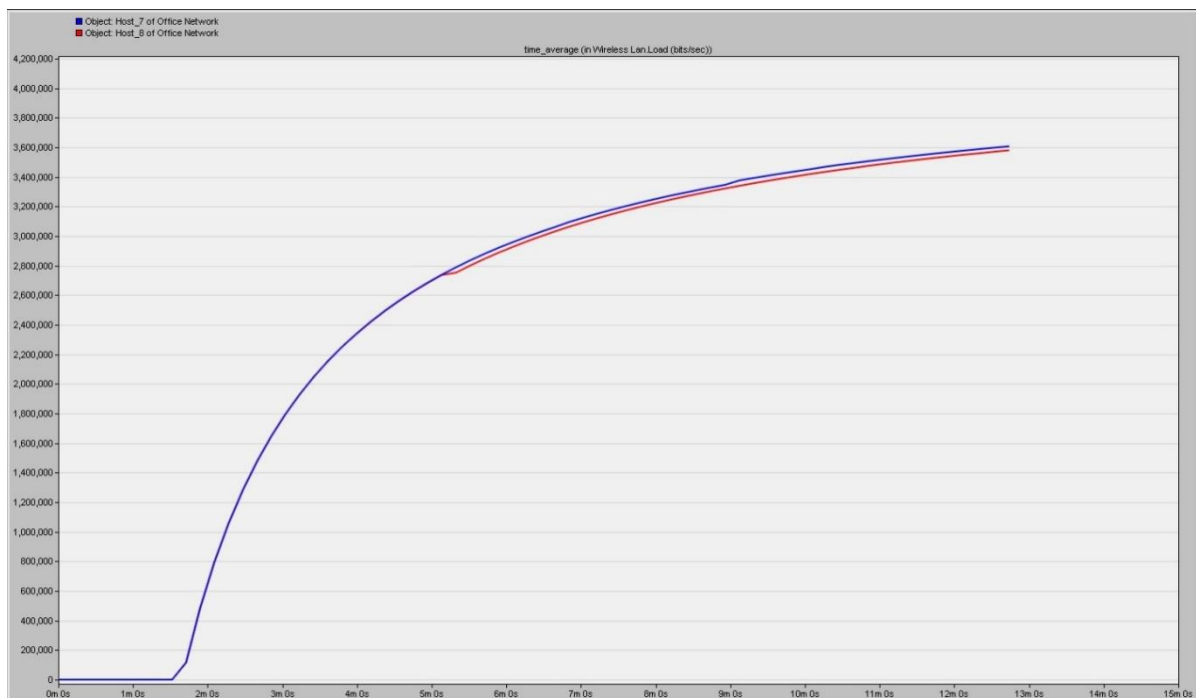
Esta estatística registra a quantidade total de dados enviados pela camada superior para transmissão pela camada de WLAN em todos os nós na rede.

Figura 5.3.7 - Resultado da Rede Convencional 802.11n (Load)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.8 - Resultado da Rede MANET 802.11b (Load)



Fonte: Criado pelo Autor

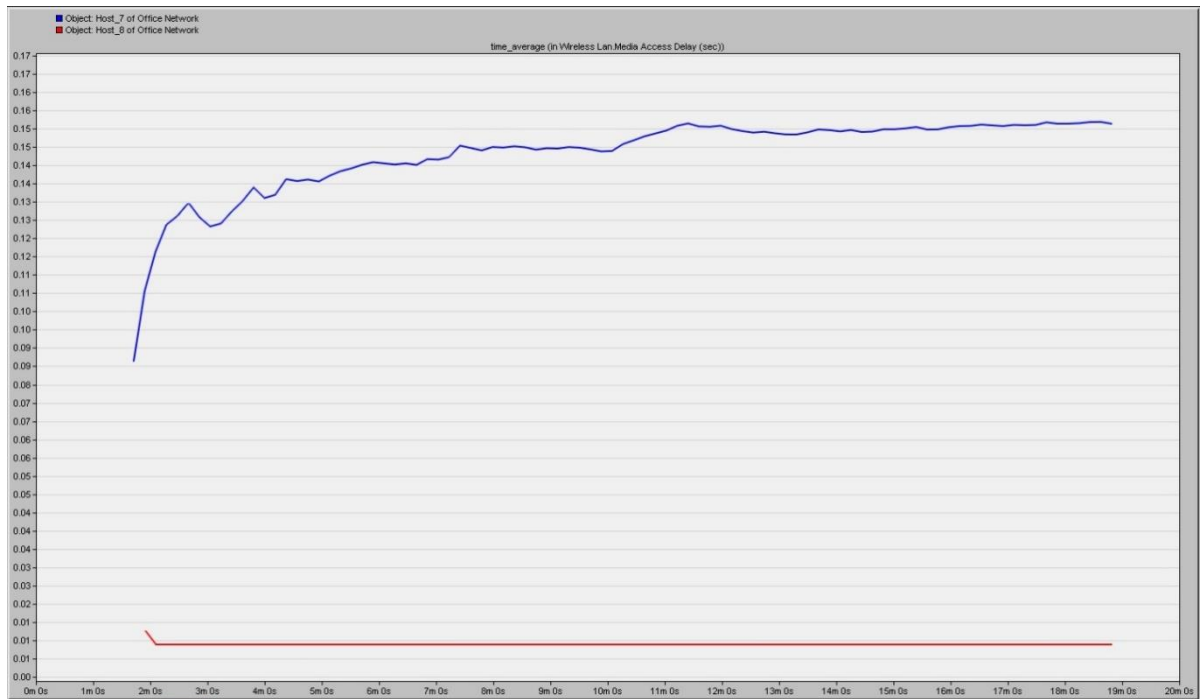
Na rede 802.11n o número de requisições feita pelo host 7 em comparação com o host 8 foi muito maior, pois quando o sinal do host é perdido ao sair da área do AP a camada superior envia várias requisições para receber os dados.

Na rede 802.11b o host 7 no começo fica bem idêntico o número de requisições de dados até o momento em que ele aumenta ligeiramente aos 5 minutos de simulação.

5.3.5 Media Access Delay (sec)

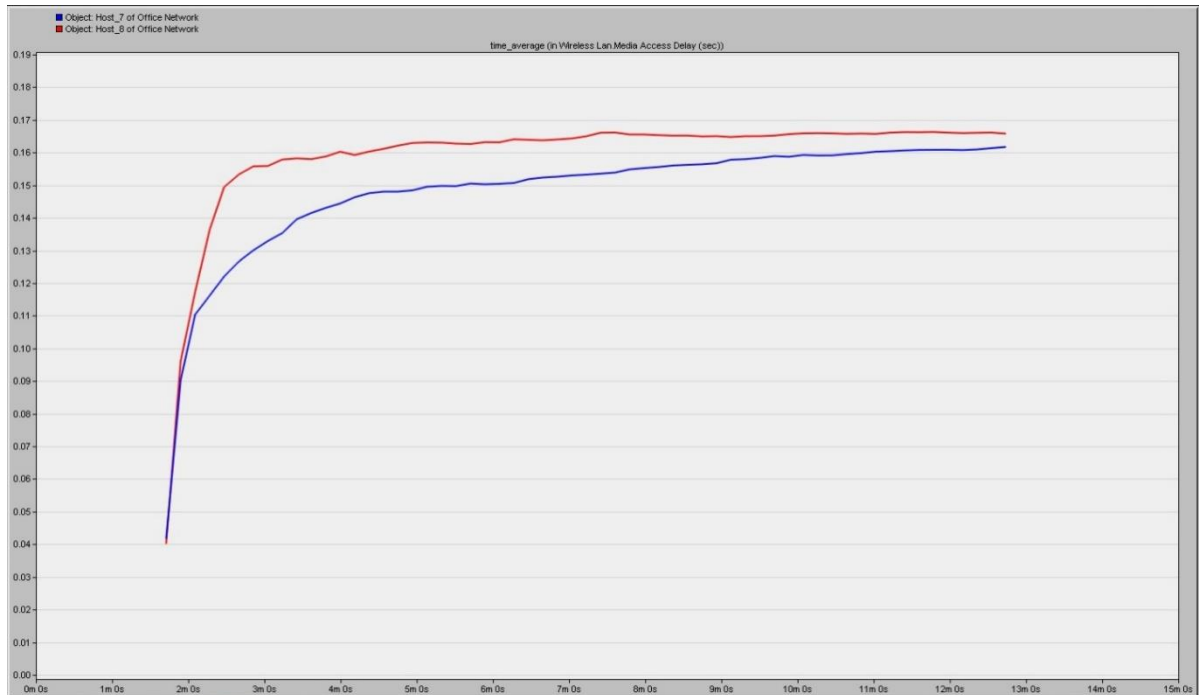
Esta estatística registra o atraso do acesso médio experiente pelos pacotes enviados para transmissão para esta interface WLAN. Este valor é calculado como o intervalo desde o momento em que o pacote foi inserido na fila de transmissão até o tempo que o pacote foi enviado para a camada física pela primeira vez.

Figura 5.3.9 - Resultado da Rede Convencional 802.11n (Media Access Delay)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.10 - Resultado da Rede MANET 802.11b (Media Access Delay)



Fonte: Criado pelo Autor

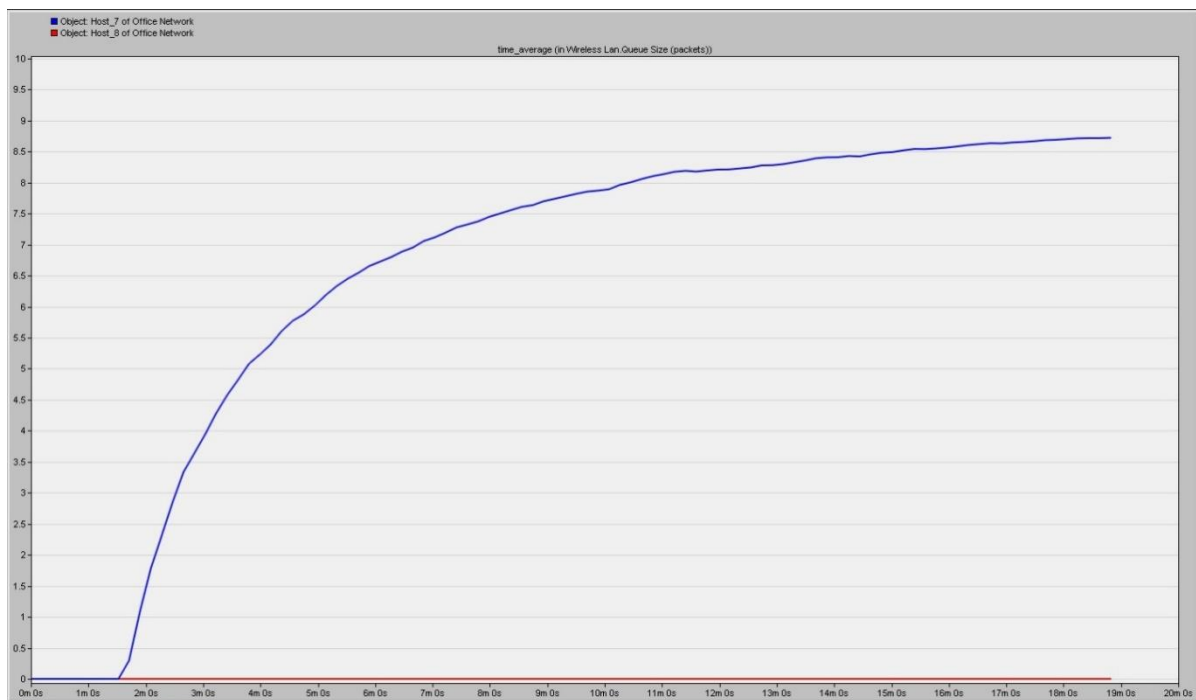
Como essa estatística medi o tempo de atraso de dados ela é essencial para a comparação da rede, pois o uso dela são para aplicações de tempo real. Na rede convencional nota um grande atraso de dados pois o host 7 está fora da área de cobertura da rede.

Já na rede MANET conforme o host 7 vai recebendo os dados de host vizinho o atraso não é tão grande em comparação com o host 8 em que não existe host nenhum em sua área que possa enviar os dados de maneira mais rápida e sem atraso.

5.3.6 QueueSize (packets)

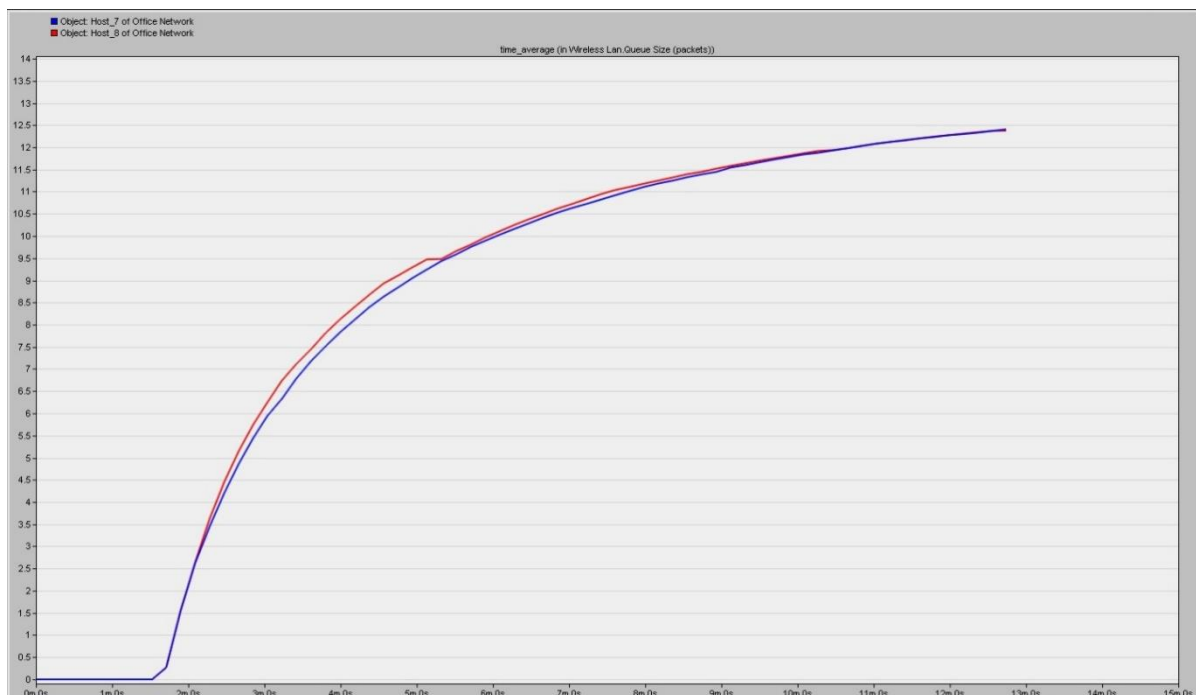
Esta estatística registra o número total de pacotes armazenados em buffer na fila de transmissão dessa interface WLAN.

Figura 5.3.11 - Resultado da Rede Convencional 802.11n(QueueSize)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.12 - Resultado da Rede MANET 802.11b(QueueSize)



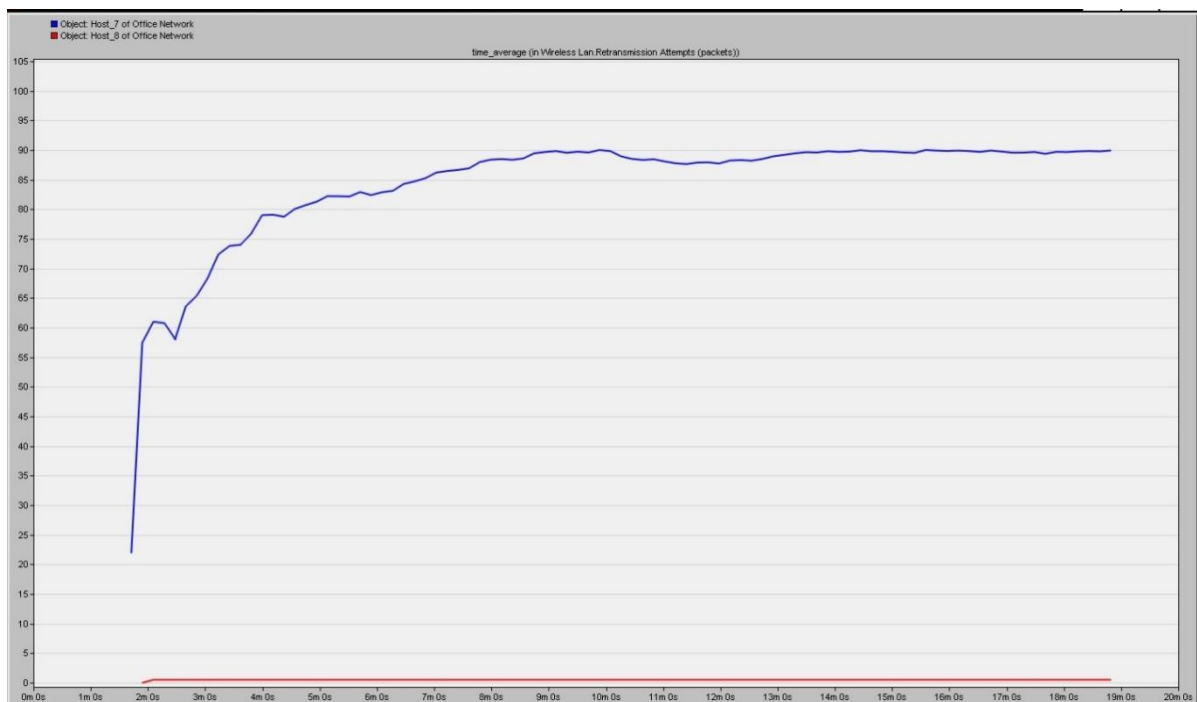
Fonte: Criado pelo Autor

Houve um grande estouro de buffer na camada superior no host 7 pois uma vez fazendo o trajeto para fora da área de cobertura do AP o número de dados ficam dentro do buffer por assim ele acaba estourando em comparativa com a rede MANET o buffer da camada superior é quase o mesmo.

5.3.7 RetransmissionAttempts (packets)

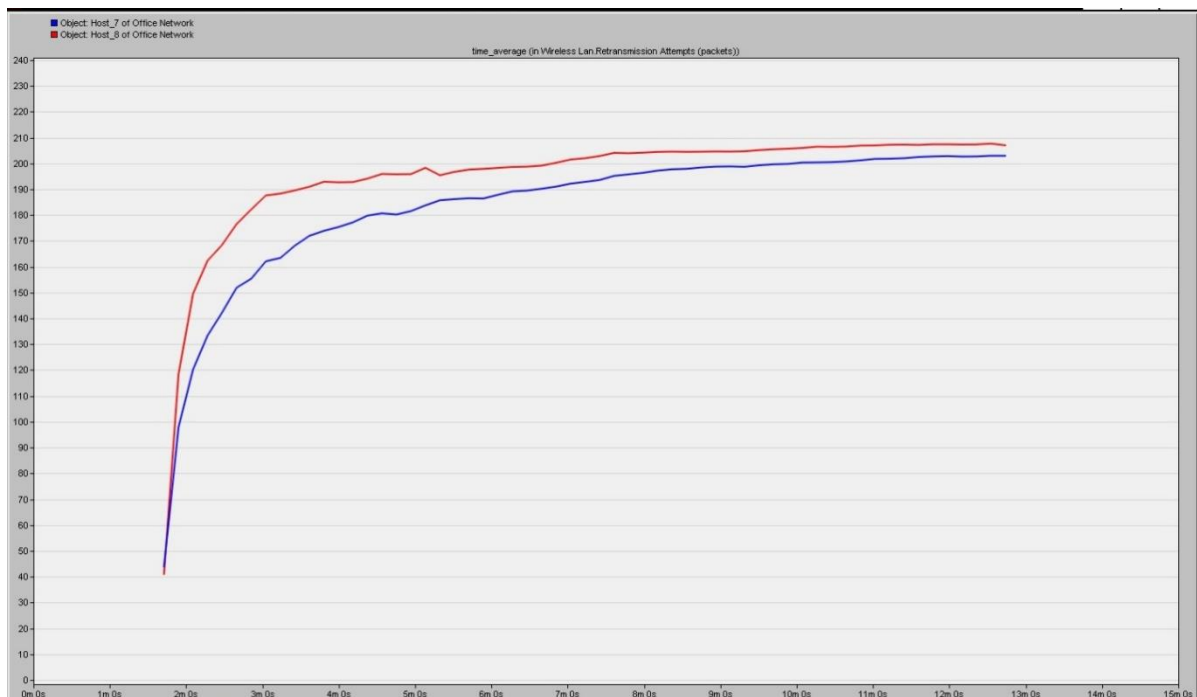
Esta estatística registra, o número total de tentativas de retransmissão (ou seja, até que o pacote é transmitido com sucesso ou será descartado devido a atingir o limite do limite da repetição de curto ou longo) nesta interface WLAN.

Figura 5.3.13 - Resultado da Rede Convencional 802.11n(RetransmissionAttempts)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.14 - Resultado da Rede MANET 802.11b(RetransmissionAttempts)



Fonte: Criado pelo Autor

No host 7 da rede convencional a ativas de envio de dados é exageradamente

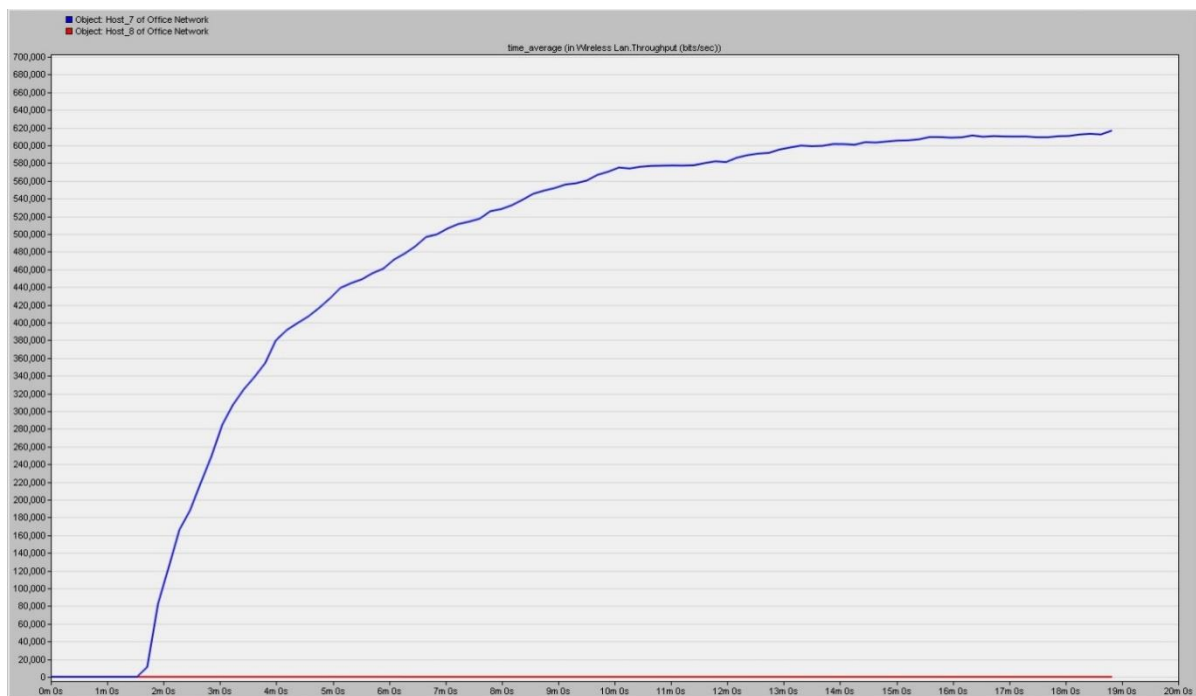
grande em comparação com o host 8, pois o host está complementa fora da are de cobertura.

Na rede MANET o host 8 está tendo um número maior de tentativas de envio do que o host 8 porque não existe nenhum host vizinho que possa repetir os dados em que ele está requisitando

5.3.8 Throughput (bits/sec)

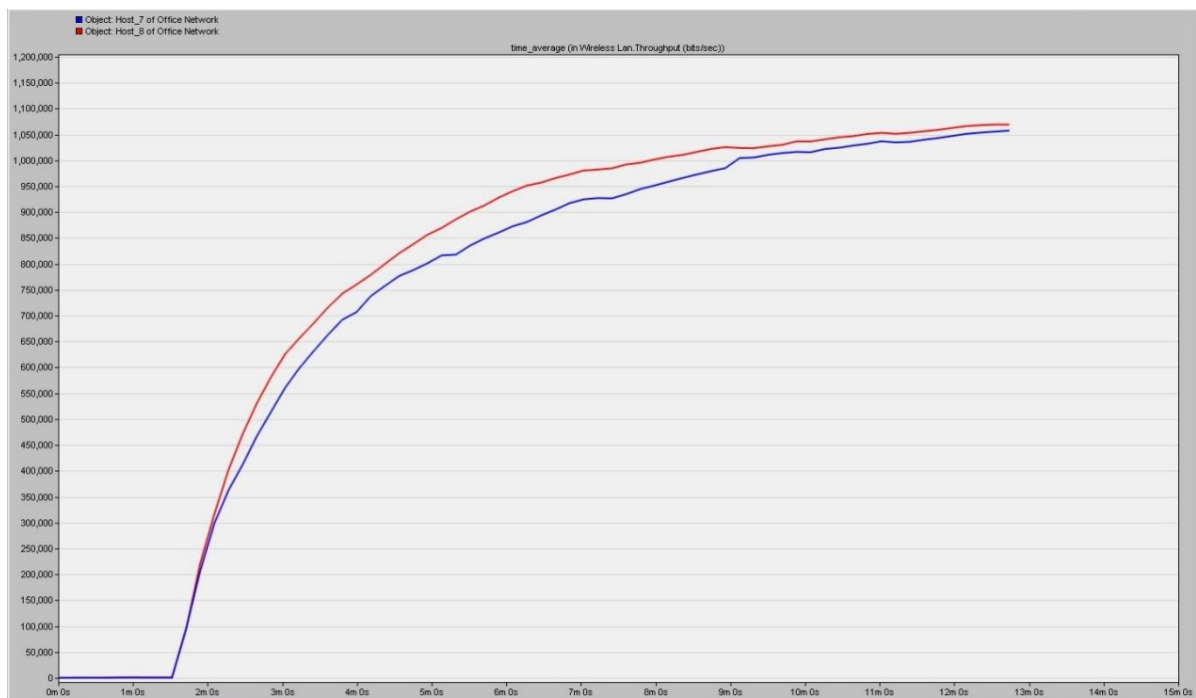
Esta estatística registra a quantidade total de dados que foram recebidos do meio físico e encaminhados a partir desta interface WLAN para a camada superior com sucesso.

Figura 5.3.15 - Resultado da Rede Convencional 802.11n(Throughput)



Fonte: Criado pelo Autor

Figura 5.3.16 - Resultado da Rede MANET 802.11b(Throughput)



Fonte: Criado pelo Autor

O número de dados que o host 7 está enviando ocupa muito mais espaço no meio físico do que em comparativa com o host 8, porque como ele acaba de sair da área de cobertura ele está tentando se reconectar novamente fazendo assim o maior uso do throughput. Se a simulação estivesse sendo executada por mais tempo o meio em que os dados do host 7 ocupam estaria vazio. Em comparativa com a rede MANET os dados ocupados pelo meio estão em quantidades quase igual para os dois hosts.

5.3.9 AODV.Number of Hops per Route

Essa estatística mostra o número total de hops (saltos) da rede MANET em que os hosts fizeram em seus vizinhos para o envio e o recebimento de dados.

Figura 5.3.17 - Resultado da Rede MANET 802.11b(AODV.Number)



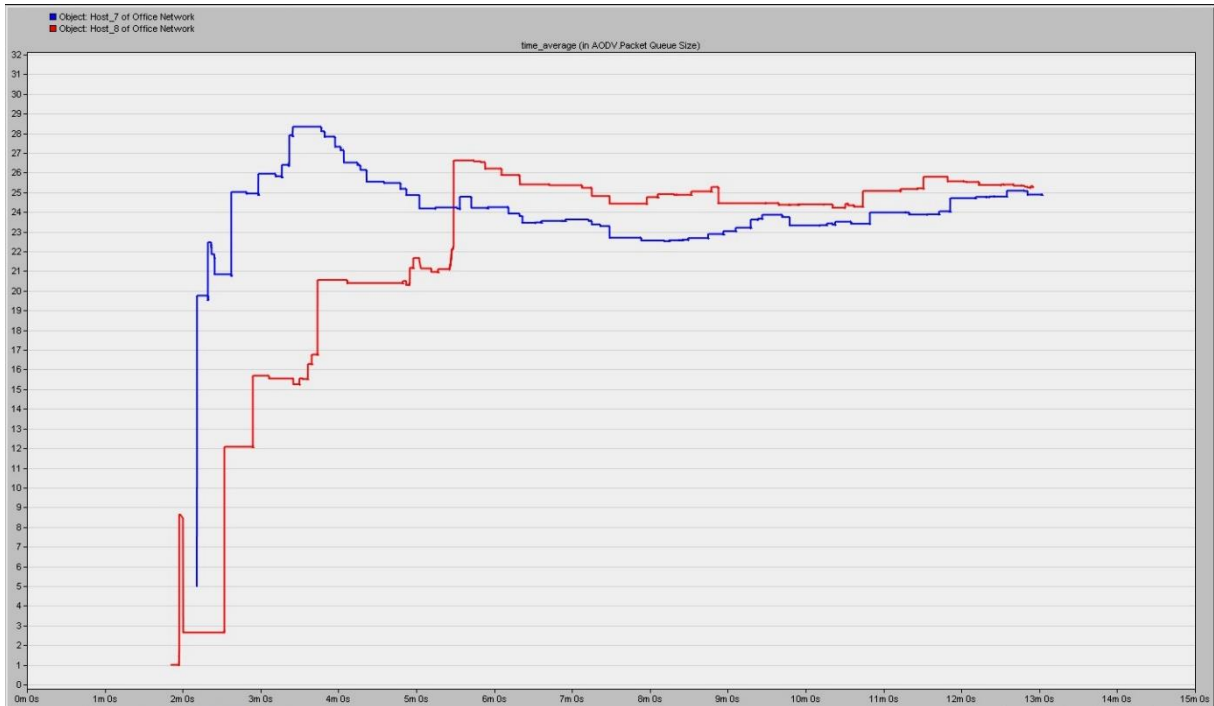
Fonte: Criado pelo Autor

No caso como o host 7 fez uma trajetória maior pelo cenário da rede MANET o número de hops foi mais elevado do que com o host8.

5.3.10 AODV.Packet Queue Size

Essa estática apresenta o tamanho da fila de pacotes dos hosts usando o protocolo de roteamento AODV.

Figura 5.3.18 - Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.QueueSize)



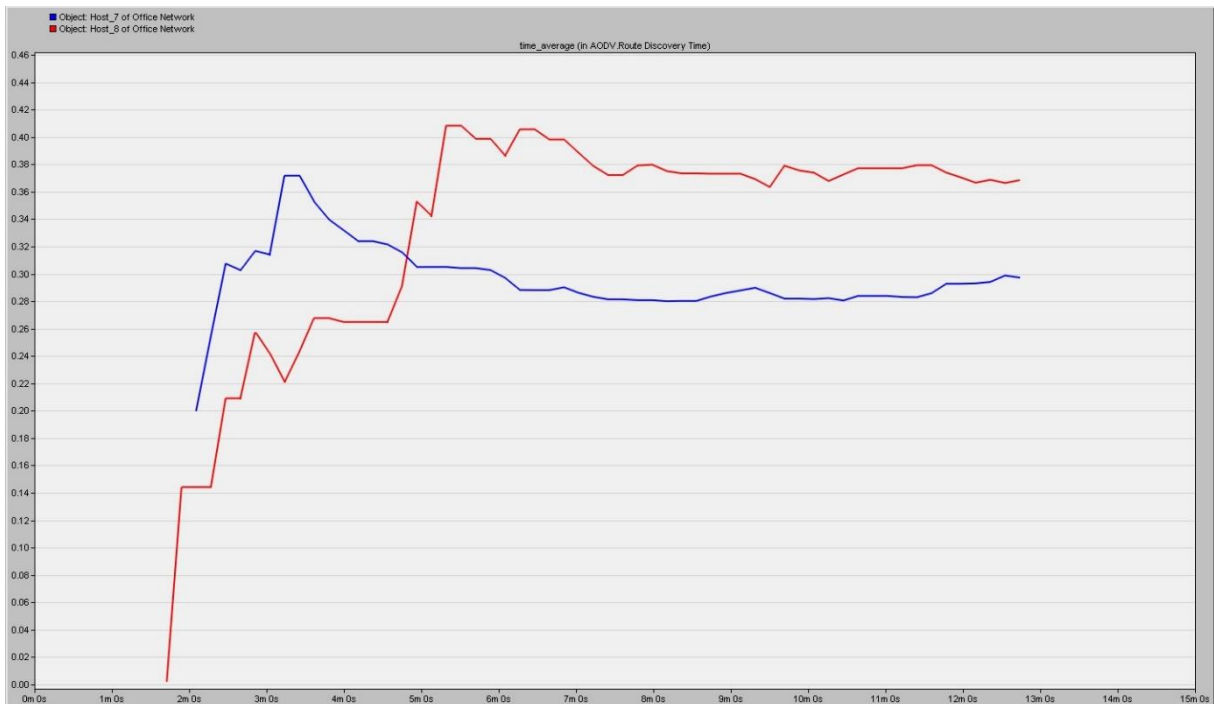
Fonte: Criado pelo Autor

No começo da simulação o host 7 fez a trajetória saindo da área de cobertura da rede fazendo assim o tamanho da fila aumentar. E logo após o host 8 no final da sua trajetória não possui nenhum host vizinho para fazer o hop assim a sua fila aumenta também e depois se estabiliza.

5.3.11 AODV.Route Discovery Time

Essa estática mostra o tempo necessário para que os hosts descobrissem a rota da rede.

Figura 5.3.19 - Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV.Route)



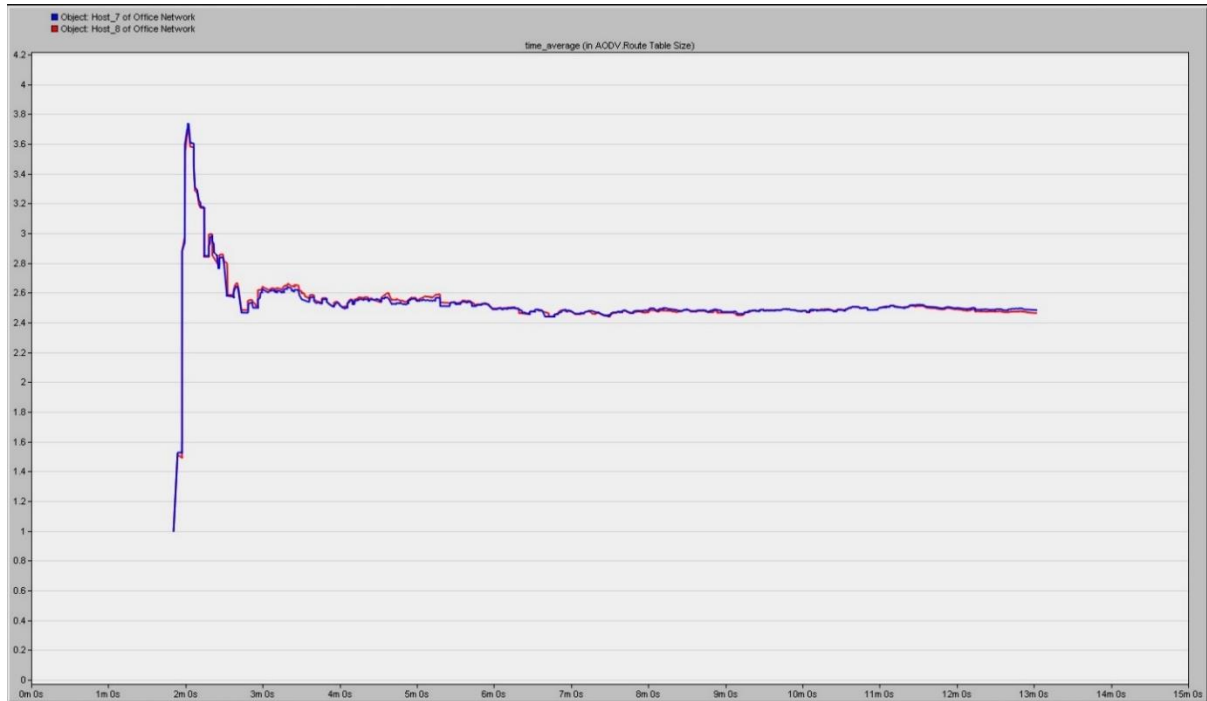
Fonte: Criado pelo Autor

O tempo de descoberta do host 8 foi maior pelo fato de que ele não possui host vizinho para escolher uma rota melhor fazendo assim usar o próprio sinal do AP.

5.3.12 AODV.RouteTableSize

Essa estática mostra o tamanho da tabela de roteamento dos hosts.

Figura 5.3.20 - Resultado da Rede MANET 802.11b (AODV. Table)



Fonte: Criado pelo Autor

As tabelas de roteamentos dos hosts são idênticas pelo fato deles inserirem nessa tabela os hosts dessa rede através do pacote de reconhecimento do protocolo AODV.

5.3.13 Tabela Comparativa

Tabela 4 - Comparação dos dados obtidos

Tecnologia	Fora da Área de Cobertura	Dados Perdidos	Dados Recebidos
MANET 802.11B	Expansiva	45%	65%
Convencional 802.11N	Sem Sinal do AP	97%	3%

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi explicado todas as estatísticas apresentadas no trabalho, foram abordados desde o funcionamento das redes até a explicação da criação do cenário no simulador riverbedmodeleracademicedition.

Na análise feita foimostrado vantagens de ambas as redes sem fio e suas tecnologias, assim também como foi suas desvantagens. Na rede convencional 802.11n infrestruturada pode-se afirmar que quando um host está dentro de sua área de cobertura a banda larga e a velocidade do meio em comparação com as 802.11b é deveras maior mostrado na figura 5.3.17, me que o host 8 não sobre nenhum tipo de retransmissão dos dados.Mas ao sair da área a perda de dados e seu atraso é muito grande, assim não podendo receber os pacotes de vídeo stream disponibilizado pelo servidos. O número de requisições que o host solicita ao sair da área de cobertura é muito, pois ele não está tendo resposta do mesmo apresentado na figura 5.3.3. Em contrapartida a rede MANET 802.11b não tem toda a robustez de banda larga que a rede 802.11n possui, mas ela possui a tecnologia ad-hoc, em que o host poderá receber dados de hosts vizinho assim podendo fazer uma grande trajetória por toda a wlan. Como na figura 5.3.6 que em comparação com a figura 5.3.6 o host não teve um atraso muito grande ao sair da área de cobertura.

Foram coletados dados das estáticas do protocolo de roteamento AODV. Na rede MANET o número de hops que os hosts deram para a rota foi mostrado e houve uma diferença muito grande entre eles, onde o host 8 não possui vizinho nenhum para que possa fazer os saltos e o host 7 possui assim fazendo com o que a experiência do host possa ser mais agradável sem muita queda de qualidade de serviço

Apresentado todos os gráficos e mostrados as características de ambas as redes se conclui que a rede MANET 802.11b em comparativa não tem a ótima qualidade de serviço que a rede 802.11n dispõe, mas não é ruim para uma aplicação de vídeo stream, sendo sua área de cobertura maior do que a rede 802.11n.

Em trabalhos futuros será usado a rede MANET 802.11b em comparação com a rede 802.11b, mas ao invés de usarmos o protocolo de roteamento reativo AODV será usado o protocolo reativo DSR.

REFERÊNCIAS

Bauer, Murilo, **Redes sem fio Mesh: Padrão 802.11s**. São José, Monografia, IFSC, 2012.

Cichaczewski, João, **Análise da Interferência Mútua entre Redes IEEE 802.11 e IEEE 802.15.4**. 1, Araranguá, Monografia, 2013.

Lucena, Everardo T., **Sistema de Comunicações Operacionais Multimídia Comunicações moveis (REDE MESH 802.11s)**. Brasília, Monografia, 2008.

Amadei, Aurelio J., Carlos, Otto M. B. D., **Segurança no Roteamento em Redes Móveis Ad Hoc**. Rio de Janeiro, Monografia, 2003.

Lu, Zheng, Yang, Hongji, **Unlocking the Power of OPNET Modeler**. China, Livro, 2012.

Perez, Gilbert E., Kostanic, Ivica, **Comparing a Real-Life WSN Platform Small Network and its OPNET Modeler model using Hypothesis Testing**, 7ª Edição, Melbourne, Vol. 12, Livro, 2014.

Sercan V., Ebubekir E. **Design and Simulation of Wireless Sensor Network Topologies Using the ZigBee Standard**, Elazig, Turkey, Vol. 2, 2015.

Sethi, Adarshpal S., Hnatyshin, Vasil Y., **The Practical OPNET® User Guide for Computer Network Simulation**, Boca Raton, Livro, 2013

Webler, Marcio E., **Transporte Eficiente de Conteúdos Empregados Agregação de Quadros para transmissão de fluxos de Vídeo escaláveis em redes IEEE 802.11n**. Rio de Janeiro, Monografia, 2011.

Stojmenovic, Ivan, **HANDBOOK OF WIRELESS NETWORKS AND MOBILE COMPUTING**, University of Ottawa, Universidad Nacional Autonoma de México, Livro, 2002

Tanenbaum, Andrew S. **Redes de Computadores**, 4ª edição, Rio de Janeiro, Livro, 2003.