

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Matheus Matos Paulo

**Arquitetura de rede de dados para intertravamentos
microprocessados.**

Comparação entre rede da sinalização da linha 8 e rede em
Estrela

São Paulo
2016

Matheus Matos Paulo

**Arquitetura de rede de dados para intertravamentos
microprocessados.**

Comparação entre rede da sinalização da linha 8 e rede em
Estrela

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
o Curso de Especialização em
Tecnologia Metro-Ferroviária.

Área de Concentração:
Tecnologia Metroviária

Orientador: Prof. Dr. André Riyuiti Hirakawa

São Paulo
2016

Catalogação-na-publicação

Matos de Paulo, Matheus

Arquitetura de rede de dados para intertravamentos - Comparação entre rede da sinalização linha 08 e rede em estrela / M. Matos de Paulo – São Paulo, 2016.

82 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia Metroferroviária) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.Ferrovia 2.Sinalização I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

AGRADECIMENTOS

À Deus sem ele não existiríamos;

À Companhia Paulista de Trens Metropolitanos -CPTM e à Secretaria dos Transportes Metropolitanos – STM, sem as quais este curso não aconteceria;

Aos Mestres e Doutores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelas horas dedicadas para preparação das aulas, em especial o Professor Orientador: Dr. André Riyuti Hirakawa;

Aos colegas de curso, pelos momentos de alegrias;

Aos nossos familiares e amigos, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

À compreensão de minha esposa Andréia, minhas filhas Heloísa e Alice, pelo carinho, auxílio nesta árdua tarefa e pela compreensão nos momentos de ausência dedicados a meus estudos;

E às pessoas que direta ou indiretamente nos auxiliaram no decorrer deste trabalho:

- Marcelo Rodovalho que compreendeu e incentivou a presença deste curso;

- Walter Sanuki

- Maria Cristina;

- Antonio Accurso;

RESUMO

A proposta deste trabalho é estudar a rede de comunicação de alta confiabilidade da linha 8-Diamante da CPTM, do intertravamento microprocessado do sistema de sinalização, que realiza a comunicação do campo com o centro de controle operacional, e vice-versa.

Esta rede possui a topologia em Anel e será comparada com a rede em Estrela, para comprovar a sua eficácia e verificar se atende às funções especificadas no projeto, através do simulador de rede Cisco Packet Tracer.

Por fim, o trabalho apresenta seus resultados dos cálculos, simulações e testes reais executados na rede apontando as diferenças entre os resultados obtidos nas simulações. Descrevendo como o simulador executa suas rotinas, demonstrando os métodos de simulação utilizados, e o comportamento esperado para cada arquitetura. Destaca-se nas conclusões as limitações e o uso recomendado do software de simulação, para aprendizado de programação de redes de comunicações e não para testes de desempenho com vários componentes. Quando a simulação envolve dois elementos de rede, os resultados se aproximam dos reais, porém a partir do terceiro elementos iniciam-se as divergências, que será explicado neste trabalho.

Palavras-chave:

EIGRP, Sinalização, Rede de dados, IP, Cisco Packet Tracer, simulação de redes Ip's, CBTC.

ABSTRACT

The purpose of this study is about network communication of high reliability of 8-diamond CPTM line of microprocessor interlocking signaling system, which performs the communication field with operational control center, and vice versa.

This network has the Ring topology and will be compared with the network Star topology, to prove its effectiveness and verify compliance with the functions it was designed by the Cisco Packet Tracer network simulation.

Finally, the study presents the results of calculations, simulations and actual tests performed on the network pointing out the differences between the results obtained in the simulations.

Describing how the simulator executes its routines, demonstrating the simulation methods used, and the expected behavior for each architecture. It stands out in the conclusions of the limitations and the recommended use of simulation software for communications networks programming learning and not for performance testing with various components. When the simulation involves two network elements , the results are close to real , but from the third elements start to the differences , which will be explained in this study.

Key words:

EIGRP, Signaling, Network, IP, Cisco Packet Tracer, IP Network Simulator.

Lista de ilustrações

Figura 01: Mapa da Linha 8 – Diamante da CPTM.....	17
Figura 02: Arquitetura da rede em anel.....	22
Figura 03: Arquitetura da rede em estrela.....	24
Figura 04: Apresentação do Packet tracer.....	25
Figura 05: Exemplo da rede no simulador Packet tracer.....	27
Figura 06: Interligação do domínio BFU com o CCO.....	31
Figura 07: Interligação do MAIN JPR com o CCO.....	33
Figura 08: Detalhe da rede em Estrela.....	35
Figura 09: Interpretação da tabela de cálculos VOC Main.....	51
Figura 10: Interpretação da tabela de cálculos Main-CCO.....	61
Figura 11: Interpretação da tabela de simulações VOC-Main.....	65
Figura 12: Interpretação da tabela de simulações Main CCO.....	74

Lista de tabelas

Tabela 01: Elementos utilizados na simulação.....	26
Tabela 02: Quantitativo de bits para a RPS.....	28
Tabela 03: Valores de TS, TG e TR para pacotes PING, 1MB e 2MB...	30
Tabela 04: VOC-MAIN para rede em anel.....	33
Tabela 05: MAIN-CCO para rede em anel.....	34
Tabela 06: VOC-MAIN para rede em estrela.....	36
Tabela 07: Comparação do VOC-MAIN para os três pacotes e para os dois tipos de rede.....	37
Tabela 08: Comparação do MAIN-CCO para os três pacotes e para os dois tipos de redes.....	38

Lista de gráficos

Gráfico 01: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-MAIN.....	39
Gráfico 02: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-MAIN.....	40
Gráfico 03: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-MAIN.....	41
Gráfico 04: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para pacote PING MAIN-CCO.....	42
Gráfico 05: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para arquivo 1,12MB MAIN-CCO.....	43
Gráfico 06: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para arquivo 2,24MB MAIN-CCO.....	44
Gráfico 07: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main.....	78
Gráfico 08: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main.....	78
Gráfico 09: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main.....	79
Gráfico 10: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main.....	79
Gráfico 11: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main.....	80
Gráfico 12: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main.....	80
Gráfico 13: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main.....	81
Gráfico 14: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main.....	81
Gráfico 15: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main.....	<u>82</u>

LISTA DE SIGLAS

AJO	Estação de Antonio João
ATO	Automatic Train Control
BFU	Estação Barra Funda
BRU	Estação de Barueri
CBTC	Communications-Based Train Control
CCO	Centro de Controle Operacional
CDV	Circuito de via
CPB	Estação de Carapicuiba
CSA	Estação de Comandante Sampaio
DMO	Estação Domingos de Moraes
EIGRP	Enhanced Interior Gateway Routing
FTP	File Transfer Protocol
Gbps	Giga bit per second
GIG	Interface Gigabit Ethernet
GMC	Estação de General Miguel Costa.
ICMP	Internet Control Message Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGRP	Interior Gateway Routing Protocol
ILE	Estação Imperatriz Leopoldina
IP	Internet Protocol
IPV	Estação de Itapevi
JDR	Estação de Jandira
JPR	Estação Julio Prestes
LAB	Estação Lapa linha 8
Main	Equipamento de campo para controle de ferrovias.
Main	Equipamento de campo para controle de ferrovias de
BFU	Barra funda
Mb	Megabit
MB	MegaByte
Mbps	Mega bit per second
Mpss	Mega packets per second
MTU	Maior taxa de transmissão
OSA	Estação de Osasco
OSI	Open systems Protocol
PAL	Estação Presidente Altino
PCL	Posto de Comando Local
Ping	Linha de comando de plataforma windows
PPAL	Pátio Presidente Altino
RPS	Rede Privada de Sinalização
STE	Estação de Santa Teresinha.
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VOC	Vital Object Controller

VOC ATP	Vital Object Controller - Automatic Train Protection
VOC ATP BFU	Vital object control Automatic train protection (Controlador de objeto vital de estação de Barra funda)
VOC BFU	Vital object control of Barra Funda (controlador de Objeto Vital da estação de Barra Funda)

Glossário

Círculo de Via - CDV	Trecho entre duas JIC (Junta Isolante Colada) que determina a detecção do trem através do curto circuito das rodas dos trens com os trilhos.
Intertravamento	Equipamento de sinalização responsável pela segurança, utilizando lógica vital.
Main	Equipamento de sinalização para comunicação, controle e alinhamento de rotas.
Máquina de chave	Equipamento de via para realização de transposições ferroviárias.
VOC	Equipamento de sinalização para controle de objeto na via férrea
VOC ATP	Equipamento de sinalização para controle e proteção de trens

INDICE

1. Introdução.....	14
2. Objetivo.....	16
3. Motivação e Argumentação.....	16
4. A rede de sinalização do CBTC.....	18
4.1. Descrição da RPS.....	19
5. Rede em estrela.....	24
6. Ambiente simulação.....	25
7. Velocidade teórica das redes.....	27
7.1. Anel	29
7.1.1. VOC-Main.....	30
7.1.2. Main-CCO.....	33
7.2. Estrela.....	34
7.2.1. VOC-Main.....	35
7.2.2. Main-CCO.....	36
8. Resultados teóricos.....	37
9. Resultados simulação	38
9.1. Simulação VOC-Main.....	38
9.2. Simulação Main-CCO.....	41
10. Conclusão.....	44
11. Referência bibliográfica.....	46
11.1. Livros.....	46
11.2. Lei.....	46
11.3. Sites.....	46

11.4. Artigos, normas e documentos técnicos	47
12. Anexos.....	49
12.1. Anexo I – Tabela de endereçamento de rede e tabela de endereçamento dos switchs.....	49
12.2. Anexo II – Tabela de endereçamento dos switchs.....	50
12.3. Anexo III – Resultados dos cálculos para comunicação entre VOC-Main.....	51
12.4. Anexo IV – Resultados dos cálculos para comunicação entre Main-CCO.....	61
12.5. Anexo V – Resultados das Simulações para comunicação entre VOC-Main.....	65
12.6. Anexo VI – Resultados das Simulações para comunicação entre Main-CCO.....	74
12.7. Anexo VII – Gráficos teórico x Simulado para pacotes Ping e arquivos 1,12MB e 2,24MB, transmitidos entre VOC-Main.....	78

1. Introdução:

A empresa de transporte foi criada através da Lei Estadual Nº 7.861, de 28 de maio de 1992, que autoriza o poder executivo a construir uma sociedade mista, denominada CPTM Companhia Paulista de Trens Metropolitanos¹. Com uma aplicação de capital inicial de 10.000.000.000,00 (dez bilhões de cruzeiro), a CPTM deveria assumir os sistemas de trens urbanos da Região Metropolitana de São Paulo, operados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU e pela Ferrovia Paulista S/A – FEPASA. A CBTU foi integrada junto a CPTM no ano de 1994 e a FEPASA após dois anos².

A CPTM sempre teve uma história conturbada em meios suas condições de operação serem precárias, superlotação, assédio contra mulheres, comércio ilegal de mercadorias, greves, surfistas de trens, tumultos, pane de sistema. Os tumultos geralmente eram causados por defeitos no sistema de trens. Em um desses tumultos ocorrido na CPTM obteve um prejuízo de cinco estações depredadas, e três trens queimados. Outro episódio marcante foi um surfista de trem, que paralisou a linha 12 e a população enfurecida ateou fogo em trem parado na plataforma de Ermelino Matarazzo³.

A rede atual da CPTM possui 260,8km de extensão, passando em 22 municípios, distribuídos em 6 linhas, são elas: 7-Rubi, 8-Diamante, 9-Esmeralda, 10-Turquesa, 11-Coral e 12-Safira. Possuindo 92 estações sendo 45 acessíveis a transporte de pessoas com deficiência. As Estações de maiores fluxo de usuários dentro da CPTM são Brás, Luz e Barra Funda. Há também sistema de integração com outras estações da Companhia Metropolitana do Estado de São Paulo (METRÔ-SP) gratuitas, como é o caso das estações Luz, Brás, Barra Funda, Tamanduateí, Pinheiros e outras que funcionam em horários especiais como as estações Tatuapé e Itaquera. Ao longo dos anos, a CPTM trava uma batalha de prestar serviço de transporte

¹ Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1992/lei-7861-28.05.1992.html>

² CPTM: “Nossa história”. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/Pages/Nossa-Historia.aspx>

³ CPTM: “Nossa história”. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/Pages/Nossa-Historia.aspx>

público propiciando mobilidade urbana com excelência e segurança. Isso é uma complicaçāo quando falamos em obras. Todas as linhas da CPTM passam por algum tipo de obra: de revitalização, infra-estrutura, modernização de sistemas de sinalizaçāo, telecomunicações, energia, rede aérea e via permanente. Os desafios da CPTM são concluir essas obras sem comprometer a qualidade do seu atendimento.

A demanda crescente de passageiros, fez com que a CPTM sempre procurasse as inovações de seus sistemas. Este é um dos desafios que a empresa vem superando, diariamente. As inovações estão aplicadas em todas as áreas de operação, inclusive no sistema de sinalizaçāo que realiza o controle dos trens com segurança. Os sistemas contratados pela CPTM para a sinalizaçāo são o CBTC (Communications Based Train Control – traduzido para o português Controle de trens baseado em comunicação) e ATO (Operação automática de trem), tecnologias diferentes, porém compatíveis com as necessidades operacionais. Das obras realizadas pela CPTM, pode-se destacar a implantação do CBTC na linha 08.

Com uma nova concepção de projeto de sinalizaçāo, o CBTC passou por questionamentos, desconfianças, na época da implantação, por apresentar poucas referências nacionais, e a quebra do paradigma de não utilizar na base de seu intertravamento o conceito de circuito de via fixo.

O sistema CBTC foi contratado com o objetivo principal de diminuir o headway, que é intervalo de um trem com outro no mesmo ponto. A linha 08 passará a operar com headway de 3 minutos ou invés, dos 5 minutos atualmente. Com o headway diminuído, o número de viagens crescerá 40%, de 296 para 480 viagens ao dia.

O sistema CBTC da linha 08, quando em funcionamento total, o maquinista que atualmente tem que controlar a velocidade, abrir porta, e demais funções, deixará de executá-las, e será realizada automaticamente pelo sistema. Evitando atrasos por ordem humana, mas o sistema não está operacional.

O sistema CBTC possui equipamentos de via que recebem informações dos elementos de campo que compõem o intertravamento da sinalizaçāo, como por exemplo, circuito de via, sinais, máquina de chave entre outros. Estes

equipamentos de via transmitem as informações para o Centro de Controle Operacional (CCO), através da rede de comunicação, ponto a ponto, de arquitetura em anel. Essa rede de sinalização denominada Rede Privada de Sinalização (RPS) tem função importante, pois em caso de falha, pode ocasionar a parada de todo o tráfego do sistema de sinalização, podendo a operação da linha 08 ser interrompida parcialmente ou totalmente, causando transtornos operacionais.

A rede RPS além de operar ininterruptamente, deve manter a capacidade de funcionamento durante a sua vida útil.

Um fator importante para a rede RPS é a quantidade de dados transportados, o tráfego deve ser dimensionado para que a rede comporte o sistema.

2. OBJETIVO:

Analizar a rede da sinalização do CBTC de alta confiabilidade e capacidade, da linha da 8-Diamante da CPTM comparando com a rede em estrela.

Aspectos a ser comparado serão a arquitetura, confiabilidade, desempenho, interligação.

Comparar as velocidades das redes dados, como são influenciadas pelas arquiteturas de rede e validar substituições entre as arquiteturas e permitir o uso da rede dados para transporte de dados não provenientes dos sistemas de sinalização.

3. MOTIVAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO:

A linha 8 da CPTM tem uma extensão de 41km quilômetros, ligando Julio Prestes a Amador Bueno, passando por 6 municípios sendo: São Paulo, Osasco, Carapicuíba, Barueri, Jandira e Itapevi. Esta linha possui estações de transferência para o Metro através da estação Barra Funda, e acesso a outras

linhas da CPTM como a linha 09-Esmeralda, realizada na estação Osasco e Presidente Altino, e na linha 07-Rubi; estação Barra Funda.

Abaixo o mapa da linha 8-Diamante.

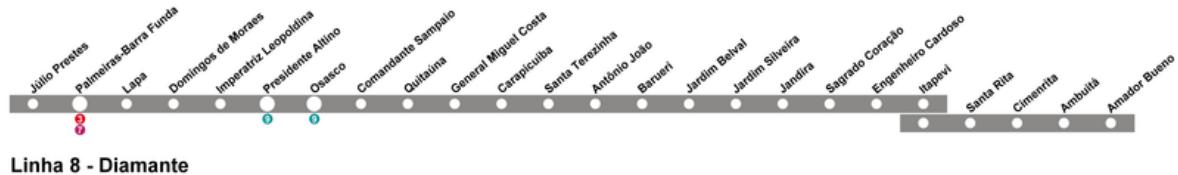


Figura 01: Mapa da Linha 8 – Diamante da CPTM

A Operação desta linha é realizada em dois loops. Um loop interliga Julio Prestes a Itapevi, o outro Itapevi a Armador Bueno. No primeiro trecho devido as necessidades operacionais do pico da manhã, entre 06:00h as 09:00h, há uma loop estratégico de Julio Prestes a Barueri.

A CPTM está investindo na linha 8-Diamante para colocar em operação um dos sistemas de sinalização mais moderno, o CBTC, controle de trens baseado em comunicação. Esse sistema quando estiver implantado, diminuirá o intervalo entre os trens, passando a ofertar mais lugares perfazendo que a população realiza sua viagem de forma tranquila e confortável.

O CBTC é um sistema de sinalização metroferroviário, baseado em comunicações de dados, onde as composições e os equipamentos de controles, interagem por uma rede complexa de dados, que envolvem sistemas de rádio telecomunicações, e sistema de comunicações com fibra ótica, para garantir que os trens trafeguem de forma eficiente, obedecendo o headway empregado pelo sistema com segurança.

Como o sistema do CBTC necessita de uma rede de comunicação de dados para transportar a informação do intertravamento para o Centro de Controle Operacional – CCO, esta rede é de suma importância para todo o sistema de sinalização.

Outro ponto que podemos destacar é a redundância dessa rede, devido a importância das informações que trafegam para o sistema de sinalização.

4. A REDE DA SINALIZAÇÃO DO CBTC:

O sistema de sinalização da linha 08 é constituído em grande parte por lógica microprocessada. A região que permanece com a lógica a relé é o trecho entre as estações Imperatriz Leopoldina e Osasco, com cerca de quatro quilômetros. O sistema de sinalização coleta as informações dos objetos de campo, geralmente relés do tipo vital, instalados ao longo da via férrea. Essas informações são transmitidas para os “cérebros” do sistema, denominados VOCs (Controladores de Objeto Vital), que realizam lógicas de sinalização e automação dos sistemas, como verificação do bloqueio de uma determinada rota e codificação para o bordo do trem de forma segura.

A RPS interconecta os sistemas de intertravamento de campo da sinalização com o centro de controle. Ela possui equipamentos de comunicação duplicados e a topologia acompanha o anel físico, que será detalhado no capítulo 4.1.

A arquitetura utilizada pela rede RPS, neste fornecimento do sistema de sinalização, compreende três tipos de equipamentos essenciais, sendo eles: Main, VOC e VOC ATP.

O Main é o concentrador de informações do intertravamento vital, comunicando- se com os controladores vitais de objeto Vital Object Controller, VOC, e Vital Object Controle Automatic Train Protection, VOC ATP, executando as rotinas locais de automação e segurança. Também é responsável pelo envio de informações ao Servidor do CCO.

O VOC é responsável pela lógica de campo da sinalização. O equipamento tem a função de manter a distância segura entre trens, controlar os equipamentos de mudança de via, permitir o trânsito das composições nos trechos determinados e controle de sinais de via.

Por ser montada em lógica vital, toda condição de operação do equipamento é desenvolvida para que o sistema sempre se comporte em falha segura. Ou seja, em qualquer condição de falha, anomalia ou comportamento estranho das entradas, o sistema sempre encaminha para uma condição segura, saindo de interrupções de trechos até a parada completa dos trens.

Os VOCs comunicam-se com o Main, porém na ausência dessa ligação, os VOCs possuem rotas default automáticas, armazenadas em sua memória, pré-programadas no sentido normal de tráfego, sem a liberação da geração de código.

O VOC ATP é um controlador de objeto vital para o sistema de proteção de trens a partir da comunicação das informações recebidas pelo Main. O VOC ATP é responsável pela geração dos códigos de velocidades para as composições.

Sua concepção é de tal forma para que seja garantida a geração do código certo. Em caso de falha na comunicação entre o VOC ATP e o Main, o código de velocidade do sistema é restringido a 0Km/h e as composições também são levadas à paralisação.

4.1. Descrição da RPS:

O sistema de sinalização da linha 8, detém a informação dos objetos de campo como circuito de via, máquina de chave, sinal, e liberação para geração de código.

O Circuito de Via (CDV) é um trecho em média de 400 metros, limitado em suas extremidades por uma Junta Isolante Colada, quando não há um trem nesse trecho, dizemos que o CDV está livre, e quando há trem no CDV está ocupado.

As máquinas de chave são equipamentos responsáveis pela transposição de via das composições. Há duas indicações, uma para a posição normal, e outra para a posição reversa. Quando a mesma apresenta um determinado problema, não se encontrando em nenhuma posição, normal ou reverso, podemos dizer que ela está sem indicação.

Os sinais são equipamentos para auxiliar os operadores de trem na condução do mesmo. Quando estão aberto os sinais estão verdes; fechados, vermelhos.

A liberação da geração de código é um sinal que indica que o CDV pode receber códigos de velocidade.

As indicações desses equipamentos CDV, sinal, máquina de chave e liberação da geração de código, são recebidas pelos VOC's (Controlador de Objeto Vital) do sistema que realizam a lógica do intertravamento vital, como verificar se uma rota (trecho liberado para o trem possa transitar com segurança) está com os seus devidos bloqueios, a liberação da geração de código para o trem prosseguir, sem qualquer tipo de problema, e outras funções para que o sistema possa operar sem comprometer a segurança, que não é escopo deste trabalho.

Em uma determinada situação do trem transitando da estação JPR para a estação LAB, os VOCs recebem a informação de quais circuitos de via estão livres, verificando assim, se as máquinas de chaves encontram-se na posição necessário para abertura da rota. Caso não estejam, ele movimenta as máquinas de chaves colocando em sua posição correta, e se não houver nenhum impedimento de bloqueio, como por exemplo, uma rota no sentido contrário, a rota é aberta.

Após a rota aberta, o Controlador de Objeto Vital de proteção de trens (VOC ATP), faz uma nova analise da rota, e disponibiliza um código de velocidade compatível com o trecho correspondente, e com a devida segurança do sistema de sinalização. Sendo os códigos permitidos de 0km/h, 50km/h, 70km/h e 90km/h, para que o trem possa receber a velocidade para seguir até a estação de LAB.

Em caso de falha, como a interpretação errônea das entradas, o VOC não realizará suas funções, mas o sistema não estará desprotegido, uma vez que, as saídas permanecerão em estado de segurança, ou seja, todos os CDVs ficarão ocupados, máquinas de chave sem indicação, sem a liberação para a geração de código de bordo, e os sinais de via fechado.

O VOC e o VOC ATP informam o Main que é o concentrador de informações do intertravamento vital. O Main realiza rotinas locais de segurança, na lógica vital, e transfere-se as informações para o servidor do CCO.

Os VOCs, VOCs ATP e MAIN, são os equipamentos que compõem a Rede Privada de Sinalização – RPS do CBTC que será o objeto de estudo deste trabalho. Estes equipamentos estão distribuídos ao longo da linha 8,

pode existir localidade que há 2 dois VOCs, como por exemplo, Domingos de Moraes (DMO) por ser uma região com vários elementos de via e outros nenhum, como Antônio João (AJO) que os elementos de via estão localizados em seus vizinhos, Santa Terezinha (STE) e Barueri (BRU). Por exemplo, o VOC de Lapa (LAB) está localizado na estação Lapa (LAB) e gerencia as informações do trecho dessa estação. O VOC ATP de LAB também se encontra na estação Lapa. O MAIN de LAB encontra-se na estação de Barra Funda (BFU).

O sistema do CBTC é dividido ao longo da linha 8, em 4 grandes domínios. O domínio é um trecho determinado formado por quatro sites, iniciando por Julio Prestes até Itapevi, possuindo uma estação mestra, a qual detém os Mains das outras estações, sendo essa estação o nome do domínio. Os quatro domínios são: Barra Funda, Osasco, Carapicuíba e Itapevi.

O primeiro domínio é de Barra Funda é constituído pelas estações: Julio Prestes (JPR), Barra Funda (BFU), Lapa (LAB) e Domingos de Moraes (DMO).

O segundo domínio é de Osasco é formado pelas estações: Imperatriz Leopoldina (ILE), Osasco (OSA), Presidente Altino (PAL), Pátio de Presidente Altino (PPAL). Nesse domínio, cerca de 4 quilômetros, não está implantado o sistema de intertravamento microprocessado, contudo sua rede de comunicação está ativa para permitir o fechamento da rede em anel.

O terceiro domínio é de Carapicuíba é composto por: Comandante Sampaio (CSA), General Miguel Costa (GMC), Carapicuíba (CPB) e Santa Terezinha (STE).

No quarto domínio é de Itapevi, tem como sites as estações: Antonio João (AJO), Barueri (BRU), Jandira (JDI) e Itapevi (IPV).

A topologia física da RPS do CBTC consiste em uma rede em anel, onde cada nó, está conectado através do switch, assim a informação circula no interior do anel, formando uma série de enlaces ponto a ponto, entre os switchs. Esta rede é formada por dezesseis sites: CCO BRÁS, JULIO PRESTES – JPR; BARRA FUNDA – BFU; LAPA – LAB; DOMINGOS DE MORAIS – DMO; IMPERATRIZ LEOPOLDINA – ILE; PRESIDENTE ALTINO – PAL; PÁTIO DE PRESIDENTE ALTINO – PPAL; OSASCO – OSA; COMANDANTE SAMPAIO – CSA; GENERAL MIGUEL COSTA – GMC;

CARAPICUIBA – CPB; SANTA TERESINHA – STE; ANTONIO JOÃO – AJO; BARUERI – BRU; JANDIRA – JDI; ITAPEVI – IPV.

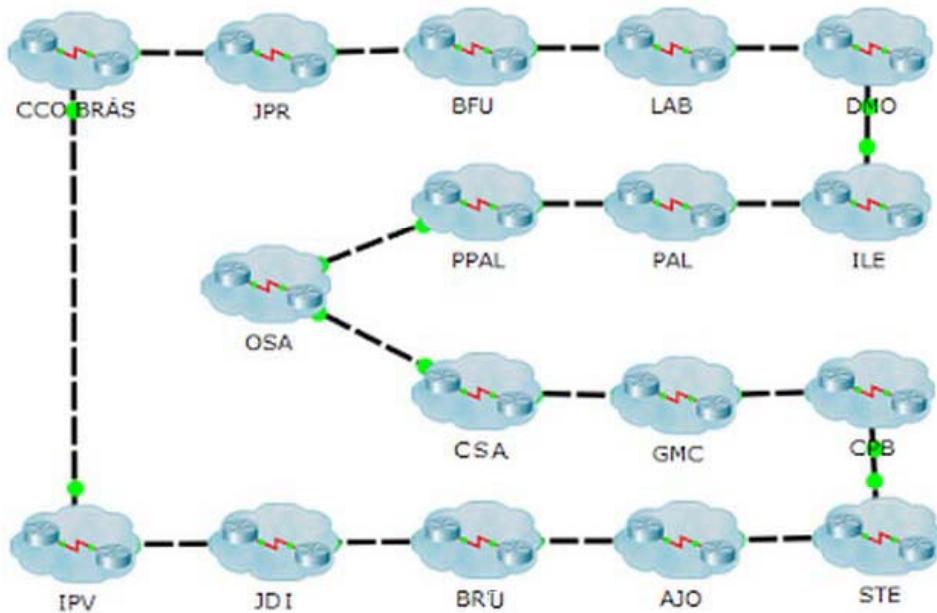


Figura 02: Arquitetura da rede em anel

Em cada site há um switch responsável pela concentração das informações dos equipamentos, e distribui para seus sites vizinhos através de duas portas Gigabits (1Gbps).

A interligação dos sites é realizada através de dois cabos de fibra ótica, que iniciam no CCO e deslocam até IPV, e o anel fecha novamente quando chega ao CCO. Dessa forma o Anel possui duas formas de rotas entre os sites adjacentes. Por exemplo, a rota entre IPV e JDI pode ocorrer pela rede 1 ou rede 2, porém não deve ser considerado anel duplo, com isso não há ganho de desempenho. As informações das redes são duplicadas, assim o VOC de JDI se comunica pela rede 1 com o MAIN de JDI, situado na estação IPV, e o mesmo VOC possui uma conexão com a rede 2, e interliga o MAIN de JDI.

Esta rede possui protocolo TCP/IP para comunicação entre os equipamentos. Física: É o equipamento básico, meio físico, no nosso caso, a Fibra Ótica;

Rede: também conhecida como camada Internet, é responsável por determinar o melhor caminho por onde os pacotes vão ser transmitidos. São os

endereços lógicos, Internet Protocol IP. O IP tem um número 32 bits Ipv4, e de 128bits para Ipv6⁴. É a identificação de cada componente dentro da rede. Para a rede em anel, os IP's foram gerados de forma crescente, endereçamentos dentro da mesma rede, possuem mesma sub-rede e gateway, vide o anexo 01, os endereços IP's da rede em anel.

Enlace: é responsável pela troca de informação binária entre o VOC e o MAIN, por exemplo, CDV livre “1” e CDV ocupado “0”.

Transporte: Esta camada possui dois protocolos:

UDP (User Datagram Protocol): que é uma espécie de serviço de transporte de mensagens.

TCP (Transmission Control Protocol), é responsável pela entrega do pacote de forma confiável, entre os serviços que o TCP pode oferecer são ligação permanente, comunicação ponto-a-ponto, viabilidade total (sem duplicação nem perda) e bidirecionalidade⁵.

Aplicação: esta camada contém vários protocolos, como o TELNET (terminal virtual), FTP (Protocolo de transferência de arquivos), SMTP (protocolo de correio eletrônico). A nossa rede trabalha como um protocolo proprietário, o EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) situado na camada de aplicação do sistema, em um nível superior da camada aplicação.

O protocolo utilizado pela rede para roteamento é o Enhanced Interior Gateway Routing, EIGRP, uma versão superior do Interior Gateway Routing Protocol, IGRP. Ambos os protocolos são desenvolvidos pela Cisco⁶.

O protocolo EIGRP mantém uma tabela de endereços e rotas, onde estão os registros dos caminhos que os pacotes seguem, de acordo com uma métrica, geralmente percorrendo o caminho mais rápido, que é a prioridade.

A métrica envolve parâmetros como Largura de banda, atraso, confiabilidade, carga. A forma que a métrica se comportará pode ser decidida pelo usuário, no nosso caso a métrica obedece ao conjunto de métricas do caminho mais rápido. O EIGRP envia apenas atualizações parciais das suas

⁴ Disponível em:
<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/viewFile/4378/4137>

⁵ Disponível em: <http://pt.slideshare.net/maurotapajos/1-introducao-redesdecomunicacaodedados>

⁶ Expósito, J., Trujillo, V., Gamess, E.: **Easy-EIGRP: A Didactic Application for Teaching and Learning of the Enhanced Interior Gateway Routing Protocol**, Caracas (VEN)., Pág 1.

tabelas de rotas quando há uma alteração de rota e os enlaces são mantidos sob vigilância determinando quais caminhos foram perdidos quando os enlaces são desativados, disparando rotinas para manter o acesso a todas as redes mapeadas⁷.

Ocorrendo um corte de fibra ótica o sistema permanece integro, somente algumas informações serão encaminhadas novamente, pois o EIGRP mesmo possuindo uma tabela dinâmica perderá alguns pacotes.

5. REDE EM ESTRELA:

Para análise da rede em estrela, os equipamentos são os mesmos da rede em anel, a mudança está na interligação física.

A arquitetura da rede em estrela tem como característica a passagem das informações por um elemento central da rede, o CCO, que distribuirá a informação para o site correto, conforme figura abaixo:

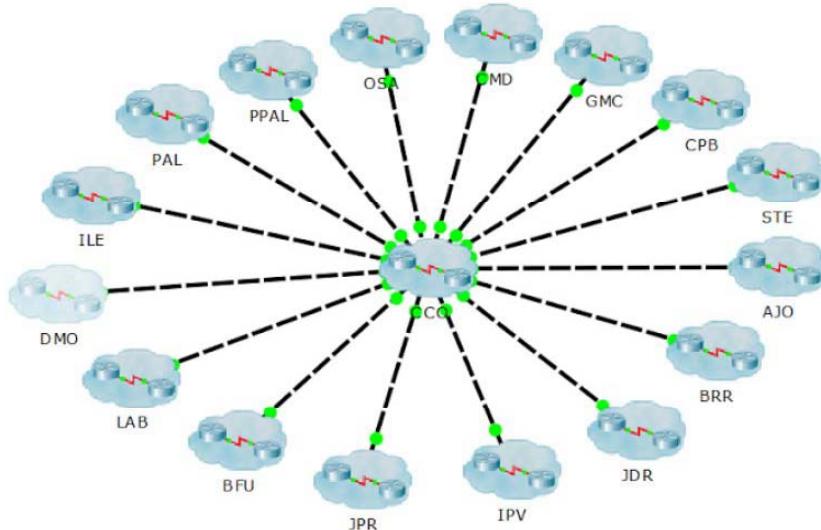


Figura 03: Arquitetura da rede em estrela.

A rede em estrela não necessita muitas configurações, como no caso da rede em Anel, mas em contrapartida precisa de mais cabos de fibra ótica e de switchs. O elemento centralizador da rede deve comportar grandes volumes de informações.

⁷ Thorenoor, Sheela Ganesh: **Dynamic Routing Protocol implementation decision between EIGRP, OSPF and RIP based on Technical Background Using OPNET Modeler.** Bangalore (IND)

O corte de fibra ótica no caso da rede em estrela só afetará aquele site que perderá a comunicação com o elemento central rede.

6. Ambiente de simulação:

O simulador Cisco Packet Tracer é utilizado para simular rede de computador, possui interface gráfica simples e uma versão para estudante gratuita⁸. Nele é possível criar um modelo de rede, com uma representação gráfica que possui verificar os detalhes dos pacotes de dados e mensagens sendo transmitidos. Ele foi desenvolvido pela Cisco Systems, Inc. e roda em sistemas operacionais como plataforma Windows e Linux.

A figura abaixo, mostra a apresentação do Cisco Packet tracer.

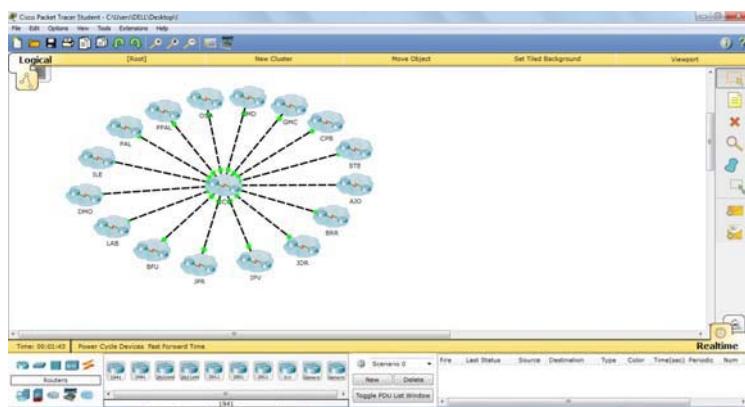


Figura 04: Apresentação do Cisco Packet tracer

O simulador possui vários tipos de protocolo da família TCP/IP, como por exemplo, DHCP, DHCPv6, Telnet, TFTP, DNS, TCP, UDP, IP, Ipv6, ICMP, ICMPv6, ARP e protocolos de roteamento como: EIGRP, OSPF, RIPv1 E RIPv2, além dos protocolos: LAN, 802.11 wireless e WAN dentre outros.

Com o Cisco Packet Tracer, há possibilidade de pausar a simulação, fazendo a introdução dos pacotes no seu local de origem, através do comando ping. E ao reiniciar a simulação faz com que estes pacotes de dados ocorram todos ao mesmo tempo. Esta ferramenta foi de grande valia para os testes, principalmente quando havia a necessidade de transmitir os pacotes de dados de vários MAINs ou VOCs, todos no mesmo instante.

⁸ <http://.blogspot.com.br/2015/02/lancamento-do-cisco-packet-tracer-62.html>

Os equipamentos utilizados para desenhar as redes no simulador packet tracer foram adaptados para a RPS, uma vez que não possui os equipamentos específicos para a sinalização ferroviária.

Abaixo, a descrição dos elementos utilizados na simulação, e dos elementos introduzidos para substituir os elementos da sinalização da rede RPS:

Apresentação	O que representa na RPS
	O Computador será tratado como VOC e VOC ATP.
	Cada site tem um switch que possui: 24 portas Fast/ethernet para comunicação com a rede local; 2 portas Gigabit ethernet para conectar o site posterior e anterior; Capacidade de roteamento de 32 Gbps; Capacidade de roteamento em pacotes por segundo de 38,7 Mbps;
	Este é o equipamento que será tratado como MAIN e Servidor do CCO.
	Conexão do tipo Fast/ethernet 10/100, utilizado para interligação de componentes locais.
	Conexão do tipo Gigabit/ethernet 10/100/1000, utilizado para interligação entre os sites.

Tabela 01: Elementos utilizados na simulação

A RPS é mostrada abaixo com os elementos da tabela acima, segue o exemplo da estação IPV, JPR e o CCO:

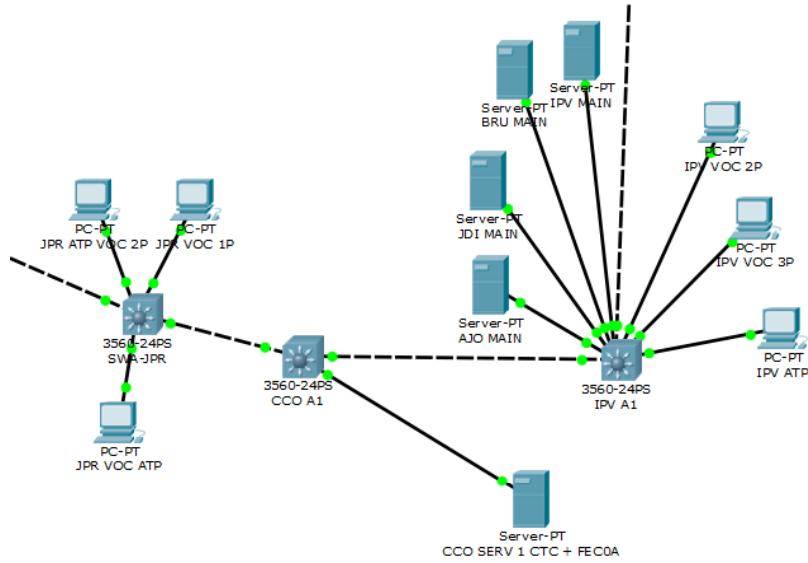


Figura 05: exemplo da rede no simulador Packet tracer

7. Velocidade teórica das redes

Abaixo seguem os cálculos para a rede em anel e em seguida para a rede em estrela.

As informações dos elementos de via CDV, sinais, máquina de chave e liberação de código de via são utilizadas pelo o VOC para realizar as funções de intertravamento, para a segurança do sistema de sinalização.

Os sinais de via possuem dois bits um para o sinal fechado e outro aberto.

A máquina de chave possui dois bits para posição normal, e dois para posição reversa.

Há também 4 bits um para cada código de velocidade: 0km/h, 50km/h, 70km/h e 90km/h. A liberação desse código de via, necessita um bit.

O Circuito de via tem dois estados: livre e ocupado, conforme capítulo 4. É utilizado um bit para cada CDV. A liberação do código de velocidade e o código de velocidade estão computados no CDV, para facilitar o entendimento.

Segue a quantidade de bits necessária para toda a linha 08, QTE indica a quantidade de elementos na estação, Bits a quantidade de bits necessários para representar os elementos de via, conforme tabela abaixo:

DOMINIO 01	JPR QTE	BFU QTE	LAB QTE	DMO QTE	bits
CDV	9	18	9	25	6
SINAL	5	9	5	24	2
MCH	5	10	4	12	4
DOMINIO 02	ILE QTE	PAL QTE	PPAL QTE	OSA QTE	bits
CDV	14	8	11	12	6
SINAL	5	4	8	13	2
MCH	5	2	6	11	4
DOMINIO 03	CSA QTE	GMC QTE	CPB QTE	STE QTE	bits
CDV	18	16	17	10	6
SINAL	12	12	17	11	2
MCH	8	8	13	6	4
DOMINIO 04	AJO QTE	BRU QTE	JKI QTE	IPV QTE	bits
CDV	6	18	19	32	6
SINAL	4	16	4	19	2
MCH	4	8	4	16	4
TOTAL DE BYTES		1086			

Tabela 02: Quantitativo de bits para a RPS

Dividindo a quantidade de bits por um byte, temos a quantidade de bytes necessários são 136 bytes, muito próximo de um pacote Ping que é de 128 bytes. Para controlar o fluxo de dados entre o VOC e MAIN é utilizado um protocolo proprietário do fabricante do intertravamento, com as mensagens de 144bytes.

Esse protocolo, por medida de segurança, gera sempre pacotes fixos de tamanho em bits, independentemente da quantidade de objetos controlados. Dessa forma, foi captado em campo que esses os pacotes têm o tamanho de 66 Kbytes e são comumente encontrados em intervalos de 0,5 segundos. Resultando em uma banda de 132 KBPS, ou 1.056 Mbps. Este tamanho foi detectado já na camada de transmissão, interceptado por um Sniffer de rede.

Para a simulação, usamos o teste de Ping⁹ com um ajuste no tamanho do pacote em camada 2 para 144 Bytes cada. Excepcionalmente, o software de simulação não tem uma ferramenta que permite contabilizar o tempo de propagação de pacotes menores.

No intuito de saturar as redes, usamos também o transporte de arquivos de 1,12 MB e 2,24MB.

7.1 Anel

A seguir, o calculo teórico para a rede em Anel, para os pacotes Ping, arquivos 1,12MB e 2,24MB, para as comunicações entre VOC-Main e Main-CCO.

A definição do tempo total de transporte (T) é a soma de todos os tempos que o pacote, ou a informação leva para sair do transmissor, e chegar ao receptor, considerando os enlaces envolvidos (Ts para ethernet e TG para Gigabit) e a soma do tempo de roteamento dos switchs (RT), presentes na rota.

O tempo dos enlaces é igual ao tamanho do pacote ou arquivo, (MB) dividido pela largura da banda do canal entre as portas equipamentos ou switchs, para ethernet 100Mbps(Ts) e para gigabits 1000Mbps (Tg). Para efeito de cálculo e simulação será desprezado o desempenho do hardware, uma situação em que não importa a velocidade da rede, os próprios componentes clientes não têm capacidade de lidar com o volume de dados e o desempenho da rede não pode ser alcançado. Também serão simplificados os modelos de entradas de dados com relação às entradas estatísticas da rede.

O tempo de enlace para pacotes PING de 144 bytes, que é o tamanho do pacote utilizado pela RPS, em conexão ethernet, é expresso na equação 1:

$$Ts = 144 / (100 / 8) = 0,0001152s = 11,52us \quad (1)$$

Em conexão Gigabit, o valor diminui de 10 vezes:

$$Tg = 144 / (1000 / 8) = 0,000001152s = 1,152us \quad (2)$$

Estes valores podem ser utilizados pelas 2 redes. Para diferenciação dos outros tamanhos de pacote será utilizado Tsp.

⁹ Disponível em: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc940091.aspx>

O tempo de roteamento (RT) é o tempo que o switch realiza o processamento do pacote (encaminhamento). É igual ao inverso da capacidade de roteamento em pacotes por segundo que é de 38,7 Mbps.

$$\text{Assim, } RT = 1 / 38,7 \text{ Mbps} = 0,025 \text{ us.} \quad (3)$$

Os valores de Ts, Tg e RT variam para as redes de 1,12MB e 2,24MB. O Ts e o Tg com o fator de correção é 3,33%, sendo os pacotes utilizados de 1500Bytes via protocolo FTP, porém encapsulará arquivos de 1,12MB e 2,24MB, em pacotes de 1500Bytes sendo efetivos de 1450Bytes.

Repetindo os cálculos das equações 1, 2 e 3 para os outros pacotes, 1,12MB e 2,24MB, e acrescentando o fator de correção, seguem os valores:

$$Ts [1,12MB] = 92,6 \text{ ms} \quad ; \quad TG [1,12MB] = 9,26 \text{ ms} \quad (4)$$

$$Ts [2,24MB] = 185,17 \text{ ms} \quad ; \quad TG [2,24MB] = 18,52 \text{ ms} \quad (5)$$

O valor de RT deverá ser corrigido pelos números de pacotes que o switch irá realizar o roteamento, o PING não terá esta correção uma vez que o pacote é inferior de 1450Bytes. Sendo os respectivos números de pacotes, e o RT para os pacotes de 1MB e 2MB, são:

$$\text{Quantidade de pacotes [1,12MB]} = (1,12M * 1024 * 1024) / 1450 = 810 \quad (6)$$

$$\text{Quantidade de pacotes [2,24MB]} = (2,24M * 1024 * 1024) / 1450 = 1620 \quad (7)$$

$$RT[1,12MB] = 810 * RT = 20,25 \text{ us} \quad (8)$$

$$RT[2,24MB] = 1620 * RT = 40,5 \text{ us} \quad (9)$$

	PING	1MB	2MB
TS	11,52us	92,6ms	185,17ms
TG	1,152us	9,26ms	18,52ms
RT	0,025us	20,25us	40,5us

Tabela 03: Valores de TS, TG e RT para pacotes PING, 1,12MB e 2,24MB.

7.1.1. VOC-MAIN

Na tabela 03 os tempos de propagação nas interfaces ethernet, Gigabit, roteamento, auxiliarão nos cálculos do tempo de propagação para a rede em Anel, do pacote do PING, do VOC para MAIN de BFU, a figura 06, mostra a ligação do VOC-MAIN BFU:

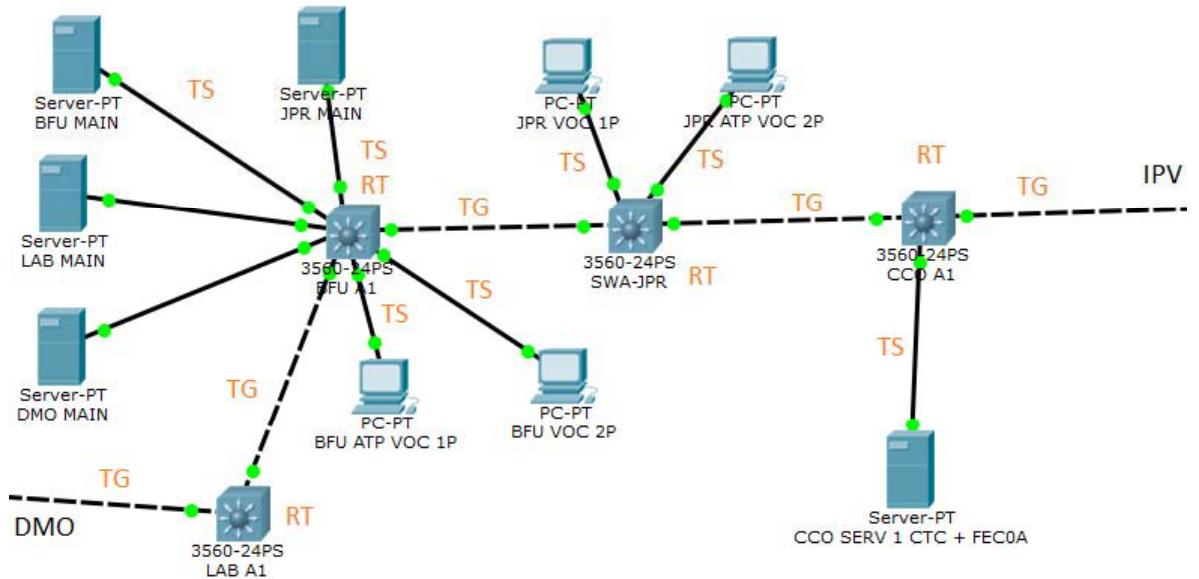


Figura 06: Interligação do domínio BFU com o CCO.

Na figura 06, o primeiro enlace do VOC BFU para o switch BFU, está conectado em uma interface ethernet, denominado TS. Quando o pacote esta no switch BFU e ao ser encaminhando para o MAIN BFU, soma-se o tempo de roteamento (RT). No segundo enlace do switch BFU para o MAIN BFU, adiciona o tempo TS. Segue o tempo de propagação:

$$T[VOC-MAIN BFU] = TS + RT + TS$$

Conforme a figura 04, o primeiro enlace do VOC JPR para o switch JPR, em uma conexão ethernet, o TS. No switch de JPR, soma-se RT. No segundo enlace do switch JPR para o switch BFU, soma-se TG. No switch BFU, adiciona-se RT. No terceiro enlace, adiciona-se TS.

A primeira rota do VOC-BFU para o MAIN-BFU e a segunda rota VOC-JPR para o MAIN-JPR, há tempos comuns para todos os sites, como por exemplo, a saída de um enlace (Ts).

Outro ponto a ser destacado é o ultimo enlace neste transporte do VOC para o MAIN, todos os Mains se comunicam com o switch local também através de conexão de velocidade 100Mbps (Ts).

O switch local que interliga a estação onde estão localizados os Mains, como por exemplo, a estação OSA, sempre esta na rota de propagação VOC-MAIN de todos os VOC de seu domínio, e os demais switch das outras estações que possuem os MAIN. (RT).

Verifica-se que há uma constante da rede em Anel, em todos os tempos de propagação, dado por:

$$CTEa = 2 * TS + RT$$

Quando o MAIN estiver na mesma estação que o VOC, só teremos a parcela CTEa, como foi o caso de BFU.

Ao verificar o tempo VOC-MAIN de JPR, a soma de RT e o enlace entre os switchs de JPR e BFU (TG) são acrescidos da CTEa, que é o mesmo tempo, por exemplo, do VOC-MAIN LAB.

Segue, a expressão para rede em Anel:

$$T[VOC-MAIN] = CTEa + n(RT+TG)$$

Onde: n é o número de estações entre o VOC e o MAIN.

Como pacote ping é um pacote de pergunta e resposta, multiplicaremos por 2. A análise final do tempo de propagação para o pacote PING é:

$$T[VOC-MAIN] = 2 * [CTEa + n(RT+TG)]$$

Conforme a tabela 03, segue o tempo de propagação teórico de todos os VOCs e MAIN para os três tipos de pacotes, onde a distância VOC-Main representa a quantidade de estações entre o VOC-Main correspondente. Quando encontra-se na mesma estação, VOC e Main, este número é zero.

DOM	VOC	DISTANCIA VOC-MAIN	PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
B F U	JPR	1	48,48	194,41	388,82
	BFU	0	46,13	185,13	370,27
	LAB	1	48,48	194,41	388,82
	DMO	2	50,84	203,69	407,37
O S A	ILE	3	53,19	212,96	425,92
	PAL	2	50,84	203,69	407,37
	PPAL	1	48,48	194,41	388,82
	OSA	0	46,13	185,13	370,27
C P B	CSA	2	50,84	203,69	407,37
	GMC	1	48,48	194,41	388,82

DOM	VOC	DISTANCIA VOC-MAIN	PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
C P B	CPB	0	46,13	185,13	370,27
	STE	1	48,48	194,41	388,82
I P V	AJO	3	53,19	212,96	425,92
	BRU	2	50,84	203,69	407,37
	JKI	1	48,48	194,41	388,82
	IPV	0	46,13	185,13	370,27

Tabela 04: VOC-MAIN para rede em ANEL

7.1.2 MAIN CCO:

O tempo de propagação do MAIN para CCO, também há uma parcela constante. De acordo com a figura abaixo:

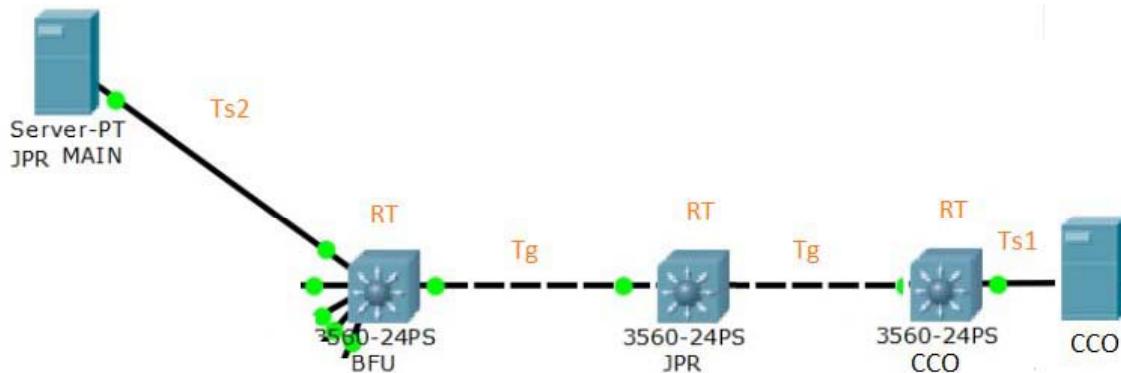


Figura 07: Interligação do MAIN JPR com o CCO.

Há tempos que está presente em todas as rotas: O primeiro enlace $Ts1$, O tempo de roteamento do switch do CCO também, e o ultimo enlace que é o tempo do MAIN para o switch local, $Ts2$. Segue, a constante para o tempo de propagação do MAIN-CCO que é mesma que a do VOC-MAIN:

$$CTEa = 2 * TS + RT$$

A parcela variável do MAIN-CCO que diferencia os quatros domínios, é a mesma do VOC-MAIN, o tempo da propagação do MAIN-CCO deverá ser adicionado do tempo de roteamento e RT, a cada estação que o pacote percorrer, ou seja, quando estiver na BFU percorrerá 2 estações.

Abaixo, a expressão final para o tempo de propagação do MAIN-CCO:

$$T[\text{MAIN-CCO}] = F^* [\text{CTEa} + n(\text{RT}+\text{TG})]$$

Onde F é igual a 2 para PING e 1 para os pacotes 1MB e 2MB.

e n= distância do MAIN ao CCO pelo menor caminho possível.

Seguem os valores teóricos de propagação do MAIN-CCO para a rede em anel para os quatros domínios. A distância Main-CCO representa o número de estações entre o CCO e Main correspondente:

DOM	VOC	DISTANCIA MAIN-CCO	PING (ms)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
B F U	JPR	2	50,84	203,78	407,46
	BFU	2	50,84	203,78	407,46
	LAB	2	50,84	203,78	407,46
	DMO	2	50,84	203,78	407,46
O S A	ILE	8	64,96	259,46	518,70
	PAL	8	64,96	259,46	518,70
	PPAL	8	64,96	259,46	518,70
	OSA	8	64,96	259,46	518,70
C P B	CSA	6	60,25	240,90	481,62
	GMC	6	60,25	240,90	481,62
	CPB	6	60,25	240,90	481,62
	STE	6	60,25	240,90	481,62
I P V	AJO	1	48,48	194,50	388,92
	BRU	1	48,48	194,50	388,92
	JDI	1	48,48	194,50	388,92
	IPV	1	48,48	194,50	388,92

Tabela 05: MAIN-CCO para rede em Anel

7.2 Rede em estrela

Para a rede em estrela, serão utilizados os valores calculados anteriormente da tabela 03.

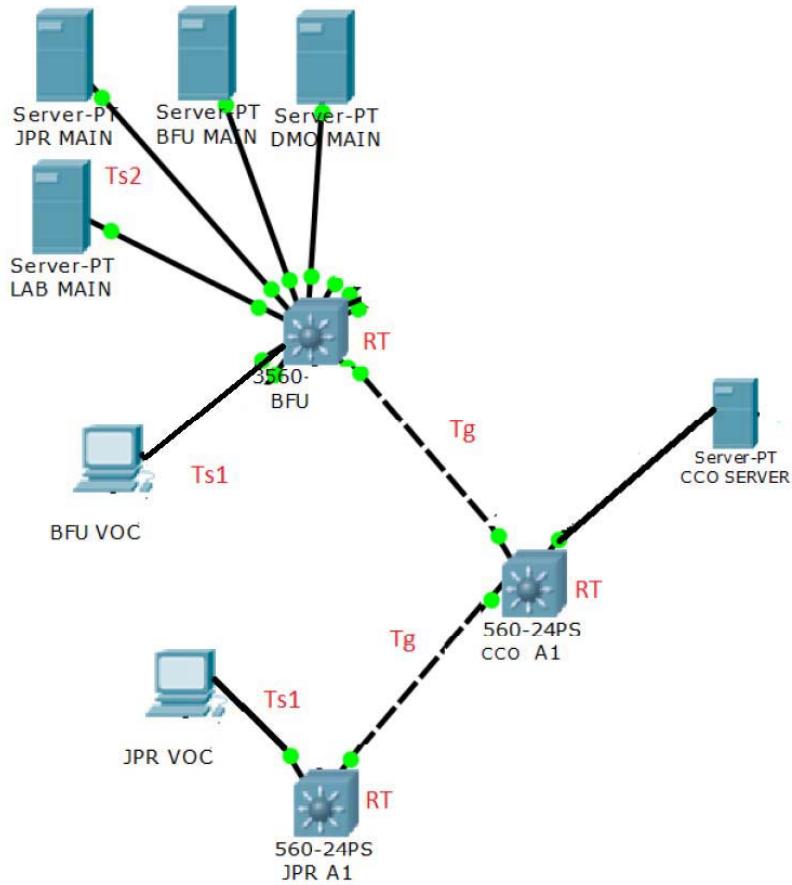


Figura 08: Detalhe da rede em Estrela

7.2.1 VOC-MAIN

Na figura 08, há duas possibilidades para o tempo de propagação entre o VOC e MAIN: VOC-MAIN na mesma estação (VOC-BFU), e VOC-MAIN em estações diferentes (VOC-JPR).

No primeiro caso, não há qualquer tipo de alteração de rota se comparado com a rede em Anel. Portanto para o pacote Ping, o tempo é:

$$T[VOC-MAIN BFU]_{star} = 2 * (T_{sp} + RT + T_{sp}) = 2 * CTEa$$

Para o segundo caso, os VOCs-MAIN em estações diferentes possuem o mesmo caminho, que da rede em Anel para a distância VOC-MAIN igual a 2. Portanto para o pacote ping o tempo ficará:

$$T[VOC JPR -MAIN BFU]_{star} = 2 * CTEa + 2 * (RT+TG)$$

Abaixo a tabela com os valores teóricos dos VOC-MAIN:

DOM	VOC	DISTANCIA VOC MAIN	PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
B F U	JPR	2	46,132	203,69	407,38
	BFU	0	46,130	185,13	370,27
	LAB	2	46,132	203,69	407,38
	DMO	2	46,132	203,69	407,38
O S A	ILE	2	46,132	203,69	407,38
	PAL	2	46,132	203,69	407,38
	PPAL	2	46,132	203,69	407,38
	OSA	0	46,130	185,13	370,27
C P B	CSA	2	46,132	203,69	407,38
	GMC	2	46,132	203,69	407,38
	CPB	0	46,130	185,13	370,27
	STE	2	46,132	203,69	407,38
I P V	AJO	2	46,132	203,69	407,38
	BRU	2	46,132	203,69	407,38
	JDI	2	46,132	203,69	407,38
	IPV	0	46,130	185,13	370,27

Tabela 06: VOC-MAIN para rede em estrela

7.2.2. Main-CCO

Para os valores de propagação do MAIN-CCO, verifica-se que pela topologia física da rede será a mesma para todos os MAINs, sendo a sua fórmula a mesma para a rede em anel para a distância igual a 1. Seguem os valores para o pacote PING, 1,12MB e 2,24MB:

$$T[\text{MAIN-CCO}] \text{ PING} = 2 * [\text{CTEa} + 1 * (\text{RT} + \text{TG})] = 48,48 \text{ us}$$

$$T[\text{MAIN-CCO}] \text{ 1,12MB e 2,24MB} = [\text{CTEa} + 1 * (\text{RT} + \text{TG})]$$

$$T[\text{MAIN-CCO}] \text{ 1,12MB} = 194,41 \text{ ms.}$$

$$T[\text{MAIN-CCO}] \text{ 2,24 MB} = 388,82 \text{ ms.}$$

8. Resultados teóricos

Reorganizando os valores encontrados nos capítulos anteriores, em uma única planilha, para o tempo de comunicação entre os VOC-MAIN. A indicação “E” indica que o menor valor é para a rede estrela e “A” para rede anel. Segue a tabela comparativa teórica abaixo:

DOM	VOC	DISTANCIA VOC-MAIN	ANEL			ESTRELA			COMPARAÇÃO		
			PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)	PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)	PING (ms)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
B F U	JPR	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
	BFU	0	46,13	185,13	370,27	46,13	185,13	370,27	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
	LAB	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
	DMO	2	50,84	203,69	407,37	46,13	203,69	407,38	E	IGUAIS	A
O S A	ILE	3	53,19	212,96	425,92	46,13	203,69	407,38	E	E	E
	PAL	2	50,84	203,69	407,37	46,13	203,69	407,38	E	IGUAIS	A
	PPAL	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
	OSA	0	46,13	185,13	370,27	46,13	185,13	370,27	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
C P B	CSA	2	50,84	203,69	407,37	46,13	203,69	407,38	E	IGUAIS	A
	GMC	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
	CPB	0	46,13	185,13	370,27	46,13	185,13	370,27	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
	STE	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
I P V	AJO	3	53,19	212,96	425,92	46,13	203,69	407,38	E	E	E
	BRU	2	50,84	203,69	407,37	46,13	203,69	407,38	E	IGUAIS	A
	JDI	1	48,48	194,41	388,82	46,13	203,69	407,38	E	A	A
	IPV	0	46,13	185,13	370,27	46,13	185,13	370,27	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS

Tabela 07: Comparação teórica do VOC-MAIN para os três pacotes e para os dois tipos de rede.

A tabela 07 mostra que para os pacotes pequenos (PING), a rede em estrela apresenta desempenho melhor que a rede anel, porque as mensagens trocadas pelo o sistema de sinalização possuem dimensionamento igual. Porém, se as informações trocadas começarem a aumentar de volume (2,24MB) a rede em Anel apresenta um melhor desempenho.

DOM	VOC	DISTANCIA VOC-MAIN	ANEL			ESTRELA			COMPARAÇÃO		
			PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)	PING (us)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)	PING (ms)	1,12MB (ms)	2,24MB (ms)
B F U	JPR	1	50,84	203,78	407,46	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	BFU	0	50,84	203,78	407,46	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	LAB	1	50,84	203,78	407,46	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	DMO	2	50,84	203,78	407,46	48,48	194,43	388,85	E	E	E
O S A	ILE	3	64,96	259,46	518,70	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	PAL	2	64,96	259,46	518,70	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	PPAL	1	64,96	259,46	518,70	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	OSA	0	64,96	259,46	518,70	48,48	194,43	388,85	E	E	E
C P B	CSA	2	60,25	240,90	481,62	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	GMC	1	60,25	240,90	481,62	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	CPB	0	60,25	240,90	481,62	48,48	194,43	388,85	E	E	E
	STE	1	60,25	240,90	481,62	48,48	194,43	388,85	E	E	E
I P V	AJO	3	48,48	194,43	388,85	48,48	194,43	388,85	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
	BRU	2	48,48	194,43	388,85	48,48	194,43	388,85	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
	JKI	1	48,48	194,43	388,85	48,48	194,43	388,85	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS
	IPV	0	48,48	194,43	388,85	48,48	194,43	388,85	IGUAIS	IGUAIS	IGUAIS

Tabela 08: Comparação do MAIN-CCO para os três pacotes e para os dois tipos de redes

Esta comparação apresentou resultado dentro do esperado, já que o MAIN e CCO, na rede em estrela tem um caminho com menos obstáculos que a rede em anel.

9. Resultados Simulados:

As simulações foram realizadas em 2 etapas. A primeira etapa a comunicação entre os VOC-MAINs do mesmo domínio e a outra entre os MAINs e CCO.

9.1 Simulação VOC-Main:

A simulação dessa etapa ocorreu inserindo um elemento por vez, partindo da estação onde os MAINs estão concentrados. Por exemplo, o domínio de OSA, VOC OSA, VOC OSA 2, OSA ATP, VOC ILE, VOC ATP ILE, VOC PAL, VOC ATP PAL e PPAL VOC.

Para interpretação do teste, o primeiro equipamento apresentando no eixo X representa o centro do teste. Esse é o equipamento em que se inicia o teste. Em seguida, é adicionado o próximo equipamento na linha do eixo X, assim os dois equipamentos estão em paralelo.

No eixo vertical estará o valor do tempo total de propagação, em segundos ou milisegundos (de acordo com a legenda do gráfico).

As simulações são encontradas em três gráficos, sendo que o primeiro trata do tempo de propagação dos pacotes de Ping, o segundo demonstra o tempo de propagação dos arquivos de 1,12MB e o ultimo arquivos 2,24MB.

Abaixo, os gráficos do segundo domínio para ambas as redes para o pacote PING:

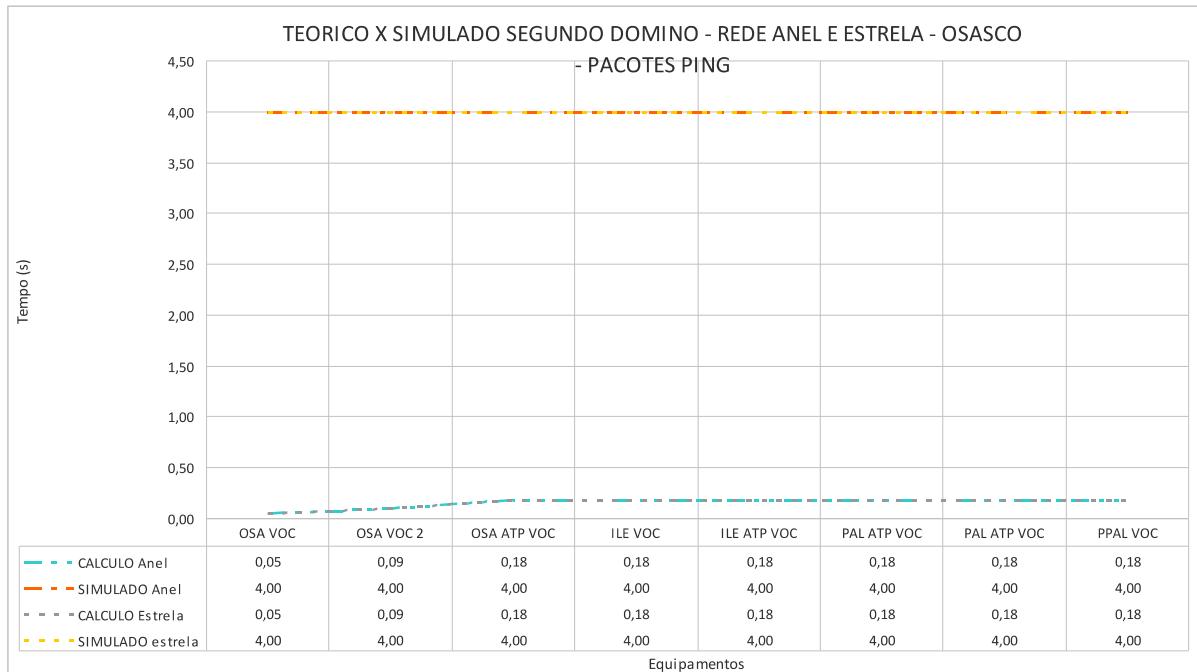


Gráfico 01: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING – VOC-Main

De acordo com o Gráfico acima, os valores simulados no software Cisco Packet tracer, é cerca de 100 vezes maior, quando somente o VOC OSA está comunicando. Cada trecho da comunicação o software arredonda todo valor menor que 1ms, para 1ms. Por exemplo, do VOC para o MAIN OSA, um caminho do VOC OSA até o Switch OSA (1ms), do Switch OSA para MAIN OSA (1ms), considerando o percurso de retorno por se tratar de um pacote PING, pergunta e resposta, resulta no 4ms.

O gráfico mostra que os valores calculados e simulados são iguais para os pacotes de ping tanto para a rede em anel como estrela, conforme demonstrado na parte teórica.

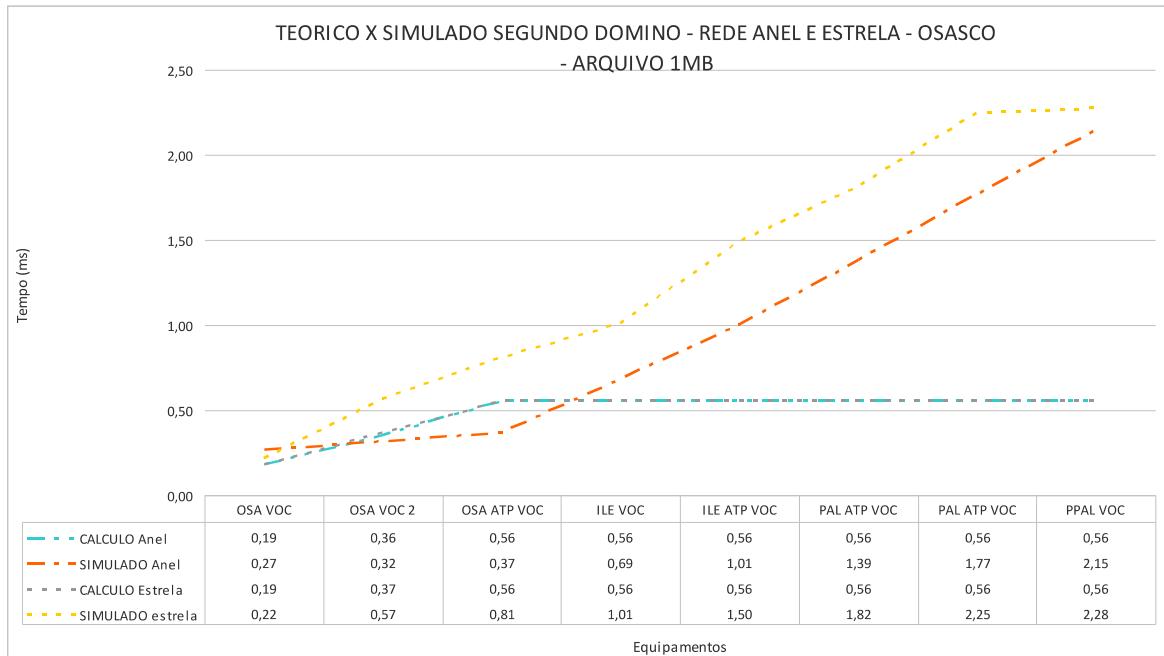


Gráfico 02: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1MB VOC-MAIN

Para a rede em estrela os resultados obtidos entre VOC-MAIN, no domínio OSA são os mesmos para os demais domínios.

O Gráfico mostra que após a inserção do segundo equipamento VOC-OSA 2, nas curvas simuladas para rede anel e estrela, o simulador não considera os tempos de roteamento, e de propagação reais, mas um modelo matemático.

Com o VOC-PAL transmitindo seus pacotes, o que é necessário uma interface Gigabit com a estação OSA, o tempo na simulação cresce, devido o modelo de simulação não considerar este tipo de ligação. O tempo considerado é para uma interface ethernet (100Mbps), ou seja, o tempo é 10 vezes maior que o tempo real.

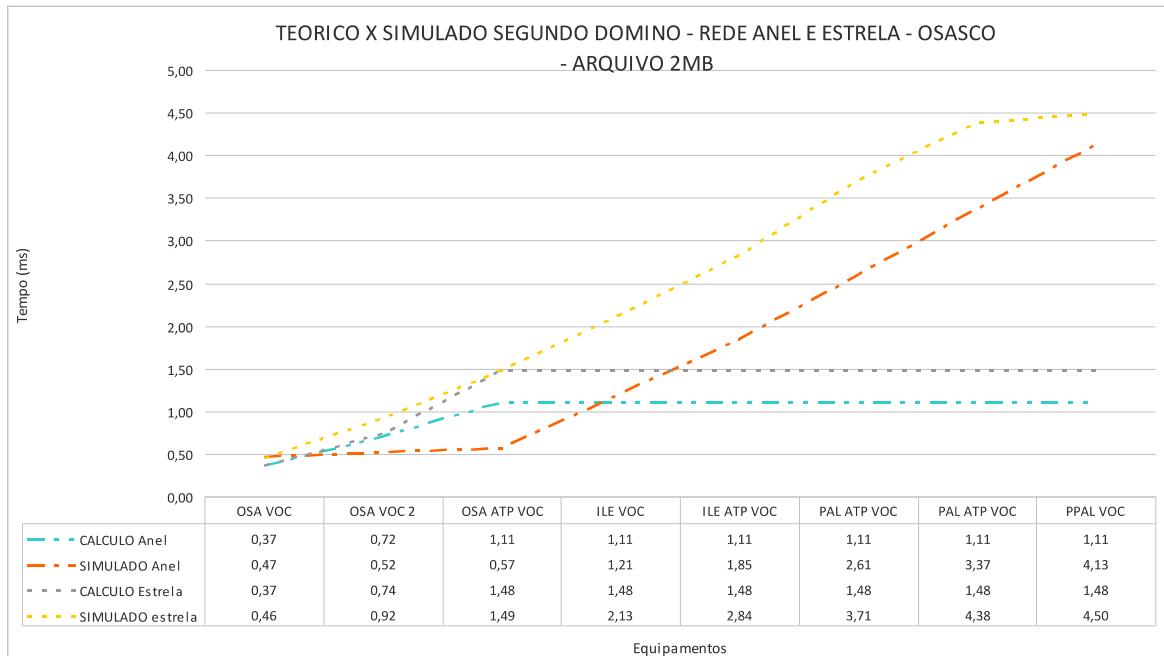


Gráfico 03: Teórico x Prático segundo domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-MAIN

O gráfico 03 apresenta os mesmos problemas que o gráfico 02.

O gráfico 02 equivale para os demais domínios para o pacote 1,12MB e 2,24MB, conforme é mostrado no anexo 2 – Gráficos teórico x simulado para pacotes Ping e arquivos 1,12MB e 2,24MB. A exceção é para o domínio BFU, onde a rede se estabiliza em 0,36 ms para arquivos de 1MB; 0,72ms; 2MB.

9.2 Simulação Main-CCO:

A simulação dessa etapa ocorreu inserindo um elemento por vez, partindo da estação Itapevi (IPV) até a estação de Julio Prestes (JPR).

Para interpretação do teste, o primeiro equipamento apresentando no eixo X é o Main de IPV. Esse é o equipamento em que se inicia o teste. Em seguida, é adicionado o próximo equipamento na linha do eixo X, assim os dois equipamentos estão em paralelo.

No eixo vertical estará o valor do tempo total de propagação, em milisegundos.

As simulações são encontradas em três gráficos, sendo que o primeiro trata do tempo de propagação dos pacotes de Ping, o segundo demonstra o tempo de propagação dos arquivos de 1,12MB e o ultimo arquivos 2,24MB, para as redes em anel e estrela.

Abaixo, os gráficos do segundo domínio para ambas as redes para o pacote PING:

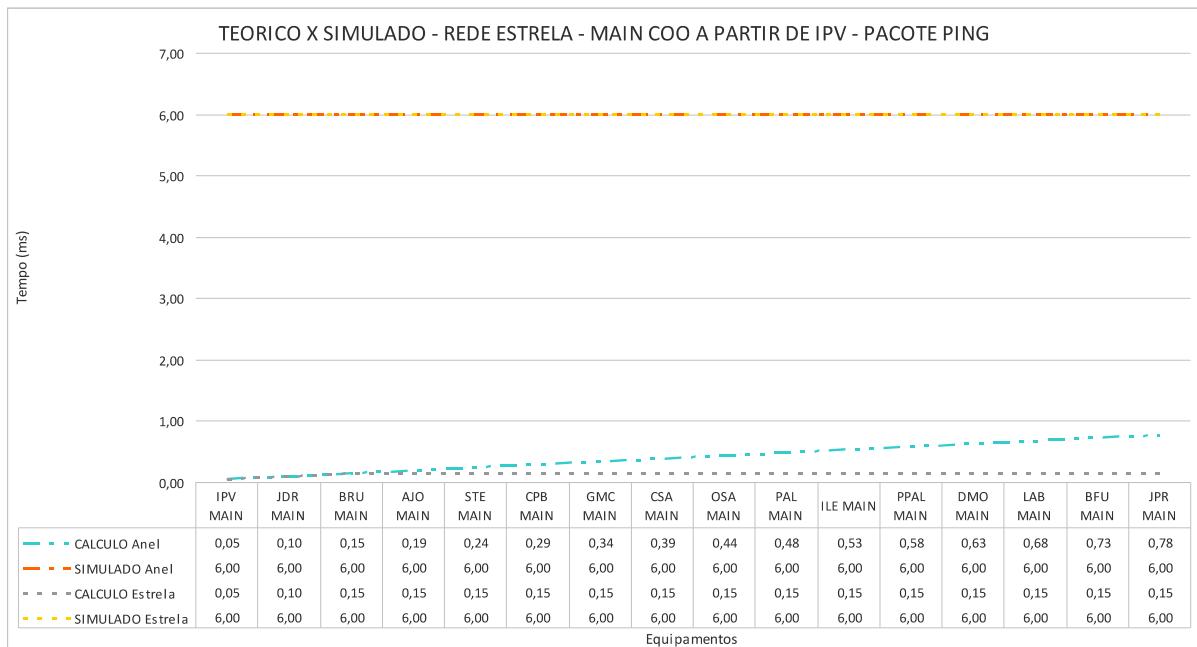


Gráfico 04: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para pacote PING MAIN-CCO

O gráfico acima demonstra o mesmo problema do gráfico 1.

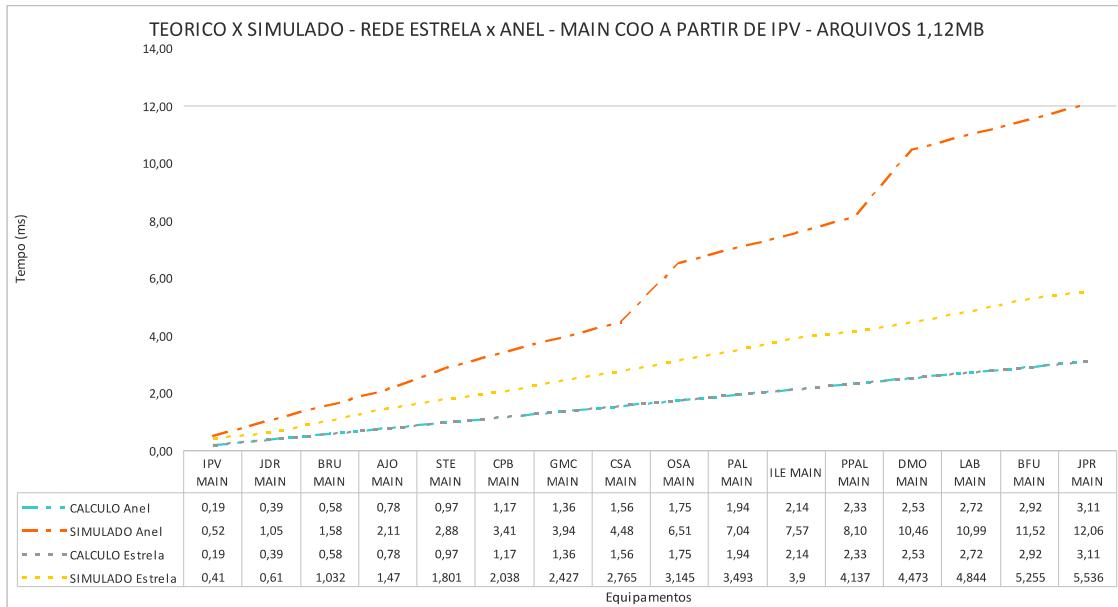


Gráfico 05: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para arquivo 1,12MB MAIN-CCO

Analizando o gráfico acima, demonstra que ao inserir o primeiro domínio de IPV já temos uma discrepância nos valores simulados, comparando com o calculado. Essa diferença se deve ao simulador, conforme gráfico 2.

Analizando a rede em anel o erro aumenta, à medida que são inseridos os outros MAINs do domínio IPV. Quando inicia um Main de outro domínio, STE, os pacotes ficam na lista de espera no CCO, devido ao tempo de roteamento do CCO no simulador não ser compatível com a realidade, o salto da fila é muito maior quando inserido os primeiros equipamentos de outros domínios como OSA Main e DMO Main. Esse fato não ocorre na rede em estrela, pois as conexões com as estações e seus Main são Gigabits.

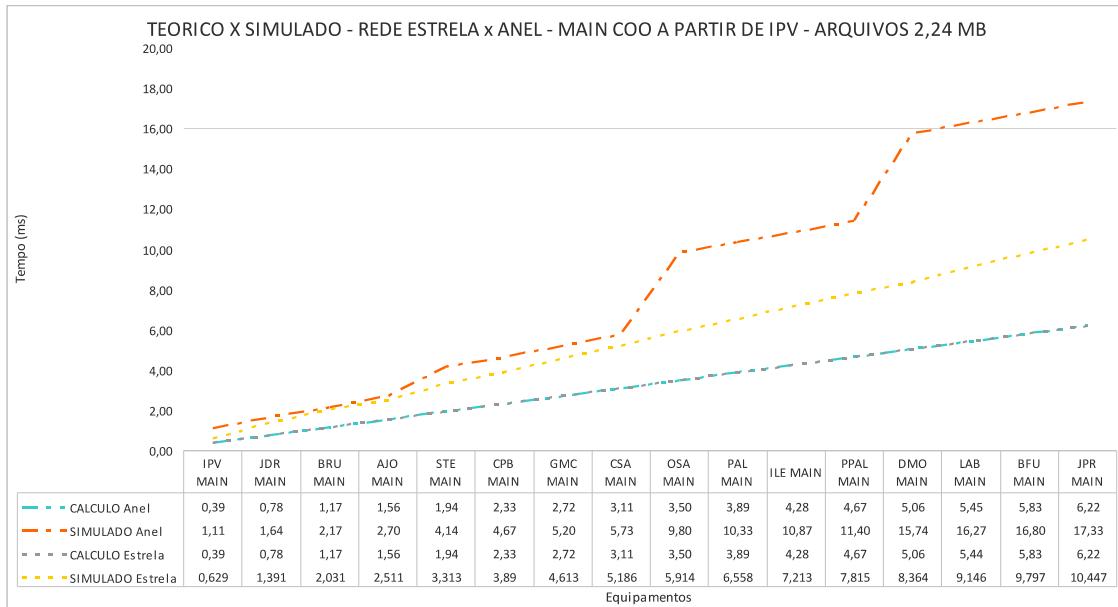


Gráfico 06: Teórico x Prático – Rede anel e estrela para arquivo 2,24MB MAIN-CCO

O Gráfico 06 demonstra a mesma característica representado no gráfico 05.

10. Conclusão

O ponto positivo do software Cisco Packet Tracer é a sua plataforma para programação de redes, estudo de programação, roteamento dinâmico como a mensagem deslocando de um ponto A para o ponto B, com animação, contendo vários tipos de protocolos das camadas de enlace e transporte.

A rede em estrela apresenta melhor desempenho que a Rede Privada da Sinalização em anel, para comunicação entre os VOC-MAIN, e MAIN-CCO. Porém a quantidade de cabos de fibra ótica necessária para a realização desta topologia dentro da linha 08 da CPTM, é que não permite o seu uso. Há a necessidade de cabos de fibra ótica do CCO para todos os sites, somente para o quarto domínio são necessários, em média 100km de cabo. Também há necessidade de trocar o switch dentro do CCO, por um de alta performance e provavelmente de alto custo.

A topologia em anel apresenta melhor desempenho de acordo com as características da linha 08, sendo possível realizar uma mudança física dos

MAINs, para que não ocorra o congestionamento da informação, quando dois ou mais VOCs começam a transmitir os dados, como apresentado nos gráficos, para utilizarem a conexão gigabit entre os sites para a transmissão de dados.

Há a necessidade de corrigir a velocidade de transmissão da rede de 100Mbps que interliga o servidor de sinalização para o switch CCO, para Gigabit.

Embora o software Cisco Packet Tracer contenha interfaces de ligação de 1Gbps ou 10Mbps entre os equipamentos, o software não interpreta este caminho, de acordo com as simulações realizadas para este trabalho. Baseado em testes de um hub e um switch, e mudando o tipo de interface ethernet para Gigabit essa teoria foi comprovada.

Existe uma opção no Software no modo de simulação chamado de “Constant Delay”, que adiciona intervalo constante na simulação. Porém, ao retirar esta opção o simulador faz saltos de 3ms a 4ms, aumentando o valor encontrado nos testes. A mesma estratégia do passo de 1ms foi repetida em todos os componentes e protocolos. Descobrindo que em protocolos maiores, como os FTP, o programa aglomera uma série de pacotes em um pacote para ser encaminhado dentro de 1ms. Significando que, na emissão de pacotes maiores, o de 1ms contém a quantidade de pacotes que o protocolo FTP encaminharia em 1ms.

Outro ponto negativo do programa para pacotes pequenos tipo o PING, há uma precisão matemática que considera cada caminho, mesmo que menor de 1ms, o resultado é 1ms.

11. Referência Bibliográfica:

11.1 Livros:

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. Amsterdam (HOL), Editora Campus, 2003. Disponível em: <http://www-usr.inf.ufsm.br/~rose/Tanenbaum.pdf> . Acesso em: 27 março 2016

Empson, Scott. **CCNA Routing and Switching Portable Command Guide, 3rd Edition**. Indianapolis (USA), Cisco Press, 2013. Disponível em: [http://www.ciscopress.com/store/ccna-routing-and-switching-portable-command-guide-9781587204302?w_ptgrevartcl=CCNA+Routing+and+Switching+Portable+Command+Guide%3a+Enhanced+Interior+Gateway+Routing+Protocol+\(EIGRP\)_2101519](http://www.ciscopress.com/store/ccna-routing-and-switching-portable-command-guide-9781587204302?w_ptgrevartcl=CCNA+Routing+and+Switching+Portable+Command+Guide%3a+Enhanced+Interior+Gateway+Routing+Protocol+(EIGRP)_2101519). Acesso em: 27 março 2016.

11.2 Lei

ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei nº 7.861, de 28 de maio de 1992**. São Paulo, SP, 1992. Autoriza o Poder Executivo a constituir a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos - CPTM, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1992/lei-7861-28.05.1992.html> Acesso em: 27 março 2016

11.3 Sites

CPTM, **Companhia Paulista de Trens Metropolitanos**. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/>. Acesso em: 27 março 2016

CPTM, **Nossa história**. Disponível em: <http://www.cptm.sp.gov.br/companhia/Pages/Nossa-Historia.aspx>. Acesso em: 27 março 2016

Sargent, Susana. **Departamento de Ciência de Computadores da faculdade do porto**, notas de aula, disponível em http://www.dcc.fc.up.pt/~ssargent/aulas_2003_2004/RSD/aulas_teoricas/RSD_ICMP_6.pdf. Acesso em: 27 março 2016.

Cisco Packet Tracer. **Blog Lab cisco**, disponível em <http://labcisco.blogspot.com.br/2015/02/lancamento-do-cisco-packet-tracer-62.html>. Acesso em: 27 março 2016

Cisco. **Enhanced Interior Gateway Routing Protocol**. ID 16406. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/16406-eigrp-toc.html#intro>. Acesso em: 27 março 2016.

Microsoft TechNet ; **library, TCP/IP Troubleshooting Ping**: Disponível em: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc940091.aspx>. Acesso em: 27 março 2016.

Cisco. Cisco Packet Tracer Data Sheet

http://www.cisco.com/c/dam/en_us/training-events/netacad/course_catalog/docs/Cisco_PacketTracer_DS.pdf

S. Oliveira, José Giovani, Garcia, Raphael: **Comunicação de computadores e a evolução do protocolo ip**, São Paulo (BRA) . Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/viewFile/4378/4137>. Acesso em: 27 março 2016.

Tapajós, Mauro: **Introdução às redes de comunicação de dados**, Disponível <http://pt.slideshare.net/maurotapajos/1-introducao-redesdecomunicacaodedados>. acesso em: 27 março 2016.

11.4 Artigos, normas e documentos técnicos.

Thorenoor, Sheela Ganesh: **Dynamic Routing Protocol implementation decision between EIGRP, OSPF and RIP based on Technical Background Using OPNET Modeler**. Bangalore (IND). Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?tp&arnumber=5474509&url=ht tp%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F5473909%2F5474422%2F05474509.pdf%3Farnumber%3D5474509>. Acesso em: 27 março 2016

Expósito, J., Trujillo, V., Gamess, E.: **Easy-EIGRP: A Didactic Application for Teaching and Learning of the Enhanced Interior Gateway Routing Protocol**, Caracas (VEN), Pág 1. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?tp&arnumber=5460625&url=ht tp%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxpis%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5460625. Acesso em: 27 março 2016

S. Oliveira, José Giovani, Garcia, Raphael: **Comunicação de computadores e a evolução do protocolo ip**, São Paulo (BRA). Disponível em:<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/viewFile/4378/4137>. Acesso em: 27 março 2016

Consórcio diamante. Siemens Rail. **AR3850 - RELATÓRIO TÉCNICO – ENDEREÇAMENTO DOS EQUIPAMENTOS NA LINHA 8**. Revisão 3, São Paulo, RT-S-08-99-99-0599/6-Y00-005, 2015.

P. Dersin: **Availability of data communication networks in automated urban train systems**, St. Quen (FRA). Disponível em:<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?arnumber=6798498&news earch=true&queryText=rail%20data%20network>. Acesso em: 27 março 2016

Hassan, M., Gamal, S., Louis, S.N., Zaki, G.F., Amer, H.H.: **Fault tolerant Ethernet network model for control and entertainment in railway transportation systems**, Cairo (EGY) Disponível em:
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?arnumber=4564640&newsearch=true&queryText=ip%20data%20network%20for%20rail>. Acesso em: 27 março 2016

Y. Li, H. Liu , Z. **Construction plan of urban mass transit backbone transport network**, chengu (CNH) Disponível em:
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?arnumber=5974953&newsearch=true&queryText=ip%20data%20network%20for%20rail>. Acesso em: 27 março 2016

J. Garstenauer, S. Počuča, : **The future of railway communications**, Munique (Ale) Disponível em:
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?arnumber=5967093&queryText=ip%20network%20for%20rail&newsearch=true>. Acesso em: 27 março 2016

12. ANEXOS

12.1 Anexo I – Tabela de Endereçamento de Rede e Tabela de endereçamento dos Switchs.

O anexo I apresenta a tabela com os endereços de redes usados para cada componente de sinalização simulado nas redes anel e estrela.

EQUIPAMENTO	REDE ANEL				REDE ESTRELA			
VOC JPR	10	35	1	11	10	35	0	1
VOC ATP JPR	10	35	1	13	10	35	0	2
JPR MAIN	10	35	2	1	10	35	0	3
VOC BFU	10	35	2	11	10	35	0	4
VOC ATP BFU	10	35	2	13	10	35	0	5
MAIN BFU	10	35	2	3	10	35	0	6
VOC LAB	10	35	3	11	10	35	0	7
VOC ATP LAB	10	35	3	13	10	35	0	8
MAIN LAB	10	35	2	5	10	35	0	9
VOC DMO	10	35	4	11	10	35	0	10
VOC ATP DMO	10	35	4	13	10	35	0	11
VOC 2 DMO	10	35	4	15	10	35	0	12
MAIN DMO	10	35	2	7	10	35	0	13
VOC ILE	10	35	5	11	10	35	0	14
VOC ATP ILE	10	35	5	13	10	35	0	15
MAIN ILE	10	35	8	1	10	35	0	16
VOC PAL	10	35	6	11	10	35	0	17
VOC ATP PAL	10	35	6	13	10	35	0	18
MAIN PAL	10	35	8	3	10	35	0	19
PPAL VOC	10	35	7	11	10	35	0	20
MAIN PPAL	10	35	7	1	10	35	0	21
VOC OSA	10	35	8	11	10	35	0	22
VOC OSA 2	10	35	8	13	10	35	0	23
VOC ATP OSA	10	35	8	15	10	35	0	24
MAIN OSA	10	35	8	5	10	35	0	25
VOC CMD	10	35	9	11	10	35	0	26
VOC ATP CMD	10	35	9	13	10	35	0	27
MAIN CMD	10	35	11	1	10	35	0	28
VOC GMC	10	35	10	11	10	35	0	29
VOC ATP GMC	10	35	10	13	10	35	0	30
MAIN GMC	10	35	11	3	10	35	0	31
VOC CPB	10	35	11	11	10	35	0	32
VOC 2 CPB	10	35	11	13	10	35	0	33
VOC ATP CPB	10	35	11	15	10	35	0	34
MAIN CPB	10	35	11	5	10	35	0	35
VOC ATP STE	10	35	12	11	10	35	0	36
VOC ATP 2 STE	10	35	12	13	10	35	0	37
MAIN STE	10	35	11	7	10	35	0	38
VOC ATP AJO	10	35	13	11	10	35	0	39
VOC ATP 2 AJO	10	35	13	13	10	35	0	40
MAIN AJO	10	35	16	1	10	35	0	41
VOC BRU	10	35	14	11	10	35	0	42
VOC 2 BRR	10	35	14	13	10	35	0	43
VOC ATP BRU	10	35	14	15	10	35	0	44
MAIN BRU	10	35	16	3	10	35	0	45
VOC JDR	10	35	15	11	10	35	0	46
VOC ATP JDR	10	35	15	13	10	35	0	47
MAIN JDR	10	35	16	5	10	35	0	48
VOC IPV	10	35	16	11	10	35	0	49
VOC 2 IPV	10	35	16	13	10	35	0	50
VOC ATP IPV	10	35	16	15	10	35	0	51
MAIN IPV	10	35	16	7	10	35	0	52
CCO SERV. 1	10	36	0	1	10	35	0	53
	2	2	2		2	2	2	
MASCARA DE REDE	5	5	5	0	5	5	5	0
	5	5	5		5	5	5	

12.2 Anexo II Tabela de endereçamento dos Switchs.

A tabela do anexo II apresenta o endereçamento das interfaces de cada switch para comunicações com os demais sites adjacentes.

ROTEADORES																					
REDE/LINK	ORI	DES	SWITCH		PORTA	ENDEREÇO			REDE/LINK	ORI	DES	SWITCH		PORTA	ENDEREÇO						
REDE	CCO	JPR				10	36	160	1	REDE	PPAL	OSA				10	36	160	29		
LADO OESTE	CCO	JPR	SW	CCO	A1	gig 1	10	36	160	2	LADO OESTE	PPAL	OSA	SW	PPAL	A1	gig 1	10	36	160	30
LADO LESTE	JPR	CCO	SW	JPR	A1	gig 2	10	36	160	3	LADO LESTE	OSA	PPAL	SW	OSA	A1	gig 2	10	36	160	31
BROADCAST	CCO	JPR				10	36	160	4	BROADCAST	PPAL	OSA					10	36	160	32	
REDE	JPR	BFU				10	36	160	5	REDE	OSA	CMD					10	36	160	33	
LADO OESTE	JPR	BFU	SW	JPR	A1	gig 1	10	36	160	6	LADO OESTE	OSA	CMD	SW	OSA	A1	gig 1	10	36	160	34
LADO LESTE	BFU	JPR	SW	BFU	A1	gig 2	10	36	160	7	LADO LESTE	CMD	OSA	SW	CMD	A1	gig 2	10	36	160	35
BROADCAST	JPR	BFU				10	36	160	8	BROADCAST	OSA	CMD					10	36	160	36	
REDE	BFU	LAB				10	36	160	9	REDE	CMD	GMC					10	36	160	37	
LADO OESTE	BFU	LAB	SW	BFU	A1	gig 1	10	36	160	10	LADO OESTE	CMD	GMC	SW	CMD	A1	gig 1	10	36	160	38
LADO LESTE	LAB	BFU	SW	LAB	A1	gig 2	10	36	160	11	LADO LESTE	GMC	CMD	SW	GMC	A1	gig 2	10	36	160	39
BROADCAST	BFU	LAB				10	36	160	12	BROADCAST	CMD	GMC					10	36	160	40	
REDE	LAB	DMO				10	36	160	13	REDE	GMC	CPB					10	36	160	41	
LADO OESTE	LAB	DMO	SW	LAB	A1	gig 1	10	36	160	14	LADO OESTE	GMC	CPB	SW	GMC	A1	gig 1	10	36	160	42
LADO LESTE	DMO	LAB	SW	DMO	A1	gig 2	10	36	160	15	LADO LESTE	CPB	GMC	SW	CPB	A1	gig 2	10	36	160	43
BROADCAST	LAB	DMO				10	36	160	16	BROADCAST	GMC	CPB					10	36	160	44	
REDE	DMO	ILE				10	36	160	17	REDE	CPB	STE					10	36	160	45	
LADO OESTE	DMO	ILE	SW	DMO	A1	gig 1	10	36	160	18	LADO OESTE	CPB	STE	SW	CPB	A1	gig 1	10	36	160	46
LADO LESTE	ILE	DMO	SW	ILE	A1	gig 2	10	36	160	19	LADO LESTE	STE	CPB	SW	STE	A1	gig 2	10	36	160	47
BROADCAST	DMO	ILE				10	36	160	20	BROADCAST	CPB	STE					10	36	160	48	
REDE	ILE	PAL				10	36	160	21	REDE	STE	AJO					10	36	160	49	
LADO OESTE	ILE	PAL	SW	ILE	A1	gig 1	10	36	160	22	LADO OESTE	STE	AJO	SW	STE	A1	gig 1	10	36	160	50
LADO LESTE	PAL	ILE	SW	PAL	A1	gig 2	10	36	160	23	LADO LESTE	AJO	STE	SW	AJO	A1	gig 2	10	36	160	51
BROADCAST	ILE	PAL				10	36	160	24	BROADCAST	STE	AJO					10	36	160	52	
REDE	PAL	PPAL				10	36	160	25	REDE	AJO	BRU					10	36	160	53	
LADO OESTE	PAL	PPAL	SW	PAL	A1	gig 1	10	36	160	26	LADO OESTE	AJO	BRU	SW	AJO	A1	gig 1	10	36	160	54
LADO LESTE	PPAL	PAL	SW	PPAL	A1	gig 2	10	36	160	27	LADO LESTE	BRU	AJO	SW	BRU	A1	gig 2	10	36	160	55
BROADCAST	PAL	PPAL				10	36	160	28	BROADCAST	AJO	BRU					10	36	160	56	
REDE	BRU	JDR				10	36	160	57	REDE	JDR	IPV					10	36	160	61	
LADO OESTE	BRU	JDR	SW	BRU	A1	gig 1	10	36	160	58	LADO OESTE	JDR	IPV	SW	JDR	A1	gig 1	10	36	160	62
LADO LESTE	JDR	BRU	SW	JDR	A1	gig 2	10	36	160	59	LADO LESTE	IPV	JDR	SW	IPV	A1	gig 2	10	36	160	63
BROADCAST	BRU	JDR				10	36	160	60	BROADCAST	JDR	IPV					10	36	160	64	
REDE	PPAL	OSA				10	36	160	29	REDE	IPV	CCO					10	36	160	65	
LADO OESTE	PPAL	OSA	SW	PPAL	A1	gig 1	10	36	160	30	LADO OESTE	IPV	CCO	SW	IPV	A1	gig 1	10	36	160	66
LADO LESTE	OSA	PPAL	SW	OSA	A1	gig 2	10	36	160	31	LADO LESTE	CCO	IPV	SW	CCO	A1	gig 2	10	36	160	67
BROADCAST	PPAL	OSA				10	36	160	32	BROADCAST	IPV	CCO					10	36	160	68	
MASCARA						255	255	255	252	MASCARA							255	255	255	252	

12.3. Anexo III Resultados dos cálculos para comunicação entre VOC-Main

O Anexo III mostra os resultados dos cálculos para a transferência de pacotes e arquivos entre VOC's e Mains, divididos por domínios, iniciando pela rede anel e posteriormente para a rede estrela.

Origem	Destino	RESULTADO CALCULADO REDE ANEL, linha VOC para Main							
		PRIMEIRO DOMÍNIO							
	BFU VOC	BFU MAIN	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
Up	ping	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
Donw	ping	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
Up	1MB	0,1852	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,35
Donw	1MB	0,1852	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,35
Up	2MB	0,3704	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,71
Donw	2MB	0,3704	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,71
BFU VOC ATP	BFU MAIN		Média	Média					
Up	ping		0,0001	0,0001					
Donw	ping		0,0001	0,0001					
Up	1MB		0,3704	0,3704					
Donw	1MB		0,3704	0,3704					
Up	2MB		0,7408	0,7408					
Donw	2MB		0,7408	0,7408					
VOC JPR	JPR MAIN				Média				
Up	ping				0,0000				

Propagação de ping

Arquivos 1,12MB

Arquivos 2,24MB

Figura 09: Interpretação da tabela de cálculos VOC Main.

Na figura 09, a primeira linha mostra o sentido da comunicação apresentando a origem e destino. A segunda linha no termo UP, temos a comunicação no sentido da origem para o destino, como por exemplo, na primeira linha de Up o pacote Ping encaminhado de BFU VOC para o BFU Main. Na terceira linha (Donw) apresentam os mesmos cálculos para o teste no sentido contrário, ou seja, de BFU MAIN para BFU VOC. A quarta e quinta linhas referem-se para o arquivo de 1,12MB. A quinta e sexta linhas referem-se para o arquivo de 2,24MB.

A partir da terceira coluna, estão dispostos todos os valores calculados, sendo que a cada coluna é adicionado a comunicação do próximo componente, imediatamente abaixo na planilha. No exemplo acima, temos na terceira coluna a comunicação entre BFU VOC e BFU MAIN, na quarta coluna temos BFU

VOC para BFU MAIN somada a BFU VOC ATP e BFU Main, porem iniciando na linha 08.

RESULTADO SIMULAÇÃO REDE ESTRELA em segundos										
VOC para Main										
TERCEIRO DOMINIO										
CPB VOC	CPB MAIN									
Up	ping	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB	0,1852	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB	0,1852	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB	0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB	0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
COB VOC 2	CPB MAIN									
Up	ping		0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping		0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB		0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB		0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB		0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB		0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
CPB ATP VOC	CPB MAIN									
Up	ping			0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping			0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB			0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB			0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB			1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB			1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
CMD VOC	CMD MAIN									
Up	ping				0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping				0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB				0,2038	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB				0,2038	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB				0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB				0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
CMD VOC ATP	CMD MAIN						Média	Média		
Up	ping					0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping					0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB					0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB					0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB					0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB					0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
GMC VOC	GMC MAIN									
Up	ping						0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping						0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB						0,2038	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB						0,2038	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB						0,4075	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB						0,4075	0,8150	0,8150	0,8150
GMC ATP VOC	GMC MAIN									
Up	ping							0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping							0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB							0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB							0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB							0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB							0,8150	0,8150	0,8150
STE ATP VOC	STE MAIN									
Up	ping							0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping							0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB							0,2038	0,4075	0,4075
Donw	1MB							0,2038	0,4075	0,4075
Up	2MB							0,4075	0,8150	0,8150
Donw	2MB							0,4075	0,8150	0,8150
STE ATP VOC 2	STE MAIN									
Up	ping								0,0001	0,0001
Donw	ping								0,0001	0,0001
Up	1MB								0,4075	0,4075
Donw	1MB								0,4075	0,4075
Up	2MB								0,8150	0,8150
Donw	2MB								0,8150	0,8150

RESULTADO SIMULAÇÃO REDE ESTRELA em segundos												
VOC para Main		QUARTO DOMINIO										
IPV VOC	IPV MAIN											
Up	ping	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB	0,1852	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB	0,1852	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB	0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB	0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
IPV VOC 2	IPV MAIN											
Up	ping	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB	0,3704	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
IPV VOC ATP	IPV MAIN											
Up	ping		0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping		0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB		0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Donw	1MB		0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
Up	2MB		1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB		1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
AJO ATP VOC	AJO MAIN											
Up	ping			0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping			0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB			0,2038	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB			0,2038	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB			0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB			0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
AJO ATP VOC 2	AJO MAIN											
Up	ping				0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping				0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB				0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB				0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB				0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB				0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
BRR VOC	BRR MAIN											
Up	ping					0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping					0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB					0,2038	0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	1MB					0,2038	0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Up	2MB					0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB					0,3704	0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
BRR VOC 2	BRR MAIN											
Up	ping						0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Donw	ping						0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Up	1MB						0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	1MB						0,4075	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150	0,8150
Up	2MB						0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
Donw	2MB						0,7408	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815	1,4815
BRR ATP VOC	BRR MAIN											
Up	ping							0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Donw	ping							0,0002	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Up	1MB							0,8150	1,6300	1,6300	1,6300	1,6300
Donw	1MB							0,8150	1,6300	1,6300	1,6300	1,6300
Up	2MB							1,4815	2,9631	2,9631	2,9631	2,9631
Donw	2MB							1,4815	2,9631	2,9631	2,9631	2,9631
JDR VOC	JDR MAIN											
Up	ping								0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping								0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB								0,2038	0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB								0,2038	0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB								0,4075	0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB								0,4075	0,8150	0,8150	0,8150
JDR VOC ATP	JDR MAIN											
Up	ping									0,0001	0,0001	0,0001
Donw	ping									0,0001	0,0001	0,0001
Up	1MB									0,4075	0,4075	0,4075
Donw	1MB									0,4075	0,4075	0,4075
Up	2MB									0,8150	0,8150	0,8150
Donw	2MB									0,8150	0,8150	0,8150

12.4. Anexo IV Resultados dos cálculos para comunicação entre Main-CCO

O Anexo IV mostra os resultados dos cálculos para a transferência de pacotes Ping e arquivos de 1,12MB e 2,24MB entre Main e o CCO.

Origem Main	Destino(CCO)	Resultados
1 JPR MAIN CCO		
2 Up ping	2,31E-05	4,62E-05
3 Donw ping	2,31E-05	4,62E-05
4 Up 1MB	3,34E-01	6,67E-01
5 Donw 1MB	3,34E-01	6,67E-01
6 Up 2MB	6,67E-01	1,33E+00
7 Donw 2MB	6,67E-01	1,33E+00
8 BFU MAIN CCO		
Up ping	0,00E+00	6,9275E-05
Donw ping	0,00E+00	0,00013855
Up 1MB	0,00E+00	1,000874559
Donw 1MB	0,00E+00	1,000874559
Up 2MB	0,00E+00	2,001749117
Donw 2MB	0,00E+00	2,001749117
LAB MAIN CCO		
Up ping		6,9275E-05
Donw ping		0,00013855
Up 1MB		1,000874559
Donw 1MB		1,000874559
Up 2MB		2,001749117
Donw 2MB		2,001749117

Diagrama de fluxo: A coluna 'Origem Main' aponta para a coluna 'Destino(CCO)'. A coluna 'Destino(CCO)' aponta para a coluna 'Resultados'. A coluna 'Linha' aponta para a coluna 'Resultados'.

Artefatos: Arrows pointing from the 'Linha' column to the 'Resultados' column for lines 1-7, and from the 'Resultados' column to the 'Propagação de ping', 'Arquivos 1,12MB', and 'Arquivos 2,24MB' boxes.

Figura 10: Interpretação da tabela de cálculos Main CCO.

Na figura 10, a primeira linha mostra o sentido da comunicação apresentando a origem e destino (sempre será o CCO). A segunda linha no termo UP, temos a comunicação no sentido da origem para o destino, como por exemplo, na primeira linha de Up o pacote Ping encaminhado de JPR Main para o CCO. Na terceira linha (Donw) apresentam os mesmos cálculos para o teste no sentido contrário, ou seja, de CCO para JPR Main. A quarta e quinta linhas referem-se para o arquivo de 1,12MB. A sexta e sétima linhas referem-se para o arquivo de 2,24MB.

A partir da terceira coluna, estão dispostos todos os valores calculados, sendo que a cada coluna é adicionado a comunicação do próximo Main. No exemplo acima, temos na terceira coluna a comunicação entre JPR MAIN e CCO, adicionado BFU Main e CCO, na quarta coluna tem o resultado da

terceira coluna somada ao LAB Main e CCO. Todos os dados apresentados a partir da terceira coluna estão em segundos

Serão apresentados os cálculos para rede anel seguidos pelos cálculos para rede estrela,

RESULTADO SIMULAÇÃO REDE ANEL MAIN CCO																			
De	para	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping	ping
IPV MAIN	CCO SERVER	média	média	média	média	média	media	media	medio	media	media	media	media	media	medio	medio	media	media	medio
Up	PING	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060
Down	PING	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060
Up	1MB	0,1970	0,5000	0,8480	1,1210	2,3540	2,6540	2,9090	3,3590	4,7640	5,0340	5,4990	7,0340	9,5250	9,9000	10,0800	10,2450		
Down	1MB	0,2050	0,7290	0,7780	1,0120	2,3085	2,6273	2,8823	3,3323	4,7373	5,0073	5,4733	7,0073	9,4983	9,8733	10,0533	10,2183		
Up	2MB	0,5010	1,4660	1,9440	2,6130	3,9540	4,5540	5,1090	5,8590	8,7460	9,3160	10,0810	13,1190	17,9360	18,3110	18,4910	18,6560		
Down	2MB	0,4960	1,2460	1,6920	2,2350	3,8970	4,4970	5,0370	5,8370	8,8690	9,2440	10,0240	13,0620	17,8790	18,2540	18,4340	18,5540		
DTI MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0060	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065
Down	PING	0,0060	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065
Up	1MB	0,3780	0,9090	0,9990	1,3460	2,2680	2,5230	2,7780	3,1380	4,6440	5,2140	5,2590	7,1540	9,5700	9,6900	10,0500	10,2450		
Down	1MB	0,3390	0,7340	0,8820	1,2370	2,2785	2,5523	2,8073	3,1673	4,6173	5,1873	5,2323	7,1273	9,5433	9,6633	9,9783	10,2183		
Up	2MB	0,7740	1,3710	2,1870	2,8380	3,7640	4,3190	4,8740	5,5340	8,6260	9,4960	9,8410	13,2390	17,9810	18,1010	18,4160	18,6560		
Down	2MB	0,6630	1,5480	1,8690	2,5350	3,8130	5,4430	5,9830	6,6630	8,5240	9,4840	9,7840	13,1820	17,9240	18,0440	18,3340	18,5540		
BRU MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0060	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070
Down	PING	0,0060	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070	0,0070
Up	1MB	0,4230	0,8490	1,2160	2,2250	2,7200	2,7660	3,1850	4,6290	5,1240	5,4840	7,1990	9,6300	9,7650	9,9600	10,2900			
Down	1MB	0,3840	0,7320	1,1170	2,2335	2,7473	2,7933	3,2123	4,6023	5,0973	5,4573	7,1723	9,6033	9,7783	9,9933	10,2633			
Up	2MB	0,8190	2,0370	2,7180	4,4470	5,2420	5,5870	6,3070	8,6110	9,4060	10,0660	13,2840	18,0410	18,1760	18,3710	18,7010			
Down	2MB	0,7080	1,6690	2,3750	4,6240	6,1300	6,3900	7,1500	8,5040	9,3640	10,0990	13,2270	17,9840	18,1190	18,2740	18,6140			
AJO MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0060	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072
Down	PING	0,0060	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072
Up	1MB	1,1960	2,4910	2,6110	3,0460	3,1360	4,6590	4,9740	5,4240	7,2290	9,4882	9,7500	10,1550	10,4700					
Down	1MB	0,3390	1,0870	2,4585	2,5973	3,0323	3,1223	4,6323	4,9473	5,3973	5,7203	9,4683	9,7723	10,0283	10,4433				
Up	2MB	0,7740	2,6880	4,2710	4,6700	5,4060	5,7950	6,8110	9,4060	10,0960	12,9930	17,9060	18,1610	18,5660	18,8810				
Down	2MB	0,6630	2,3350	4,2840	4,7190	5,4990	5,8190	6,8540	9,1640	9,9490	12,9360	17,8490	18,1040	18,5340	18,8540				
STE MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0020	0,0016	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017
Down	PING	0,0020	0,0016	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017
Up	1MB	0,6990	3,1970	3,6220	3,9230	4,2620	5,6590	5,9740	6,5140	8,0340	8,4900	8,7090	8,8400	9,2840	9,5735	9,8623	8,8173	8,9375	9,2973
Down	1MB	0,7730	3,1565	3,5915	3,8915	4,2215	5,6523	5,9473	6,4873	8,0073	8,3823	8,6823	8,8623	9,1560	9,4560	9,7490	8,9373	9,1923	9,4920
Up	2MB	1,6150	4,8580	5,5930	6,1930	6,8230	9,6410	10,2560	11,0960	14,1190	14,4940	14,7940	14,9290	15,4690	15,7070	15,9490	15,4690	15,7070	15,9490
Down	2MB	1,6150	4,8210	7,1030	7,7030	8,3430	9,5440	10,1640	11,0390	14,0620	14,4370	14,7370	14,8270	15,2270	15,4770	15,7470	15,2270	15,4770	15,7470
GMC MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0200	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
Down	PING	0,0200	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
Up	1MB	0,7740	3,5870	3,9200	4,0670	5,7340	5,9590	6,4990	7,9290	8,2400	8,5290	8,9240	9,2100	9,5735	9,8623	8,8173	8,9375	9,2973	9,5735
Down	1MB	0,7730	3,1665	3,6965	4,2215	5,6623	6,1433	7,3823	7,7273	8,4573	8,7573	9,0573	9,3173	9,6173	9,9173	10,2173	9,5173	9,7723	9,9173
Up	2MB	1,6150	6,7180	9,6260	10,2410	13,0080	13,0830	13,3980	14,3290	14,6290	15,4960	15,6960	15,1090	15,3040	15,5040	15,7040	15,2270	15,4770	15,7470
Down	2MB	1,5850	8,2030	9,5240	10,1440	12,9510	13,0920	13,2620	14,2770	14,5720	15,4270	15,6260	15,7260	15,9260	15,1270	15,3270	15,2270	15,4770	15,7470
OSA MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0200	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Down	PING	0,0200	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Up	1MB	1,2700	3,7370	4,2620	5,6890	6,1690	7,4090	7,3040	7,7190	8,2440	8,5440	9,0690	9,3990	9,7390	10,1390	10,5000	10,8750	11,1590	11,5050
Down	1MB	1,2700	3,1665	4,1570	5,6440	5,9590	7,2440	7,3190	7,8240	8,5440	9,0690	9,4990	9,8623	10,2173	10,5173	10,8750	11,1590	11,5050	11,5050
Up	2MB	1,6150	6,7180	12,3950	15,0730	16,3550	18,3550	18,7400	19,4090	19,7200	19,9380	19,9490	20,1500	20,4370	20,7470	21,0470	21,3470	21,6470	21,9470
Down	2MB	1,6150	12,3110	12,9510	13,6410	14,2780	18,6830	18,9780	19,4180	19,7380	19,9490	19,9490	20,1500	20,4370	20,7470	21,0470	21,3470	21,6470	21,9470
PAL MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0220	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223
Down	PING	0,0220	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223
Up	1MB	1,2850	7,1990	7,5590	10,0950	10,2750	10,4700	10,7850	11,1590	11,5050	11,8050	12,1110	12,4110	12,7173	13,0273	13,3373	13,6433	13,9433	14,2433
Down	1MB	1,2850	7,1990	7,5590	10,0950	10,2750	10,4700	10,7850	11,1590	11,5050	11,8050	12,1110	12,4110	12,7173	13,0273	13,3373	13,6433	13,9433	14,2433
Up	2MB	2,5570	13,5780	13,0080	18,8450	18,6650	18,9650	18,9650	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500	19,1500
Down	2MB	2,5570	13,5210	12,9510	13,6410	14,2780	18,6830	18,9780	19,4180	19,7380	19,9490	19,9490	20,1500	20,4370	20,7470	21,0470	21,3470	21,6470	21,9470
PPAL MAIN	CCO SERVER																		
Up	PING	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340
Down	PING	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340	0,0340
Up	1MB	2,0260	7,4873	7,2173	10,4283	10,7283	10,7433	11,0390	11,3493	11,5493	11,7493	11,9493	12,1493	12,3493	12,5493	12,74			

12.5 Anexo V Resultados das simulações para comunicação entre VOC-Main

O Anexo V mostra os resultados das simulações aplicadas a cada componente das redes da linha 8. O teste é centrado no componente principal de cada domínio. A figura 11 mostra a tabela com os simulados.

Linhas	Origem		Destino		Resultados Simulados				
					RESULTADO CALCULADO REDE ANEL, linha				
					VOC para Main				
				PRIMEIRO DOMÍNIO					
1	BFU VOC	BFU MAIN	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
2	Up	ping	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
3	Donw	ping	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
4	Up	1MB	0,1852	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,35
5	Donw	1MB	0,1852	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,3584	0,35
6	Up	2MB	0,3704	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,71
7	Donw	2MB	0,3704	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,7168	0,71
8	BFU VOC ATP	BFU MAIN	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
	Up	ping	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
	Donw	ping	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,00
	Up	1MB	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704
	Donw	1MB	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704	0,3704
	Up	2MB	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
	Donw	2MB	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408	0,7408
	VOC JPR	JPR MAIN							
	Up	ping							

Propagação de ping

Arquivos 1,12MB

Arquivos 2,24MB

Figura 11: Interpretação do resultado de simulações VOC Main.

Na figura 11, a primeira linha mostra o sentido da comunicação apresentando a origem e destino. A segunda linha no termo UP, temos a comunicação no sentido da origem para o destino, como por exemplo, na primeira linha de Up o pacote Ping encaminhado de BFU VOC para o BFU Main. Na terceira linha (Donw) apresentam os mesmos cálculos para o teste no sentido contrário, ou seja, de BFU MAIN para BFU VOC. A quarta e quinta linhas referem-se para o arquivo de 1,12MB. A sexta e sétima linhas referem-se para o arquivo de 2,24MB.

A partir da terceira coluna, estão dispostos todos os valores simulados, sendo que a cada coluna é adicionado à comunicação do próximo componente, imediatamente abaixo na planilha. No exemplo acima, temos, na terceira coluna, a comunicação entre BFU VOC e BFU MAIN. Na quarta coluna, temos

BFU VOC para BFU MAIN somada a BFU VOC ATP e BFU Main, iniciando pela linha 08.

Todos os dados apresentados a partir da terceira coluna estão em segundos e representam a média das 20 amostras realizadas.

Serão apresentados os resultados das simulações para rede anel divididos por domínio, seguido pelas simulações para rede estrela.

12.6 Anexo VI Resultados das simulações para comunicação entre Main-CCO

O Anexo VI mostra os resultados das simulações para a transferência de pacotes Ping e arquivos de 1,12MB e 2,24MB entre Main e o CCO.

Origem	Destino	Resultados simulados							
Linhas		1	2	3	4	5	6		
1	JPR MAIN	CCO	Up	ping	2,31E-05	4,62E-05	6,93E-05	9,24E-05	2,31E-05
2	Donw	ping	2,31E-05	4,62E-05	1,39E-04	5,54E-04	2,77E-03		
3	Up	1MB	3,34E-01	6,67E-01	1,00E+00	1,33E+00	1,67E+00		
4	Donw	1MB	3,34E-01	6,67E-01	1,00E+00	1,33E+00	1,67E+00		
5	Up	2MB	6,67E-01	1,33E+00	2,00E+00	2,67E+00	3,34E+00		
6	Donw	2MB	6,67E-01	1,33E+00	2,00E+00	2,67E+00	3,34E+00		
7									
8	BFU MAIN	CCO	Up	ping	0,00E+00	6,9275E-05	9,2367	Propagação de ping	
	Donw	ping	0,00E+00	0,00013855	0,0005542	0,002771002			
	Up	1MB	0,00E+00	1,000874559	1,3344		Arquivos 1,12MB		
	Donw	1MB	0,00E+00	1,000874559	1,3344				
	Up	2MB	0,00E+00	2,001749117	2,6689				
	Donw	2MB	0,00E+00	2,001749117	2,6689		Arquivos 2,24MB		
	LAB MAIN	CCO	Up	ping	6,9275E-05	9,2367			
	Donw	ping	0,00013855	0,0005542	0,002771002				
	Up	1MB	1,000874559	1,33449941	1,668124264				
	Donw	1MB	1,000874559	1,33449941	1,668124264				
	Up	2MB	2,001749117	2,66899882	3,336248529				
	Donw	2MB	2,001749117	2,66899882	3,336248529				

Figura 12: Interpretação da tabela de simulações Main CCO.

Na figura 12, a primeira linha mostra o sentido da comunicação apresentando a origem e destino. A segunda linha no termo UP, temos a comunicação no sentido da origem para o destino, como por exemplo, na primeira linha de Up o pacote Ping encaminhado de BFU VOC para o BFU Main. Na terceira linha (Donw) apresentam os mesmos cálculos para o teste no sentido contrário, ou seja, de BFU MAIN para BFU VOC. A quarta e quinta linhas referem-se para o arquivo de 1,12MB. A sexta e sétima linhas referem-se para o arquivo de 2,24MB.

A partir da terceira coluna, estão dispostos todos os valores calculados, sendo que a cada coluna é adicionado a comunicação do próximo Main. No exemplo acima, na terceira coluna a comunicação entre JPR MAIN e CCO, adicionado BFU Main e CCO, na quarta coluna tem o resultado da terceira

coluna somada ao LAB Main e CCO, iniciando na oitava linha. Todos os dados apresentados a partir da terceira coluna estão em segundos.

Serão apresentados os cálculos para rede anel seguidos pelos cálculos para rede estrela.

RESULTADO SIMULAÇÃO REDE ESTRELA MAIN CCO																			
De	para	IPV MAIN		CCO SERVER		média		média		média		media		media		media		media	
Up	PING	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
Donw	PING	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
Up	1MB	0,197	0,5	0,848	1,121	2,354	2,634	2,909	3,359	4,764	5,034	5,499	7,034	9,525	9,9	10,08	10,245		
Donw	1MB	0,205	0,729	0,778	1,012	2,3085	2,67275	2,88225	3,332	4,737	5,007	5,472	7,0073	9,498	9,873	10,053	10,1825		
Up	2MB	0,501	1,466	1,944	2,613	3,954	4,554	5,109	5,859	8,746	9,316	10,08	13,119	17,94	18,31	18,491	18,656		
Donw	2MB	0,496	1,246	1,692	2,235	3,897	4,497	5,037	5,837	8,684	9,244	10,02	13,062	17,88	18,25	18,434	18,554		
JDI MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,006	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0065	0,007	0,007	0,0065	0,0065	
Donw	PING	0,006	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0065	0,007	0,007	0,0065	0,0065	
Up	1MB	0,378	0,909	0,999	1,346	2,268	2,523	2,778	3,138	4,644	5,214	5,259	7,154	9,57	9,69	10,005	10,245		
Donw	1MB	0,339	0,734	0,882	1,237	2,2785	2,55225	2,80725	3,167	4,617	5,187	5,232	7,1273	9,543	9,663	9,9783	10,21825		
Up	2MB	0,774	1,371	2,187	2,838	3,764	4,319	4,874	5,534	8,626	9,496	9,841	13,239	17,98	18,1	18,416	18,656		
Donw	2MB	0,663	1,548	1,869	2,535	3,813	5,443	5,983	6,663	8,524	9,484	9,784	13,182	17,92	18,04	18,334	18,554		
BRU MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,006	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	
Donw	PING	0,006	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	
Up	1MB	0,423	0,849	1,226	2,225	2,72	2,766	3,185	4,629	5,124	5,484	7,199	9,63	9,765	9,96	10,29			
Donw	1MB	0,364	0,732	1,117	2,335	2,74775	2,79225	3,212	4,602	5,097	5,457	7,1723	9,605	9,738	9,9333	10,26325			
Up	2MB	0,819	2,037	2,718	4,447	5,242	5,587	6,307	8,611	9,406	10,07	13,284	18,04	18,18	18,371	18,701			
Donw	2MB	0,708	1,669	2,375	4,624	6,13	6,39	7,15	8,504	9,364	10,01	13,227	17,98	18,12	18,374	18,614			
AJD MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,006	0,00715	0,00715	0,00715	0,00715	0,00715	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0072	0,00715	
Donw	PING	0,006	0,00715	0,00715	0,00715	0,00715	0,00715	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,0072	0,00715	
Up	1MB	0,378	1,196	2,491	6,211	9,046	8,136	6,459	4,974	5,242	7,229	9,488	9,75	10,155	10,47				
Donw	1MB	0,339	1,087	2,4585	2,59725	3,03225	3,122	4,632	4,947	5,397	7,2023	9,468	9,723	10,128	10,44325				
Up	2MB	0,774	2,668	4,271	4,67	5,406	5,795	6,841	9,256	10,01	12,993	17,91	18,16	18,556	18,881				
Donw	2MB	0,663	2,335	4,284	4,719	5,499	5,819	8,544	9,164	12,936	17,85	18,1	18,534	18,854					
STE MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,002	0,0016	0,001733	0,001733	0,001733	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0017	0,0017	0,0017	0,001733			
Donw	PING	0,002	0,0016	0,001733	0,001733	0,001733	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001733	0,001733	0,001733	0,001733			
Up	1MB	0,699	3,197	3,632	3,932	4,262	5,659	5,974	6,514	8,034	8,409	8,709	8,844	9,304					
Donw	1MB	0,773	3,1565	3,5915	3,8915	4,222	5,632	5,947	6,487	8,0073	8,382	8,682	8,8173	9,35725					
Up	2MB	1,615	4,858	5,595	6,193	6,823	9,641	10,26	11,1	14,199	14,49	14,79	14,929	15,469					
Donw	2MB	1,615	4,821	7,103	8,343	9,544	10,16	11,04	14,062	14,44	14,74	14,927	15,447						
GMC MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,02	0,0021	0,0021	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	
Donw	PING	0,02	0,0021	0,0021	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021	
Up	1MB	0,939	3,587	3,902	4,067	5,734	5,959	6,499	7,929	8,424	8,848	8,784	9,084	9,219					
Donw	1MB	1,013	3,5465	3,8915	4,027	5,707	5,932	6,472	7,9023	8,397	8,802	8,9973	9,29725						
Up	2MB	1,855	5,548	6,163	6,628	9,716	10,24	11,08	14,014	14,451	14,61	15,109	15,409						
Donw	2MB	1,855	7,043	7,663	8,083	9,644	10,14	11,02	13,957	14,45	14,51	15,057	15,367						
CSA MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,02	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0024	0,0024	
Donw	PING	0,02	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0024	0,0024	
Up	1MB	0,699	4,157	5,644	5,959	7,244	7,319	8,244	8,544	9,069	9,399								
Donw	1MB	0,773	4,117	5,617	5,932	7,217	7,2923	8,217	8,517	9,043	9,37225								
Up	2MB	1,615	6,718	9,626	10,24	12,39	13,02	13,7	18,335	18,74	19,03	19,43	15,154	15,484					
Donw	2MB	1,585	8,203	9,524	10,14	12,95	13,64	18,278	18,68	18,98	19,418	19,338							
OSA MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Donw	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Up	1MB	1,27	6,929	7,259	7,634	9,945	10,35	10,53	10,64	11,04	11,105								
Donw	1MB	1,27	6,902	7,232	7,607	9,918	10,32	10,51	10,61	11,013	11,108825								
Up	2MB	2,752	12,39	13,02	13,7	18,335	18,74	19,03	19,43	19,445									
Donw	2MB	2,767	12,31	12,95	13,64	18,278	18,68	18,98	19,418	19,338									
PAL MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Donw	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Up	1MB	1,285	7,199	7,559	10,095	10,28	10,47	10,76	10,77	11,13									
Donw	1MB	1,285	7,172	7,532	10,068	10,25	10,44	10,75	10,76	11,13									
Up	2MB	2,767	12,39	13,02	13,7	18,335	18,74	19,03	19,43	19,445									
Donw	2MB	2,787	12,37	13,05	13,828	18,61	18,97	19,14	19,058	19,438									
ILE MAIN		CCO SERVER																	
Up	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022375		
Donw	PING	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022375		
Up	1MB	1,075	7,377	4,262	5,689	6,169	7,409	7,304	8,484	8,784	9,084	9,37225							
Donw	1MB	1,075	7,349	4,242	5,662	6,142	7,382	7,2773	8,457	8,757	9,0573	9,31							

12.7. Anexo VII – Gráficos teórico x simulado para pacotes ping e arquivos 1,12MB e 2,24MB, transmitidos entre o VOC-Main

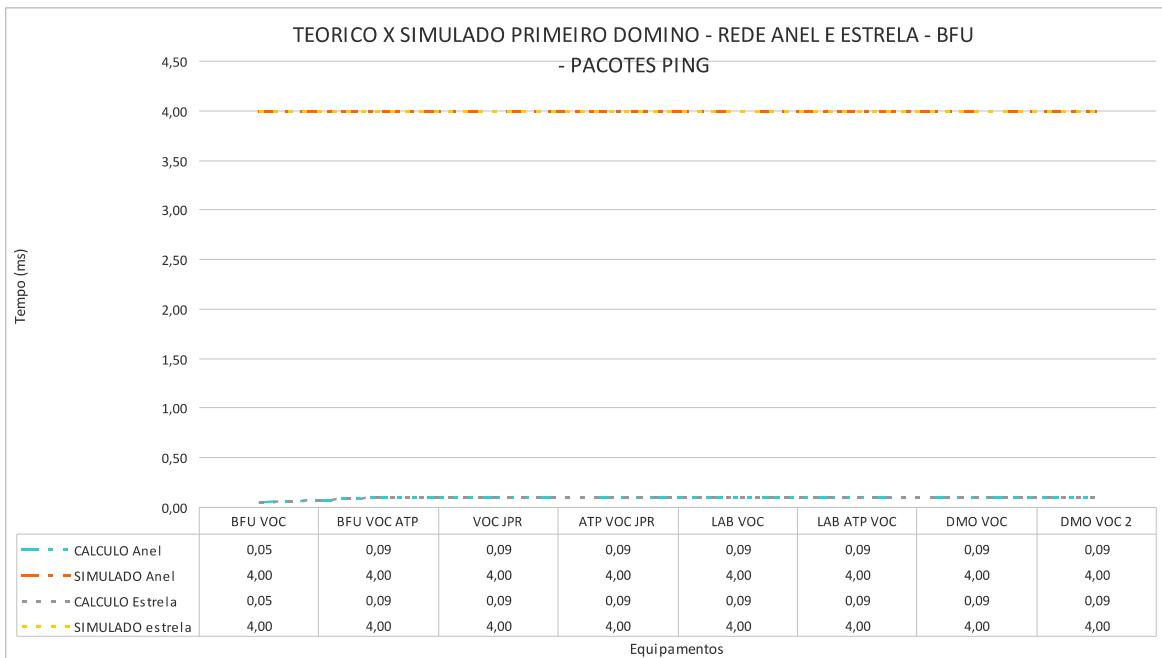


Gráfico 07: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main

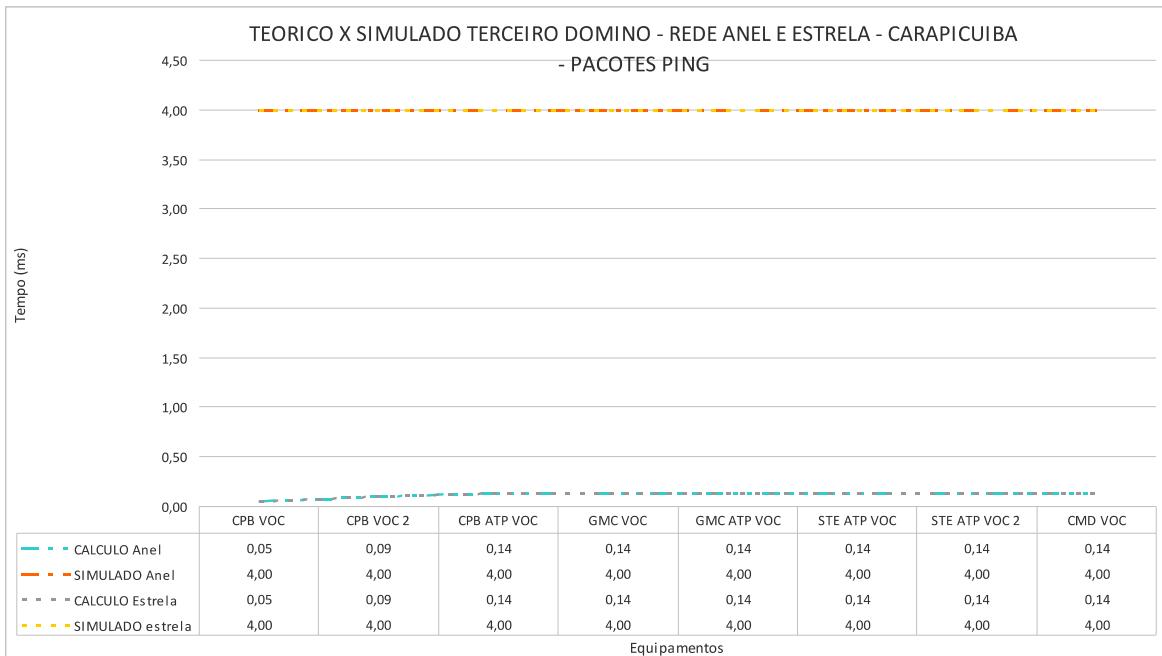


Gráfico 08: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main

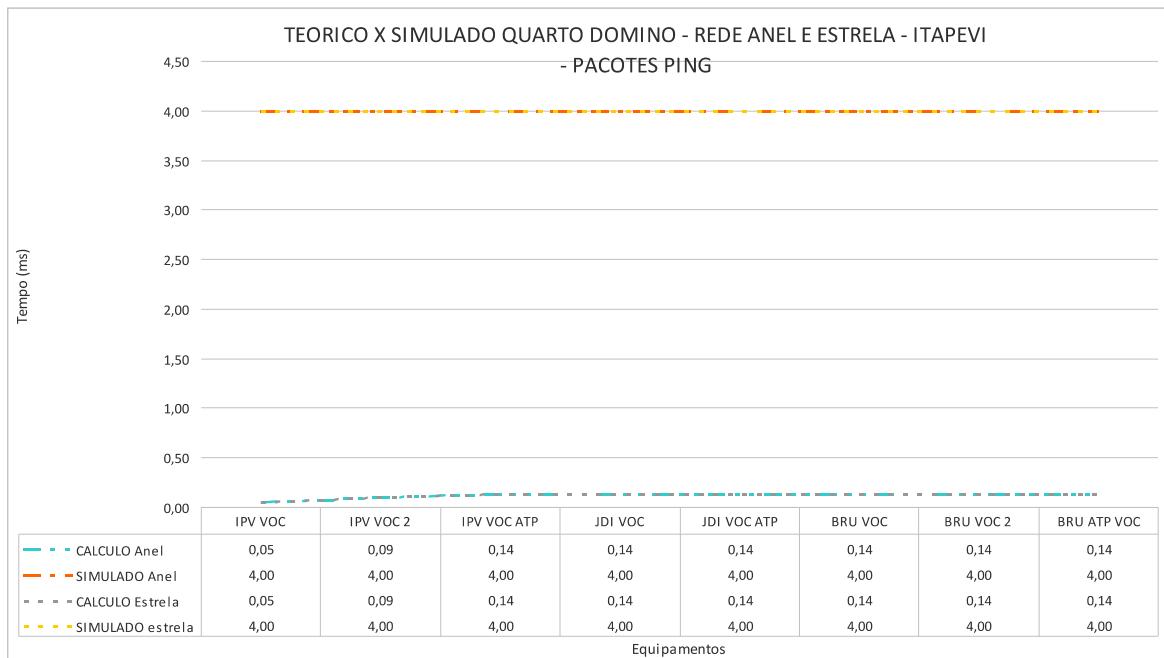


Gráfico 09: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes PING VOC-Main

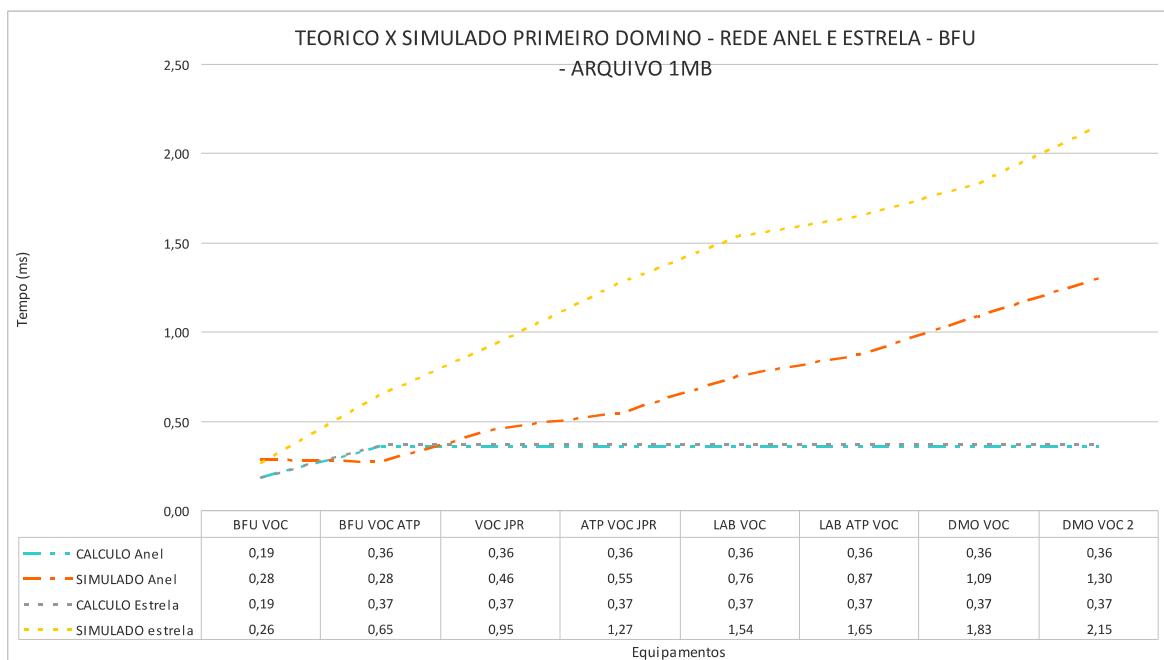


Gráfico 10: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main

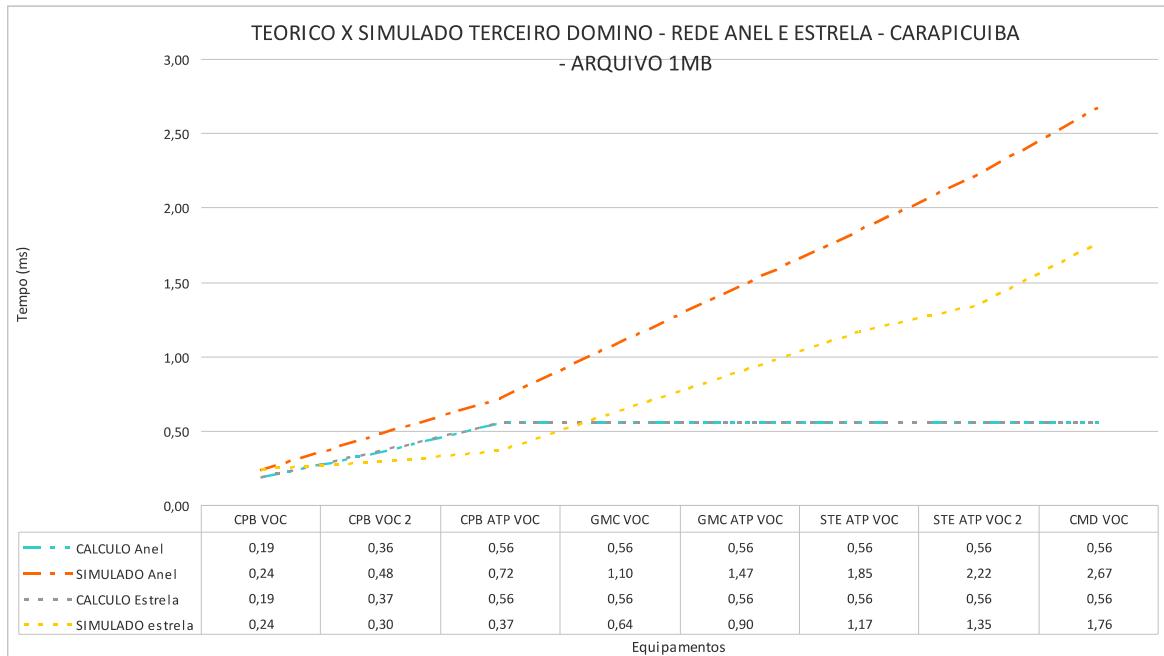


Gráfico 11: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main

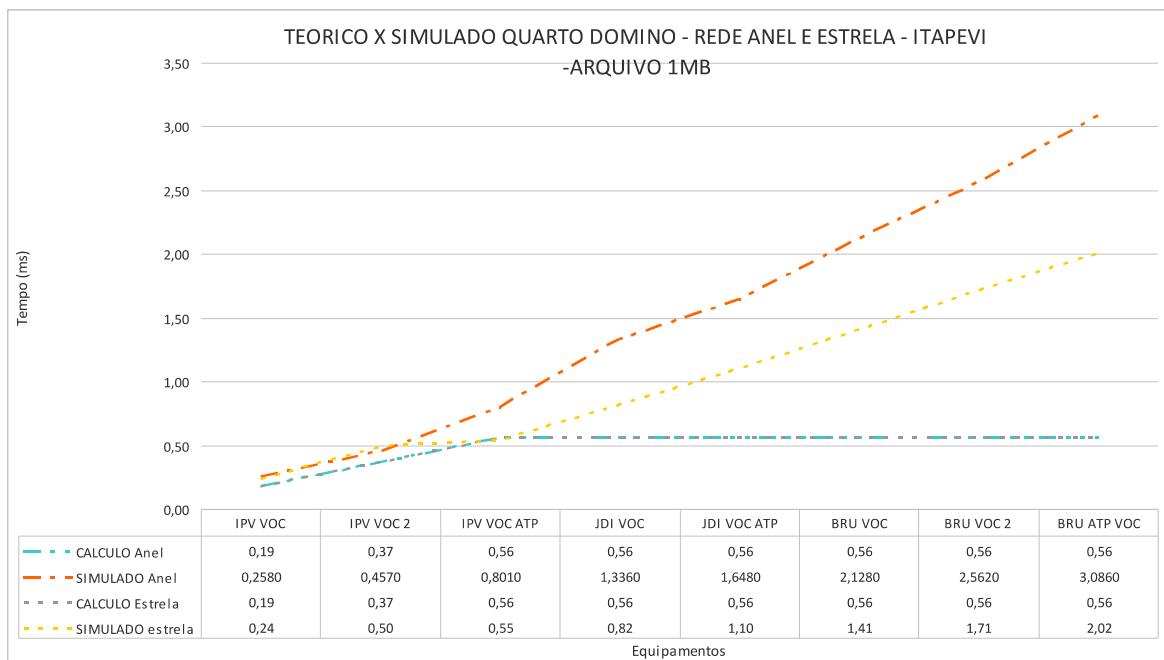


Gráfico 12: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes 1,12MB VOC-Main

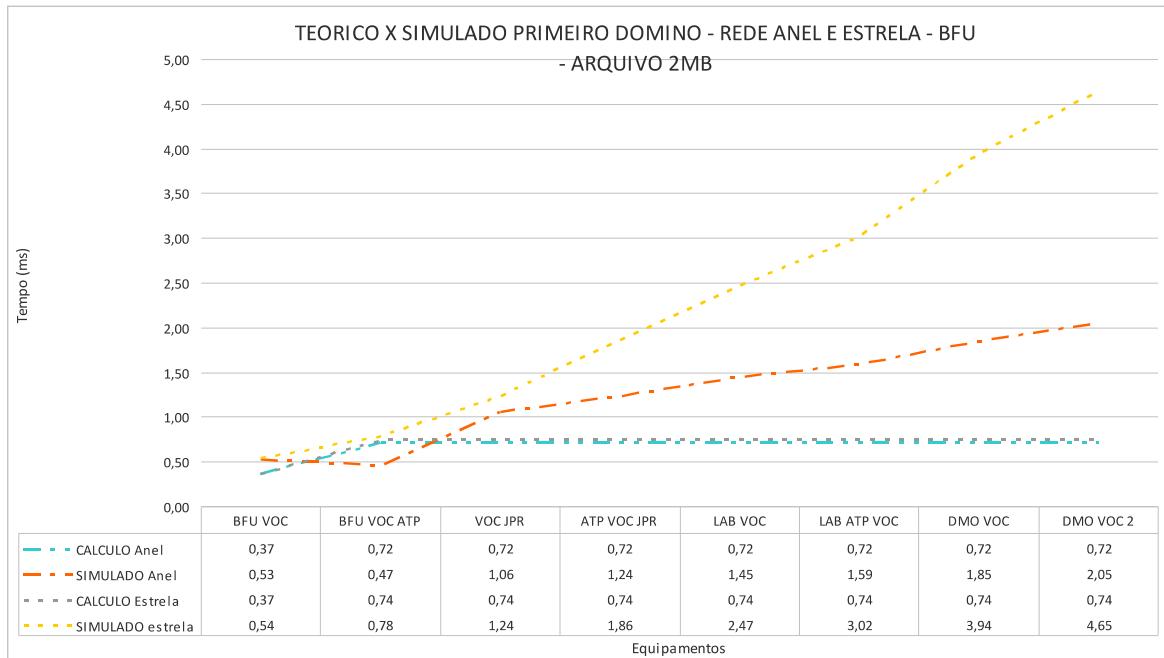


Gráfico 13: Teórico x Prático primeiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main

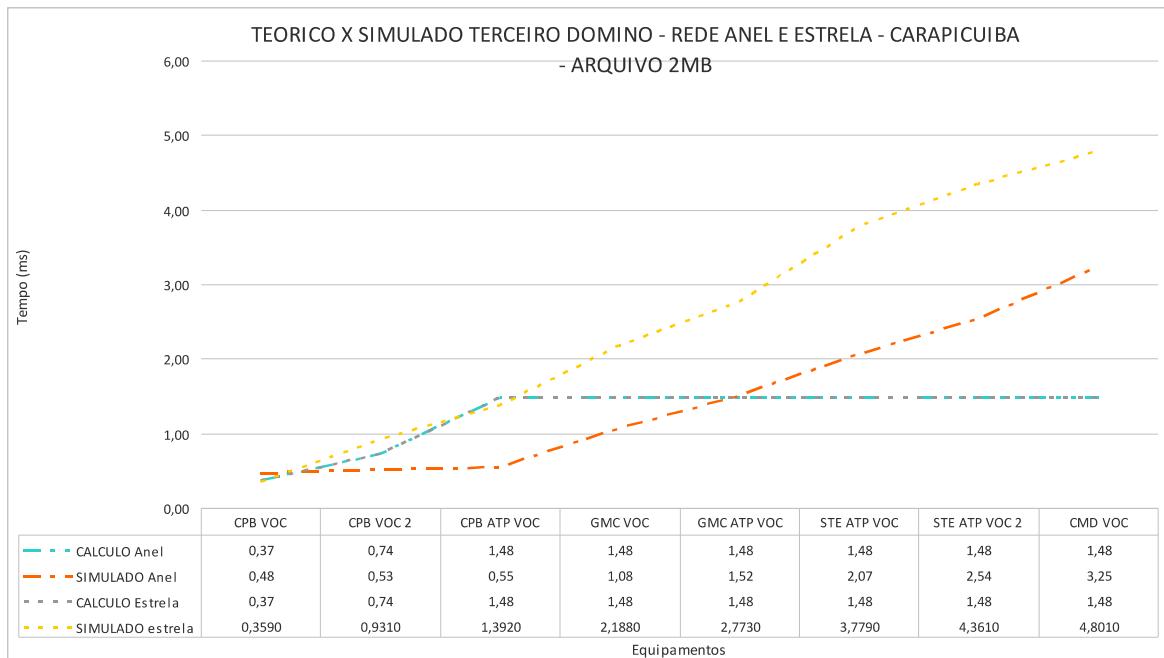


Gráfico 14: Teórico x Prático terceiro domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main

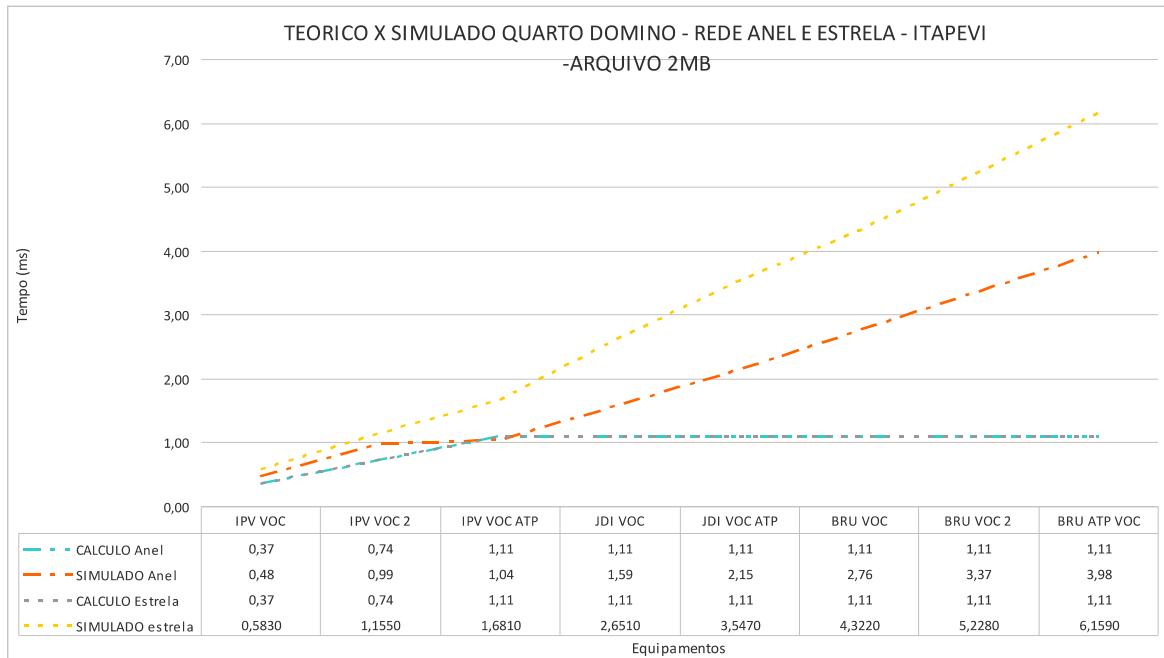


Gráfico 15: Teórico x Prático quarto domínio – Rede anel e estrela para pacotes 2,24MB VOC-Main