

INSTITUTO FEDERAL

Goiás

Câmpus Anápolis

Igor Tadayuki Hanguí Silva

Estudo de técnicas de otimização em redes usando o emulador de redes MiniNet

Anápolis-GO

2021

Igor Tadayuki Hangui Silva

Estudo de técnicas de otimização em redes usando o emulador de redes MiniNet

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Goiás como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Instituto Federal de Goiás - Câmpus Anápolis

Orientador: Profa. Dra. Kátia Cilene Costa Fernandes

Coorientador: Prof. Ma. Alexandre Bellezi Jose

Anápolis-GO

2021



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Igor Tadayuki Hangui Silva

Matrícula: _____

Título do Trabalho: Estudo de técnicas de otimização em redes usando o emulador de redes MiniNet

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: 10/03/21

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Anápolis

10/03/21

Local

Data

Igor Tadayuki Hangui Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silva, Igor Tadayuki Hanguí

S586e Estudo de técnicas de otimização em redes usando o emulador de redes MineNet / Igor Tadayuki Hanguí. – Anápolis: IFG, 2021.
157 f. : il.

Orientadora: Prof. Dra. Kátia Cilene Costa Fernandes.
Coorientador: Prof. Me. Alexandre Bellezi José.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Câmpus Anápolis – Bacharelado em Ciência da Computação, 2021.

1. Redes. 2. emulador. 3. MiniNet. 4. balanceamento de cargas. I. Fernandes, Kátia Cilene Costa, orient. II. José, Alexandre Bellezi, coorient. III. Título.

CDD 004



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Aos 02 dias do mês de março de 2021, às 9:30 horas, em sessão pública na sala virtual do Câmpus Anápolis / IFG, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Orientadora **Dra. Kátia Cilene Costa Fernandes**, acompanhada pelo Professor Coorientador **Msc. Alexandre José Bellezi**.

e composta pelos examinadores:

1. Dr. Hugo Vinícius Leão e Silva
2. Dr. Luiz Fernando Batista Loja
3. Dr. Tharsis Souza Silva,

o(a) Discente **Igor Tadayuki Hangui Silva** apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

Estudo de técnicas de otimização em redes usando o emulador de redes MiniNet como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Graduação de Bacharelado em Ciência da Computação.

Após reunião em sessão reservada, a Banca Examinadora deliberou e decidiu pela aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao discente e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo discente.

Igor Tadayuki Hangui Silva

Documento assinado eletronicamente por:

- Hugo Vinícius Leão e Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 02/03/2021 11:33:15.
- Luiz Fernando Batista Loja, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 02/03/2021 11:31:50.
- Tharsis Souza Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 02/03/2021 11:31:15.
- Kátia Cilene Costa Fernandes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 02/03/2021 11:29:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/03/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 135960

Código de Autenticação: 6c90d30360



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Avenida Pedro Ludovico, s/ nº, Remy Cury, ANÁPOLIS / GO, CEP 75131-457
(62) 3703-3373 (ramal: 3373)

Lista de ilustrações

Figura 1 – Exemplo de uma rede de computadores.	16
Figura 2 – Exemplo de uma rede de malha.	17
Figura 3 – Exemplo de aplicação de uma rede de malha em uma cidade.	18
Figura 4 – Exemplo de grafo	18
Figura 5 – Exemplo de grafo dirigido	19
Figura 6 – Rotas da primeira e ultima soluções Pareto-ótimas geradas pelo algoritmo.	29
Figura 7 – Emulando redes reais no Mininet	31
Figura 8 – Exemplo da execução do comando <i>iperf</i>	33
Figura 9 – Exemplo da execução do comando <i>ping</i>	34
Figura 10 – Grafo Grade com 49 nós	36
Figura 11 – Exemplo do arquivo gerado	39
Figura 12 – Latência da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens e destinos quaisquer da instância 1.	40
Figura 13 – Latência da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens quaisquer e mesmo destino da instância 1.	41
Figura 14 – Dados Transferidos e largura de banda da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens e destinos quaisquer.	42
Figura 15 – Dados Transferidos da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens quaisquer e mesmo destino.	43

Lista de tabelas

Tabela 1	– Soluções geradas pelo algoritmo - origens e destinos quaisquer	37
Tabela 2	– Soluções geradas pelo algoritmo - origens quaisquer e mesmos destinos	37
Tabela 3	– Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - primeira solução Pareto-ótima	37
Tabela 4	– Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - primeira solução Pareto-ótima	38
Tabela 5	– Latência - origens e destinos quaisquer - primeira instância, primeira solução Pareto-ótima	50
Tabela 6	– Latência - origens e destinos quaisquer - primeira instância, última solução Pareto-ótima	51
Tabela 7	– Latência - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima	52
Tabela 8	– Latência - origens e destinos quaisquer - segunda instância, última solução Pareto-ótima	53
Tabela 9	– Latência - origens e destinos quaisquer - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima	54
Tabela 10	– Latência - origens e destinos quaisquer - terceira instância, última solução Pareto-ótima	56
Tabela 11	– Latência - origens e destinos quaisquer - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima	57
Tabela 12	– Latência - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima	58
Tabela 13	– Latência - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima	59
Tabela 14	– Latência - origens e destinos quaisquer - quinta instância, última solução Pareto-ótima	60
Tabela 15	– Latência - origens e destinos quaisquer - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima	61
Tabela 16	– Latência - origens e destinos quaisquer - sexta instância, última solução Pareto-ótima	63
Tabela 17	– Latência - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima	64
Tabela 18	– Latência - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima	65
Tabela 19	– Latência - origens e destinos quaisquer - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima	66

Tabela 20 – Latência - origens e destinos quaisquer - oitava instância, última solução Pareto-ótima	67
Tabela 21 – Latência - origens e destinos quaisquer - nona instância, primeira solução Pareto-ótima	68
Tabela 22 – Latência - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima	70
Tabela 23 – Latência - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima	71
Tabela 24 – Latência - origens e destinos quaisquer - décima instância, última solução Pareto-ótima	72
Tabela 25 – Latência - mesmos destinos - primeira instância, primeira solução Pareto-ótima	74
Tabela 26 – Latência - mesmos destinos - primeira instância, última solução Pareto-ótima	75
Tabela 27 – Latência - mesmos destinos - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima	76
Tabela 28 – Latência - mesmos destinos - segunda instância, última solução Pareto-ótima	77
Tabela 29 – Latência - mesmos destinos - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima	78
Tabela 30 – Latência - mesmos destinos - terceira instância, última solução Pareto-ótima	79
Tabela 31 – Latência - mesmos destinos - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima	81
Tabela 32 – Latência - mesmos destinos - quarta instância, última solução Pareto-ótima	82
Tabela 33 – Latência - mesmos destinos - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima	83
Tabela 34 – Latência - mesmos destinos - quinta instância, última solução Pareto-ótima	84
Tabela 35 – Latência - mesmos destinos - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima	85
Tabela 36 – Latência - mesmos destinos - sexta instância, última solução Pareto-ótima	86
Tabela 37 – Latência - mesmos destinos - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima	87
Tabela 38 – Latência - mesmos destinos - sétima instância, última solução Pareto-ótima	88
Tabela 39 – Latência - mesmos destinos - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima	90
Tabela 40 – Latência - mesmos destinos - oitava instância, última solução Pareto-ótima	91
Tabela 41 – Latência - mesmos destinos - nona instância, primeira solução Pareto-ótima	92

Tabela 42 – Latência - mesmos destinos - nona instância, última solução Pareto-ótima	93
Tabela 43 – Latência - mesmos destinos - décima instância, primeira solução Pareto-ótima	94
Tabela 44 – Latência - mesmos destinos - décima instância, última solução Pareto-ótima	95
Tabela 45 – Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - primeira solução Pareto-ótima - primeira instância	97
Tabela 46 – Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - última solução Pareto-ótima - primeira instância	98
Tabela 47 – Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - primeira solução Pareto-ótima - primeira instância	99
Tabela 48 – Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - última solução Pareto-ótima - primeira instância	100
Tabela 49 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - primeira instância, primeira solução Pareto-ótima	109
Tabela 50 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer -primeira instância, última solução Pareto-ótima	110
Tabela 51 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima	111
Tabela 52 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, última solução Pareto-ótima	112
Tabela 53 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima	114
Tabela 54 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - terceira instância, última solução Pareto-ótima	115
Tabela 55 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima	116
Tabela 56 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima	117
Tabela 57 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima	118
Tabela 58 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, última solução Pareto-ótima	120
Tabela 59 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima	121
Tabela 60 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sexta instância, última solução Pareto-ótima	122
Tabela 61 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima	123

Tabela 62 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima	124
Tabela 63 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima	126
Tabela 64 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - oitava instância, última solução Pareto-ótima	127
Tabela 65 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, primeira solução Pareto-ótima	128
Tabela 66 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima	129
Tabela 67 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima	130
Tabela 68 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, última solução Pareto-ótima	132
Tabela 69 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino - primeira solução	134
Tabela 70 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino - última solução	135
Tabela 71 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima	136
Tabela 72 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima	137
Tabela 73 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - terceira instância, última solução Pareto-ótima	139
Tabela 74 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima	140
Tabela 75 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima	141
Tabela 76 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima	142
Tabela 77 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, última solução Pareto-ótima	143
Tabela 78 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima	145
Tabela 79 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sexta instância, última solução Pareto-ótima	146
Tabela 80 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima	147

Tabela 81 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima	148
Tabela 82 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima	149
Tabela 83 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - oitava instância, última solução Pareto-ótima	151
Tabela 84 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, primeira solução Pareto-ótima	152
Tabela 85 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima	153
Tabela 86 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima	154
Tabela 87 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, última solução Pareto-ótima	155

Lista de abreviaturas e siglas

TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol suite
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	HyperTextTransfer Protocol
AP	Access Point
OF	OpenFlow
SDN	Software Defined Network
SDWN	Software-Defined Wireless Network
WMN	Wireless Mesh Network
RCAJI	Routing and Channel Assignment, Joint Improvement heuristic
BPR	Bottleneck, Path length and Routing overhead heuristic
JRCAR	Joint Routing, Channel Assignment and Rate allocation Heuristic

RESUMO

No meio científico existem trabalhos que propõem soluções exatas para problemas biobjetivos para roteamento de fluxos em rede, que minimiza o total de saltos de todos os fluxos e o gargalo da rede. Porém são apresentadas métricas tradicionais de grafos, como a cardinalidade do conjunto de soluções não dominadas, maior gargalo e amplitude do total de saltos. Encontram-se trabalhos que realizam avaliações sob métricas de redes porém utilizam heurísticas para resolvê-los. Este trabalho investiga o uso de um algoritmo exato para resolver esses tipos de problema aplicado a cenários reais, ou seja, métricas de rede com o auxílio de um emulador de redes denominado Mininet. Ele permite representar características de enlaces sem fio IEEE 802.11, imitando aplicações reais baseadas no protocolo de transporte da internet denominado TCP, possibilitando ainda a captura de métricas como latência e largura de banda.

Palavras-chave: Problema biobjetivo em redes, Mininet, Emulador, Balanceamento de cargas

Sumário

	Sumário	13
	INTRODUÇÃO	14
1	REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1	Redes	16
1.2	Emuladores e Simuladores	19
1.3	Problemas de roteamento de fluxos em redes	20
2	METODOLOGIA	28
3	O MININET	31
3.1	Avaliação de Desempenho	32
3.1.1	Taxa de transferência e <i>iperf</i>	33
3.1.2	Latência e <i>ping</i>	34
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1	Latência	39
4.2	Transferência de dados e banda larga	42
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46
	Apêndice 1: Latência - origens e destinos quaisquer	50
	Apêndice 2: Latência - origens quaisquer e mesmo destino	74
	Apêndice 3 - Rotas de cada fluxo	97
	Apêndice 4 - Código do Controlador	101
	Apêndice 5 - Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer	109
	Apêndice 6 - Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino	134

Introdução

Um problema clássico de programação para roteamento de fluxos em rede consiste em uma função para minimizar o total de saltos de todos os fluxos e outra para minimizar o gargalo da rede. Observa-se que esse tipo de problema tem duas funções objetivo. Problemas com essa característica são conhecidos como problema biobjetivo. Há uma gama de aplicações para esse tipo de problema, como roteamento de fluxos de dados em redes em malha sem fio ou redes de sensores. Na literatura, é possível encontrar trabalhos que propõem soluções exatas, mas que avaliam seus algoritmos sob métricas tradicionais em grafos, como a cardinalidade do conjunto de soluções não dominadas, maior gargalo e amplitude do total de saltos (FERNANDES; PINTO, 2016) (FERNANDES, 2019). Encontra-se trabalhos na literatura que realizam avaliações sob métricas de redes reais, mas utilizando heurísticas como solução (MELLO et al., 2014).

Em (PINTO; BORNSTEIN; MACULAN, 2009) é apresentado um problema que possui uma função de custo e duas funções para o gargalo, generalizado em (BORNSTEIN et al., 2012), no qual foram apresentados problemas de otimização combinatória multiobjetivo, considerando uma função totalizadora e n funções gargalo. Um exemplo utilizado em (HANSEN, 1980) leva em consideração o projeto e o uso eficientes de transporte e comunicação, assim como redes de comunicações, podendo ser expressas como “problemas de caminhos bicritérios” (*Bicriterion path problems*). Em outro exemplo, utilizado em (MARCHET et al., 1979), a escolha de uma rota em rodovias envolve critérios ecológicos e econômicos, no qual é necessário determinar um custo e um índice de danos ambientais em cada segmento da via. Esse exemplo faz uso de um algoritmo de caminho bicritério. Ele retorna um conjunto de rotas eficientes, que, apesar de diferentes, não se pode afirmar que uma é melhor que a outra, devido aos diferentes critérios avaliados.

O objetivo deste trabalho é investigar o uso de um algoritmo exato para resolver o problema biobjetivo de roteamento de fluxos em rede apresentado em (FERNANDES, 2019) aplicado a cenários reais. Assim, são apresentadas análises de métricas de rede com o auxílio do emulador de redes Mininet. Esse emulador permite representar características de enlaces sem fio Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) 802.11, imitando aplicações reais que utilizam protocolos de transporte da Internet denominado *Transmission Control Protocol* (TCP) e capturar métricas como latência e largura de banda.

Neste trabalho o Capítulo 1 apresenta o referencial teórico, abordando conceitos como rede de computadores, grafos, problemas de otimização multiobjetivo. O Capítulo 2 traz a metodologia, nele é detalhado o que é feito em cada uma das etapas do trabalho, desde

o estudo dos modelos, compreensão do algoritmo usado até sua implementação. O Capítulo 3 relata um estudo minucioso do emulador Mininet acompanhado da compreensão das funcionalidades de suas ferramentas de desempenho. A análise dos resultados é apresentada no Capítulo 4, são analisadas a latência, a quantidade de dados transferida e a banda larga após o roteamento de cada fluxo. Ao final são apresentadas as Considerações Finais, as Referências e os Apêndices, contendo as tabelas dos resultados encontrados e o código do controlador.

1 Referencial Teórico

1.1 Redes

Um dos conceitos abordados neste trabalho é o de redes de computadores. Uma boa definição para redes é um conjunto de computadores interconectados entre si, podendo trocar informações (TANENBAUM, 2003). A conexão não precisa necessariamente ser cabeada, por meio de ondas eletromagnéticas, como rádio, micro-ondas ou luz. A Figura 1 apresenta um exemplo de rede de computadores.

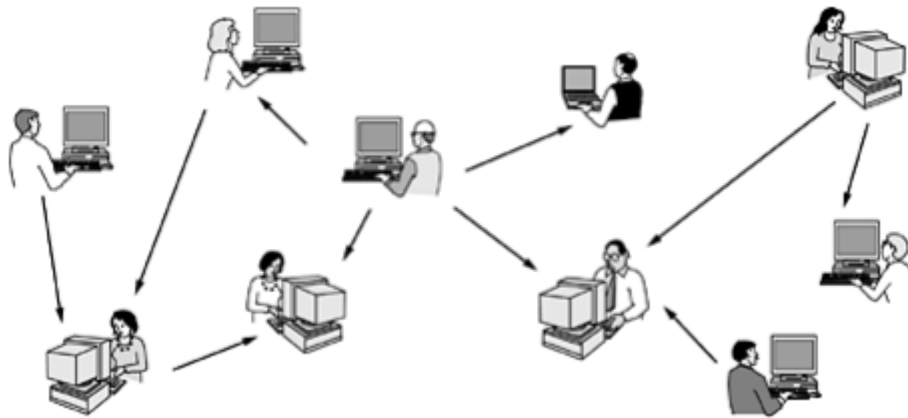


Figura 1 – Exemplo de uma rede de computadores.
Fonte: (TANENBAUM, 2003)

O funcionamento interno das redes atuais depende de uma pilha de protocolos chamada *Transmission Control Protocol/Internet Protocol suite* (TCP/IP). Essa suíte é chamada de pilha de protocolos, pois possui vários outros protocolos operando em conjunto, como por exemplo o *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) e o *Internet Protocol* (IP). O HTTP define como os servidores transferirão páginas ou documentos para o cliente, que normalmente seria o navegador Web, usando serviços do TCP, que por sua vez usa serviços providos pelo IP. Existem diversos outros protocolos, variando bastante em relação à complexidade. Pode-se dizer que esses diversos protocolos são uma espécie de “cola” que une as redes de computadores (GALLO et al., 2003).

Ainda dentro do conceito de redes, há um tipo de rede chamado de IEEE 802.11, popularmente conhecido como *Wireless-Fidelity* (*Wi-Fi*), uma marca registrada da *Wi-Fi Alliance*, para a comunicação de dispositivos sem fio, chamados de *hosts*, ou clientes em uma área reduzida, como descrito em (CROW et al., 1997). Esse tipo de rede opera por meio de ondas de rádio, transmitidas por um *Access Point* (AP ou ponto de acesso), ou por

um adaptador, popularmente conhecido como *roteador*. Esse adaptador recebe os sinais, decodifica-os e transmite esses dados pela(s) antena(s). Mas como ressaltado anteriormente, seu alcance é reduzido, tal que essa “área de operação” (chamada de *hotspot*) varia de acordo com uma série de características do roteador, como potência, número de antenas etc.

O *Wi-Fi* tem se tornado muito popular nos últimos tempos (MELLO et al., 2014), mas a característica de possuir uma área reduzida se tornou um empecilho, levando a um novo sub-conceito nessa área, que consiste nas *redes de malha* (ou *Redes Mesh*). Assim como descrito em (ABELÉM et al., 2007), as redes em malha sem fio podem ser descritas como redes com topologia dinâmica, variáveis e com um crescimento orgânico, compostas por nós, de forma que sua comunicação é realizada através de variantes de padrões como o IEEE 802.11, com roteamento dinâmico, como o exemplo apresentado na Figura 2.

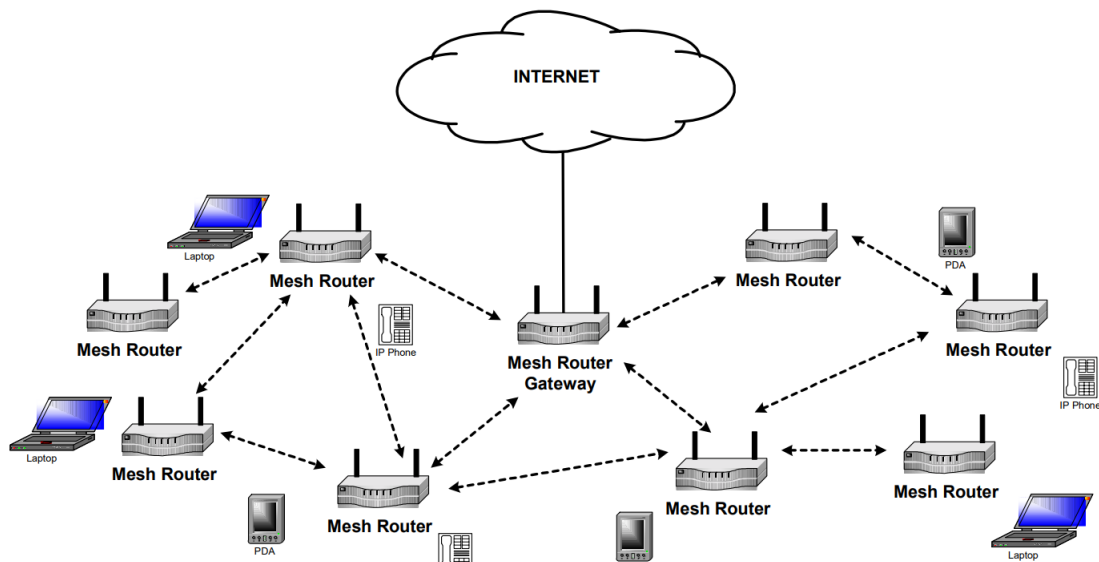


Figura 2 – Exemplo de uma rede de malha.

Fonte: (ABELÉM et al., 2007)

Esse novo sub-conceito quebra a ideia de que os dispositivos devem estar ligados a um *backbone* (ou “espinha dorsal”) através de fios, pois como dito anteriormente, os dispositivos se comunicam com o *gateway* e entre si através de variantes do padrão IEEE 802.11. Esse tipo de rede foi criada com o objetivo de rotear o sinal de forma uniforme e sólida por uma área maior, como apresentado na Figura 2, tanto que estão sendo implantadas em redes de acesso à Internet em universidades e escolas, e até na construção de cidades digitais, gerando uma infra-estrutura de comunicação sem fio em ambiente urbano, como mostra a Figura 3.

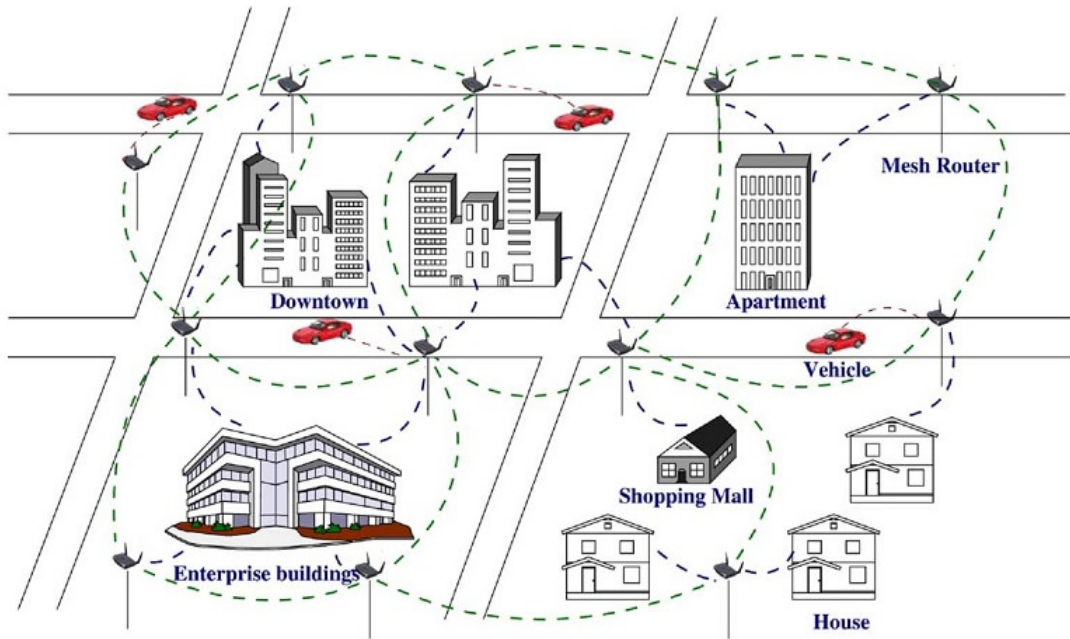


Figura 3 – Exemplo de aplicação de uma rede de malha em uma cidade.

Fonte: (AKYILDIZ; WANG; WANG, 2005)

Essas redes em geral podem ser representadas por grafos. Um grafo $G(V, E)$ consiste em um conjunto arbitrário V , de forma que seus elementos são chamados de vértices, representando os *switches*. É composto por um subconjunto E com seus elementos sendo chamados de arestas, que representam o conjunto de enlaces, ou *links* entre os *switches*.

A Figura 4 representa um exemplo de grafo com onze vértices e catorze arestas. Por consequência, um grafo é impossibilitado de ter duas arestas diferentes com o mesmo par de pontas ou pontas coincidentes (chamados de laços). Esses grafos que não possuem essas características são chamados de grafos simples (FEOFILOFF; KOHAYAKAWA; WAKABAYASHI, 2011).

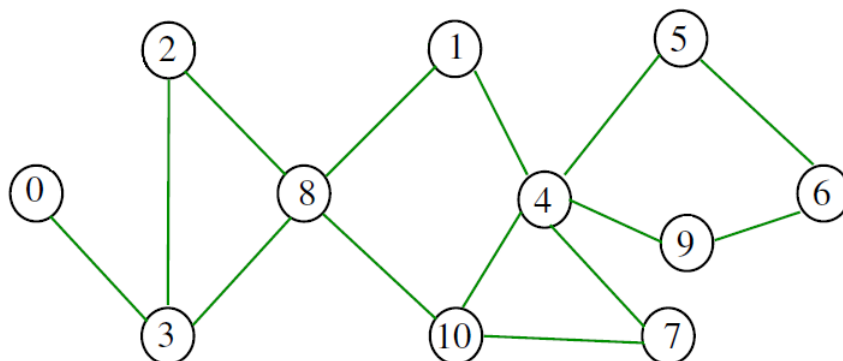


Figura 4 – Exemplo de grafo

Fonte: Autoria própria

Nesse aspecto, existem os grafos direcionados, ou dirigidos, são descritos como o mesmo que uma relação binária, R em um conjunto A . Ou seja, uma relação cujo domínio e contradomínio são o mesmo conjunto V . Mas os grafos direcionados são representados

como diagramas, de forma que os elementos de V são retratados como pontos no plano, com setas desenhadas entre pontos relacionados. Os elementos de V são chamados de vértices do grafo direcionado, e os pares $(a, b) \in \text{grafo}(R)$ são arestas direcionadas. Essas arestas direcionadas são chamadas de setas (LEHMAN; LEIGHTON; MEYER, 2010). A Figura 5 apresenta um grafo direcionado com oito vértices e quinze arestas.

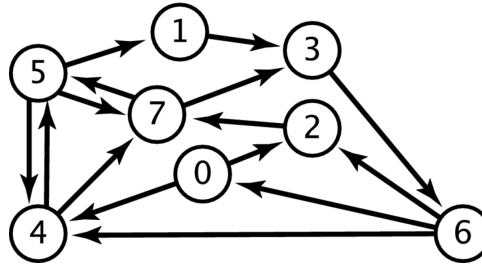


Figura 5 – Exemplo de grafo dirigido
Fonte: (FEOFILOFF, 2017)

Em um cenário do mundo real, existem os clientes ligados aos *switches*, mas que nesse esquema não são representados, pois quem recebe o sinal inicialmente é o *switch*, representado como um nó ou vértice do grafo, e o mesmo encaminha o(s) pacote(s) para o destino.

Nos grafos, podem existir ciclos, que segundo (SCHEINERMAN, 2003), sua definição consiste em um passeio de comprimento mínimo três, em que o primeiro e o último vértice coincidem, mas nenhum outro vértice é repetido. De forma mais simplificada, como apresentado em (FURTADO, 1973), é uma cadeia simples e fechada.

Por sua vez, o conceito de passeio em um grafo (SCHEINERMAN, 2003) é uma sequência (ou lista) de vértices, em que cada vértice é adjacente ao seguinte.

Recentemente, como apresentado em (FONTES et al., 2015), surgiu um paradigma chamado *Software-Defined Network* (SDN), que tem como base a separação do plano de controle do plano de dados. Isso permite que o comportamento da rede seja especificado de uma maneira logicamente centralizada. Junto desse paradigma, existe outro chamado *Software-Defined Wireless Network* (SDWN), que tem como objetivo prover um controle programável centralizado fora dos roteadores (MELLO et al., 2014).

1.2 Emuladores e Simuladores

O conceito de emuladores, segundo (MATTOS, 2008), consiste em implementar as instruções de uma máquina real em uma camada de *software* acima de outra de *hardware*, podendo ou não ser completamente diferente da máquina que está sendo emulada. Em outras palavras, um emulador simula uma máquina com características distintas de onde

o emulador de onde ele está sendo executado, traduzindo as instruções do “hóspede” nas instruções do “hospedeiro”.

Em (CALHEIROS et al., 2013) esclarece que a principal diferença entre simuladores e emuladores é a maneira em que o *software* é representado durante o processo de avaliação: a simulação depende dos modelos de *software* e *hardware* para avaliação, enquanto na emulação o *software* implantado em um modelo de infraestrutura de *hardware*.

Ainda, as características dessas técnicas as fazem mais adequadas para algumas ocasiões do que para outras. A simulação pode ser utilizada nos estágios iniciais de desenvolvimento para avaliar conceitos e estratégias para serem utilizados em um projeto. Por outro lado, emulação serve melhor ao propósito de ser utilizado quando o protótipo do *software* estiver disponível. No geral, simulação requer menos recursos de *hardware* do que a emulação (CALHEIROS et al., 2013).

Segundo (FONTES et al., 2015), um emulador de rede é capaz de gerar diferentes ambientes que funcionam à partir do conceito de redes SDN, simulando *switches* da camada 2 que funcionam com o protocolo *OpenFlow*, roteadores e controladores de rede.

Esses emuladores são capazes de “recriar” ambientes com diferentes níveis de complexidade, possibilitando a realização de vários testes, gerando dados significativos para serem analisados antes da migração de equipamentos para utilizar as redes *OpenFlow* ou simplesmente estudo desses dados.

Simulação tem a ver com a possibilidade de imitar o comportamento de um sistema sem necessariamente reproduzir seus componentes ou saber como ele funciona internamente.

Uma emulação é capaz de oferecer uma noção melhor da performance de uma rede sem fio, em comparação com uma simulação (JUDD; STEENKISTE, 2005). Isso se deve ao fato de que na emulação existe a possibilidade de reconstruir um sistema a partir do entendimento do funcionamento do mesmo, de forma que o resultado seja semelhante ao original. Assim, é possível implantar a pesquisa em uma rede sem fio operacional com os benefícios de um ambiente experimental, controlado.

Existem outras opções de emuladores como o *EstiNet* que possui características de emulador e simulador. Ele tem suporte para testes a fim de avaliar o desempenho das SDNs (WANG et al., 2013). Outro emulador é o NS-3, cujo objetivo é aumentar o realismo dos modelos (RILEY; HENDERSON, 2010). Por último, existe o emulador Mininet (FONTES et al., 2015), que é utilizado neste trabalho e detalhado no Capítulo 3.

1.3 Problemas de roteamento de fluxos em redes

Os problemas de roteamento de fluxos em redes são problemas em que os dados de entrada são uma rede de fluxos, ou seja, um grafo com capacidades numéricas sobre suas

arestas. O objetivo é construir um fluxo, ou seja, valores numéricos sobre cada aresta que respeite as restrições de capacidade e que tenham a quantidade de fluxos de entrada igual a quantidade de fluxos de saída em todos os vértices, exceto para determinados terminais designados (FERNANDES, 2019) (AHUJA; MAGNANTI; ORLIN, 1993).

Esses problemas são muitas vezes abordados com múltiplos objetivos e são encontrados, por exemplo, em redes de comunicação e em sistemas de transporte. Muitos deles podem ser modelados e tratados como problemas de programação inteira multiobjetivo (PIMO) (EHRGOTT; GANDIBLEUX, 2003).

Um conceito importante que deve ser levado em consideração é a definição de problemas com mais de uma função objetivo. Segundo (TEIXEIRA, 2001), um problema multiobjetivo parte da constatação de que, quando existirem múltiplos objetivos, não existirão soluções que farão com que todos melhorem simultaneamente, implicando na existência de soluções melhores. Existirão soluções que, se comparadas com outras, serão melhores quando um dos objetivos for considerado, mas piores quando comparadas ao outro.

Para avaliar o quão boa é uma determinada solução desse conjunto, ela é avaliada seguindo alguns critérios. Esses critérios podem ser expressos por meio de funções matemáticas, que possuem como argumento as variáveis de decisão e são chamados de “funções objetivo”.

Como apresentado em (RAUPP, 2012), um problema de otimização multiobjetivo pode ser descrito da seguinte forma: dado um vetor de variáveis de decisão com dimensão n , $x = [x_1, \dots, x_n]$ no espaço de busca X , deseja-se encontrar um vetor $x^* \in X$ que minimiza as r funções objetivo $f(x^*) = [f_1(x^*), \dots, f_r(x^*)]$.

Existem vários tipos de soluções para problemas de múltiplos critérios, tais como: solução dominada, não-dominada e Pareto-ótima. Utilizando o exemplo apresentado em (HASHIMOTO, 2004), de forma simplificada, pode-se dizer que uma solução A é dominada quando, a partir do método de busca utilizado, encontra-se outra solução B de forma que o valor para algum dos objetivos em B foi melhor que em A , mas sem prejudicar as outras restrições do problema, fazendo com que B domine A . Portanto, A é uma solução dominada, enquanto B é uma solução não-dominada.

Assim como apresentado em (FERNANDES, 2019), nos problemas multiobjetivo não existe um ótimo no sentido habitual mono-objetivo e sim um conjunto de soluções eficientes ou não-dominadas. Como os objetivos são conflitantes, então não existe uma solução que otimize, simultaneamente, todas as funções objetivo. Essa solução é denominada Pareto-ótima.

O conceito de “Eficiência de Pareto” ou “ótimo de Pareto” é um conceito proposto por Vilfredo Pareto em (PARETO, 2014), que define um modo de alocação de recursos.

Por exemplo, em problemas de roteamentos de fluxos, esses recursos podem ser o número de saltos e o gargalo nos enlaces da rede. Observa-se que é impossível realocá-los de forma que a otimização de um componente não atrapalhe a de outro.

A seguir são apresentadas as definições formais desses tipos de soluções dos problemas multiobjetivo.

Adota-se a notação para induzir ordenação sobre R^n como segue. Sejam $z^1 = (z_1^1, z_2^1, \dots, z_n^1) \in R^n$ e $z^2 = (z_1^2, z_2^2, \dots, z_n^2) \in R^n$, então (i) $z^1 \leq z^2 \iff z_k^1 \leq z_k^2, \forall k = 1, 2, \dots, n$ e $z^1 \neq z^2$; (ii) $z^1 < z^2 \iff z_k^1 < z_k^2, \forall k = 1, 2, \dots, n$.

Considere X o conjunto de soluções viáveis de um problema multiobjetivo com minimizar $z(x)$, onde $z(x) = [z_1(x), z_2(x), \dots, z_p(x)]$, o vetor objetivo associado a $x \in X$.

Definição 1.1 Para $x, x' \in X$, diz-se que x domina x' quando $z(x) < z(x')$.

Definição 1.2 Uma solução viável $x' \in X$ é uma solução fracamente eficiente se não existe nenhum $x \in X$ tal que $z(x) < z(x')$.

Definição 1.3 Uma solução viável $x' \in X$ é uma solução Pareto-ótima (estritamente eficiente) se não existe nenhuma solução em X que domine x' .

Definição 1.4 O conjunto $X^* \subseteq X$, formado por soluções Pareto-ótimas, é um conjunto mínimo completo quando: 1) para cada par de soluções $x^*, \bar{x} \in X^*$ tem-se $z(x^*) \neq z(\bar{x})$; e, 2) para qualquer solução Pareto-ótima $x \in X$ existe $x^* \in X^*$ tal que $z(x) = z(x^*)$.

Para a resolução desses problemas multiobjetivos, existem algumas técnicas como a soma ponderada, método ϵ -restrito (ou ϵ -constraint), como relatado em (HASHIMOTO, 2004). O método da soma ponderada consiste em somar todas as funções objetivo, usando diferentes coeficientes (pesos) para cada uma delas. Isso significa que o problema de otimização multiobjetivo é transformado em um problema de otimização escalar, na forma:

$$\min \sum_{i=1}^k w_i f_i(x)$$

onde $w_i \geq 0$ são os coeficientes de peso, que representam a importância relativa dos objetivos $f_i(x)$ (COELLO, 2000). Porém, neste trabalho, será abordado somente o método ϵ -restrito, pois o algoritmo aqui abordado tem esse método como base. Como descrito em (TEIXEIRA, 2001), é um método que baseia na minimização de um dos objetivos, de forma que os demais são considerados restrições. Portanto, um problema restrito de otimização mono-objetivo é resolvido para diferentes valores de ϵ . A variação desse parâmetro ϵ permite a geração do conjunto de soluções Pareto-ótimas.

O trabalho de (HANSEN, 1980) teve uma grande importância, devido ao fato de instigar o estudo de problemas biobjetivo, pois na época em que foi escrito, não havia sido publicado nenhum estudo sistemático desse tipo de problema. Nele, ainda são apresentados vários algoritmos, dentre eles algoritmos polinomiais, pseudo-polinomiais e polinomiais completos, desenvolvidos com o intuito de solucionar esses problemas de caminho bicritério.

Esses algoritmos trabalham diretamente sobre o grafo, como por exemplo *MAXMIN-MAXMIN*, *MINMAX-MAXMIN*, *MINMAX-MINMAX*, *MINSOMA-MAXMIN* e *MINSOMA-MINMAX*, que soluciona o problema com uma função objetivo totalizadora (custo, *MINSOMA*) e outra gargalo (*MINMAX*), assim como o problema estudado em (FERNANDES, 2019), que propõe um algoritmo exato para um problema de programação inteira biobjetivo.

Em (MELLO et al., 2014) são abordadas possíveis soluções para o roteamento em redes de malha sem fio (*Wireless Mesh Networks* ou WMNs) com balanceamento de carga. Ele apresenta também um modelo matemático multiobjetivo a fim de solucionar o problema de roteamento com balanceamento de carga e encontrar os caminhos mais curtos e descreve a heurística chamada *Routing and Channel Assignment, Joint Improvement heuristic* (RCAJI). Os algoritmos centralizados foram propostos com o objetivo de rotear as cargas de forma balanceada em ambientes com um único *gateway*, distribuindo o tráfego por meio de sub-árvores, com o próprio *gateway* sendo a raiz.

Porém a desvantagem disso é que o desempenho ganho por meio do balanceamento de cargas acaba sendo limitado. Uma outra abordagem para esse problema leva em consideração a seleção de múltiplos caminhos para um único fluxo, e essa abordagem tem como característica a seleção de rotas paralelas simultâneas para um único fluxo, fazendo com que os pacotes sejam enviados por múltiplos caminhos. Essa estratégia proporciona um balanceamento de carga que pode ser teoricamente melhor.

Um outro problema é que o roteamento por meio de um único canal sobrecarrega a rede, ocasionando reduções significativas na vazão dos dados à medida que a rede aumenta. Para solucionar esse problema, há estratégias que utilizam múltiplos enlaces de rádios, permitindo que vários canais sejam utilizados. Porém, a solução disso ocasiona um atraso adicional devido à troca de canais.

Esses algoritmos centralizados para atribuição de canais se dividem em modelagem da rede por meio de um grafo, por meio de fluxos e em partições. Na modelagem que utiliza um grafo (MARINA; DAS; SUBRAMANIAN, 2010) e na modelagem em partições (AVALLONE; AKYILDIZ, 2008), a interferência de rede é minimizada. Na modelagem que utiliza fluxos (RANIWALA; GOPALAN; CHIUH, 2004), tende-se a alocar mais largura de banda para enlaces mais utilizados.

Uma alternativa para melhorar o desempenho das *Wireless Mesh Networks* (WMNs) engloba o uso de múltiplos canais, possível por meio de múltiplos enlaces de rádio utiliza-

dos de forma simultânea, possibilitando uma melhor reutilização espacial em relação à abordagem de um único canal. O padrão IEEE 802.11b/g opera na faixa de 2,4 GHz e fornece até três canais ortogonais, enquanto o padrão IEEE 802.11a, opera na faixa de 5 GHz e prevê a utilização de até doze canais ortogonais.

Uma pesquisa realizada em (GUPTA; KUMAR, 2000) chegou à conclusão de que separar um canal em diversos subcanais não muda os resultados, enquanto outra, realizada em (BRZEZINSKI; ZUSSMAN; MODIANO, 2006), na qual mostram que é possível particionar a rede em diversas sub-redes onde algoritmos distribuídos programados podem atingir 100% de *throughput* (vazão de dados). Esse particionamento é baseado na introdução recente de *Local Pooling* (Acúmulo Local).

Ambas abordagens citadas (algoritmos distribuídos e centralizados) são sensíveis à carga nos enlaces de comunicação formados entre os *mesh routers* da WMN, quando separadas, e esse roteamento com balanceamento de carga tem como objetivo aliviar a sobrecarga dos enlaces de comunicação, enquanto a atribuição de canais visa alocar canais com mais banda aos enlaces mais sobrecarregados.

O roteamento seleciona um caminho para um fluxo de forma que a carga seja uniformemente distribuída pela rede, onde caminhos longos podem ser selecionados, pois esses caminhos tendem a contornar as arestas sobrecarregadas, mas a presença de muitos caminhos longos degrada o desempenho da rede, aumentando o atraso e ativando mais enlaces, aumentando a interferência (MELLO et al., 2014).

Por fim, o problema apresentado em (MELLO et al., 2014) se divide em dois objetivos, que são minimizar o gargalo da rede e o comprimento do caminho de cada fluxo, na qual define-se como o gargalo da rede a aresta pela qual está passando a maior quantidade de fluxos. Para se obter uma solução ótima é necessário analisar todas as possibilidades de ordenação do roteamento dos fluxos, o que é de certa forma inviável, pois caso um novo fluxo adicionado ou um fluxo antigo seja destruído, todas as possibilidades deverão ser reanalisadas.

As heurísticas apresentadas foram a *Bottleneck, Path length and Routing overhead heuristic* (BPR) e *Routing and Channel Assignment, Joint Improvement heuristic* (RCAJI). A BPR realiza prioritariamente o balanceamento de carga e minimiza o comprimento do caminho de cada fluxo da rede como critério secundário, opera sempre que um novo fluxo é iniciado ou quando um fluxo termina e somente sob os fluxos que passam pelas arestas que são gargalo da rede.

Enquanto a RCAJI surgiu da junção das heurísticas BPR e *Joint Routing, Channel Assignment and Rate allocation Heuristic* (JRCAR), de (GÁLVEZ; RUIZ, 2013), onde de maneira semelhante ao JRCAR, o RCAJI pega a saída gerada pela heurística de roteamento e utiliza como entrada para o algoritmo de atribuição de canais. Essa junção

dos dois algoritmos consegue oferecer um desempenho razoavelmente melhor em relação ao original.

Os problemas aqui abordados são casos particulares de problemas multiobjetivo, que possuem duas funções objetivo.

Como o objetivo deste trabalho é analisar o algoritmo apresentado em (FERNANDES, 2019), a seguir é apresentado o modelo de problema biobjetivo de roteamento de fluxos acompanhado do algoritmo para gerar um conjunto de soluções Pareto-ótimas.

Considere um conjunto de fluxos F , com $|F| = r$, a ser roteado em um grafo orientado $G = (V, E)$, com $|V| = n$ e $|E| = m$. Cada fluxo $f \in F$ deve ser roteado por um único caminho em G , indo de sua origem $s^f \in V$ e ao seu destino $d^f \in V$. Para cada aresta $(i, j) \in E$, indo de $i \in V$ para $j \in V$, e fluxo $f \in F$ define-se uma variável binária $x_{i,j}^f$, que indicará se o fluxo f vai passar (ou não) pela aresta (i, j) . Considere, ainda, $c_{i,j}^f$ o custo, não negativo, para o fluxo f utilizar a aresta (i, j) .

Assim, o modelo de programação inteira biobjetivo, que é formulado para o problema de rotear os r fluxos, minimizando o gargalo da rede e o custo total, é apresentado a seguir:

$$(P) \quad \text{minimizar} \left\{ \max_{(i,j) \in E} \left\{ \sum_{f \in F} x_{ij}^f \right\} \right\} \quad (1.1)$$

$$\text{minimizar} \left\{ \sum_{f \in F} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^f \cdot x_{ij}^f \right\} \quad (1.2)$$

sujeito a:

$$\sum_{(i,j) \in E} x_{ij}^f - \sum_{(j,i) \in E} x_{ji}^f = \begin{cases} 1, & \text{se } i = s^f \\ 0, & \forall i \in V - \{d^f, s^f\} \\ -1, & \text{se } i = d^f \end{cases} \quad \forall f \in F \quad (1.3)$$

$$x_{ij}^f \in \{0, 1\}, \quad \forall (i, j) \in E \text{ e } \forall f \in F \quad (1.4)$$

Enquanto a Equação (1.1) busca minimizar a carga da(s) aresta(s) mais congestionada(s), a Equação (1.2) busca minimizar o custo total do roteamento dos fluxos. As restrições (1.3) garantem que cada fluxo $f \in F$ saia da sua origem, s^f , e chegue ao seu destino, d^f , passando por um único caminho.

Considere X , o conjunto de soluções viáveis de (P) e $z(x) = [z_1(x), z_2(x)]$, o vetor objetivo associado a $x \in X$, onde:

$$z_1(x) = \max_{(i,j) \in E} \left\{ \sum_{f \in F} x_{ij}^f \right\} \text{ e } z_2(x) = \sum_{f \in F} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^f \cdot x_{ij}^f.$$

As funções objetivo são conflitantes, pois minimizar a carga da(s) aresta(s) mais congestionada(s) deve implicar custos maiores (caminhos mais longos) para roteamento de fluxos. Da mesma forma, minimizar o custo total de todos os fluxos deve levar a um maior valor para a função gargalo.

O algoritmo para resolver esse problema tem como base o método das restrições (ϵ -constraint) com o intuito de acharmos um conjunto mínimo completo de soluções Pareto-ótimas para o problema (P). Em cada iteração, um subproblema mono-objetivo é definido e resolvido, o qual é um problema de programação inteira 0 – 1 que denominamos por (P_ϵ).

A função objetivo de (P_ϵ) é dada por z_2 , isto é, a função totalizadora (1.2) do problema biobjetivo (P). As restrições de (P_ϵ) são Equação (1.3) e Equação (1.4) de (P), juntamente com uma restrição sobre o gargalo, a qual é definida por meio do parâmetro inteiro e positivo que denotamos por ϵ . Esse parâmetro é usado para controlar os valores da função gargalo e para garantir a otimalidade do algoritmo. Assim, obteve o seguinte subproblema mono-objetivo PLI:

$$(P_\epsilon) \text{ minimizar } \left\{ \sum_{f \in F} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^f \cdot x_{ij}^f \right\} \quad (1.5)$$

sujeito a:

$$\sum_{(i,j) \in E} x_{ij}^f - \sum_{(j,i) \in E} x_{ji}^f = \begin{cases} 1, & \text{se } i = s^f \\ 0, & \forall i \in V - \{d^f, s^f\} \\ -1, & \text{se } i = d^f \end{cases} \quad \forall f \in F \quad (1.6)$$

$$\sum_{f \in F} x_{ij}^f \leq \epsilon, \quad \forall (i,j) \in E \quad (1.7)$$

$$x_{ij}^f \in \{0, 1\}, \quad \forall (i,j) \in E \text{ e } \forall f \in F \quad (1.8)$$

Inicialmente faz-se $\epsilon = r$, quantidade de fluxos a ser roteado e, após a obtenção da solução ótima $\bar{x}$ para (P_ϵ), faz-se $\epsilon = z_1(\bar{x}) - 1$. Dessa forma, o gargalo da nova solução, $\bar{x}$, obtida na iteração seguinte, será menor do que o da anterior, renomeada para $\hat{x}$. Então, caso o valor de z_2 seja o mesmo para essas duas soluções, a solução anterior é dominada pela nova solução, e a anterior é deletada. Assim, segue o algoritmo até uma iteração em que (P_ϵ) seja inviável. O algoritmo completo é apresentado a seguir.

Algoritmo 1

1. $X^* \leftarrow \emptyset; \epsilon \leftarrow r.$
2. **Enquanto** (P_ϵ) não for inviável **faça**
3. $\bar{x} \leftarrow$ solução ótima de (P_ϵ)
4. $X^* \leftarrow X^* \cup \{\bar{x}\}$
5. $\epsilon \leftarrow z_1(\bar{x}) - 1$
6. **Se** $|X^*| > 1$ **e** $z_2(\bar{x}) = z_2(\hat{x})$ **então**
7. $X^* \leftarrow X^* - \{\hat{x}\}$
8. $\hat{x} \leftarrow \bar{x}$

O decremento de exatamente uma unidade no valor de ϵ , de uma iteração para a próxima, é necessário para garantir a obtenção de um conjunto mínimo completo de soluções Pareto-ótimas. Como os valores de z_1 são inteiros, a atualização de ϵ garante que qualquer solução, com z_1 menor do que o da última solução obtida, será viável para o subproblema atual. Porém, embora ϵ sofra esse pequeno decréscimo, a solução obtida pode ter um valor para z_1 menor do que esse limite.

2 Metodologia

O trabalho teve início com um estudo dirigido sobre conceitos e tipos de redes. Posteriormente, o intuito foi entender os emuladores e simuladores e entender a diferença entre eles.

Um extenso estudo foi feito para compreender os problemas multiobjetivo, com maior ênfase nos biobjetivos, bem como métodos para gerar soluções desses problemas. Concentrou-se o estudo em problemas biobjetivos de roteamento de fluxos em redes e por fim em um problema desse tipo apresentado em (FERNANDES, 2019), entendendo seu algoritmo para achar um conjunto mínimo completo de soluções Pareto-ótimas.

Como o objetivo deste trabalho é investigar o uso desse algoritmo exato para resolver o problema biobjetivo de roteamento de fluxos em rede apresentado em (FERNANDES, 2019) aplicado a cenários reais, objetivando gerar e analisar métricas reais de rede com o auxílio de um emulador de redes. Portanto, para essa representação, escolheu-se trabalhar com o emulador Mininet, pois por meio dele é possível implementar diversas topologias, alterá-las e monitorá-las sem nenhum custo financeiro, onde em redes reais seriam um grande problema.

Depois de aprender a utilizar os comandos básicos desse emulador, foi necessário criar uma rede simples com um controlador genérico, a fim de que os pacotes fossem entregues corretamente, para entender como eram as saídas do emulador e como alguns comandos funcionavam na prática. Porém, devido à simplicidade do controlador, não era possível realizar o roteamento em redes que possuíam ciclos. Surgiu daí a necessidade de manipular o controlador por meio de um *framework* chamado *Ryu*.

Criou-se então, redes simples de forma que as regras eram implementadas manualmente no controlador, de forma que o roteamento seja feito por meio dele e com o objetivo de rotear os pacotes pela rede, mesmo com a existência de *ciclos*. O objetivo disso foi entender como funciona o *framework*, sua integração com o Mininet e como as regras são armazenadas e criadas no controlador.

Posteriormente, elaborou-se uma rede mais complexa com o controlador modificado anteriormente e a criaram-se *hosts* e *switches* de forma automatizada. O algoritmo de Dijkstra foi implementado dentro desse mesmo controlador, de forma a encontrar o menor caminho entre os *switches* e criar a rede de forma automática, com os menores caminhos encontrados pelo algoritmo.

Esse algoritmo, como explicado em (JASIKA et al., 2012), consiste no seguinte:

Algoritmo 2 [*Algoritmo de Dijkstra*]

1. Escolher o vértice de origem.
2. Definir um conjunto S de vértices e inicializa-o como um conjunto vazio. À medida que o algoritmo progride, esse conjunto armazenará os vértices para os quais o menor caminho foi encontrado.
3. Rotular o vértice de origem como 0 e inseri-lo em S .
4. Considerar cada vértice que não está em S conectado por uma aresta do vértice recém inserido. Rotular o vértice não presente em S com o rótulo de vértice recém inserido somado ao comprimento da nova aresta. Mas se o vértice não presente em S tiver sido rotulado, seu novo rótulo será $\min(\text{rótulo do vértice recém inserido somado ao comprimento da aresta, rótulo antigo})$.
5. Escolher um vértice não presente em S com o menor rótulo e adicioná-lo a S .
6. Repetir os passos 4 e 5, até o vértice de destino estiver em S ou não houver mais vértices rotulados não presentes em S .

Esse algoritmo foi implementado dentro do controlador, de forma que toda vez que a topologia fosse criada com os respectivos pesos dos enlaces, ele fosse executado e as rotas com menores caminhos fossem geradas. A partir disso, a tabela de fluxos era montada, com os menores caminhos de um *switch* para outro.

E por último, foi feita a integração da solução estudada anteriormente (proposta em (FERNANDES; PINTO, 2016)) com o controlador criado, a fim de se criar e/ou manipular a rede através das soluções geradas e os resultados serão coletados para análise das métricas geradas pelo emulador Mininet.

A Figura 6 mostra a rota, gerada pelo algoritmo, com que um determinado fluxo percorreu da primeira e da última solução Pareto-ótima. Observe que no Fluxo 1, a rota não foi alterada comparando a rota da primeira com a última solução, enquanto no Fluxo 3 ele teve que mudar de rota na última solução e no Fluxo 13, observa-se que o fluxo da primeira solução para última solução Pareto-ótima, a rota aumenta o comprimento.

<pre>##### PRIMEIRA SOLUCAO PARETO-OTIMA ##### Fluxo1: 22--30 24--32 30--24 Fluxo3: 34--40 38--30 39--38 40--39 Fluxo13: 3--11 11--19 19--20 20--14</pre>	<pre>##### ULTIMA SOLUCAO PARETO-OTIMA ##### Fluxo1: 22--30 30--38 38--32 Fluxo3: 31--30 33--39 34--33 39--31 Fluxo13: 3--11 5--6 6--7 7--14 11--5</pre>
---	--

Figura 6 – Rotas da primeira e ultima soluções Pareto-ótimas geradas pelo algoritmo.

Isso ocorre pois o objetivo do algoritmo é diminuir o gargalo da rede, em cada iteração, assim pode ocorrer que rotas aumentem o número de saltos ou usem outros caminhos.

O código em *C++* gera um arquivo com as saídas (rotas, gargalo, comprimento de caminho de cada solução Pareto-ótima), mas o maior interesse de saída é as rotas da primeira e última soluções Pareto-ótimas, como mostra a Figura 6, enquanto o outro, em Python, constrói a rede e a tabela de fluxos no controlador baseando-se nesses dados (ver Código, no Apêndice 5).

Ao fim da implementação no Mininet, foi possível executar comandos como *ping* e *iperf*, de modo a obter a latência e a largura de banda, respectivamente.

3 O Mininet

O Mininet pode ser descrito como um software de código aberto, gratuito, que permite a emulação de dispositivos OpenFlow e controladores SDN. Por meio dele é possível emular cenários reais, criar e personalizar topologias com até milhares de nós e realizar testes (KAUR; SINGH; GHUMMAN, 2014), como mostra a Figura 7.

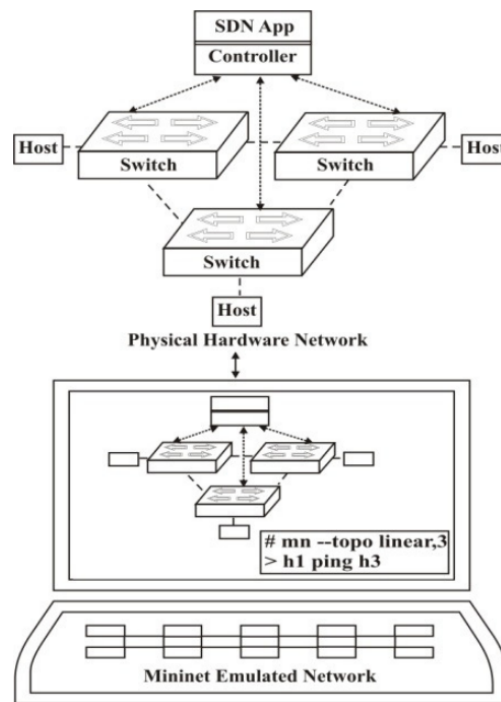


Figura 7 – Emulando redes reais no Mininet
Fonte: (KAUR; SINGH; GHUMMAN, 2014)

A escolha do emulador Mininet para este trabalho foi devido à sua simplicidade, se comparado aos outros emuladores da área, como o *EstiNet* (apresentado em (WANG et al., 2013)) e NS-3 (utilizado em (MELLO et al., 2014)). Alguns trabalhos reforçam essa ideia, como por exemplo em (TEIXEIRA, 2001) e (KAUR; SINGH; GHUMMAN, 2014), onde são apresentados os benefícios de utilizá-lo para emulação de redes SDN. Em (KETI; ASKAR, 2015), são apresentadas as limitações relacionadas ao ambiente de simulação e recursos. Esses trabalhos afirmam que características e qualificações do ambiente de simulação devem ser levados em conta antes de se utilizar o Mininet, mas se esses detalhes forem cuidadosamente selecionados, o Mininet pode ser uma poderosa ferramenta para emular redes SDN e redes virtuais.

Como descrito em (FERNANDES, 2019), uma rede SDN é criada, sendo ideal para a execução de experimentos com o *OpenFlow*, pois ele fornece um protocolo aberto, permitindo a programação de uma tabela de fluxos (*flow-table*), responsável pelo encaminha-

mento de pacotes. Utiliza-se um *framework* chamado Ryu, que possibilita a programação de um controlador e a criação de regras de roteamento (COMMUNITY, 2017).

Para realizar a instalação da documentação e do emulador Mininet (TEAM, 2018), é necessário que se tenha instalado o *Git* na máquina. Executa-se no terminal os comandos:

```
1      $ git clone git://github.com/mininet/mininet
2      $ cd mininet
3      $ util/install.sh -a
4
```

E para verificar seu funcionamento, execute:

```
1      $ sudo mn --test pingall
2
```

Se estiver tudo certo, é possível iniciar uma topologia denominada “minimal” com um *switch*, um controlador e dois *hosts*. Para isso, basta executar:

```
1      $ sudo mn
2
```

Após isso, no terminal do Mininet, é possível utilizar os seguintes comandos:

```
1      mininet> help
2      mininet> nodes
3      mininet> net
4      mininet> dump
5
```

Eles servem para mostrar, respectivamente, todos os comandos disponíveis no Mininet, todos os nós, todos os enlaces e as informações sobre os nós. A partir disso, se a primeira parte do comando digitado for um *host*, o comando será executado nesse *host* especificado. Por exemplo:

```
1      mininet> h1 ping h2
2
```

Com a execução do comando acima, o *host* “h1” verifica a conectividade com o *host* “h2” enviando pacotes e verificando se estão sendo recebidos, exibindo os resultados desse *ping*.

3.1 Avaliação de Desempenho

Como dito em (BHOLEBAWA; JHA; DALAL, 2016) e em (COMER, 2016), para avaliar a *performance* de uma rede, é necessário levar em conta a latência, que é o tempo requerido para transferir os dados pela rede, a taxa de transferência (*throughput*), que é a quantidade de dados que são transmitidos por unidade de tempo e o *jitter*, que é a variação

no atraso e o tempo dessas variações. Essa última característica não será considerada nesse trabalho, pois a pilha de protocolos utilizado é o TCP/IP, no qual essa métrica não é tão importante.

3.1.1 Taxa de transferência e *iperf*

Uma ferramenta para executar a avaliação do uso de banda, é o comando *iperf* (DUGAN SETH ELLIOTT, 2016), que possibilita a criação de fluxos de dados TCP e UDP, de forma a medir a taxa de transferência máxima entre dois pontos de uma rede. Através dele é possível obter parâmetros como largura de banda, *delay*, *jitter*, e perda de pacotes (esses três últimos apenas para UDP). Para executar esse comando, é necessário estabelecer os nós cliente e servidor.

Como o Mininet é um emulador, a execução desse comando varia conforme a velocidade da CPU da máquina onde está sendo executado, assim como a carga imposta sobre ela. Na rede criada, utilizando-se de funções do próprio emulador que permitem execuções de comandos dentro do *host* especificado, executa-se o seguinte comando na extremidade identificada como servidor:

```
1          mininet> iperf -s -p X &  
2
```

Nesse exemplo, o parâmetro “-s” serve para identificar esse nó como servidor, enquanto o “-p X” especifica a porta por onde a conexão será ouvida, com o tamanho da janela TCP padrão de 85.3 KB (valor que pode ser alterado através de um parâmetro fornecido, aumentando a velocidade de transferência). Na extremidade identificada como cliente, executa-se o comando:

```
1          mininet> iperf -c 10,0,0,Y -p X  
2
```

Nesse comando, o parâmetro “-c” especifica esse nó como cliente, conectando-se ao servidor especificado através do endereço fornecido (“10,0,0,X”, de forma que o X é o número identificador do *host* servidor do comando anterior), através da porta especificada por “-p Z”, onde X é a porta utilizada no comando executado na extremidade servidor.

```
-----  
Client connecting to 10.0.0.42, TCP port 1  
TCP window size: 85.3 KByte (default)  
-----  
[  3] local 10.0.0.41 port 33764 connected with 10.0.0.42 port 1  
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth  
[  3]  0.0-10.5 sec  2.75 MBytes  2.19 Mbits/sec
```

Figura 8 – Exemplo da execução do comando *iperf*
Fonte: Autoria própria

A Figura 8 é um exemplo no qual o comando foi executado tendo o nó 42 como servidor, o nó 41 como *host* e a conexão através da porta 1, com o objetivo de medir a largura de banda entre eles. Nesse caso, observa-se que foram transferidos 2,75 MB em um intervalo de 10,5 segundos, com uma velocidade média de 2,19 Mb por segundo.

3.1.2 Latência e *ping*

Para avaliar a latência entre os *hosts*, utilizou-se o comando “*ping*” (DIE.NET, 2017), que consegue, assim como apresentado em (M., 2019), possui o principal propósito de gerenciar o status de conectividade da rede com um dispositivo através de um IP. Com esse comando, é possível acessar o tempo de envio e recebimento de resposta em uma rede. O dispositivo envia uma série de mensagens ICMP (Internet Control Message Protocol) ao *host* de destino e aguarda por uma resposta *echo* do *host* ou dispositivo. O comando é escrito da seguinte forma:

```
1 mininet> s38 ping -c 10 s46
2
```

Nesse comando, o *switch* 38 está “pingando” o *switch* 46, com o parâmetro “-c”, que serve para especificar o número de pacotes ou solicitações desejadas. Nesse trabalho, foram solicitados 10 pacotes/solicitações em todos os fluxos, e executou-se o *ping* nos *switches* ao invés dos *hosts*, desprezando-se o tempo de encaminhamento dos pacotes dos *switches* pros *hosts*, tendo em vista que é um tempo mínimo e desprezível. Ao fim da execução do comando, é possível observar uma resposta semelhante ao apresentado na Figura 9.

```
PING 127.0.0.1 (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.047 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.032 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.038 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.036 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.037 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.035 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.035 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.042 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.037 ms

--- 127.0.0.1 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 8998ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.032/0.038/0.050/0.009 ms
```

Figura 9 – Exemplo da execução do comando *ping*
Fonte: Autoria própria

É possível observar que a cada linha, que seria um *ping*, 64 bytes são transferidos em um determinado tempo. Esses tempos, são os tempos necessários para se obter uma resposta do outro nó (esse é o *ping*). Ao final, há um resumo com estatísticas importantes

desses tempos, como o tempo mínimo para receber uma resposta (*min*), tempo médio para receber respostas (*avg*), tempo máximo para obter uma resposta (*max*) e desvio padrão médio (*mdev*).

4 Análise dos Resultados

A topologia considerada é o grafo *grade* 7×7 , ou seja, 49 nós, para o roteamento de fluxos, como mostra a Figura 10.

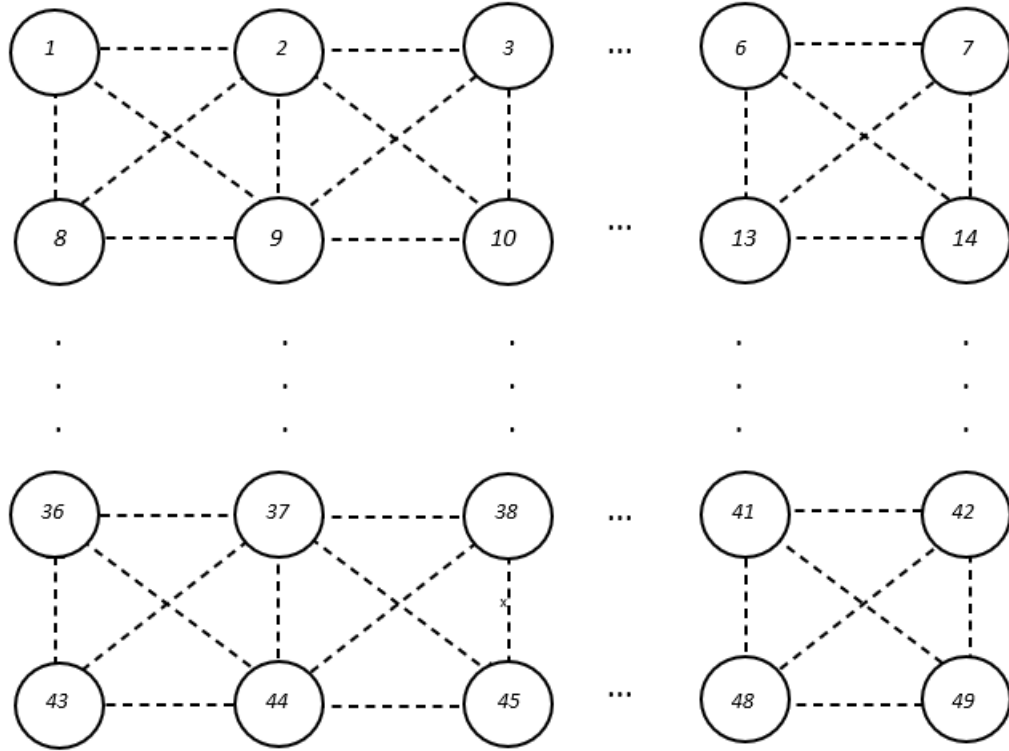


Figura 10 – Grafo Grade com 49 nós

Quanto aos nós de origem e de destino de cada fluxo $f \in F$ são gerados aleatoriamente, considerando duas configurações de distribuição dos fluxos: (i) origens quaisquer (múltiplas origens) e destinos quaisquer, múltiplos destinos e (ii) origens quaisquer (múltiplas origens) e mesmo destino, destino único. Esse cenário foi avaliado com 80 fluxos, como adotado em (FERNANDES, 2019), empregados em 10 instâncias. Os custos foram gerados aleatoriamente com $c_{ij}^f \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$, para todas arestas $(i, j) \in E$ e para todos os fluxos $f \in F$.

As Tabelas 1 e 2 mostram a quantidade de soluções Pareto-ótimas ($|X^*|$), número de iterações (It), tempo (t) de execução do algoritmo em segundos, as coordenadas do vetor da primeira solução Pareto-ótima gerada (z_1^o - gargalo e z_2^o - número total de saltos) e as coordenadas do vetor da última solução Pareto-ótima gerada (z_1^f - gargalo e z_2^f - número total de saltos).

Neste trabalho, as saídas de rotas das soluções Pareto-ótimas geradas pelo algoritmo em (FERNANDES, 2019) são inseridas no controlador do emulador Mininet e, assim, os

Tabela 1 – Soluções geradas pelo algoritmo - origens e destinos quaisquer

Instâncias	X^*	It	t	z_1^o	z_2^o	z_1^f	z_2^f
1	2	6	40,462	3	271	2	272
2	2	4	25,349	3	261	2	263
3	1	5	30,831	2	256	2	256
4	1	7	36,373	2	278	2	278
5	1	6	31,229	2	262	2	262
6	2	5	26,241	3	272	2	273
7	1	5	31,389	2	232	2	232
8	1	5	27,094	2	249	2	249
9	1	5	26,108	2	255	2	255
10	1	5	26,484	2	259	2	259

Tabela 2 – Soluções geradas pelo algoritmo - origens quaisquer e mesmos destinos

Instâncias	X^*	It	t	z_1^o	z_2^o	z_1^f	z_2^f
1	5	32	144,296	20	300	16	313
2	1	20	92,085	27	328	27	328
3	3	11	51,736	18	279	16	283
4	6	12	51,568	15	218	10	239
5	4	11	45,251	19	281	16	291
6	1	9	37,389	27	324	27	324
7	9	15	61,883	18	235	10	268
8	4	21	89,611	19	289	16	299
9	4	23	95,094	19	289	16	298
10	6	13	54,478	21	289	16	304

resultados de saída foram avaliados. Dentre as soluções Pareto-ótimas geradas, foi feita somente a análise da primeira e da última soluções, sendo que no primeiro momento, foi possível apresentar as rotas percorridas pelos fluxos como mostra as Tabelas 3 e 4. A escolha dessas duas soluções Pareto-ótimas se deve ao fato de que a primeira representa o melhor custo total e a última o menor gargalo dentre as soluções geradas.

Tabela 3 – Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	22 → 30 → 24 → 32	41	1 → 9 → 17 → 25 → 33 → 41 → 49
2	3 → 11 → 19 → 13 → 7	42	31 → 39
3	34 → 40 → 39 → 38 → 30	43	37 → 31 → 23 → 15
4	26 → 33 → 41	44	27 → 19 → 18 → 10
5	16 → 24 → 31 → 39 → 47	45	23 → 31 → 32 → 40
6	28 → 20 → 12 → 11	46	45 → 37 → 29 → 23 → 15 → 9 → 2
7	25 → 19 → 13 → 21	47	1 → 9 → 10 → 11
8	31 → 37 → 44	48	27 → 33 → 25 →
9	34 → 33 → 32 → 38 → 37 → 43	49	20 → 26 → 25
10	14 → 20 → 26 → 25	50	12 → 18 → 17 → 16

A Tabela 3 apresenta a rota de vinte fluxos da primeira solução Pareto-ótima,

Tabela 4 – Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	20 → 14	41	7 → 14
2	31 → 25 → 26 → 20 → 14	42	18 → 12 → 6 → 14
3	6 → 14	43	27 → 21 → 14
4	45 → 39 → 33 → 27 → 20 → 14	44	26 → 20 → 14
5	47 → 41 → 33 → 27 → 20 → 14	45	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14
6	36 → 30 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14	46	2 → 10 → 18 → 12 → 20 → 14
7	34 → 26 → 20 → 14	47	42 → 34 → 26 → 20 → 14
8	15 → 23 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	48	39 → 33 → 27 → 20 → 14
9	39 → 33 → 27 → 20 → 14	49	9 → 17 → 11 → 12 → 20 → 14
10	32 → 26 → 20 → 14	50	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14

sendo esses com origens e destinos quaisquer, ou seja, tanto os nós das origens quanto os destinos podem assumir quaisquer valores. Assim, essa tabela mostra os nós percorridos dos respectivos fluxos até seus destinos. Na Tabela 4, as origens dos fluxos podem ser diferentes, enquanto o destino é único para todos os fluxos, percorrendo vários nós para chegar em um único destino, representando a rota desses fluxos da primeira solução Pareto-ótima. As 80 rotas estão disponíveis no Apêndice 3,

Com base nesses resultados, o *Mininet* monta a rede, com os *switches* e suas respectivas conexões e roteia os fluxos, um de cada vez, tendo como resultado as métricas analisadas neste trabalho, como quantidade de dados transferida, largura de banda e latência, obtidas pelos comandos *iperf* e *ping*.

Os processos foram executados em um notebook com 8 GB de RAM, processador *Intel Core i7-6500U*, com *Linux Mint*.

Assim, ao iniciar a execução dos arquivos para construir a rede, o programa monta a rede lendo os números dos *switches* especificados no arquivo gerado pelo programa do algoritmo (FERNANDES, 2019), apresenta-os um a um em sua respectiva estrutura de armazenamento, cria os enlaces entre eles de acordo com as portas, e as regras dessas rotas são criadas no controlador.

Depois da rede ser construída, ela é iniciada e os fluxos são roteados através do comando *ping*, para que seja possível obter as métricas de latência. Além disso, obtiveram-se informações sobre a largura de banda dos *links* através do comando *iperf*. A seguir é apresentada uma análise desses resultados.

```

##### REDE #####
...
2--9
...
9--16
...
16--24
...
24--30
...
30--36
...
36--43
...
##### INSTANCIA 1#####
##### ORIGEM E DESTINO DE CADA FLUXO #####
...
Fluxo17- origem =43 - destino =2
...
##### PRIMEIRA SOLUCAO PARETO-OTIMA #####
...
Fluxo17:
9--2
16--9
24--16
30--24
36--30
43--36
...
##### MÉTRICAS #####
numPareto | numDelete | solucaoGeradas | numIteracao | tempo primeira-
gerada-gargalo | primeira-gerada-Salto | primeira-0tima-gargalo |
primeira-0tima-Salto | ultima-0tima-gargalo | ultima-0tima-Salto |
2 3 5 6 40.462 6 2 3 271 2 272
...

```

Figura 11 – Exemplo do arquivo gerado
Fonte: Autoria própria

4.1 Latência

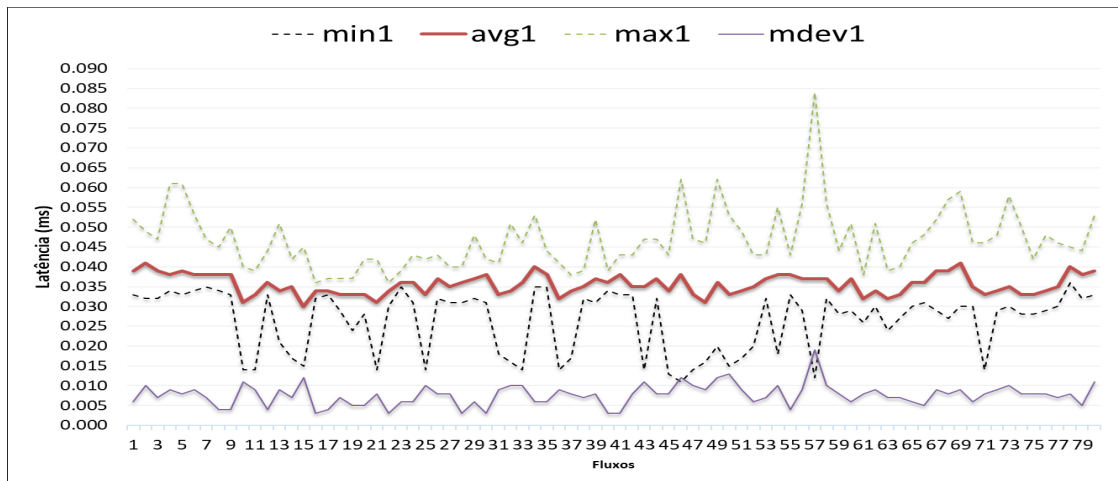
Em (FERNANDES, 2019), apresenta-se o tempo de execução do algoritmo para achar um conjunto mínimo completo de soluções Pareto-ótimas. Consideraram-se tanto a topologia (i) quanto a (ii) de roteamento de fluxos, com o intuito de fazer uma análise dessas duas configurações. Porém, não foi possível medir a latência do roteamento de cada fluxo. Aqui, com auxílio do Mininet foi possível colher essa informação.

Dada a rota ótima, levando em conta o fluxo $f \in F$ com s^f nó de origem e d^f sendo o nó de destino, o *ping* transfere pacotes de s^f para d^f , passando por todos os nós intermediários e salva o tempo necessário para que isso aconteça. Esse procedimento foi executado dez vezes para cada fluxo $f \in F$.

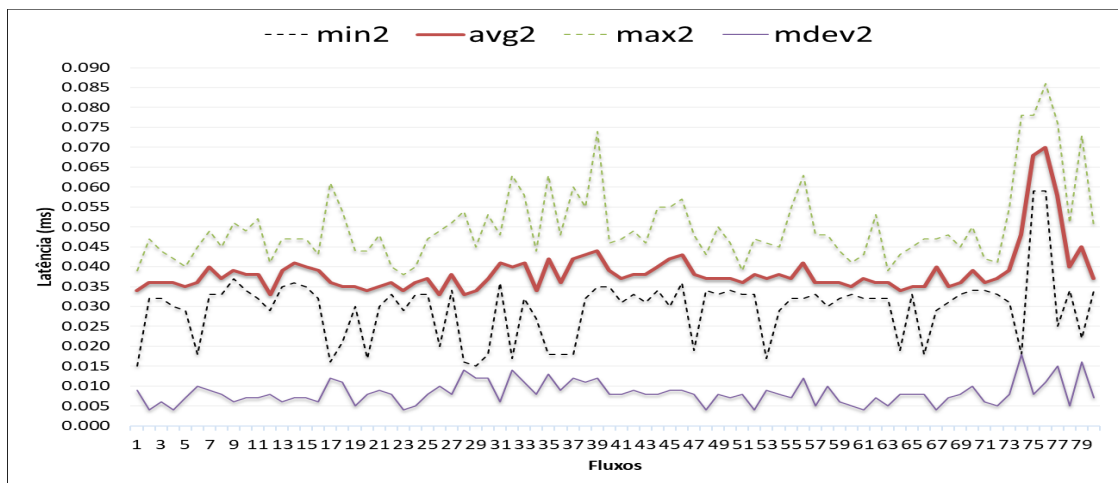
Assim, foi possível obter o tempo para o roteamento de cada um desses fluxos. Com base nas informações geradas por esse comando, conseguiram-se as seguintes latências para o roteamento: menor valor de tempo (*min*), média dos tempos (*avg*), maior valor (*max*) e o desvio padrão médio dos valores de tempo encontrados (*mdev*).

Para a configuração origens e destinos quaisquer observa-se que a variação da latência para o roteamento dos 80 fluxos, em todas as dez instâncias, não foi significativa, quando comparamos as latências da primeira solução Pareto-ótima com a última solução Pareto-ótima, como mostra a Figura 12.

Isso ocorre pois para essa configuração de roteamento de fluxos, o número de soluções Pareto-ótimas geradas é baixo. Assim, em muitos fluxos, a quantidade de saltos da primeira solução é igual a quantidade de saltos da última solução Pareto-ótima geradas,



(a)

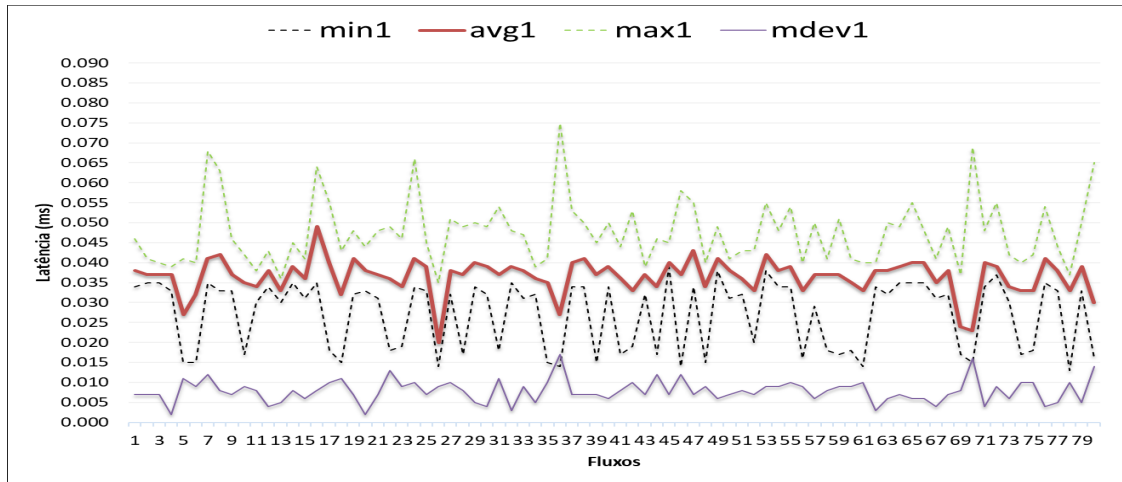


(b)

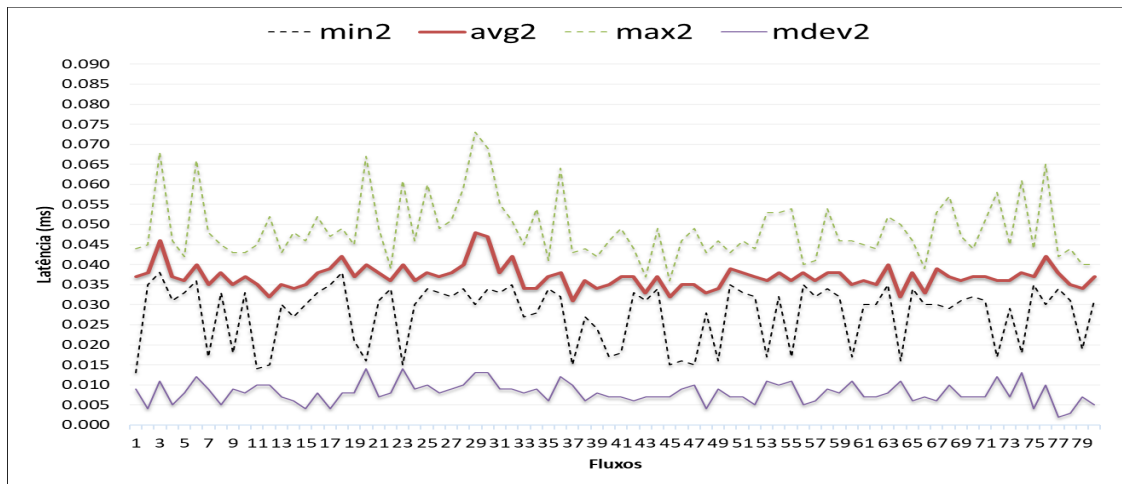
Figura 12 – Latência da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens e destinos quaisquer da instância 1.

apesar do comprimento do caminho ter aumentado da primeira para a última, quando é gerada mais de uma solução Pareto-ótima. Ou seja, ele escolheu outra rota que o custo total é maior e o gargalo é menor porém o total de saltos pode permanecer o mesmo. Além disso, muitos fluxos mantêm a mesma rota. As Figuras 12(a) e 12(b) mostram essa situação numa determinada instância.

Na Figura 12, é possível observar que apesar das amplitudes das latências mínima e máxima serem baixas, das duas configurações de roteamento de fluxos, como esperado, a quantidade de fluxos com tempo acima de um determinado valor tende a aumentar ao comparar a primeira e última soluções. Por exemplo, na configuração origens e destinos quaisquer na primeira solução Pareto-ótima, 43 fluxos obtiveram o tempo máximo de roteamento acima ou igual a 0,045 ms, na última solução Pareto-ótima, 78 fluxos tiveram o máximo acima ou igual de 0,045 ms. Na configuração origens quaisquer e mesmo destino na primeira solução Pareto-ótima, 47 fluxos o tiveram o máximo acima ou igual de 0,045



(a)



(b)

Figura 13 – Latência da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens quaisquer e mesmo destino da instância 1.

ms, na última solução Pareto-ótima, 54 fluxos tiveram o máximo acima ou igual de 0,045 ms (ver Figura 13).

A Figura 12 ainda mostra que no tempo mínimo observou que para primeira configuração de roteamento de fluxos, na primeira solução Pareto-ótima 67 fluxos tiveram um tempo mínimo de roteamento superior ou igual a 0,0105 ms, e a última solução Pareto-ótima teve 78 fluxos para o mesmo intervalo de tempo. Na Figura 13 observa, para a segunda configuração de roteamento de fluxos, que na primeira solução Pareto-ótima 51 fluxos tiveram um tempo mínimo superior ou igual a 0,020 ms, e a última solução Pareto-ótima teve 54 fluxos para o mesmo intervalo de tempo.

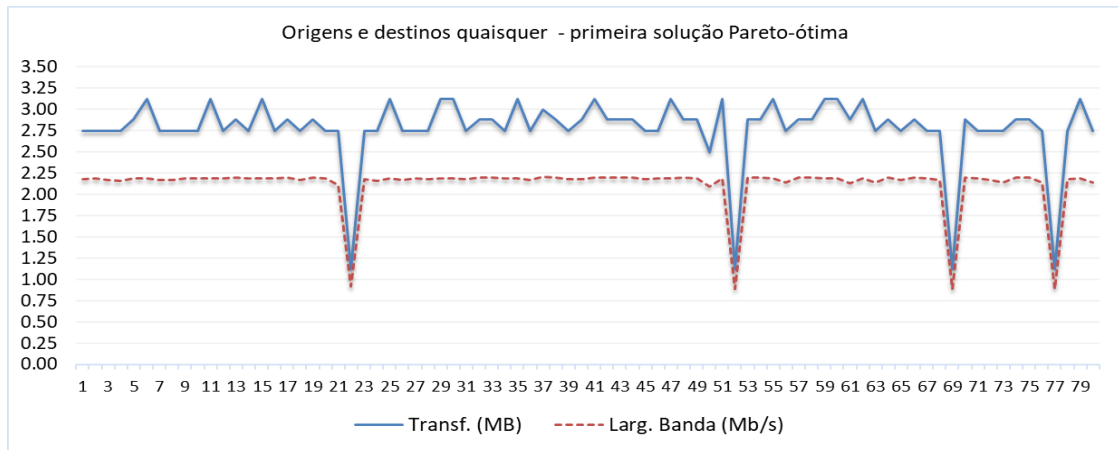
Esses aumentos de fluxos tanto para a latência mínima quanto para a máxima ocorrem nas demais instâncias, pois o roteamento dos fluxos na última solução Pareto-ótima tende a percorrer um caminho de comprimento maior do que a da primeira solução

Pareto-ótima para um ou mais fluxos.

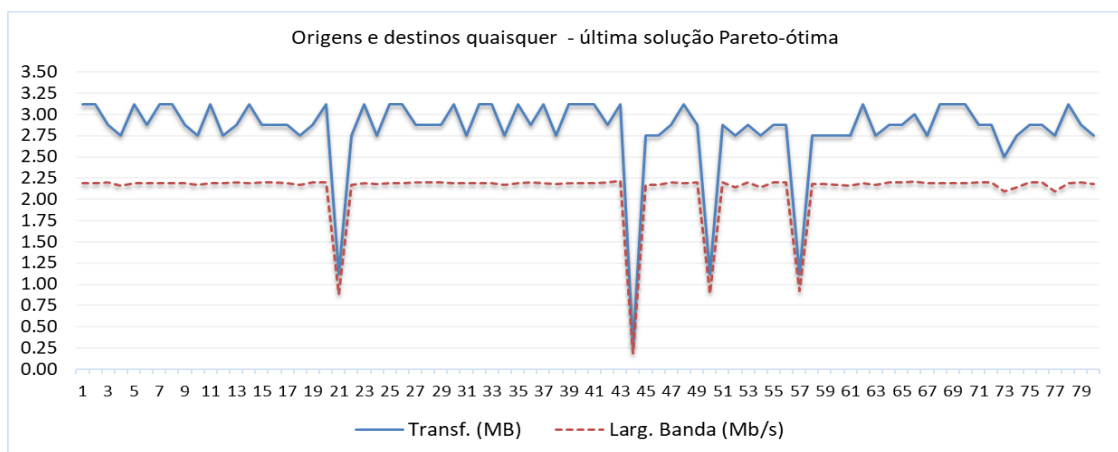
Quando observam-se as médias dos tempos na Figura 13 da segunda configuração de roteamento, essas médias oscilam menos na última solução Pareto-ótima do que na primeira solução Pareto-ótima. Isso é devido ao comprimento dos caminhos de cada fluxo, pois a variação no comprimento dos caminhos de uma solução para outra tende a aumentar e esses comprimentos tornam de tamanhos mais próximos.

4.2 Transferência de dados e banda larga

Como apresentado na sessão anterior, dada a rota eficiente, são roteados os pacotes e, com auxílio do *iperf*, é possível medir a largura de banda, assim como a quantidade de dados transferida, nesse caso, em um intervalo aproximado de dez segundos.



(a)

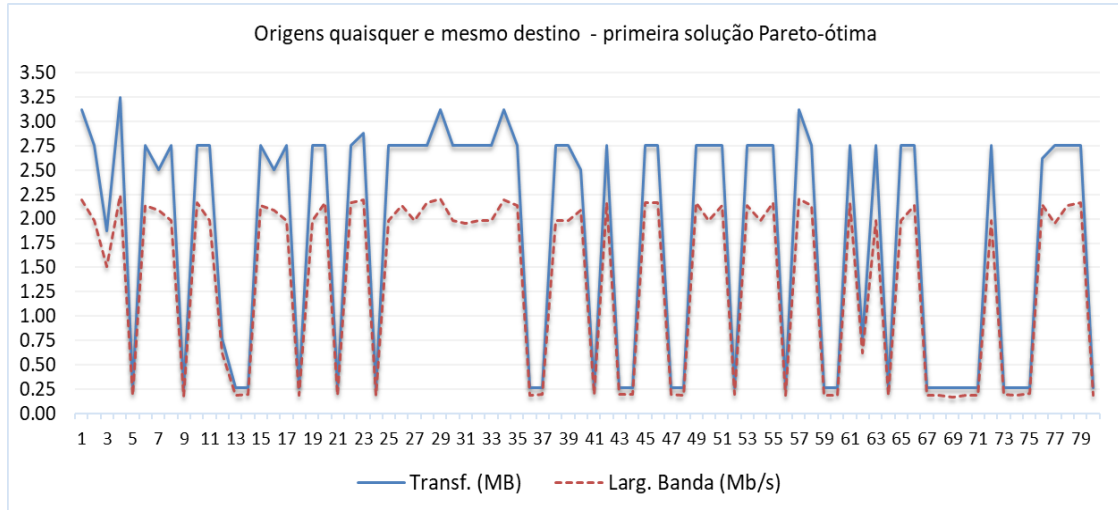


(b)

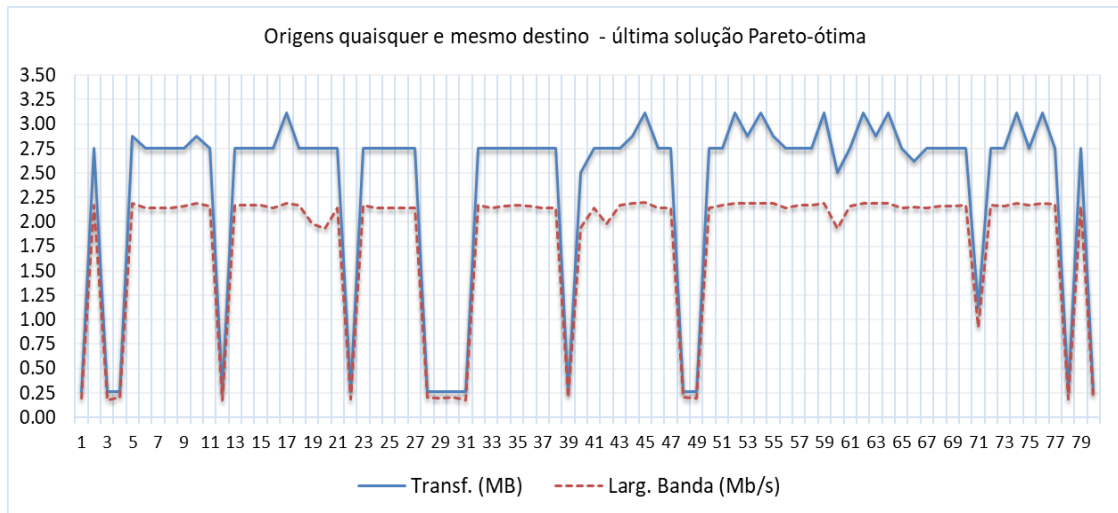
Figura 14 – Dados Transferidos e largura de banda da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens e destinos quaisquer.

As Figuras 14 e 15 apresentam gráficos que representam a quantidade de dados transferida (Transf.), em *MegaBytes* (MB), e a largura de banda (Larg. Banda), em

Megabits por segundo (Mb/s), para cada um dos 80 fluxos roteados de uma determinada instância. É possível observar que para a configuração de origens quaisquer e destinos quaisquer a largura de banda varia de 0,89 Mb/s a 2,21 Mb/s e a quantidade de dados transferida varia de 1,12 MB a 3,12 MB para a primeira solução Pareto-ótima, como apresentado na Figura 14(a). Para a última solução, a largura de banda varia de 0,19 Mb/s a 2,22 Mb/s, enquanto a quantidade de dados transferida varia de 0,26 MB a 3,12 MB, como apresentado na Figura 14(b).



(a)



(b)

Figura 15 – Dados Transferidos da primeira (a) e última (b) solução Pareto-ótima - origens quaisquer e mesmo destino.

Na configuração de roteamento de origens quaisquer e mesmo destino, a largura de banda varia de 0,17 Mb/s a 2,24 Mb/s e a quantidade de dados transferida varia de 0,26 MB a 3,25 MB na primeira solução. Enquanto na última, a largura de banda varia de 0,18 Mb/s a 2,20 Mb/s e a quantidade de dados transferida varia de 0,26 MB a 3,12 MB na última solução. Além disso, tanto para a quantidade de dados transferida quanto

para banda larga, nessa configuração de roteamento, há uma presença maior de *outliers*. Isso acontece pois os comprimentos dos caminhos aqui tendem a ser de tamanhos mais variados.

Nas demais instâncias, disponíveis nos Apêndices 5 e 6, os valores dessas métricas foram semelhantes à instância apresentada. Como esperado, rotas com largura de banda mais alta transferem uma quantidade maior de pacotes de dados do que aquelas com baixa largura de banda e vice versa, como apresentado nas Figuras 14 e 15.

Considerações Finais

Após um extenso estudo da ferramenta de emulação de redes *Mininet*, foi possível representar características de enlaces imitando aplicações reais tendo como base o protocolo de transporte da Internet denominado TCP. Assim, pode-se simular o roteamento de fluxos numa rede utilizando TCP e extrair métricas de latência por meio da ferramenta de análise de performance de rede denominada *ping*. Além disso, analisar a quantidade de dados transferida e a largura de banda por meio de outra ferramenta denominada *iperf*.

Observou-se que as amplitudes das latências da primeira para a última solução Pareto-ótima foram pequenas para as duas configurações de roteamento de fluxos. Porém é perceptível um aumento dessa latência na última solução. Isso pode ser explicado a partir do número de saltos. Depois da primeira solução Pareto-ótima, as outras soluções Pareto-ótimas geradas têm um gargalo menor do que a anterior, podendo assim implicar em um número maior de saltos.

Nos resultados obtidos tanto para quantidade de dados transferida quanto para banda larga, na configuração de roteamento de origens quaisquer e mesmo destino, houve mais *outliers*.

Como protocolo de transporte utilizado foi o TCP/IP, não houve perda de pacotes. Para trabalhos futuros a sugestão é analisar o desempenho de rede usando o protocolo UDP. Além disso, a rede utilizada é do tipo *grade*, nos próximos trabalhos poderá utilizar uma rede que simule uma rede real, por exemplo, a rede Barabási-Albert ([BARABÁSI; ALBERT, 1999](#)).

Neste trabalho, ao inserir as regras de roteamento dos fluxos no controlador, os fluxos são roteados individualmente, levando em conta rotas onde o custo total de todos os fluxos fossem melhor possível, limitando o valor do gargalo. No entanto, o trabalho proposto em ([FERNANDES, 2019](#)) considera qualidades e pesos nos enlaces e todos os fluxos são roteados de uma vez só. Para trabalhos futuros essas situações podem ser analisadas em um ambiente de emulação usando o Mininet.

Referências

- ABELÉM, A. J. G. et al. Redes mesh: Mobilidade, qualidade de serviço e comunicação em grupo. 2007. Citado na página 17,
- AHUJA, R. K.; MAGNANTI, T. L.; ORLIN, J. B. Network flows: Theory. *Algorithms, and Applications*, Prentice-hall, v. 526, 1993. Citado na página 21,
- AKYILDIZ, I. F.; WANG, X.; WANG, W. Wireless mesh networks: a survey. *Computer networks*, Elsevier, v. 47, n. 4, p. 445–487, 2005. Citado na página 18,
- AVALLONE, S.; AKYILDIZ, I. F. A channel assignment algorithm for multi-radio wireless mesh networks. *Computer Communications*, Elsevier, v. 31, n. 7, p. 1343–1353, 2008. Citado na página 23,
- BARABÁSI, A.-L.; ALBERT, R. Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, v. 286, n. 5439, p. 509–512, 1999. Citado na página 45,
- BHOLEBAWA, I. Z.; JHA, R. K.; DALAL, U. D. Performance analysis of proposed openflow-based network architecture using mininet. *Wireless Personal Communications*, Springer, v. 86, n. 2, p. 943–958, 2016. Citado na página 32,
- BORNSTEIN, C. T. et al. Multiobjective combinatorial optimization problems with a cost and several bottleneck objective functions: an algorithm with reoptimization. *Computers & Operations Research*, Elsevier, v. 39, n. 9, p. 1969–1976, 2012. Citado na página 14,
- BRZEZINSKI, A.; ZUSSMAN, G.; MODIANO, E. Enabling distributed throughput maximization in wireless mesh networks: a partitioning approach. In: ACM. *Proceedings of the 12th annual international conference on Mobile computing and networking*. [S.l.], 2006. p. 26–37. Citado na página 24,
- CALHEIROS, R. N. et al. Emusim: an integrated emulation and simulation environment for modeling, evaluation, and validation of performance of cloud computing applications. *Software: Practice and Experience*, Wiley Online Library, v. 43, n. 5, p. 595–612, 2013. Citado na página 20,
- COELLO, C. A. An updated survey of ga-based multiobjective optimization techniques. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, ACM, v. 32, n. 2, p. 109–143, 2000. Citado na página 22,
- COMER, D. E. *Redes de Computadores e Internet-6*. [S.l.]: Bookman Editora, 2016. Citado na página 32,
- COMMUNITY, R. S. F. *Ryu SDN Framework*. 2017. Acessado em 24/09/2020. Disponível em: <<https://osrg.github.io/ryu-book/en/html/index.html>>. Citado na página 32,
- CROW, B. P. et al. Ieee 802.11 wireless local area networks. *IEEE Communications magazine*, IEEE, v. 35, n. 9, p. 116–126, 1997. Citado na página 16,
- DIE.NET. *ping(8) - Linux man page*. 2017. Acessado em 03/11/2020. Disponível em: <<https://linux.die.net/man/8/ping>>. Citado na página 34,

DUGAN SETH ELLIOTT, B. A. M. J. P. K. P. J. *iPerf - The ultimate speed test tool for TCP, UDP and SCTP*. 2016. Acessado em 29/09/2020. Disponível em: <<https://iperf.fr>>. Citado na página 33,

EHRGOTT, M.; GANDIBLEUX, X. Multiobjective combinatorial optimization—theory, methodology, and applications. In: *Multiple criteria optimization: State of the art annotated bibliographic surveys*. [S.l.]: Springer, 2003. p. 369–444. Citado na página 21,

FEOFILOFF, P. *Grafos*. 2017. Acessado em 02/02/2021. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos_para_grafos/aulas/graphs.html>. Citado na página 19,

FEOFILOFF, P.; KOHAYAKAWA, Y.; WAKABAYASHI, Y. Uma introdução sucinta à teoria dos grafos. 2011. Citado na página 18,

FERNANDES, K. C. C. Técnicas de otimização multiobjetivo e otimização estocástica para o roteamento de fluxos em redes. Universidade Federal de Goiás, 2019. Citado 8 vezes nas páginas 14, 21, 23, 25, 28, 36, 38 e 45,

FERNANDES, K. C. C.; PINTO, L. de L. Um algoritmo exato para um problema de programação inteira biobjetivo. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 29,

FERNANDES, S. Avaliação de um algoritmo exato para um problema biobjetivo de roteamento de fluxos usando um emulador de redes. Insitituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 39,

FONTES, R. R. et al. Mininet-wifi: Emulating software-defined wireless networks. In: IEEE. *Network and Service Management (CNSM), 2015 11th International Conference on*. [S.l.], 2015. p. 384–389. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20,

FURTADO, A. L. *Teoria dos grafos: algoritmos*. [S.l.]: Livros Tecnicos e Cientificos, 1973. Citado na página 19,

GALLO, M. A. et al. *Comunicação entre computadores e tecnologias de rede*. [S.l.]: Pioneira Thomson Learning, 2003. Citado na página 16,

GÁLVEZ, J. J.; RUIZ, P. M. Efficient rate allocation, routing and channel assignment in wireless mesh networks supporting dynamic traffic flows. *Ad Hoc Networks*, Elsevier, v. 11, n. 6, p. 1765–1781, 2013. Citado na página 24,

GUPTA, P.; KUMAR, P. R. The capacity of wireless networks. *IEEE Transactions on information theory*, IEEE, v. 46, n. 2, p. 388–404, 2000. Citado na página 24,

HANSEN, P. Bicriterion path problems. In: *Multiple criteria decision making theory and application*. [S.l.]: Springer, 1980. p. 109–127. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 23,

HASHIMOTO, K. Técnicas de otimização combinatória multiobjetivo aplicadas na estimação do desempenho elétrico de redes de distribuição. 2004. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22,

JASIKA, N. et al. Dijkstra's shortest path algorithm serial and parallel execution performance analysis. In: IEEE. *2012 proceedings of the 35th international convention MIPRO*. [S.l.], 2012. p. 1811–1815. Citado na página 28,

- JUDD, G.; STEENKISTE, P. Using emulation to understand and improve wireless networks and applications. In: USENIX ASSOCIATION. *Proceedings of the 2nd conference on Symposium on Networked Systems Design & Implementation-Volume 2*. [S.l.], 2005. p. 203–216. Citado na página 20,
- KAUR, K.; SINGH, J.; GHUMMAN, N. S. Mininet as software defined networking testing platform. In: *International Conference on Communication, Computing & Systems (ICCCS)*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 139–42. Citado na página 31,
- KETI, F.; ASKAR, S. Emulation of software defined networks using mininet in different simulation environments. In: IEEE. *2015 6th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation*. [S.l.], 2015. p. 205–210. Citado na página 31,
- LEHMAN, E.; LEIGHTON, T.; MEYER, A. R. *Mathematics for computer science*. [S.l.], 2010. Citado na página 19,
- M., B. *Como Usar o Comando Ping no Linux*. 2019. Acessado em 03/11/2020. Disponível em: <<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/comando-ping-linux/>>. Citado na página 34,
- MARCHET, J.-C. et al. *Aide à la décision en matière d'environnement: application au choix de tracé autoroutier*. [S.l.]: Université de Paris Dauphine, 1979. Citado na página 14,
- MARINA, M. K.; DAS, S. R.; SUBRAMANIAN, A. P. A topology control approach for utilizing multiple channels in multi-radio wireless mesh networks. *Computer networks*, Elsevier, v. 54, n. 2, p. 241–256, 2010. Citado na página 23,
- MATTOS, D. M. F. Virtualizaç ao: Vmware e xen. *Grupo de Teleinformática e Automaç ao da UFRJ*, p. 13, 2008. Citado na página 19,
- MELLO, M. O. M. C. d. et al. Roteamento em redes em malha sem fio com balanceamento de carga e caminhos mais curtos. Universidade Federal de Goiás, 2014. Citado 6 vezes nas páginas 14, 17, 19, 23, 24 e 31,
- PARETO, V. *Manual of political economy: a critical and variorum edition*. [S.l.]: OUP Oxford, 2014. Citado na página 21,
- PINTO, L. de L.; BORNSTEIN, C. T.; MACULAN, N. The tricriterion shortest path problem with at least two bottleneck objective functions. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 198, n. 2, p. 387–391, 2009. Citado na página 14,
- RANIWALA, A.; GOPALAN, K.; CHIUEH, T.-c. Centralized channel assignment and routing algorithms for multi-channel wireless mesh networks. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, ACM, v. 8, n. 2, p. 50–65, 2004. Citado na página 23,
- RAUPP, F. M. P. *Um método heurístico para o problema de escalonamento multiobjetivo em vários ambientes de máquinas*. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2012. Citado na página 21,
- RILEY, G. F.; HENDERSON, T. R. The ns-3 network simulator. In: *Modeling and tools for network simulation*. [S.l.]: Springer, 2010. p. 15–34. Citado na página 20,

- SCHEINERMAN, E. R. *Matemática Discreta-Uma Introdução*. [S.l.]: Cengage Learning Editores, 2003. Citado na página 19,
- TANENBAUM, A. S. *Redes de Computadores*. [S.l.]: Campus, 2003. Citado na página 16,
- TEAM, M. *Mininet*. 2018. Acessado: 17-04-2019. Disponível em: <<http://mininet.org/>>. Citado na página 32,
- TEIXEIRA, R. de A. Treinamento de redes neurais artificiais através de otimização multi-objetivo: Uma nova abordagem para o equilíbrio entre a polarização e a variância. UFMG, 2001. Citado 3 vezes nas páginas 21, 22 e 31,
- WANG, S.-Y. et al. Estinet openflow network simulator and emulator. *IEEE Communications Magazine*, v. 51, n. 9, p. 110–117, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 31,

Apêndice 1: Latência - origens e destinos quaisquer

Tabela 5 – Latência - origens e destinos quaisquer - primeira instância, primeira solução
Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,033	0,039	0,052	0,006	41	0,033	0,038	0,043	0,003
2	0,032	0,041	0,049	0,010	42	0,033	0,035	0,043	0,008
3	0,032	0,039	0,047	0,007	43	0,014	0,035	0,047	0,011
4	0,034	0,038	0,061	0,009	44	0,032	0,037	0,047	0,008
5	0,033	0,039	0,061	0,008	45	0,013	0,034	0,043	0,008
6	0,034	0,038	0,053	0,009	46	0,011	0,038	0,062	0,012
7	0,035	0,038	0,047	0,007	47	0,014	0,033	0,047	0,010
8	0,034	0,038	0,045	0,004	48	0,016	0,031	0,046	0,009
9	0,033	0,038	0,050	0,004	49	0,020	0,036	0,062	0,012
10	0,014	0,031	0,040	0,011	50	0,015	0,033	0,053	0,013
11	0,014	0,033	0,039	0,009	51	0,017	0,034	0,049	0,009
12	0,033	0,036	0,044	0,004	52	0,020	0,035	0,043	0,006
13	0,021	0,034	0,051	0,009	53	0,032	0,037	0,043	0,007
14	0,017	0,035	0,042	0,007	54	0,018	0,038	0,055	0,010
15	0,015	0,030	0,045	0,012	55	0,033	0,038	0,043	0,004
16	0,032	0,034	0,036	0,003	56	0,029	0,037	0,056	0,009
17	0,033	0,034	0,037	0,004	57	0,012	0,037	0,084	0,019
18	0,029	0,033	0,037	0,007	58	0,032	0,037	0,056	0,010
19	0,024	0,033	0,037	0,005	59	0,028	0,034	0,044	0,008
20	0,028	0,033	0,042	0,005	60	0,029	0,037	0,051	0,006
21	0,014	0,031	0,042	0,008	61	0,026	0,032	0,038	0,008
22	0,030	0,034	0,036	0,003	62	0,030	0,034	0,051	0,009
23	0,035	0,036	0,039	0,006	63	0,024	0,032	0,039	0,007
24	0,031	0,036	0,043	0,006	64	0,027	0,033	0,040	0,007
25	0,014	0,033	0,042	0,010	65	0,030	0,036	0,046	0,006
26	0,032	0,037	0,043	0,008	66	0,031	0,036	0,048	0,005
27	0,031	0,035	0,040	0,008	67	0,029	0,039	0,052	0,009
28	0,031	0,036	0,040	0,003	68	0,027	0,039	0,057	0,008
29	0,032	0,037	0,048	0,006	69	0,030	0,041	0,059	0,009
30	0,031	0,038	0,042	0,003	70	0,030	0,035	0,046	0,006

31	0,018	0,033	0,041	0,009	71	0,014	0,033	0,046	0,008
32	0,016	0,034	0,051	0,010	72	0,029	0,034	0,048	0,009
33	0,014	0,036	0,046	0,010	73	0,030	0,035	0,058	0,010
34	0,035	0,040	0,053	0,006	74	0,028	0,033	0,050	0,008
35	0,035	0,038	0,044	0,006	75	0,028	0,033	0,042	0,008
36	0,014	0,032	0,041	0,009	76	0,029	0,034	0,048	0,008
37	0,017	0,034	0,038	0,008	77	0,030	0,035	0,046	0,007
38	0,032	0,035	0,039	0,007	78	0,036	0,040	0,045	0,008
39	0,031	0,037	0,052	0,008	79	0,032	0,038	0,044	0,005
40	0,034	0,036	0,039	0,003	80	0,033	0,039	0,053	0,011

Tabela 6 – Latência - origens e destinos quaisquer - primeira instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,034	0,039	0,009	41	0,031	0,037	0,047	0,008
2	0,032	0,036	0,047	0,004	42	0,033	0,038	0,049	0,009
3	0,032	0,036	0,044	0,006	43	0,031	0,038	0,046	0,008
4	0,030	0,036	0,042	0,004	44	0,034	0,040	0,055	0,008
5	0,029	0,035	0,040	0,007	45	0,030	0,042	0,055	0,009
6	0,018	0,036	0,045	0,010	46	0,036	0,043	0,057	0,009
7	0,033	0,040	0,049	0,009	47	0,019	0,038	0,048	0,008
8	0,033	0,037	0,045	0,008	48	0,034	0,037	0,043	0,004
9	0,037	0,039	0,051	0,006	49	0,033	0,037	0,050	0,008
10	0,034	0,038	0,049	0,007	50	0,034	0,037	0,046	0,007
11	0,032	0,038	0,052	0,007	51	0,033	0,036	0,039	0,008
12	0,029	0,033	0,041	0,008	52	0,033	0,038	0,047	0,004
13	0,035	0,039	0,047	0,006	53	0,017	0,037	0,046	0,009
14	0,036	0,041	0,047	0,007	54	0,029	0,038	0,045	0,008
15	0,035	0,040	0,047	0,007	55	0,032	0,037	0,055	0,007
16	0,032	0,039	0,043	0,006	56	0,032	0,041	0,063	0,012
17	0,016	0,036	0,061	0,012	57	0,033	0,036	0,048	0,005
18	0,021	0,035	0,054	0,011	58	0,030	0,036	0,048	0,010
19	0,030	0,035	0,044	0,005	59	0,032	0,036	0,044	0,006
20	0,017	0,034	0,044	0,008	60	0,033	0,035	0,041	0,005
21	0,030	0,035	0,048	0,009	61	0,032	0,037	0,043	0,004
22	0,033	0,036	0,040	0,008	62	0,032	0,036	0,053	0,007
23	0,029	0,034	0,038	0,004	63	0,032	0,036	0,039	0,005
24	0,033	0,036	0,040	0,005	64	0,019	0,034	0,043	0,008

25	0,033	0,037	0,047	0,008	65	0,033	0,035	0,045	0,008
26	0,020	0,033	0,049	0,010	66	0,018	0,035	0,047	0,008
27	0,034	0,038	0,051	0,008	67	0,029	0,040	0,047	0,004
28	0,016	0,033	0,054	0,014	68	0,031	0,035	0,048	0,007
29	0,015	0,034	0,045	0,012	69	0,033	0,036	0,045	0,008
30	0,018	0,037	0,053	0,012	70	0,034	0,039	0,050	0,010
31	0,036	0,041	0,048	0,006	71	0,034	0,036	0,042	0,006
32	0,017	0,040	0,063	0,014	72	0,033	0,037	0,041	0,005
33	0,032	0,041	0,058	0,011	73	0,031	0,039	0,055	0,008
34	0,027	0,034	0,044	0,008	74	0,018	0,048	0,078	0,018
35	0,018	0,042	0,063	0,013	75	0,059	0,068	0,078	0,008
36	0,018	0,036	0,048	0,009	76	0,059	0,070	0,086	0,011
37	0,018	0,042	0,060	0,012	77	0,025	0,058	0,076	0,015
38	0,032	0,043	0,055	0,011	78	0,034	0,040	0,051	0,005
39	0,035	0,044	0,074	0,012	79	0,022	0,045	0,073	0,016
40	0,035	0,039	0,046	0,008	80	0,034	0,037	0,050	0,007

Tabela 7 – Latência - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,014	0,032	0,040	0,010	41	0,019	0,036	0,047	0,010
2	0,034	0,037	0,045	0,008	42	0,035	0,039	0,052	0,008
3	0,023	0,035	0,043	0,005	43	0,017	0,038	0,055	0,010
4	0,035	0,039	0,060	0,008	44	0,034	0,039	0,062	0,011
5	0,033	0,037	0,043	0,005	45	0,018	0,032	0,046	0,009
6	0,016	0,038	0,062	0,012	46	0,014	0,032	0,037	0,009
7	0,015	0,037	0,055	0,010	47	0,013	0,031	0,037	0,010
8	0,016	0,035	0,040	0,010	48	0,017	0,034	0,043	0,009
9	0,020	0,037	0,045	0,007	49	0,015	0,035	0,064	0,013
10	0,019	0,037	0,045	0,006	50	0,020	0,035	0,042	0,006
11	0,014	0,039	0,056	0,012	51	0,031	0,035	0,042	0,007
12	0,034	0,037	0,044	0,006	52	0,015	0,033	0,038	0,007
13	0,030	0,037	0,044	0,003	53	0,034	0,035	0,040	0,006
14	0,031	0,036	0,048	0,008	54	0,016	0,033	0,053	0,011
15	0,030	0,037	0,054	0,009	55	0,027	0,034	0,038	0,006
16	0,015	0,033	0,038	0,009	56	0,012	0,038	0,084	0,019
17	0,034	0,037	0,044	0,004	57	0,015	0,033	0,044	0,009
18	0,035	0,039	0,053	0,008	58	0,014	0,033	0,040	0,008

19	0,015	0,036	0,043	0,008	59	0,031	0,036	0,043	0,003
20	0,029	0,036	0,041	0,003	60	0,014	0,033	0,040	0,010
21	0,015	0,030	0,040	0,011	61	0,015	0,034	0,042	0,008
22	0,014	0,039	0,071	0,015	62	0,036	0,038	0,048	0,008
23	0,034	0,037	0,040	0,006	63	0,016	0,035	0,043	0,009
24	0,013	0,035	0,046	0,011	64	0,014	0,036	0,040	0,009
25	0,033	0,037	0,042	0,006	65	0,017	0,036	0,046	0,010
26	0,034	0,037	0,042	0,003	66	0,014	0,035	0,039	0,009
27	0,033	0,036	0,047	0,008	67	0,014	0,034	0,039	0,010
28	0,034	0,039	0,048	0,007	68	0,015	0,034	0,048	0,012
29	0,017	0,040	0,076	0,013	69	0,034	0,039	0,044	0,007
30	0,018	0,036	0,039	0,007	70	0,035	0,039	0,062	0,010
31	0,015	0,039	0,060	0,011	71	0,034	0,037	0,044	0,006
32	0,014	0,036	0,052	0,010	72	0,014	0,037	0,050	0,009
33	0,018	0,037	0,045	0,010	73	0,015	0,035	0,061	0,016
34	0,033	0,038	0,051	0,008	74	0,018	0,036	0,066	0,014
35	0,013	0,036	0,047	0,011	75	0,016	0,037	0,048	0,009
36	0,021	0,036	0,040	0,008	76	0,017	0,033	0,039	0,010
37	0,013	0,037	0,049	0,012	77	0,015	0,033	0,041	0,011
38	0,015	0,036	0,043	0,009	78	0,019	0,038	0,064	0,014
39	0,033	0,038	0,047	0,008	79	0,014	0,034	0,047	0,012
40	0,015	0,037	0,052	0,011	80	0,014	0,035	0,046	0,010

Tabela 8 – Latência - origens e destinos quaisquer - segunda instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,039	0,060	0,012	41	0,015	0,035	0,039	0,007
2	0,024	0,038	0,049	0,007	42	0,016	0,034	0,039	0,006
3	0,016	0,035	0,040	0,008	43	0,017	0,034	0,041	0,009
4	0,020	0,041	0,076	0,016	44	0,031	0,052	0,065	0,015
5	0,034	0,038	0,054	0,008	45	0,020	0,036	0,045	0,010
6	0,033	0,038	0,061	0,009	46	0,031	0,037	0,050	0,005
7	0,032	0,053	0,073	0,016	47	0,015	0,032	0,041	0,009
8	0,033	0,040	0,073	0,013	48	0,014	0,034	0,044	0,009
9	0,015	0,034	0,044	0,009	49	0,034	0,035	0,038	0,008
10	0,015	0,034	0,041	0,010	50	0,035	0,037	0,047	0,008
11	0,016	0,033	0,038	0,010	51	0,033	0,037	0,043	0,007
12	0,014	0,042	0,077	0,024	52	0,014	0,034	0,044	0,010

13	0,033	0,037	0,048	0,007	53	0,015	0,034	0,039	0,009
14	0,014	0,034	0,038	0,007	54	0,033	0,037	0,047	0,004
15	0,018	0,045	0,078	0,017	55	0,037	0,040	0,046	0,003
16	0,036	0,040	0,055	0,009	56	0,017	0,038	0,068	0,017
17	0,020	0,036	0,046	0,009	57	0,014	0,048	0,077	0,019
18	0,020	0,034	0,039	0,007	58	0,035	0,061	0,110	0,023
19	0,015	0,031	0,036	0,009	59	0,036	0,041	0,066	0,011
20	0,014	0,034	0,042	0,010	60	0,038	0,040	0,045	0,004
21	0,016	0,031	0,038	0,008	61	0,017	0,040	0,071	0,013
22	0,019	0,034	0,041	0,007	62	0,036	0,039	0,044	0,006
23	0,019	0,047	0,088	0,024	63	0,016	0,041	0,073	0,015
24	0,020	0,035	0,054	0,010	64	0,023	0,038	0,055	0,009
25	0,014	0,037	0,052	0,011	65	0,017	0,037	0,049	0,010
26	0,016	0,035	0,039	0,008	66	0,036	0,041	0,046	0,007
27	0,031	0,037	0,047	0,006	67	0,020	0,042	0,077	0,015
28	0,015	0,046	0,078	0,018	68	0,016	0,037	0,056	0,013
29	0,032	0,039	0,055	0,006	69	0,038	0,040	0,045	0,004
30	0,014	0,036	0,042	0,010	70	0,014	0,035	0,041	0,010
31	0,015	0,036	0,040	0,009	71	0,014	0,037	0,063	0,013
32	0,015	0,063	0,099	0,026	72	0,013	0,033	0,056	0,014
33	0,037	0,040	0,053	0,005	73	0,016	0,039	0,084	0,017
34	0,017	0,036	0,050	0,008	74	0,013	0,032	0,040	0,010
35	0,034	0,039	0,053	0,005	75	0,015	0,034	0,044	0,009
36	0,019	0,049	0,065	0,018	76	0,018	0,039	0,057	0,013
37	0,034	0,037	0,040	0,006	77	0,020	0,035	0,041	0,009
38	0,018	0,035	0,039	0,008	78	0,017	0,039	0,050	0,008
39	0,016	0,036	0,040	0,008	79	0,017	0,034	0,041	0,008
40	0,017	0,037	0,047	0,010	80	0,014	0,035	0,040	0,009

Tabela 9 – Latência - origens e destinos quaisquer - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,037	0,057	0,013	41	0,035	0,040	0,049	0,004
2	0,015	0,031	0,039	0,007	42	0,036	0,044	0,093	0,017
3	0,015	0,032	0,038	0,007	43	0,018	0,038	0,051	0,010
4	0,030	0,034	0,042	0,005	44	0,017	0,032	0,043	0,008
5	0,016	0,032	0,041	0,011	45	0,033	0,042	0,058	0,007
6	0,021	0,044	0,079	0,021	46	0,034	0,039	0,046	0,004

7	0,012	0,029	0,039	0,010	47	0,036	0,041	0,052	0,006
8	0,018	0,035	0,044	0,010	48	0,034	0,039	0,054	0,006
9	0,014	0,033	0,044	0,010	49	0,035	0,040	0,051	0,008
10	0,031	0,035	0,038	0,006	50	0,015	0,036	0,041	0,008
11	0,015	0,034	0,040	0,009	51	0,014	0,036	0,043	0,008
12	0,020	0,045	0,117	0,025	52	0,035	0,037	0,040	0,007
13	0,020	0,034	0,041	0,005	53	0,030	0,038	0,045	0,008
14	0,017	0,034	0,040	0,007	54	0,019	0,035	0,040	0,009
15	0,031	0,036	0,049	0,006	55	0,033	0,035	0,048	0,009
16	0,035	0,039	0,047	0,006	56	0,035	0,042	0,061	0,007
17	0,031	0,035	0,038	0,006	57	0,032	0,034	0,035	0,006
18	0,014	0,034	0,042	0,008	58	0,019	0,034	0,043	0,008
19	0,032	0,036	0,051	0,007	59	0,031	0,034	0,043	0,008
20	0,016	0,033	0,041	0,010	60	0,030	0,035	0,042	0,003
21	0,016	0,033	0,037	0,007	61	0,015	0,034	0,039	0,008
22	0,016	0,036	0,049	0,007	62	0,015	0,035	0,042	0,010
23	0,030	0,041	0,071	0,012	63	0,021	0,035	0,044	0,009
24	0,015	0,034	0,039	0,008	64	0,015	0,035	0,044	0,008
25	0,034	0,038	0,045	0,005	65	0,033	0,041	0,066	0,010
26	0,014	0,035	0,041	0,009	66	0,034	0,037	0,043	0,008
27	0,034	0,037	0,044	0,008	67	0,018	0,035	0,041	0,008
28	0,015	0,036	0,040	0,008	68	0,034	0,038	0,049	0,006
29	0,014	0,035	0,040	0,009	69	0,033	0,038	0,050	0,009
30	0,037	0,039	0,046	0,007	70	0,037	0,044	0,079	0,014
31	0,036	0,038	0,040	0,005	71	0,020	0,038	0,052	0,008
32	0,035	0,041	0,051	0,004	72	0,035	0,038	0,042	0,003
33	0,018	0,037	0,042	0,006	73	0,035	0,037	0,044	0,008
34	0,017	0,035	0,041	0,007	74	0,018	0,034	0,040	0,009
35	0,022	0,037	0,052	0,007	75	0,034	0,038	0,044	0,007
36	0,037	0,039	0,050	0,009	76	0,016	0,037	0,063	0,011
37	0,016	0,035	0,041	0,008	77	0,024	0,042	0,058	0,013
38	0,020	0,038	0,048	0,009	78	0,019	0,034	0,046	0,009
39	0,037	0,039	0,045	0,007	79	0,015	0,036	0,060	0,015
40	0,035	0,038	0,042	0,008	80	0,016	0,032	0,045	0,009

Tabela 10 – Latência - origens e destinos quaisquer - terceira instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,038	0,060	0,011	41	0,034	0,040	0,046	0,007
2	0,031	0,036	0,041	0,005	42	0,019	0,038	0,052	0,010
3	0,030	0,034	0,038	0,004	43	0,031	0,039	0,062	0,012
4	0,031	0,035	0,048	0,008	44	0,031	0,039	0,069	0,013
5	0,030	0,038	0,045	0,005	45	0,034	0,038	0,046	0,006
6	0,032	0,039	0,047	0,005	46	0,017	0,034	0,048	0,009
7	0,036	0,040	0,052	0,007	47	0,014	0,033	0,042	0,009
8	0,027	0,041	0,058	0,009	48	0,016	0,035	0,049	0,011
9	0,027	0,036	0,040	0,009	49	0,016	0,039	0,053	0,010
10	0,030	0,039	0,047	0,008	50	0,015	0,031	0,043	0,009
11	0,036	0,039	0,046	0,008	51	0,013	0,033	0,041	0,009
12	0,032	0,038	0,049	0,007	52	0,017	0,029	0,042	0,011
13	0,036	0,040	0,049	0,007	53	0,017	0,037	0,051	0,008
14	0,015	0,034	0,040	0,010	54	0,016	0,036	0,043	0,008
15	0,031	0,035	0,039	0,008	55	0,015	0,034	0,040	0,009
16	0,035	0,039	0,051	0,009	56	0,033	0,039	0,049	0,006
17	0,032	0,037	0,053	0,008	57	0,015	0,036	0,040	0,008
18	0,028	0,034	0,053	0,009	58	0,016	0,032	0,042	0,009
19	0,033	0,039	0,048	0,007	59	0,031	0,037	0,060	0,010
20	0,036	0,039	0,042	0,005	60	0,033	0,036	0,049	0,007
21	0,018	0,036	0,041	0,008	61	0,031	0,034	0,045	0,008
22	0,014	0,038	0,054	0,012	62	0,033	0,039	0,053	0,006
23	0,032	0,041	0,053	0,008	63	0,031	0,037	0,040	0,004
24	0,033	0,039	0,047	0,006	64	0,013	0,036	0,049	0,009
25	0,015	0,034	0,043	0,007	65	0,032	0,037	0,044	0,008
26	0,030	0,037	0,051	0,009	66	0,033	0,039	0,067	0,012
27	0,019	0,036	0,050	0,010	67	0,031	0,039	0,050	0,006
28	0,014	0,037	0,045	0,010	68	0,031	0,040	0,064	0,009
29	0,018	0,037	0,047	0,010	69	0,028	0,039	0,072	0,013
30	0,035	0,038	0,042	0,008	70	0,031	0,037	0,045	0,007
31	0,035	0,038	0,040	0,001	71	0,033	0,039	0,048	0,005
32	0,036	0,038	0,044	0,007	72	0,032	0,039	0,054	0,009
33	0,034	0,038	0,044	0,006	73	0,034	0,041	0,061	0,008
34	0,036	0,038	0,045	0,008	74	0,033	0,038	0,055	0,009
35	0,032	0,041	0,050	0,010	75	0,030	0,034	0,038	0,002
36	0,037	0,040	0,046	0,004	76	0,022	0,036	0,044	0,008

37	0,036	0,042	0,054	0,008	77	0,016	0,038	0,050	0,008
38	0,032	0,036	0,042	0,006	78	0,018	0,034	0,042	0,008
39	0,037	0,040	0,044	0,002	79	0,018	0,039	0,046	0,010
40	0,023	0,041	0,056	0,010	80	0,023	0,034	0,049	0,008

Tabela 11 – Latência - origens e destinos quaisquer - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,017	0,035	0,054	0,009	41	0,035	0,039	0,053	0,007
2	0,031	0,043	0,062	0,012	42	0,033	0,038	0,050	0,008
3	0,029	0,034	0,038	0,007	43	0,031	0,038	0,042	0,007
4	0,022	0,034	0,039	0,006	44	0,030	0,037	0,043	0,008
5	0,016	0,034	0,040	0,006	45	0,034	0,038	0,041	0,002
6	0,031	0,036	0,043	0,005	46	0,035	0,039	0,049	0,004
7	0,030	0,037	0,044	0,005	47	0,014	0,038	0,046	0,010
8	0,031	0,036	0,051	0,007	48	0,035	0,040	0,051	0,007
9	0,028	0,035	0,045	0,008	49	0,031	0,039	0,044	0,007
10	0,034	0,040	0,050	0,008	50	0,031	0,036	0,046	0,006
11	0,019	0,038	0,051	0,012	51	0,015	0,034	0,039	0,007
12	0,014	0,035	0,044	0,010	52	0,035	0,038	0,040	0,003
13	0,034	0,039	0,050	0,004	53	0,033	0,038	0,047	0,008
14	0,036	0,042	0,056	0,009	54	0,035	0,039	0,044	0,003
15	0,034	0,038	0,045	0,006	55	0,034	0,041	0,054	0,006
16	0,034	0,039	0,046	0,008	56	0,032	0,037	0,046	0,007
17	0,017	0,034	0,041	0,007	57	0,034	0,039	0,048	0,008
18	0,031	0,036	0,045	0,006	58	0,034	0,042	0,060	0,008
19	0,016	0,034	0,045	0,008	59	0,034	0,037	0,043	0,008
20	0,031	0,040	0,078	0,013	60	0,033	0,037	0,045	0,005
21	0,015	0,034	0,041	0,007	61	0,030	0,034	0,038	0,007
22	0,032	0,038	0,054	0,009	62	0,034	0,037	0,040	0,006
23	0,034	0,037	0,040	0,002	63	0,014	0,035	0,043	0,008
24	0,034	0,040	0,051	0,005	64	0,037	0,043	0,073	0,012
25	0,035	0,037	0,042	0,008	65	0,033	0,038	0,052	0,007
26	0,034	0,039	0,056	0,008	66	0,034	0,039	0,053	0,008
27	0,014	0,035	0,044	0,011	67	0,017	0,033	0,040	0,008
28	0,035	0,040	0,047	0,007	68	0,033	0,038	0,045	0,008
29	0,034	0,045	0,066	0,013	69	0,034	0,042	0,051	0,009
30	0,017	0,034	0,042	0,009	70	0,033	0,041	0,053	0,008

31	0,028	0,037	0,044	0,006	71	0,018	0,036	0,055	0,009
32	0,034	0,037	0,043	0,004	72	0,029	0,042	0,063	0,010
33	0,031	0,038	0,065	0,011	73	0,022	0,035	0,043	0,006
34	0,020	0,036	0,049	0,008	74	0,018	0,036	0,047	0,009
35	0,034	0,038	0,043	0,006	75	0,014	0,035	0,044	0,008
36	0,035	0,042	0,065	0,008	76	0,019	0,036	0,043	0,006
37	0,031	0,039	0,053	0,008	77	0,018	0,035	0,039	0,009
38	0,035	0,038	0,040	0,001	78	0,038	0,038	0,041	0,008
39	0,035	0,040	0,052	0,006	79	0,018	0,040	0,068	0,012
40	0,035	0,038	0,040	0,003	80	0,031	0,040	0,058	0,010

Tabela 12 – Latência - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,023	0,035	0,049	0,010	41	0,033	0,038	0,048	0,007
2	0,021	0,033	0,041	0,005	42	0,030	0,038	0,060	0,008
3	0,015	0,032	0,037	0,007	43	0,018	0,033	0,044	0,008
4	0,031	0,037	0,048	0,009	44	0,034	0,037	0,044	0,004
5	0,034	0,038	0,040	0,003	45	0,021	0,035	0,039	0,009
6	0,020	0,038	0,047	0,007	46	0,033	0,038	0,050	0,006
7	0,038	0,039	0,044	0,008	47	0,030	0,040	0,052	0,006
8	0,015	0,037	0,052	0,011	48	0,035	0,039	0,051	0,009
9	0,035	0,038	0,044	0,007	49	0,023	0,039	0,048	0,010
10	0,013	0,036	0,044	0,008	50	0,032	0,036	0,044	0,007
11	0,014	0,034	0,039	0,010	51	0,033	0,044	0,065	0,011
12	0,017	0,030	0,051	0,012	52	0,020	0,043	0,054	0,012
13	0,035	0,037	0,041	0,006	53	0,015	0,036	0,047	0,009
14	0,033	0,038	0,051	0,009	54	0,036	0,038	0,046	0,007
15	0,017	0,035	0,039	0,009	55	0,035	0,038	0,044	0,008
16	0,015	0,034	0,040	0,008	56	0,022	0,036	0,040	0,005
17	0,033	0,035	0,041	0,003	57	0,033	0,037	0,040	0,004
18	0,019	0,034	0,047	0,008	58	0,016	0,035	0,046	0,007
19	0,018	0,031	0,035	0,005	59	0,031	0,035	0,042	0,008
20	0,034	0,038	0,055	0,009	60	0,032	0,037	0,054	0,009
21	0,032	0,035	0,043	0,006	61	0,030	0,036	0,067	0,011
22	0,014	0,033	0,039	0,009	62	0,031	0,036	0,055	0,007
23	0,019	0,038	0,067	0,012	63	0,029	0,035	0,047	0,008
24	0,032	0,037	0,043	0,008	64	0,030	0,036	0,050	0,007

25	0,034	0,035	0,041	0,006	65	0,022	0,031	0,036	0,007
26	0,030	0,035	0,040	0,004	66	0,017	0,031	0,042	0,007
27	0,018	0,038	0,050	0,008	67	0,016	0,033	0,042	0,009
28	0,033	0,042	0,051	0,006	68	0,015	0,031	0,042	0,010
29	0,034	0,036	0,048	0,005	69	0,018	0,040	0,063	0,011
30	0,020	0,038	0,051	0,008	70	0,018	0,040	0,062	0,010
31	0,014	0,036	0,044	0,009	71	0,031	0,040	0,062	0,008
32	0,034	0,037	0,044	0,004	72	0,018	0,034	0,042	0,009
33	0,019	0,039	0,060	0,011	73	0,018	0,037	0,055	0,010
34	0,019	0,034	0,045	0,010	74	0,015	0,033	0,045	0,009
35	0,030	0,042	0,048	0,007	75	0,021	0,036	0,054	0,010
36	0,033	0,041	0,072	0,013	76	0,016	0,037	0,066	0,014
37	0,033	0,036	0,048	0,006	77	0,026	0,037	0,051	0,007
38	0,033	0,039	0,065	0,011	78	0,034	0,037	0,049	0,006
39	0,030	0,035	0,046	0,009	79	0,015	0,036	0,043	0,010
40	0,031	0,036	0,052	0,008	80	0,027	0,032	0,037	0,008

Tabela 13 – Latência - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,019	0,027	0,036	0,005	41	0,035	0,039	0,046	0,009
2	0,032	0,036	0,042	0,005	42	0,022	0,036	0,047	0,006
3	0,038	0,041	0,057	0,006	43	0,016	0,033	0,037	0,008
4	0,017	0,036	0,041	0,009	44	0,015	0,034	0,039	0,010
5	0,016	0,036	0,047	0,011	45	0,037	0,039	0,044	0,006
6	0,020	0,039	0,077	0,014	46	0,014	0,034	0,037	0,008
7	0,032	0,037	0,047	0,006	47	0,016	0,035	0,046	0,010
8	0,036	0,039	0,048	0,004	48	0,018	0,038	0,045	0,007
9	0,033	0,038	0,046	0,006	49	0,033	0,036	0,039	0,005
10	0,034	0,037	0,042	0,006	50	0,017	0,041	0,065	0,014
11	0,015	0,037	0,046	0,010	51	0,032	0,035	0,040	0,007
12	0,021	0,028	0,035	0,007	52	0,014	0,034	0,059	0,013
13	0,016	0,036	0,048	0,011	53	0,019	0,039	0,066	0,012
14	0,033	0,038	0,046	0,007	54	0,018	0,037	0,069	0,014
15	0,038	0,044	0,066	0,008	55	0,017	0,033	0,040	0,010
16	0,038	0,042	0,052	0,009	56	0,035	0,042	0,054	0,009
17	0,035	0,040	0,064	0,010	57	0,020	0,036	0,046	0,007
18	0,033	0,040	0,047	0,005	58	0,015	0,031	0,038	0,009

19	0,031	0,035	0,040	0,002	59	0,018	0,032	0,039	0,010
20	0,029	0,032	0,035	0,007	60	0,018	0,032	0,038	0,009
21	0,021	0,034	0,043	0,005	61	0,020	0,032	0,039	0,008
22	0,031	0,035	0,042	0,004	62	0,017	0,034	0,044	0,010
23	0,019	0,029	0,045	0,011	63	0,014	0,035	0,048	0,010
24	0,032	0,040	0,063	0,010	64	0,017	0,034	0,040	0,009
25	0,019	0,033	0,041	0,009	65	0,029	0,033	0,042	0,006
26	0,015	0,033	0,037	0,008	66	0,028	0,032	0,037	0,007
27	0,036	0,043	0,058	0,007	67	0,018	0,036	0,041	0,010
28	0,038	0,043	0,051	0,008	68	0,030	0,038	0,040	0,004
29	0,015	0,038	0,061	0,010	69	0,026	0,038	0,041	0,005
30	0,033	0,038	0,044	0,006	70	0,020	0,037	0,047	0,009
31	0,034	0,038	0,050	0,008	71	0,034	0,038	0,040	0,006
32	0,034	0,036	0,040	0,008	72	0,019	0,036	0,042	0,009
33	0,035	0,040	0,063	0,009	73	0,015	0,040	0,053	0,010
34	0,034	0,040	0,051	0,006	74	0,035	0,042	0,054	0,008
35	0,031	0,038	0,052	0,009	75	0,034	0,043	0,049	0,007
36	0,019	0,035	0,052	0,009	76	0,035	0,041	0,053	0,008
37	0,016	0,036	0,057	0,013	77	0,019	0,036	0,041	0,010
38	0,036	0,039	0,048	0,009	78	0,015	0,034	0,049	0,011
39	0,031	0,037	0,041	0,003	79	0,034	0,038	0,040	0,002
40	0,035	0,040	0,050	0,009	80	0,015	0,034	0,044	0,011

Tabela 14 – Latência - origens e destinos quaisquer - quinta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,036	0,041	0,009	41	0,016	0,030	0,035	0,008
2	0,032	0,038	0,065	0,012	42	0,030	0,033	0,041	0,005
3	0,030	0,036	0,043	0,005	43	0,028	0,037	0,053	0,008
4	0,014	0,034	0,039	0,010	44	0,028	0,036	0,062	0,011
5	0,015	0,035	0,041	0,010	45	0,030	0,039	0,051	0,005
6	0,018	0,041	0,060	0,011	46	0,022	0,034	0,041	0,004
7	0,016	0,039	0,052	0,011	47	0,014	0,031	0,037	0,010
8	0,030	0,036	0,051	0,010	48	0,031	0,040	0,070	0,011
9	0,030	0,033	0,038	0,006	49	0,018	0,032	0,044	0,011
10	0,013	0,036	0,041	0,009	50	0,030	0,034	0,042	0,004
11	0,021	0,041	0,060	0,010	51	0,017	0,034	0,066	0,013
12	0,017	0,031	0,048	0,010	52	0,016	0,033	0,037	0,008

13	0,020	0,040	0,053	0,009	53	0,016	0,037	0,049	0,008
14	0,032	0,040	0,052	0,005	54	0,017	0,033	0,041	0,010
15	0,034	0,040	0,050	0,006	55	0,016	0,036	0,043	0,010
16	0,032	0,035	0,042	0,007	56	0,018	0,036	0,046	0,010
17	0,030	0,038	0,052	0,008	57	0,018	0,036	0,047	0,007
18	0,034	0,041	0,057	0,010	58	0,018	0,036	0,065	0,012
19	0,035	0,038	0,049	0,008	59	0,025	0,035	0,045	0,008
20	0,034	0,041	0,071	0,014	60	0,014	0,034	0,038	0,010
21	0,033	0,036	0,044	0,004	61	0,017	0,035	0,046	0,007
22	0,035	0,039	0,052	0,005	62	0,018	0,036	0,041	0,009
23	0,019	0,030	0,051	0,011	63	0,014	0,037	0,045	0,007
24	0,039	0,043	0,048	0,004	64	0,019	0,036	0,047	0,009
25	0,034	0,038	0,044	0,006	65	0,034	0,035	0,043	0,008
26	0,034	0,039	0,046	0,007	66	0,032	0,036	0,048	0,008
27	0,034	0,038	0,047	0,008	67	0,013	0,039	0,067	0,012
28	0,017	0,039	0,048	0,008	68	0,030	0,035	0,044	0,007
29	0,036	0,043	0,064	0,008	69	0,031	0,034	0,043	0,007
30	0,015	0,035	0,040	0,010	70	0,036	0,038	0,040	0,004
31	0,018	0,033	0,040	0,009	71	0,030	0,037	0,046	0,008
32	0,035	0,040	0,056	0,010	72	0,033	0,040	0,048	0,006
33	0,031	0,036	0,045	0,006	73	0,034	0,039	0,045	0,006
34	0,016	0,031	0,041	0,009	74	0,036	0,039	0,047	0,005
35	0,030	0,037	0,048	0,007	75	0,022	0,036	0,044	0,008
36	0,014	0,033	0,038	0,008	76	0,036	0,037	0,040	0,008
37	0,034	0,038	0,044	0,008	77	0,016	0,037	0,049	0,010
38	0,033	0,037	0,044	0,004	78	0,023	0,035	0,042	0,006
39	0,033	0,036	0,044	0,006	79	0,033	0,040	0,050	0,008
40	0,034	0,036	0,039	0,007	80	0,029	0,033	0,038	0,005

Tabela 15 – Latência - origens e destinos quaisquer - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,036	0,041	0,009	41	0,016	0,030	0,035	0,008
2	0,032	0,038	0,065	0,012	42	0,030	0,033	0,041	0,005
3	0,030	0,036	0,043	0,005	43	0,028	0,037	0,053	0,008
4	0,014	0,034	0,039	0,010	44	0,028	0,036	0,062	0,011
5	0,015	0,035	0,041	0,010	45	0,030	0,039	0,051	0,005
6	0,018	0,041	0,060	0,011	46	0,022	0,034	0,041	0,004

7	0,016	0,039	0,052	0,011	47	0,014	0,031	0,037	0,010
8	0,030	0,036	0,051	0,010	48	0,031	0,040	0,070	0,011
9	0,030	0,033	0,038	0,006	49	0,018	0,032	0,044	0,011
10	0,013	0,036	0,041	0,009	50	0,030	0,034	0,042	0,004
11	0,021	0,041	0,060	0,010	51	0,017	0,034	0,066	0,013
12	0,017	0,031	0,048	0,010	52	0,016	0,033	0,037	0,008
13	0,020	0,040	0,053	0,009	53	0,016	0,037	0,049	0,008
14	0,032	0,040	0,052	0,005	54	0,017	0,033	0,041	0,010
15	0,034	0,040	0,050	0,006	55	0,016	0,036	0,043	0,010
16	0,032	0,035	0,042	0,007	56	0,018	0,036	0,046	0,010
17	0,030	0,038	0,052	0,008	57	0,018	0,036	0,047	0,007
18	0,034	0,041	0,057	0,010	58	0,018	0,036	0,065	0,012
19	0,035	0,038	0,049	0,008	59	0,025	0,035	0,045	0,008
20	0,034	0,041	0,071	0,014	60	0,014	0,034	0,038	0,010
21	0,033	0,036	0,044	0,004	61	0,017	0,035	0,046	0,007
22	0,035	0,039	0,052	0,005	62	0,018	0,036	0,041	0,009
23	0,019	0,030	0,051	0,011	63	0,014	0,037	0,045	0,007
24	0,039	0,043	0,048	0,004	64	0,019	0,036	0,047	0,009
25	0,034	0,038	0,044	0,006	65	0,034	0,035	0,043	0,008
26	0,034	0,039	0,046	0,007	66	0,032	0,036	0,048	0,008
27	0,034	0,038	0,047	0,008	67	0,013	0,039	0,067	0,012
28	0,017	0,039	0,048	0,008	68	0,030	0,035	0,044	0,007
29	0,036	0,043	0,064	0,008	69	0,031	0,034	0,043	0,007
30	0,015	0,035	0,040	0,010	70	0,036	0,038	0,040	0,004
31	0,018	0,033	0,040	0,009	71	0,030	0,037	0,046	0,008
32	0,035	0,040	0,056	0,010	72	0,033	0,040	0,048	0,006
33	0,031	0,036	0,045	0,006	73	0,034	0,039	0,045	0,006
34	0,016	0,031	0,041	0,009	74	0,036	0,039	0,047	0,005
35	0,030	0,037	0,048	0,007	75	0,022	0,036	0,044	0,008
36	0,014	0,033	0,038	0,008	76	0,036	0,037	0,040	0,008
37	0,034	0,038	0,044	0,008	77	0,016	0,037	0,049	0,010
38	0,033	0,037	0,044	0,004	78	0,023	0,035	0,042	0,006
39	0,033	0,036	0,044	0,006	79	0,033	0,040	0,050	0,008
40	0,034	0,036	0,039	0,007	80	0,029	0,033	0,038	0,005

Tabela 16 – Latência - origens e destinos quaisquer - sexta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,027	0,033	0,039	0,007	41	0,018	0,040	0,063	0,010
2	0,035	0,038	0,044	0,004	42	0,016	0,036	0,043	0,010
3	0,030	0,035	0,044	0,008	43	0,037	0,040	0,046	0,006
4	0,022	0,035	0,040	0,008	44	0,033	0,038	0,046	0,008
5	0,035	0,037	0,041	0,006	45	0,017	0,020	0,030	0,007
6	0,020	0,037	0,050	0,008	46	0,037	0,048	0,074	0,012
7	0,034	0,037	0,043	0,008	47	0,036	0,040	0,055	0,007
8	0,035	0,044	0,092	0,016	48	0,037	0,040	0,051	0,009
9	0,015	0,036	0,058	0,012	49	0,014	0,035	0,041	0,008
10	0,033	0,061	0,085	0,015	50	0,015	0,043	0,067	0,015
11	0,030	0,035	0,053	0,008	51	0,018	0,047	0,072	0,019
12	0,018	0,025	0,032	0,006	52	0,016	0,035	0,074	0,019
13	0,034	0,048	0,066	0,014	53	0,032	0,038	0,053	0,007
14	0,032	0,050	0,068	0,015	54	0,015	0,032	0,047	0,012
15	0,028	0,054	0,082	0,016	55	0,014	0,035	0,043	0,011
16	0,019	0,031	0,036	0,008	56	0,016	0,047	0,066	0,020
17	0,015	0,034	0,043	0,007	57	0,017	0,052	0,069	0,019
18	0,018	0,060	0,076	0,016	58	0,017	0,036	0,060	0,011
19	0,035	0,046	0,080	0,016	59	0,016	0,033	0,038	0,009
20	0,034	0,036	0,051	0,009	60	0,018	0,049	0,065	0,018
21	0,013	0,032	0,038	0,010	61	0,035	0,041	0,058	0,007
22	0,032	0,035	0,038	0,007	62	0,036	0,038	0,043	0,003
23	0,018	0,023	0,030	0,008	63	0,032	0,036	0,042	0,005
24	0,032	0,035	0,043	0,007	64	0,019	0,040	0,062	0,010
25	0,036	0,037	0,040	0,006	65	0,036	0,047	0,075	0,014
26	0,033	0,039	0,046	0,004	66	0,038	0,040	0,055	0,007
27	0,031	0,046	0,081	0,017	67	0,031	0,037	0,050	0,006
28	0,033	0,058	0,066	0,013	68	0,017	0,035	0,044	0,006
29	0,031	0,038	0,057	0,008	69	0,015	0,036	0,041	0,009
30	0,031	0,037	0,040	0,002	70	0,019	0,037	0,049	0,010
31	0,036	0,040	0,054	0,006	71	0,015	0,047	0,069	0,019
32	0,034	0,045	0,068	0,012	72	0,036	0,040	0,060	0,009
33	0,036	0,040	0,060	0,010	73	0,035	0,040	0,052	0,008
34	0,016	0,020	0,026	0,006	74	0,017	0,046	0,086	0,019
35	0,015	0,038	0,056	0,011	75	0,036	0,040	0,057	0,007
36	0,037	0,053	0,075	0,013	76	0,018	0,038	0,053	0,010

37	0,020	0,046	0,102	0,023	77	0,016	0,035	0,039	0,010
38	0,017	0,035	0,039	0,008	78	0,035	0,052	0,076	0,018
39	0,036	0,044	0,065	0,013	79	0,019	0,037	0,042	0,010
40	0,033	0,053	0,080	0,017	80	0,034	0,037	0,046	0,007

Tabela 17 – Latência - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,021	0,031	0,041	0,006	41	0,025	0,033	0,038	0,008
2	0,034	0,036	0,040	0,007	42	0,031	0,036	0,043	0,008
3	0,020	0,034	0,043	0,008	43	0,016	0,032	0,039	0,009
4	0,014	0,034	0,041	0,010	44	0,014	0,032	0,037	0,009
5	0,031	0,035	0,040	0,007	45	0,033	0,038	0,048	0,005
6	0,035	0,038	0,041	0,004	46	0,031	0,034	0,037	0,004
7	0,034	0,036	0,040	0,006	47	0,033	0,059	0,080	0,016
8	0,032	0,036	0,043	0,004	48	0,021	0,051	0,068	0,016
9	0,031	0,036	0,041	0,004	49	0,032	0,045	0,075	0,016
10	0,031	0,034	0,038	0,005	50	0,037	0,061	0,078	0,012
11	0,032	0,035	0,043	0,008	51	0,033	0,037	0,041	0,007
12	0,020	0,025	0,037	0,007	52	0,015	0,035	0,042	0,010
13	0,033	0,036	0,043	0,008	53	0,033	0,037	0,040	0,005
14	0,032	0,036	0,040	0,007	54	0,035	0,038	0,041	0,005
15	0,034	0,038	0,043	0,002	55	0,033	0,037	0,040	0,008
16	0,031	0,036	0,045	0,007	56	0,032	0,038	0,053	0,007
17	0,033	0,037	0,046	0,004	57	0,029	0,051	0,064	0,012
18	0,032	0,036	0,046	0,004	58	0,030	0,041	0,060	0,010
19	0,019	0,035	0,041	0,007	59	0,019	0,050	0,078	0,018
20	0,039	0,042	0,054	0,006	60	0,036	0,049	0,064	0,013
21	0,036	0,039	0,046	0,006	61	0,029	0,052	0,072	0,016
22	0,035	0,039	0,046	0,006	62	0,023	0,037	0,064	0,012
23	0,016	0,024	0,037	0,007	63	0,018	0,047	0,075	0,018
24	0,035	0,038	0,049	0,004	64	0,056	0,063	0,067	0,010
25	0,031	0,035	0,043	0,007	65	0,027	0,044	0,082	0,017
26	0,030	0,034	0,053	0,007	66	0,035	0,038	0,042	0,002
27	0,016	0,031	0,044	0,009	67	0,034	0,036	0,040	0,007
28	0,019	0,034	0,056	0,011	68	0,033	0,038	0,045	0,003
29	0,017	0,031	0,038	0,009	69	0,035	0,058	0,072	0,012
30	0,021	0,036	0,047	0,010	70	0,056	0,065	0,074	0,006

31	0,017	0,035	0,043	0,009	71	0,050	0,065	0,077	0,011
32	0,021	0,032	0,041	0,007	72	0,031	0,048	0,069	0,015
33	0,028	0,033	0,040	0,008	73	0,014	0,038	0,076	0,017
34	0,032	0,035	0,044	0,008	74	0,018	0,035	0,040	0,008
35	0,017	0,032	0,040	0,008	75	0,013	0,035	0,040	0,007
36	0,015	0,029	0,037	0,010	76	0,021	0,037	0,047	0,007
37	0,015	0,037	0,084	0,018	77	0,030	0,042	0,079	0,013
38	0,017	0,033	0,039	0,008	78	0,015	0,034	0,040	0,007
39	0,015	0,032	0,035	0,006	79	0,055	0,066	0,078	0,007
40	0,015	0,029	0,035	0,009	80	0,034	0,035	0,039	0,007

Tabela 18 – Latência - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,025	0,035	0,046	0,008	41	0,033	0,041	0,063	0,011
2	0,019	0,034	0,043	0,006	42	0,033	0,040	0,053	0,009
3	0,031	0,035	0,038	0,007	43	0,030	0,038	0,051	0,009
4	0,031	0,035	0,048	0,008	44	0,035	0,038	0,045	0,006
5	0,032	0,036	0,037	0,001	45	0,017	0,034	0,044	0,011
6	0,033	0,036	0,048	0,009	46	0,036	0,040	0,045	0,004
7	0,031	0,039	0,051	0,006	47	0,035	0,039	0,045	0,008
8	0,030	0,035	0,044	0,007	48	0,032	0,039	0,048	0,008
9	0,030	0,040	0,076	0,014	49	0,034	0,035	0,040	0,006
10	0,035	0,044	0,056	0,008	50	0,031	0,037	0,044	0,005
11	0,034	0,047	0,065	0,014	51	0,032	0,038	0,048	0,004
12	0,024	0,033	0,047	0,008	52	0,034	0,041	0,054	0,009
13	0,034	0,038	0,051	0,006	53	0,034	0,038	0,040	0,004
14	0,035	0,039	0,047	0,006	54	0,037	0,038	0,041	0,008
15	0,033	0,037	0,044	0,008	55	0,023	0,039	0,056	0,011
16	0,031	0,037	0,050	0,008	56	0,021	0,035	0,038	0,007
17	0,031	0,036	0,047	0,006	57	0,035	0,040	0,047	0,007
18	0,030	0,038	0,056	0,012	58	0,037	0,051	0,091	0,018
19	0,028	0,039	0,057	0,009	59	0,030	0,037	0,055	0,008
20	0,031	0,036	0,040	0,008	60	0,015	0,037	0,053	0,009
21	0,035	0,039	0,044	0,008	61	0,036	0,038	0,040	0,005
22	0,034	0,038	0,048	0,008	62	0,033	0,037	0,046	0,005
23	0,017	0,023	0,030	0,006	63	0,034	0,038	0,043	0,006
24	0,032	0,038	0,043	0,005	64	0,024	0,038	0,052	0,010

25	0,032	0,035	0,048	0,007	65	0,012	0,031	0,039	0,011
26	0,033	0,038	0,051	0,007	66	0,024	0,034	0,055	0,008
27	0,024	0,039	0,053	0,008	67	0,027	0,036	0,045	0,004
28	0,032	0,039	0,045	0,004	68	0,019	0,034	0,064	0,012
29	0,016	0,036	0,043	0,009	69	0,020	0,033	0,039	0,009
30	0,034	0,040	0,060	0,009	70	0,034	0,039	0,066	0,011
31	0,035	0,038	0,042	0,005	71	0,016	0,033	0,046	0,011
32	0,031	0,036	0,043	0,003	72	0,018	0,034	0,040	0,009
33	0,032	0,034	0,043	0,008	73	0,014	0,030	0,036	0,008
34	0,016	0,021	0,025	0,005	74	0,020	0,033	0,041	0,009
35	0,032	0,035	0,038	0,004	75	0,018	0,032	0,038	0,007
36	0,032	0,035	0,041	0,003	76	0,017	0,032	0,036	0,007
37	0,036	0,044	0,069	0,011	77	0,015	0,034	0,046	0,011
38	0,035	0,039	0,044	0,005	78	0,030	0,034	0,038	0,005
39	0,034	0,038	0,051	0,008	79	0,033	0,038	0,045	0,006
40	0,035	0,037	0,048	0,003	80	0,014	0,030	0,036	0,007

Tabela 19 – Latência - origens e destinos quaisquer - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,026	0,038	0,047	0,009	41	0,036	0,042	0,057	0,010
2	0,037	0,039	0,044	0,003	42	0,019	0,035	0,055	0,010
3	0,033	0,038	0,049	0,005	43	0,027	0,035	0,046	0,005
4	0,036	0,039	0,046	0,004	44	0,032	0,038	0,045	0,005
5	0,021	0,037	0,041	0,006	45	0,018	0,035	0,054	0,010
6	0,035	0,039	0,042	0,002	46	0,022	0,037	0,042	0,007
7	0,032	0,039	0,055	0,008	47	0,016	0,037	0,048	0,011
8	0,033	0,041	0,074	0,012	48	0,034	0,038	0,042	0,008
9	0,032	0,040	0,073	0,012	49	0,034	0,041	0,055	0,006
10	0,029	0,034	0,050	0,008	50	0,023	0,037	0,056	0,011
11	0,024	0,036	0,056	0,008	51	0,022	0,034	0,045	0,008
12	0,027	0,040	0,067	0,012	52	0,015	0,033	0,043	0,008
13	0,033	0,039	0,052	0,008	53	0,018	0,032	0,041	0,007
14	0,035	0,041	0,053	0,007	54	0,015	0,033	0,048	0,011
15	0,019	0,038	0,045	0,010	55	0,014	0,031	0,040	0,009
16	0,035	0,041	0,068	0,011	56	0,015	0,036	0,043	0,010
17	0,021	0,035	0,040	0,006	57	0,018	0,034	0,039	0,007
18	0,033	0,037	0,044	0,007	58	0,017	0,035	0,041	0,008

19	0,033	0,039	0,056	0,009	59	0,018	0,037	0,049	0,008
20	0,035	0,037	0,040	0,005	60	0,033	0,038	0,049	0,005
21	0,033	0,038	0,050	0,009	61	0,035	0,037	0,043	0,008
22	0,035	0,040	0,053	0,004	62	0,015	0,033	0,039	0,010
23	0,025	0,033	0,045	0,005	63	0,032	0,038	0,043	0,005
24	0,035	0,039	0,045	0,004	64	0,020	0,036	0,042	0,008
25	0,035	0,043	0,083	0,014	65	0,037	0,041	0,060	0,011
26	0,031	0,036	0,045	0,007	66	0,020	0,037	0,041	0,008
27	0,034	0,036	0,038	0,001	67	0,017	0,037	0,045	0,008
28	0,032	0,037	0,042	0,005	68	0,038	0,040	0,055	0,009
29	0,033	0,037	0,039	0,002	69	0,038	0,040	0,047	0,008
30	0,029	0,038	0,040	0,005	70	0,032	0,040	0,048	0,004
31	0,040	0,042	0,049	0,005	71	0,021	0,039	0,054	0,011
32	0,020	0,038	0,052	0,010	72	0,015	0,036	0,040	0,009
33	0,015	0,036	0,041	0,009	73	0,035	0,040	0,045	0,007
34	0,019	0,026	0,039	0,008	74	0,021	0,035	0,046	0,008
35	0,031	0,040	0,052	0,010	75	0,023	0,038	0,048	0,008
36	0,019	0,050	0,072	0,017	76	0,035	0,049	0,070	0,012
37	0,044	0,054	0,071	0,009	77	0,018	0,046	0,068	0,014
38	0,036	0,049	0,068	0,013	78	0,023	0,035	0,039	0,009
39	0,041	0,051	0,083	0,015	79	0,017	0,036	0,044	0,009
40	0,032	0,042	0,050	0,009	80	0,035	0,038	0,050	0,008

Tabela 20 – Latência - origens e destinos quaisquer - oitava instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,019	0,035	0,045	0,008	41	0,034	0,037	0,041	0,008
2	0,023	0,035	0,039	0,007	42	0,035	0,038	0,044	0,007
3	0,033	0,039	0,052	0,006	43	0,036	0,064	0,084	0,017
4	0,016	0,033	0,042	0,011	44	0,036	0,046	0,074	0,012
5	0,013	0,032	0,043	0,010	45	0,015	0,039	0,062	0,011
6	0,014	0,032	0,039	0,009	46	0,035	0,038	0,046	0,006
7	0,014	0,030	0,037	0,008	47	0,016	0,043	0,080	0,021
8	0,029	0,036	0,044	0,004	48	0,020	0,035	0,043	0,010
9	0,019	0,034	0,042	0,007	49	0,017	0,033	0,039	0,009
10	0,019	0,036	0,073	0,014	50	0,015	0,036	0,047	0,008
11	0,034	0,052	0,075	0,015	51	0,015	0,047	0,064	0,019
12	0,023	0,030	0,037	0,006	52	0,057	0,064	0,074	0,011

13	0,037	0,049	0,066	0,015	53	0,057	0,071	0,091	0,015
14	0,032	0,037	0,040	0,007	54	0,036	0,052	0,072	0,015
15	0,032	0,037	0,040	0,002	55	0,015	0,035	0,040	0,008
16	0,014	0,034	0,041	0,010	56	0,013	0,035	0,063	0,013
17	0,034	0,061	0,081	0,017	57	0,034	0,038	0,047	0,008
18	0,030	0,051	0,077	0,018	58	0,038	0,040	0,047	0,009
19	0,033	0,038	0,050	0,008	59	0,034	0,038	0,041	0,003
20	0,030	0,035	0,042	0,007	60	0,032	0,053	0,099	0,021
21	0,031	0,042	0,064	0,011	61	0,049	0,063	0,077	0,011
22	0,034	0,046	0,077	0,018	62	0,036	0,042	0,059	0,008
23	0,019	0,024	0,030	0,004	63	0,033	0,038	0,060	0,011
24	0,014	0,045	0,083	0,019	64	0,018	0,036	0,046	0,010
25	0,040	0,060	0,077	0,015	65	0,033	0,037	0,050	0,006
26	0,035	0,038	0,047	0,007	66	0,034	0,037	0,052	0,006
27	0,032	0,036	0,039	0,007	67	0,019	0,039	0,052	0,008
28	0,035	0,040	0,051	0,005	68	0,014	0,054	0,075	0,024
29	0,015	0,037	0,051	0,008	69	0,035	0,057	0,067	0,014
30	0,034	0,038	0,044	0,003	70	0,031	0,035	0,041	0,003
31	0,034	0,039	0,052	0,006	71	0,016	0,034	0,043	0,008
32	0,038	0,044	0,067	0,013	72	0,013	0,034	0,054	0,012
33	0,037	0,049	0,071	0,015	73	0,015	0,032	0,047	0,011
34	0,017	0,024	0,043	0,010	74	0,015	0,031	0,037	0,007
35	0,013	0,036	0,041	0,007	75	0,019	0,032	0,039	0,008
36	0,034	0,051	0,066	0,014	76	0,014	0,033	0,048	0,010
37	0,056	0,062	0,065	0,006	77	0,013	0,035	0,047	0,009
38	0,050	0,065	0,076	0,011	78	0,017	0,036	0,040	0,006
39	0,038	0,058	0,067	0,010	79	0,016	0,033	0,062	0,015
40	0,015	0,034	0,041	0,008	80	0,034	0,037	0,041	0,008

Tabela 21 – Latência - origens e destinos quaisquer - nona instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,019	0,031	0,040	0,009	41	0,027	0,032	0,043	0,008
2	0,032	0,037	0,046	0,003	42	0,028	0,033	0,038	0,007
3	0,034	0,039	0,047	0,006	43	0,016	0,033	0,047	0,011
4	0,019	0,034	0,040	0,008	44	0,017	0,037	0,050	0,009
5	0,031	0,035	0,046	0,008	45	0,034	0,040	0,064	0,008
6	0,034	0,035	0,038	0,007	46	0,019	0,038	0,051	0,008

7	0,034	0,039	0,055	0,009	47	0,018	0,034	0,039	0,009
8	0,035	0,036	0,039	0,006	48	0,032	0,038	0,042	0,004
9	0,034	0,037	0,047	0,003	49	0,032	0,037	0,043	0,004
10	0,030	0,035	0,041	0,005	50	0,030	0,033	0,035	0,004
11	0,031	0,034	0,039	0,008	51	0,032	0,034	0,042	0,007
12	0,020	0,026	0,036	0,006	52	0,032	0,037	0,071	0,013
13	0,030	0,034	0,042	0,006	53	0,030	0,033	0,035	0,003
14	0,030	0,034	0,040	0,008	54	0,033	0,036	0,050	0,004
15	0,029	0,033	0,043	0,007	55	0,014	0,034	0,047	0,007
16	0,033	0,035	0,042	0,006	56	0,030	0,037	0,060	0,010
17	0,027	0,033	0,039	0,008	57	0,033	0,035	0,043	0,008
18	0,035	0,036	0,043	0,008	58	0,032	0,035	0,038	0,004
19	0,033	0,035	0,040	0,008	59	0,030	0,039	0,060	0,012
20	0,016	0,038	0,051	0,011	60	0,028	0,032	0,037	0,006
21	0,022	0,037	0,043	0,008	61	0,029	0,037	0,050	0,005
22	0,016	0,035	0,041	0,008	62	0,037	0,040	0,050	0,005
23	0,016	0,030	0,038	0,008	63	0,033	0,038	0,045	0,005
24	0,036	0,038	0,045	0,008	64	0,031	0,037	0,042	0,006
25	0,032	0,036	0,044	0,008	65	0,031	0,035	0,039	0,003
26	0,015	0,032	0,037	0,006	66	0,028	0,032	0,038	0,006
27	0,030	0,036	0,043	0,007	67	0,030	0,036	0,051	0,009
28	0,028	0,036	0,041	0,008	68	0,031	0,034	0,040	0,006
29	0,031	0,036	0,040	0,005	69	0,021	0,037	0,051	0,010
30	0,029	0,033	0,042	0,008	70	0,035	0,039	0,054	0,008
31	0,030	0,033	0,038	0,006	71	0,014	0,036	0,040	0,007
32	0,030	0,039	0,070	0,011	72	0,031	0,039	0,047	0,006
33	0,030	0,034	0,041	0,008	73	0,031	0,037	0,043	0,005
34	0,031	0,037	0,054	0,008	74	0,014	0,033	0,047	0,010
35	0,028	0,033	0,043	0,007	75	0,031	0,035	0,040	0,008
36	0,018	0,030	0,037	0,007	76	0,016	0,034	0,041	0,009
37	0,013	0,036	0,050	0,012	77	0,017	0,033	0,052	0,010
38	0,020	0,035	0,040	0,007	78	0,032	0,035	0,042	0,005
39	0,021	0,036	0,046	0,006	79	0,035	0,040	0,051	0,005
40	0,017	0,039	0,084	0,017	80	0,032	0,037	0,046	0,005

Tabela 22 – Latência - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,020	0,033	0,040	0,008	41	0,031	0,034	0,039	0,006
2	0,017	0,032	0,046	0,008	42	0,031	0,034	0,036	0,006
3	0,015	0,033	0,045	0,010	43	0,031	0,036	0,044	0,006
4	0,022	0,034	0,048	0,008	44	0,036	0,042	0,067	0,010
5	0,017	0,033	0,041	0,006	45	0,014	0,033	0,040	0,010
6	0,018	0,036	0,041	0,010	46	0,033	0,037	0,047	0,007
7	0,017	0,037	0,040	0,008	47	0,033	0,037	0,043	0,006
8	0,032	0,038	0,050	0,008	48	0,034	0,035	0,046	0,007
9	0,037	0,041	0,055	0,007	49	0,030	0,037	0,064	0,010
10	0,036	0,039	0,046	0,007	50	0,015	0,047	0,061	0,014
11	0,019	0,035	0,043	0,011	51	0,038	0,047	0,054	0,006
12	0,020	0,025	0,033	0,007	52	0,034	0,036	0,042	0,003
13	0,019	0,038	0,049	0,007	53	0,014	0,033	0,039	0,007
14	0,034	0,038	0,048	0,008	54	0,034	0,036	0,042	0,006
15	0,036	0,042	0,055	0,008	55	0,032	0,045	0,129	0,028
16	0,035	0,038	0,046	0,008	56	0,034	0,039	0,046	0,007
17	0,034	0,037	0,045	0,006	57	0,030	0,036	0,049	0,006
18	0,031	0,036	0,042	0,007	58	0,017	0,035	0,042	0,007
19	0,033	0,037	0,041	0,002	59	0,013	0,034	0,043	0,010
20	0,035	0,036	0,039	0,007	60	0,028	0,036	0,043	0,007
21	0,033	0,036	0,039	0,007	61	0,031	0,038	0,043	0,004
22	0,034	0,041	0,062	0,008	62	0,024	0,038	0,046	0,006
23	0,018	0,028	0,037	0,007	63	0,035	0,037	0,040	0,008
24	0,024	0,033	0,038	0,004	64	0,034	0,035	0,039	0,007
25	0,032	0,037	0,067	0,012	65	0,032	0,035	0,040	0,007
26	0,029	0,034	0,040	0,006	66	0,031	0,038	0,049	0,008
27	0,032	0,035	0,043	0,006	67	0,017	0,035	0,038	0,007
28	0,037	0,040	0,045	0,002	68	0,033	0,037	0,039	0,005
29	0,031	0,037	0,040	0,008	69	0,034	0,039	0,052	0,007
30	0,038	0,039	0,042	0,005	70	0,035	0,039	0,048	0,004
31	0,034	0,039	0,048	0,006	71	0,021	0,038	0,046	0,009
32	0,031	0,035	0,048	0,005	72	0,031	0,036	0,042	0,004
33	0,030	0,034	0,041	0,003	73	0,017	0,033	0,044	0,010
34	0,017	0,034	0,038	0,007	74	0,031	0,039	0,067	0,012
35	0,031	0,037	0,054	0,010	75	0,016	0,034	0,040	0,009
36	0,014	0,035	0,040	0,009	76	0,015	0,036	0,073	0,017

37	0,014	0,035	0,040	0,007	77	0,036	0,038	0,040	0,007
38	0,034	0,039	0,046	0,004	78	0,019	0,033	0,037	0,009
39	0,020	0,035	0,040	0,009	79	0,024	0,037	0,042	0,009
40	0,026	0,035	0,042	0,005	80	0,014	0,029	0,040	0,008

Tabela 23 – Latência - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,020	0,031	0,044	0,008	41	0,016	0,037	0,048	0,010
2	0,036	0,048	0,065	0,013	42	0,017	0,037	0,040	0,008
3	0,033	0,038	0,044	0,004	43	0,016	0,034	0,041	0,010
4	0,014	0,035	0,045	0,010	44	0,032	0,036	0,047	0,007
5	0,036	0,058	0,086	0,017	45	0,038	0,044	0,060	0,007
6	0,034	0,046	0,071	0,014	46	0,033	0,049	0,066	0,014
7	0,029	0,039	0,058	0,011	47	0,033	0,050	0,069	0,017
8	0,015	0,036	0,045	0,007	48	0,034	0,036	0,044	0,008
9	0,034	0,058	0,087	0,017	49	0,016	0,048	0,073	0,019
10	0,037	0,052	0,069	0,015	50	0,017	0,038	0,046	0,009
11	0,023	0,036	0,043	0,006	51	0,013	0,031	0,042	0,009
12	0,022	0,027	0,030	0,004	52	0,018	0,040	0,080	0,022
13	0,022	0,045	0,067	0,014	53	0,018	0,032	0,036	0,005
14	0,036	0,057	0,079	0,016	54	0,017	0,031	0,043	0,008
15	0,034	0,039	0,049	0,005	55	0,018	0,029	0,036	0,010
16	0,015	0,042	0,065	0,017	56	0,033	0,037	0,040	0,006
17	0,038	0,042	0,052	0,005	57	0,018	0,031	0,037	0,008
18	0,028	0,037	0,048	0,006	58	0,018	0,036	0,053	0,008
19	0,014	0,034	0,044	0,011	59	0,033	0,035	0,038	0,007
20	0,033	0,037	0,040	0,008	60	0,020	0,041	0,065	0,016
21	0,035	0,055	0,075	0,014	61	0,018	0,032	0,042	0,009
22	0,053	0,064	0,081	0,010	62	0,017	0,032	0,037	0,008
23	0,021	0,024	0,032	0,007	63	0,022	0,044	0,070	0,017
24	0,032	0,054	0,074	0,014	64	0,029	0,039	0,067	0,012
25	0,034	0,038	0,045	0,008	65	0,029	0,037	0,043	0,004
26	0,038	0,058	0,075	0,014	66	0,021	0,035	0,045	0,007
27	0,014	0,037	0,047	0,009	67	0,034	0,040	0,047	0,007
28	0,033	0,041	0,060	0,011	68	0,026	0,037	0,050	0,006
29	0,021	0,038	0,048	0,008	69	0,015	0,034	0,040	0,010
30	0,015	0,036	0,067	0,013	70	0,015	0,037	0,045	0,009

31	0,029	0,041	0,058	0,011	71	0,030	0,038	0,042	0,004
32	0,014	0,045	0,076	0,019	72	0,036	0,039	0,043	0,002
33	0,039	0,052	0,068	0,013	73	0,019	0,036	0,042	0,009
34	0,017	0,031	0,060	0,014	74	0,038	0,041	0,050	0,008
35	0,037	0,040	0,050	0,003	75	0,034	0,041	0,064	0,008
36	0,018	0,035	0,040	0,009	76	0,035	0,049	0,067	0,014
37	0,034	0,038	0,040	0,003	77	0,033	0,040	0,058	0,006
38	0,017	0,032	0,046	0,011	78	0,015	0,042	0,066	0,016
39	0,027	0,038	0,053	0,009	79	0,034	0,037	0,041	0,005
40	0,035	0,038	0,042	0,006	80	0,039	0,054	0,076	0,012

Tabela 24 – Latência - origens e destinos quaisquer - décima instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,033	0,037	0,046	0,007	41	0,019	0,036	0,047	0,007
2	0,019	0,031	0,043	0,010	42	0,031	0,037	0,045	0,007
3	0,023	0,035	0,039	0,006	43	0,025	0,035	0,040	0,008
4	0,021	0,036	0,042	0,005	44	0,034	0,038	0,042	0,008
5	0,022	0,039	0,048	0,006	45	0,032	0,037	0,043	0,006
6	0,038	0,043	0,055	0,009	46	0,024	0,037	0,040	0,004
7	0,017	0,039	0,053	0,010	47	0,013	0,040	0,063	0,015
8	0,039	0,042	0,052	0,005	48	0,016	0,038	0,064	0,013
9	0,036	0,040	0,050	0,007	49	0,032	0,036	0,049	0,008
10	0,023	0,037	0,047	0,007	50	0,014	0,033	0,039	0,007
11	0,032	0,042	0,063	0,011	51	0,033	0,037	0,044	0,006
12	0,035	0,039	0,048	0,008	52	0,033	0,036	0,044	0,008
13	0,017	0,043	0,051	0,010	53	0,020	0,036	0,046	0,009
14	0,016	0,041	0,053	0,010	54	0,030	0,036	0,040	0,008
15	0,042	0,046	0,054	0,005	55	0,038	0,046	0,064	0,011
16	0,039	0,049	0,059	0,005	56	0,034	0,038	0,042	0,003
17	0,035	0,048	0,073	0,011	57	0,035	0,037	0,045	0,007
18	0,046	0,049	0,054	0,009	58	0,014	0,034	0,050	0,011
19	0,046	0,053	0,066	0,011	59	0,036	0,043	0,064	0,009
20	0,018	0,048	0,061	0,012	60	0,023	0,044	0,060	0,012
21	0,039	0,043	0,048	0,006	61	0,014	0,039	0,052	0,012
22	0,016	0,039	0,052	0,010	62	0,038	0,040	0,041	0,001
23	0,035	0,038	0,042	0,008	63	0,038	0,041	0,054	0,009
24	0,016	0,038	0,048	0,009	64	0,036	0,043	0,054	0,011

25	0,035	0,039	0,049	0,006	65	0,038	0,041	0,054	0,005
26	0,030	0,036	0,040	0,008	66	0,015	0,038	0,052	0,009
27	0,034	0,043	0,053	0,008	67	0,014	0,037	0,056	0,011
28	0,032	0,038	0,047	0,007	68	0,038	0,040	0,046	0,002
29	0,034	0,040	0,052	0,009	69	0,038	0,043	0,053	0,009
30	0,027	0,044	0,062	0,011	70	0,032	0,037	0,045	0,005
31	0,035	0,039	0,043	0,004	71	0,034	0,040	0,054	0,007
32	0,019	0,033	0,040	0,011	72	0,036	0,041	0,053	0,009
33	0,017	0,036	0,046	0,010	73	0,033	0,038	0,048	0,004
34	0,030	0,039	0,046	0,006	74	0,032	0,037	0,047	0,007
35	0,021	0,035	0,045	0,008	75	0,026	0,038	0,046	0,008
36	0,020	0,035	0,041	0,006	76	0,017	0,039	0,058	0,013
37	0,016	0,031	0,041	0,012	77	0,036	0,038	0,042	0,007
38	0,034	0,039	0,045	0,008	78	0,016	0,035	0,040	0,009
39	0,016	0,038	0,071	0,016	79	0,034	0,041	0,052	0,008
40	0,019	0,038	0,050	0,010	80	0,018	0,035	0,045	0,010

Apêndice 2: Latência - origens quaisquer e mesmo destino

Tabela 25 – Latência - mesmos destinos - primeira instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,034	0,038	0,046	0,007	41	0,017	0,036	0,044	0,008
2	0,035	0,037	0,041	0,007	42	0,019	0,033	0,053	0,010
3	0,035	0,037	0,040	0,007	43	0,032	0,037	0,039	0,007
4	0,033	0,037	0,039	0,002	44	0,017	0,034	0,046	0,012
5	0,015	0,027	0,041	0,011	45	0,039	0,040	0,045	0,007
6	0,015	0,032	0,040	0,009	46	0,014	0,037	0,058	0,012
7	0,035	0,041	0,068	0,012	47	0,034	0,043	0,055	0,007
8	0,033	0,042	0,063	0,008	48	0,015	0,034	0,040	0,009
9	0,033	0,037	0,046	0,007	49	0,038	0,041	0,049	0,006
10	0,017	0,035	0,042	0,009	50	0,031	0,038	0,041	0,007
11	0,030	0,034	0,038	0,008	51	0,032	0,036	0,043	0,008
12	0,034	0,038	0,043	0,004	52	0,020	0,033	0,043	0,007
13	0,030	0,033	0,036	0,005	53	0,038	0,042	0,055	0,009
14	0,035	0,039	0,045	0,008	54	0,034	0,038	0,048	0,009
15	0,031	0,036	0,041	0,006	55	0,034	0,039	0,054	0,010
16	0,035	0,049	0,064	0,008	56	0,016	0,033	0,040	0,009
17	0,018	0,040	0,055	0,010	57	0,029	0,037	0,050	0,006
18	0,015	0,032	0,043	0,011	58	0,018	0,037	0,041	0,008
19	0,032	0,041	0,048	0,007	59	0,017	0,037	0,051	0,009
20	0,033	0,038	0,044	0,002	60	0,018	0,035	0,041	0,009
21	0,031	0,037	0,048	0,007	61	0,014	0,033	0,040	0,010
22	0,018	0,036	0,049	0,013	62	0,034	0,038	0,040	0,003
23	0,019	0,034	0,046	0,009	63	0,032	0,038	0,050	0,006
24	0,034	0,041	0,066	0,010	64	0,035	0,039	0,049	0,007
25	0,033	0,039	0,045	0,007	65	0,035	0,040	0,055	0,006
26	0,014	0,020	0,035	0,009	66	0,035	0,040	0,048	0,006
27	0,032	0,038	0,051	0,010	67	0,031	0,035	0,041	0,004
28	0,017	0,037	0,049	0,008	68	0,032	0,038	0,049	0,007
29	0,034	0,040	0,050	0,005	69	0,017	0,024	0,037	0,008
30	0,032	0,039	0,049	0,004	70	0,015	0,023	0,069	0,016
31	0,018	0,037	0,054	0,011	71	0,034	0,040	0,048	0,004

32	0,035	0,039	0,048	0,003	72	0,037	0,039	0,055	0,009
33	0,031	0,038	0,047	0,009	73	0,030	0,034	0,042	0,006
34	0,032	0,036	0,039	0,005	74	0,017	0,033	0,040	0,010
35	0,015	0,035	0,041	0,010	75	0,018	0,033	0,042	0,010
36	0,014	0,027	0,075	0,017	76	0,035	0,041	0,054	0,004
37	0,034	0,040	0,053	0,007	77	0,033	0,038	0,044	0,005
38	0,034	0,041	0,050	0,007	78	0,013	0,033	0,037	0,010
39	0,015	0,037	0,045	0,007	79	0,033	0,039	0,050	0,005
40	0,034	0,039	0,050	0,006	80	0,016	0,030	0,065	0,014

Tabela 26 – Latência - mesmos destinos - primeira instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,013	0,037	0,044	0,009	41	0,018	0,037	0,049	0,007
2	0,035	0,038	0,045	0,004	42	0,033	0,037	0,044	0,006
3	0,038	0,046	0,068	0,011	43	0,031	0,033	0,037	0,007
4	0,031	0,037	0,046	0,005	44	0,034	0,037	0,049	0,007
5	0,033	0,036	0,042	0,008	45	0,015	0,032	0,036	0,007
6	0,036	0,040	0,066	0,012	46	0,016	0,035	0,046	0,009
7	0,017	0,035	0,048	0,009	47	0,015	0,035	0,049	0,010
8	0,033	0,038	0,045	0,005	48	0,028	0,033	0,043	0,004
9	0,018	0,035	0,043	0,009	49	0,016	0,034	0,046	0,009
10	0,033	0,037	0,043	0,008	50	0,035	0,039	0,043	0,007
11	0,014	0,035	0,045	0,010	51	0,033	0,038	0,046	0,007
12	0,015	0,032	0,052	0,010	52	0,032	0,037	0,044	0,005
13	0,030	0,035	0,043	0,007	53	0,017	0,036	0,053	0,011
14	0,027	0,034	0,048	0,006	54	0,032	0,038	0,053	0,010
15	0,030	0,035	0,046	0,004	55	0,017	0,036	0,054	0,011
16	0,033	0,038	0,052	0,008	56	0,035	0,038	0,040	0,005
17	0,035	0,039	0,047	0,004	57	0,032	0,036	0,041	0,006
18	0,038	0,042	0,049	0,008	58	0,034	0,038	0,054	0,009
19	0,021	0,037	0,045	0,008	59	0,032	0,038	0,046	0,008
20	0,016	0,040	0,067	0,014	60	0,017	0,035	0,046	0,011
21	0,031	0,038	0,049	0,007	61	0,030	0,036	0,045	0,007
22	0,034	0,036	0,039	0,008	62	0,030	0,035	0,044	0,007
23	0,015	0,040	0,061	0,014	63	0,035	0,040	0,052	0,008
24	0,030	0,036	0,046	0,009	64	0,016	0,032	0,050	0,011
25	0,034	0,038	0,060	0,010	65	0,034	0,038	0,046	0,006
26	0,033	0,037	0,049	0,008	66	0,030	0,033	0,039	0,007

27	0,032	0,038	0,051	0,009	67	0,030	0,039	0,053	0,006
28	0,034	0,040	0,059	0,010	68	0,029	0,037	0,057	0,010
29	0,030	0,048	0,073	0,013	69	0,031	0,036	0,047	0,007
30	0,034	0,047	0,069	0,013	70	0,032	0,037	0,044	0,007
31	0,033	0,038	0,055	0,009	71	0,031	0,037	0,051	0,007
32	0,035	0,042	0,051	0,009	72	0,017	0,036	0,058	0,012
33	0,027	0,034	0,045	0,008	73	0,029	0,036	0,045	0,007
34	0,028	0,034	0,054	0,009	74	0,018	0,038	0,061	0,013
35	0,034	0,037	0,041	0,006	75	0,035	0,037	0,044	0,004
36	0,032	0,038	0,064	0,012	76	0,030	0,042	0,065	0,010
37	0,015	0,031	0,043	0,010	77	0,034	0,038	0,042	0,002
38	0,027	0,036	0,044	0,006	78	0,031	0,035	0,044	0,003
39	0,024	0,034	0,042	0,008	79	0,019	0,034	0,040	0,007
40	0,017	0,035	0,046	0,007	80	0,031	0,037	0,040	0,005

Tabela 27 – Latência - mesmos destinos - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,014	0,033	0,073	0,016	41	0,020	0,039	0,074	0,013
2	0,018	0,031	0,040	0,007	42	0,017	0,031	0,045	0,008
3	0,030	0,035	0,046	0,007	43	0,016	0,029	0,042	0,009
4	0,033	0,036	0,040	0,003	44	0,017	0,033	0,055	0,011
5	0,034	0,039	0,044	0,005	45	0,014	0,033	0,039	0,007
6	0,034	0,040	0,052	0,007	46	0,017	0,034	0,050	0,010
7	0,017	0,034	0,041	0,007	47	0,020	0,032	0,037	0,009
8	0,032	0,035	0,041	0,007	48	0,017	0,032	0,039	0,010
9	0,032	0,045	0,078	0,013	49	0,018	0,033	0,037	0,007
10	0,038	0,046	0,063	0,012	50	0,014	0,030	0,047	0,012
11	0,021	0,040	0,052	0,011	51	0,018	0,032	0,038	0,008
12	0,014	0,030	0,034	0,007	52	0,016	0,032	0,037	0,008
13	0,017	0,042	0,054	0,012	53	0,015	0,032	0,042	0,010
14	0,034	0,041	0,048	0,006	54	0,017	0,033	0,046	0,009
15	0,030	0,041	0,051	0,009	55	0,013	0,034	0,039	0,009
16	0,033	0,037	0,048	0,005	56	0,014	0,033	0,042	0,010
17	0,033	0,035	0,045	0,006	57	0,016	0,031	0,039	0,009
18	0,031	0,035	0,045	0,008	58	0,014	0,030	0,038	0,007
19	0,030	0,034	0,038	0,008	59	0,016	0,032	0,045	0,010
20	0,023	0,035	0,046	0,009	60	0,015	0,034	0,043	0,008
21	0,014	0,036	0,042	0,007	61	0,027	0,037	0,045	0,005

22	0,016	0,035	0,046	0,008	62	0,016	0,036	0,048	0,010
23	0,030	0,032	0,035	0,006	63	0,033	0,038	0,046	0,004
24	0,030	0,035	0,044	0,005	64	0,016	0,034	0,040	0,009
25	0,032	0,036	0,053	0,008	65	0,032	0,037	0,043	0,006
26	0,030	0,035	0,046	0,006	66	0,017	0,036	0,042	0,006
27	0,031	0,035	0,043	0,008	67	0,023	0,035	0,041	0,008
28	0,019	0,038	0,055	0,010	68	0,022	0,038	0,050	0,009
29	0,032	0,036	0,042	0,008	69	0,020	0,035	0,043	0,008
30	0,035	0,039	0,046	0,009	70	0,020	0,035	0,039	0,008
31	0,037	0,044	0,055	0,006	71	0,034	0,036	0,039	0,007
32	0,033	0,036	0,043	0,006	72	0,030	0,036	0,046	0,005
33	0,035	0,040	0,055	0,008	73	0,032	0,036	0,042	0,007
34	0,030	0,034	0,043	0,005	74	0,031	0,035	0,043	0,008
35	0,032	0,040	0,053	0,009	75	0,019	0,033	0,039	0,009
36	0,030	0,038	0,060	0,011	76	0,018	0,037	0,048	0,009
37	0,033	0,038	0,049	0,007	77	0,035	0,038	0,044	0,002
38	0,018	0,037	0,052	0,011	78	0,014	0,033	0,045	0,010
39	0,019	0,036	0,043	0,009	79	0,021	0,036	0,045	0,007
40	0,018	0,037	0,044	0,008	80	0,018	0,031	0,041	0,008

Tabela 28 – Latência - mesmos destinos - segunda instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,027	0,039	0,012	41	0,013	0,036	0,063	0,013
2	0,016	0,037	0,045	0,008	42	0,037	0,039	0,048	0,007
3	0,015	0,035	0,054	0,011	43	0,016	0,037	0,046	0,011
4	0,014	0,034	0,039	0,007	44	0,034	0,038	0,046	0,009
5	0,029	0,037	0,041	0,003	45	0,015	0,033	0,039	0,009
6	0,016	0,035	0,040	0,008	46	0,014	0,034	0,040	0,009
7	0,033	0,040	0,058	0,007	47	0,030	0,038	0,049	0,009
8	0,030	0,039	0,066	0,011	48	0,016	0,037	0,046	0,010
9	0,016	0,036	0,044	0,008	49	0,019	0,036	0,045	0,008
10	0,015	0,045	0,076	0,016	50	0,033	0,036	0,042	0,006
11	0,035	0,037	0,042	0,006	51	0,031	0,036	0,041	0,004
12	0,032	0,043	0,083	0,014	52	0,034	0,036	0,039	0,004
13	0,037	0,039	0,046	0,008	53	0,031	0,033	0,036	0,007
14	0,033	0,039	0,050	0,008	54	0,033	0,035	0,047	0,008
15	0,035	0,037	0,045	0,007	55	0,032	0,036	0,049	0,005
16	0,036	0,037	0,041	0,007	56	0,032	0,036	0,045	0,003

17	0,019	0,036	0,047	0,006	57	0,031	0,036	0,043	0,008
18	0,016	0,035	0,043	0,007	58	0,026	0,045	0,069	0,014
19	0,013	0,034	0,039	0,010	59	0,019	0,044	0,069	0,016
20	0,034	0,038	0,044	0,003	60	0,031	0,034	0,039	0,005
21	0,034	0,037	0,040	0,007	61	0,014	0,033	0,046	0,011
22	0,015	0,038	0,051	0,009	62	0,017	0,036	0,051	0,009
23	0,032	0,037	0,040	0,008	63	0,031	0,037	0,043	0,005
24	0,035	0,038	0,042	0,007	64	0,024	0,035	0,043	0,008
25	0,014	0,034	0,040	0,009	65	0,017	0,053	0,075	0,021
26	0,033	0,037	0,039	0,004	66	0,013	0,031	0,072	0,018
27	0,035	0,039	0,044	0,004	67	0,018	0,034	0,066	0,014
28	0,014	0,036	0,040	0,009	68	0,033	0,037	0,048	0,009
29	0,015	0,037	0,048	0,011	69	0,017	0,035	0,074	0,016
30	0,016	0,035	0,040	0,009	70	0,035	0,038	0,053	0,005
31	0,033	0,038	0,040	0,005	71	0,015	0,034	0,037	0,007
32	0,035	0,039	0,048	0,003	72	0,016	0,032	0,037	0,010
33	0,021	0,039	0,050	0,008	73	0,017	0,037	0,068	0,013
34	0,019	0,037	0,051	0,008	74	0,016	0,042	0,072	0,016
35	0,015	0,038	0,048	0,011	75	0,019	0,054	0,066	0,017
36	0,031	0,038	0,045	0,003	76	0,021	0,040	0,071	0,013
37	0,013	0,034	0,044	0,009	77	0,014	0,037	0,065	0,013
38	0,030	0,036	0,040	0,006	78	0,033	0,042	0,057	0,010
39	0,035	0,038	0,039	0,001	79	0,024	0,038	0,057	0,011
39	0,035	0,038	0,039	0,001	79	0,024	0,038	0,057	0,011
40	0,017	0,033	0,040	0,010	80	0,034	0,052	0,077	0,017

Tabela 29 – Latência - mesmos destinos - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,017	0,021	0,037	0,008	41	0,034	0,036	0,042	0,007
2	0,017	0,035	0,050	0,009	42	0,018	0,033	0,037	0,006
3	0,013	0,037	0,053	0,011	43	0,034	0,040	0,069	0,012
4	0,019	0,034	0,046	0,010	44	0,034	0,037	0,044	0,005
5	0,017	0,036	0,055	0,011	45	0,018	0,032	0,040	0,007
6	0,018	0,037	0,050	0,008	46	0,034	0,038	0,049	0,005
7	0,030	0,035	0,039	0,006	47	0,031	0,037	0,044	0,006
8	0,032	0,038	0,050	0,005	48	0,017	0,034	0,042	0,010
9	0,030	0,034	0,038	0,006	49	0,033	0,037	0,041	0,003
10	0,034	0,037	0,041	0,005	50	0,021	0,036	0,058	0,011

11	0,014	0,034	0,042	0,010	51	0,033	0,038	0,046	0,008
12	0,030	0,036	0,040	0,005	52	0,033	0,040	0,049	0,007
13	0,018	0,035	0,042	0,009	53	0,035	0,042	0,056	0,010
14	0,017	0,034	0,039	0,009	54	0,032	0,039	0,055	0,010
15	0,034	0,036	0,038	0,005	55	0,012	0,036	0,041	0,009
16	0,034	0,038	0,044	0,005	56	0,014	0,032	0,045	0,010
17	0,031	0,041	0,081	0,014	57	0,033	0,036	0,039	0,006
18	0,031	0,037	0,046	0,005	58	0,033	0,039	0,048	0,004
19	0,034	0,042	0,057	0,010	59	0,020	0,034	0,040	0,008
20	0,027	0,040	0,051	0,010	60	0,031	0,036	0,046	0,005
21	0,018	0,039	0,065	0,013	61	0,031	0,039	0,046	0,006
22	0,015	0,034	0,043	0,009	62	0,031	0,038	0,042	0,005
23	0,031	0,046	0,092	0,021	63	0,031	0,037	0,050	0,007
24	0,034	0,039	0,045	0,004	64	0,022	0,036	0,045	0,009
25	0,033	0,036	0,042	0,003	65	0,016	0,032	0,041	0,010
26	0,034	0,035	0,040	0,007	66	0,021	0,032	0,039	0,007
27	0,028	0,037	0,047	0,007	67	0,017	0,035	0,046	0,008
28	0,028	0,034	0,044	0,008	68	0,017	0,033	0,040	0,008
29	0,032	0,035	0,043	0,005	69	0,019	0,031	0,036	0,005
30	0,022	0,032	0,035	0,007	70	0,017	0,034	0,044	0,010
31	0,034	0,036	0,044	0,007	71	0,017	0,035	0,066	0,012
32	0,034	0,036	0,041	0,002	72	0,032	0,040	0,050	0,008
33	0,031	0,034	0,040	0,005	73	0,015	0,033	0,047	0,011
34	0,013	0,031	0,038	0,007	74	0,016	0,036	0,052	0,011
35	0,031	0,036	0,044	0,008	75	0,018	0,036	0,050	0,010
36	0,031	0,035	0,050	0,005	76	0,029	0,035	0,049	0,008
37	0,030	0,036	0,061	0,008	77	0,030	0,035	0,047	0,007
38	0,015	0,032	0,037	0,007	78	0,017	0,033	0,038	0,006
39	0,017	0,034	0,042	0,007	79	0,018	0,034	0,046	0,007
40	0,031	0,037	0,049	0,007	80	0,020	0,035	0,042	0,007

Tabela 30 – Latência - mesmos destinos - terceira instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,027	0,039	0,012	41	0,014	0,034	0,040	0,009
2	0,015	0,045	0,076	0,016	42	0,030	0,038	0,049	0,009
3	0,035	0,037	0,042	0,006	43	0,016	0,037	0,046	0,010
4	0,032	0,043	0,083	0,014	44	0,019	0,036	0,045	0,008
5	0,037	0,039	0,046	0,008	45	0,029	0,037	0,041	0,003

6	0,033	0,039	0,050	0,008	46	0,033	0,036	0,042	0,006
7	0,035	0,037	0,045	0,007	47	0,031	0,036	0,041	0,004
8	0,036	0,037	0,041	0,007	48	0,034	0,036	0,039	0,004
9	0,019	0,036	0,047	0,006	49	0,031	0,033	0,036	0,007
10	0,016	0,035	0,043	0,007	50	0,033	0,035	0,047	0,008
11	0,013	0,034	0,039	0,010	51	0,032	0,036	0,049	0,005
12	0,016	0,037	0,045	0,008	52	0,032	0,036	0,045	0,003
13	0,034	0,038	0,044	0,003	53	0,031	0,036	0,043	0,008
14	0,034	0,037	0,040	0,007	54	0,026	0,045	0,069	0,014
15	0,015	0,038	0,051	0,009	55	0,019	0,044	0,069	0,016
16	0,032	0,037	0,040	0,008	56	0,016	0,035	0,040	0,008
17	0,035	0,038	0,042	0,007	57	0,031	0,034	0,039	0,005
18	0,014	0,034	0,040	0,009	58	0,014	0,033	0,046	0,011
19	0,033	0,037	0,039	0,004	59	0,017	0,036	0,051	0,009
20	0,035	0,039	0,044	0,004	60	0,031	0,037	0,043	0,005
21	0,014	0,036	0,040	0,009	61	0,024	0,035	0,043	0,008
22	0,015	0,037	0,048	0,011	62	0,017	0,053	0,075	0,021
23	0,015	0,035	0,054	0,011	63	0,013	0,031	0,072	0,018
24	0,016	0,035	0,040	0,009	64	0,018	0,034	0,066	0,014
25	0,033	0,038	0,040	0,005	65	0,033	0,037	0,048	0,009
26	0,035	0,039	0,048	0,003	66	0,017	0,035	0,074	0,016
27	0,021	0,039	0,050	0,008	67	0,033	0,040	0,058	0,007
28	0,019	0,037	0,051	0,008	68	0,035	0,038	0,053	0,005
29	0,015	0,038	0,048	0,011	69	0,015	0,034	0,037	0,007
30	0,031	0,038	0,045	0,003	70	0,016	0,032	0,037	0,010
31	0,013	0,034	0,044	0,009	71	0,017	0,037	0,068	0,013
32	0,030	0,036	0,040	0,006	72	0,016	0,042	0,072	0,016
33	0,035	0,038	0,039	0,001	73	0,019	0,054	0,066	0,017
34	0,014	0,034	0,039	0,007	74	0,021	0,040	0,071	0,013
35	0,017	0,033	0,040	0,010	75	0,014	0,037	0,065	0,013
36	0,013	0,036	0,063	0,013	76	0,033	0,042	0,057	0,010
37	0,037	0,039	0,048	0,007	77	0,024	0,038	0,057	0,011
38	0,016	0,037	0,046	0,011	78	0,030	0,039	0,066	0,011
39	0,034	0,038	0,046	0,009	79	0,034	0,052	0,077	0,017
40	0,015	0,033	0,039	0,009	80	0,016	0,036	0,044	0,008

Tabela 31 – Latência - mesmos destinos - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,015	0,035	0,083	0,018	41	0,034	0,038	0,046	0,004
2	0,039	0,051	0,077	0,016	42	0,018	0,032	0,038	0,009
3	0,036	0,042	0,063	0,009	43	0,031	0,035	0,051	0,006
4	0,036	0,047	0,079	0,015	44	0,029	0,035	0,048	0,008
5	0,038	0,059	0,073	0,011	45	0,014	0,036	0,047	0,011
6	0,037	0,051	0,075	0,015	46	0,031	0,034	0,043	0,006
7	0,036	0,052	0,067	0,015	47	0,030	0,034	0,040	0,007
8	0,036	0,038	0,041	0,005	48	0,027	0,033	0,038	0,004
9	0,030	0,038	0,051	0,009	49	0,033	0,036	0,043	0,007
10	0,020	0,036	0,046	0,010	50	0,033	0,037	0,058	0,009
11	0,018	0,033	0,046	0,010	51	0,032	0,035	0,042	0,004
12	0,023	0,051	0,080	0,017	52	0,031	0,038	0,055	0,009
13	0,015	0,036	0,046	0,011	53	0,016	0,039	0,052	0,013
14	0,030	0,038	0,046	0,004	54	0,031	0,039	0,054	0,010
15	0,016	0,035	0,041	0,009	55	0,037	0,040	0,051	0,008
16	0,015	0,035	0,042	0,010	56	0,013	0,045	0,065	0,018
17	0,018	0,036	0,042	0,009	57	0,034	0,038	0,052	0,009
18	0,018	0,034	0,039	0,009	58	0,034	0,037	0,040	0,007
19	0,021	0,044	0,105	0,022	59	0,017	0,035	0,049	0,010
20	0,018	0,039	0,050	0,011	60	0,035	0,037	0,045	0,006
21	0,014	0,036	0,044	0,008	61	0,032	0,037	0,049	0,009
22	0,015	0,039	0,068	0,013	62	0,017	0,036	0,040	0,007
23	0,038	0,043	0,071	0,010	63	0,015	0,037	0,052	0,010
24	0,032	0,040	0,061	0,009	64	0,035	0,040	0,053	0,007
25	0,033	0,041	0,068	0,011	65	0,020	0,037	0,040	0,005
26	0,037	0,041	0,053	0,010	66	0,037	0,039	0,043	0,007
27	0,018	0,056	0,079	0,019	67	0,022	0,056	0,085	0,020
28	0,030	0,037	0,058	0,010	68	0,039	0,039	0,042	0,005
29	0,017	0,034	0,061	0,014	69	0,019	0,039	0,053	0,009
30	0,025	0,036	0,053	0,011	70	0,015	0,051	0,097	0,020
31	0,016	0,035	0,044	0,008	71	0,014	0,033	0,044	0,011
32	0,018	0,034	0,045	0,008	72	0,014	0,036	0,041	0,009
33	0,017	0,046	0,082	0,021	73	0,014	0,035	0,039	0,008
34	0,015	0,036	0,075	0,016	74	0,035	0,037	0,042	0,007
35	0,017	0,034	0,044	0,008	75	0,015	0,035	0,040	0,010
36	0,016	0,037	0,059	0,012	76	0,040	0,047	0,054	0,006
37	0,022	0,039	0,066	0,010	77	0,034	0,046	0,051	0,007

38	0,019	0,036	0,065	0,013	78	0,039	0,041	0,060	0,007
39	0,024	0,038	0,052	0,010	79	0,037	0,039	0,043	0,008
40	0,021	0,034	0,047	0,010	80	0,014	0,054	0,077	0,020

Tabela 32 – Latência - mesmos destinos - quarta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,023	0,035	0,053	0,009	41	0,033	0,036	0,045	0,007
2	0,018	0,039	0,061	0,013	42	0,035	0,035	0,036	0,004
3	0,019	0,036	0,050	0,012	43	0,016	0,039	0,054	0,012
4	0,020	0,037	0,051	0,009	44	0,040	0,046	0,061	0,011
5	0,017	0,037	0,043	0,006	45	0,033	0,036	0,041	0,008
6	0,034	0,042	0,052	0,009	46	0,036	0,041	0,052	0,008
7	0,030	0,038	0,048	0,005	47	0,018	0,036	0,049	0,009
8	0,018	0,036	0,040	0,006	48	0,014	0,035	0,044	0,010
9	0,036	0,039	0,044	0,002	49	0,035	0,038	0,049	0,005
10	0,030	0,035	0,054	0,008	50	0,020	0,037	0,048	0,007
11	0,018	0,033	0,049	0,009	51	0,028	0,039	0,056	0,010
12	0,016	0,029	0,048	0,012	52	0,037	0,043	0,066	0,010
13	0,014	0,033	0,039	0,006	53	0,033	0,038	0,047	0,003
14	0,028	0,033	0,038	0,004	54	0,014	0,035	0,043	0,008
15	0,034	0,036	0,039	0,003	55	0,034	0,041	0,053	0,008
16	0,033	0,038	0,046	0,007	56	0,018	0,035	0,041	0,009
17	0,014	0,033	0,043	0,010	57	0,017	0,038	0,048	0,008
18	0,035	0,036	0,038	0,006	58	0,035	0,037	0,046	0,008
19	0,036	0,041	0,078	0,012	59	0,033	0,035	0,037	0,006
20	0,016	0,035	0,042	0,006	60	0,032	0,038	0,049	0,006
21	0,037	0,039	0,045	0,005	61	0,015	0,033	0,040	0,011
22	0,035	0,039	0,051	0,009	62	0,012	0,036	0,046	0,009
23	0,032	0,038	0,054	0,009	63	0,032	0,038	0,051	0,009
24	0,035	0,040	0,062	0,010	64	0,016	0,035	0,040	0,009
25	0,035	0,037	0,042	0,008	65	0,029	0,038	0,052	0,008
26	0,034	0,038	0,046	0,007	66	0,033	0,037	0,051	0,005
27	0,026	0,047	0,063	0,012	67	0,016	0,032	0,039	0,011
28	0,037	0,044	0,053	0,008	68	0,018	0,036	0,047	0,011
29	0,036	0,041	0,053	0,007	69	0,033	0,042	0,054	0,008
30	0,032	0,034	0,036	0,006	70	0,031	0,038	0,055	0,008
31	0,031	0,036	0,039	0,002	71	0,017	0,037	0,055	0,011
32	0,036	0,037	0,041	0,007	72	0,017	0,035	0,084	0,017

33	0,034	0,037	0,043	0,004	73	0,020	0,034	0,039	0,007
34	0,025	0,036	0,051	0,006	74	0,034	0,038	0,047	0,005
35	0,014	0,033	0,037	0,007	75	0,030	0,033	0,036	0,002
36	0,035	0,037	0,043	0,003	76	0,029	0,034	0,046	0,009
37	0,016	0,034	0,041	0,009	77	0,033	0,036	0,044	0,006
38	0,020	0,035	0,042	0,009	78	0,018	0,036	0,057	0,011
39	0,035	0,040	0,047	0,005	79	0,032	0,036	0,049	0,006
40	0,014	0,035	0,041	0,008	80	0,017	0,035	0,039	0,008

Tabela 33 – Latência - mesmos destinos - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,039	0,050	0,008	41	0,016	0,032	0,039	0,008
2	0,020	0,035	0,043	0,008	42	0,015	0,033	0,045	0,009
3	0,034	0,041	0,057	0,010	43	0,018	0,035	0,055	0,011
4	0,036	0,041	0,051	0,008	44	0,014	0,033	0,042	0,010
5	0,040	0,048	0,066	0,007	45	0,040	0,048	0,089	0,015
6	0,041	0,048	0,056	0,005	46	0,037	0,039	0,045	0,007
7	0,032	0,040	0,047	0,008	47	0,017	0,037	0,045	0,009
8	0,034	0,038	0,049	0,007	48	0,034	0,038	0,040	0,005
9	0,014	0,036	0,059	0,010	49	0,015	0,036	0,040	0,007
10	0,034	0,044	0,070	0,011	50	0,037	0,039	0,041	0,004
11	0,033	0,038	0,049	0,005	51	0,017	0,037	0,046	0,007
12	0,021	0,032	0,045	0,009	52	0,021	0,038	0,049	0,008
13	0,033	0,039	0,050	0,008	53	0,030	0,041	0,052	0,009
14	0,017	0,037	0,053	0,010	54	0,019	0,038	0,055	0,010
15	0,020	0,039	0,044	0,008	55	0,016	0,038	0,047	0,011
16	0,022	0,037	0,042	0,009	56	0,039	0,047	0,057	0,004
17	0,034	0,038	0,040	0,004	57	0,019	0,035	0,042	0,008
18	0,031	0,038	0,046	0,006	58	0,034	0,039	0,051	0,009
19	0,033	0,040	0,047	0,007	59	0,015	0,036	0,050	0,011
20	0,033	0,039	0,045	0,004	60	0,033	0,039	0,046	0,009
21	0,035	0,039	0,047	0,007	61	0,031	0,037	0,046	0,009
22	0,032	0,038	0,044	0,006	62	0,034	0,038	0,051	0,007
23	0,019	0,035	0,056	0,014	63	0,015	0,037	0,047	0,009
24	0,014	0,036	0,041	0,010	64	0,040	0,043	0,053	0,007
25	0,034	0,039	0,045	0,003	65	0,036	0,039	0,045	0,008
26	0,032	0,037	0,046	0,009	66	0,015	0,032	0,040	0,007
27	0,035	0,037	0,042	0,008	67	0,037	0,043	0,064	0,011

28	0,033	0,037	0,044	0,005	68	0,031	0,034	0,036	0,006
29	0,035	0,037	0,043	0,007	69	0,030	0,036	0,046	0,007
30	0,036	0,047	0,111	0,023	70	0,017	0,035	0,047	0,007
31	0,026	0,034	0,040	0,006	71	0,033	0,038	0,047	0,006
32	0,015	0,033	0,046	0,009	72	0,014	0,036	0,044	0,009
33	0,016	0,032	0,039	0,010	73	0,036	0,041	0,048	0,004
34	0,040	0,043	0,051	0,008	74	0,034	0,038	0,044	0,008
35	0,015	0,033	0,045	0,010	75	0,034	0,038	0,043	0,002
36	0,019	0,036	0,045	0,006	76	0,014	0,038	0,053	0,011
37	0,019	0,034	0,041	0,009	77	0,032	0,038	0,045	0,005
38	0,017	0,033	0,040	0,010	78	0,025	0,043	0,053	0,008
39	0,036	0,038	0,042	0,008	79	0,018	0,036	0,041	0,009
40	0,020	0,035	0,041	0,009	80	0,031	0,036	0,040	0,004

Tabela 34 – Latência - mesmos destinos - quinta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,024	0,037	0,046	0,007	41	0,021	0,033	0,041	0,009
2	0,030	0,035	0,049	0,009	42	0,025	0,033	0,041	0,005
3	0,033	0,035	0,042	0,008	43	0,017	0,035	0,054	0,011
4	0,032	0,037	0,045	0,007	44	0,030	0,035	0,044	0,009
5	0,031	0,036	0,045	0,008	45	0,033	0,037	0,042	0,005
6	0,030	0,036	0,044	0,006	46	0,014	0,028	0,041	0,010
7	0,034	0,037	0,050	0,008	47	0,017	0,038	0,061	0,010
8	0,020	0,035	0,039	0,006	48	0,016	0,031	0,038	0,010
9	0,014	0,035	0,046	0,010	49	0,026	0,034	0,040	0,008
10	0,031	0,041	0,056	0,009	50	0,015	0,030	0,037	0,008
11	0,035	0,041	0,063	0,010	51	0,030	0,036	0,044	0,006
12	0,022	0,034	0,061	0,011	52	0,034	0,036	0,038	0,007
13	0,020	0,037	0,046	0,009	53	0,033	0,036	0,039	0,006
14	0,023	0,036	0,040	0,007	54	0,017	0,036	0,044	0,010
15	0,016	0,034	0,039	0,006	55	0,016	0,034	0,042	0,009
16	0,031	0,037	0,049	0,007	56	0,015	0,034	0,043	0,010
17	0,030	0,035	0,052	0,009	57	0,016	0,041	0,125	0,028
18	0,020	0,033	0,044	0,009	58	0,015	0,033	0,044	0,007
19	0,033	0,037	0,049	0,008	59	0,033	0,034	0,037	0,007
20	0,033	0,038	0,041	0,004	60	0,030	0,033	0,039	0,005
21	0,017	0,039	0,047	0,007	61	0,029	0,035	0,043	0,004
22	0,033	0,040	0,052	0,009	62	0,017	0,036	0,049	0,010

23	0,018	0,023	0,037	0,009	63	0,014	0,035	0,048	0,011
24	0,032	0,038	0,042	0,007	64	0,031	0,035	0,046	0,009
25	0,034	0,037	0,042	0,003	65	0,032	0,034	0,039	0,007
26	0,033	0,036	0,042	0,006	66	0,031	0,040	0,059	0,009
27	0,033	0,038	0,046	0,004	67	0,035	0,038	0,042	0,002
28	0,015	0,035	0,047	0,012	68	0,030	0,035	0,046	0,008
29	0,015	0,036	0,051	0,011	69	0,020	0,037	0,059	0,011
30	0,030	0,036	0,039	0,006	70	0,017	0,032	0,044	0,010
31	0,016	0,037	0,053	0,010	71	0,031	0,040	0,062	0,012
32	0,016	0,035	0,042	0,009	72	0,034	0,037	0,044	0,003
33	0,029	0,037	0,051	0,009	73	0,032	0,038	0,045	0,003
34	0,022	0,034	0,040	0,009	74	0,031	0,033	0,038	0,004
35	0,034	0,041	0,049	0,009	75	0,031	0,038	0,062	0,009
36	0,028	0,041	0,053	0,009	76	0,033	0,039	0,051	0,008
37	0,015	0,036	0,048	0,011	77	0,015	0,037	0,045	0,008
38	0,037	0,040	0,053	0,008	78	0,033	0,036	0,042	0,008
39	0,015	0,038	0,071	0,015	79	0,015	0,036	0,044	0,010
40	0,015	0,031	0,036	0,006	80	0,017	0,034	0,056	0,011

Tabela 35 – Latência - mesmos destinos - sexta instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,034	0,049	0,010	41	0,017	0,033	0,045	0,009
2	0,034	0,041	0,053	0,005	42	0,015	0,031	0,039	0,006
3	0,040	0,049	0,062	0,009	43	0,030	0,036	0,046	0,008
4	0,037	0,043	0,047	0,005	44	0,016	0,036	0,040	0,008
5	0,035	0,039	0,047	0,006	45	0,020	0,029	0,040	0,010
6	0,037	0,039	0,048	0,008	46	0,018	0,037	0,046	0,009
7	0,037	0,039	0,044	0,008	47	0,034	0,039	0,046	0,007
8	0,035	0,039	0,051	0,005	48	0,016	0,038	0,052	0,010
9	0,034	0,037	0,042	0,008	49	0,018	0,031	0,035	0,006
10	0,036	0,037	0,040	0,008	50	0,030	0,033	0,047	0,009
11	0,030	0,038	0,048	0,007	51	0,029	0,035	0,040	0,005
12	0,021	0,028	0,042	0,006	52	0,034	0,036	0,047	0,009
13	0,015	0,035	0,046	0,011	53	0,016	0,035	0,047	0,007
14	0,016	0,036	0,045	0,010	54	0,029	0,034	0,037	0,007
15	0,030	0,038	0,046	0,004	55	0,015	0,035	0,043	0,009
16	0,035	0,038	0,040	0,004	56	0,015	0,036	0,045	0,008
17	0,033	0,037	0,043	0,004	57	0,015	0,032	0,038	0,009

18	0,016	0,033	0,043	0,010	58	0,033	0,035	0,046	0,006
19	0,034	0,044	0,058	0,010	59	0,019	0,034	0,040	0,006
20	0,015	0,036	0,042	0,008	60	0,034	0,037	0,042	0,007
21	0,020	0,041	0,048	0,008	61	0,030	0,036	0,044	0,003
22	0,019	0,038	0,048	0,007	62	0,015	0,036	0,043	0,007
23	0,018	0,023	0,034	0,008	63	0,022	0,036	0,040	0,005
24	0,038	0,040	0,045	0,006	64	0,030	0,036	0,044	0,006
25	0,034	0,038	0,045	0,007	65	0,031	0,036	0,039	0,003
26	0,030	0,039	0,060	0,009	66	0,032	0,034	0,037	0,008
27	0,029	0,035	0,041	0,008	67	0,018	0,037	0,046	0,008
28	0,030	0,036	0,044	0,009	68	0,035	0,037	0,043	0,004
29	0,017	0,036	0,045	0,007	69	0,033	0,037	0,044	0,007
30	0,020	0,034	0,038	0,005	70	0,014	0,039	0,050	0,009
31	0,018	0,035	0,048	0,008	71	0,034	0,040	0,062	0,008
32	0,018	0,035	0,052	0,010	72	0,017	0,038	0,062	0,010
33	0,018	0,032	0,039	0,009	73	0,033	0,034	0,038	0,008
34	0,016	0,024	0,036	0,006	74	0,034	0,037	0,050	0,008
35	0,018	0,035	0,048	0,008	75	0,031	0,036	0,041	0,006
36	0,017	0,033	0,039	0,008	76	0,037	0,039	0,048	0,005
37	0,019	0,037	0,049	0,010	77	0,031	0,038	0,046	0,004
38	0,015	0,031	0,039	0,010	78	0,034	0,038	0,040	0,004
39	0,017	0,034	0,047	0,012	79	0,034	0,037	0,039	0,002
40	0,017	0,032	0,042	0,011	80	0,037	0,040	0,050	0,005

Tabela 36 – Latência - mesmos destinos - sexta instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,026	0,029	0,035	0,005	41	0,018	0,052	0,081	0,019
2	0,034	0,039	0,044	0,004	42	0,014	0,055	0,078	0,019
3	0,035	0,037	0,044	0,002	43	0,033	0,057	0,086	0,018
4	0,022	0,035	0,040	0,007	44	0,035	0,041	0,077	0,014
5	0,033	0,036	0,039	0,007	45	0,019	0,039	0,067	0,017
6	0,016	0,052	0,076	0,017	46	0,018	0,037	0,045	0,006
7	0,036	0,048	0,078	0,017	47	0,033	0,041	0,081	0,014
8	0,035	0,038	0,049	0,007	48	0,018	0,035	0,064	0,015
9	0,032	0,036	0,043	0,007	49	0,012	0,038	0,073	0,016
10	0,015	0,051	0,072	0,020	50	0,014	0,039	0,073	0,014
11	0,024	0,046	0,064	0,014	51	0,021	0,033	0,044	0,008
12	0,019	0,023	0,029	0,007	52	0,018	0,035	0,068	0,015

13	0,034	0,049	0,065	0,015	53	0,015	0,032	0,041	0,009
14	0,030	0,044	0,069	0,015	54	0,013	0,028	0,036	0,008
15	0,033	0,041	0,110	0,023	55	0,015	0,032	0,039	0,008
16	0,012	0,031	0,035	0,008	56	0,034	0,055	0,068	0,013
17	0,030	0,035	0,042	0,005	57	0,016	0,035	0,055	0,011
18	0,014	0,032	0,042	0,010	58	0,014	0,039	0,063	0,017
19	0,034	0,036	0,045	0,007	59	0,015	0,035	0,066	0,014
20	0,030	0,035	0,046	0,004	60	0,015	0,030	0,036	0,010
21	0,033	0,036	0,048	0,005	61	0,019	0,031	0,046	0,011
22	0,034	0,035	0,039	0,008	62	0,015	0,031	0,036	0,007
23	0,017	0,029	0,054	0,011	63	0,030	0,037	0,052	0,008
24	0,014	0,030	0,036	0,007	64	0,035	0,041	0,078	0,014
25	0,014	0,039	0,063	0,017	65	0,017	0,035	0,060	0,011
26	0,034	0,055	0,081	0,016	66	0,020	0,033	0,038	0,006
27	0,018	0,043	0,096	0,020	67	0,038	0,056	0,070	0,013
28	0,037	0,040	0,055	0,007	68	0,021	0,034	0,038	0,005
29	0,013	0,035	0,042	0,010	69	0,014	0,033	0,039	0,008
30	0,023	0,036	0,040	0,009	70	0,032	0,036	0,039	0,002
31	0,014	0,034	0,040	0,009	71	0,034	0,043	0,077	0,014
32	0,015	0,034	0,039	0,010	72	0,032	0,055	0,077	0,016
33	0,019	0,038	0,050	0,009	73	0,037	0,039	0,053	0,006
34	0,018	0,021	0,031	0,007	74	0,034	0,036	0,042	0,007
35	0,019	0,035	0,039	0,006	75	0,013	0,035	0,049	0,009
36	0,022	0,036	0,048	0,008	76	0,018	0,037	0,057	0,012
37	0,016	0,035	0,043	0,009	77	0,036	0,037	0,039	0,004
38	0,015	0,035	0,039	0,009	78	0,024	0,052	0,075	0,019
39	0,015	0,037	0,049	0,011	79	0,018	0,036	0,046	0,010
40	0,015	0,035	0,040	0,009	80	0,036	0,049	0,073	0,016

Tabela 37 – Latência - mesmos destinos - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,020	0,028	0,035	0,005	41	0,016	0,036	0,043	0,008
2	0,030	0,033	0,037	0,008	42	0,018	0,036	0,045	0,008
3	0,016	0,033	0,043	0,008	43	0,029	0,035	0,045	0,006
4	0,032	0,033	0,037	0,007	44	0,033	0,036	0,040	0,005
5	0,030	0,034	0,047	0,009	45	0,023	0,033	0,042	0,007
6	0,038	0,040	0,044	0,003	46	0,014	0,036	0,051	0,008
7	0,031	0,036	0,042	0,005	47	0,033	0,039	0,048	0,007

8	0,034	0,038	0,052	0,005	48	0,015	0,037	0,044	0,008
9	0,015	0,034	0,038	0,007	49	0,034	0,037	0,049	0,008
10	0,031	0,036	0,046	0,008	50	0,032	0,035	0,041	0,008
11	0,031	0,038	0,057	0,009	51	0,035	0,037	0,040	0,006
12	0,020	0,024	0,035	0,008	52	0,023	0,038	0,047	0,008
13	0,032	0,040	0,063	0,009	53	0,031	0,037	0,047	0,009
14	0,033	0,039	0,066	0,010	54	0,017	0,036	0,044	0,008
15	0,034	0,037	0,042	0,005	55	0,016	0,039	0,066	0,015
16	0,035	0,041	0,066	0,010	56	0,030	0,035	0,046	0,009
17	0,032	0,036	0,046	0,006	57	0,018	0,037	0,050	0,010
18	0,027	0,033	0,037	0,007	58	0,019	0,033	0,043	0,009
19	0,033	0,034	0,040	0,007	59	0,018	0,036	0,051	0,008
20	0,030	0,034	0,045	0,008	60	0,017	0,036	0,046	0,010
21	0,014	0,033	0,038	0,010	61	0,029	0,039	0,077	0,016
22	0,019	0,034	0,038	0,006	62	0,021	0,038	0,059	0,011
23	0,011	0,029	0,038	0,008	63	0,020	0,036	0,053	0,010
24	0,036	0,042	0,078	0,013	64	0,014	0,034	0,055	0,012
25	0,034	0,038	0,044	0,003	65	0,019	0,036	0,051	0,008
26	0,030	0,034	0,039	0,007	66	0,027	0,033	0,037	0,005
27	0,017	0,038	0,067	0,016	67	0,034	0,038	0,055	0,008
28	0,015	0,033	0,039	0,010	68	0,035	0,038	0,049	0,008
29	0,016	0,034	0,040	0,010	69	0,017	0,035	0,040	0,007
30	0,030	0,038	0,042	0,004	70	0,033	0,036	0,039	0,007
31	0,034	0,039	0,045	0,005	71	0,017	0,035	0,040	0,010
32	0,034	0,039	0,047	0,004	72	0,035	0,041	0,052	0,004
33	0,031	0,037	0,043	0,006	73	0,037	0,038	0,042	0,008
34	0,013	0,031	0,050	0,012	74	0,032	0,035	0,042	0,006
35	0,020	0,037	0,048	0,010	75	0,029	0,034	0,046	0,007
36	0,038	0,044	0,056	0,008	76	0,034	0,036	0,048	0,007
37	0,017	0,041	0,047	0,008	77	0,031	0,033	0,037	0,007
38	0,014	0,031	0,040	0,010	78	0,032	0,036	0,041	0,002
39	0,033	0,038	0,046	0,006	79	0,018	0,034	0,041	0,009
40	0,016	0,037	0,044	0,010	80	0,031	0,036	0,044	0,007

Tabela 38 – Latência - mesmos destinos - sétima instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,023	0,032	0,042	0,008	41	0,030	0,036	0,042	0,007
2	0,033	0,037	0,045	0,007	42	0,032	0,040	0,076	0,013

3	0,033	0,045	0,056	0,006	43	0,015	0,034	0,043	0,010
4	0,032	0,038	0,063	0,011	44	0,021	0,034	0,043	0,009
5	0,032	0,042	0,060	0,008	45	0,017	0,025	0,035	0,008
6	0,030	0,039	0,057	0,011	46	0,030	0,034	0,040	0,007
7	0,034	0,038	0,050	0,008	47	0,017	0,036	0,063	0,010
8	0,036	0,038	0,043	0,008	48	0,013	0,035	0,047	0,009
9	0,032	0,038	0,045	0,005	49	0,019	0,036	0,050	0,007
10	0,031	0,034	0,040	0,008	50	0,021	0,034	0,038	0,007
11	0,033	0,038	0,040	0,005	51	0,019	0,033	0,038	0,004
12	0,021	0,030	0,044	0,007	52	0,032	0,035	0,041	0,008
13	0,020	0,037	0,045	0,006	53	0,031	0,037	0,050	0,008
14	0,017	0,035	0,039	0,008	54	0,017	0,035	0,053	0,011
15	0,034	0,038	0,045	0,004	55	0,014	0,037	0,054	0,012
16	0,031	0,038	0,040	0,005	56	0,032	0,034	0,037	0,004
17	0,035	0,036	0,039	0,006	57	0,018	0,034	0,042	0,007
18	0,018	0,038	0,083	0,017	58	0,013	0,034	0,046	0,009
19	0,019	0,039	0,052	0,012	59	0,018	0,036	0,043	0,008
20	0,034	0,044	0,061	0,010	60	0,017	0,035	0,041	0,006
21	0,032	0,039	0,054	0,008	61	0,016	0,036	0,060	0,011
22	0,033	0,039	0,063	0,013	62	0,013	0,034	0,039	0,010
23	0,018	0,023	0,033	0,006	63	0,017	0,038	0,052	0,011
24	0,033	0,036	0,047	0,005	64	0,017	0,035	0,045	0,008
25	0,028	0,035	0,043	0,007	65	0,015	0,035	0,053	0,011
26	0,033	0,036	0,041	0,008	66	0,020	0,032	0,041	0,008
27	0,030	0,036	0,059	0,010	67	0,028	0,034	0,043	0,008
28	0,030	0,034	0,036	0,004	68	0,017	0,031	0,041	0,009
29	0,027	0,035	0,041	0,007	69	0,034	0,041	0,050	0,010
30	0,018	0,032	0,040	0,008	70	0,020	0,035	0,046	0,010
31	0,031	0,034	0,039	0,008	71	0,014	0,036	0,047	0,008
32	0,030	0,033	0,035	0,004	72	0,019	0,035	0,042	0,009
33	0,031	0,035	0,046	0,004	73	0,032	0,037	0,049	0,008
34	0,018	0,024	0,040	0,007	74	0,015	0,032	0,044	0,009
35	0,016	0,031	0,039	0,006	75	0,034	0,036	0,044	0,004
36	0,021	0,033	0,041	0,004	76	0,020	0,037	0,052	0,010
37	0,016	0,037	0,052	0,011	77	0,031	0,038	0,049	0,009
38	0,013	0,038	0,046	0,012	78	0,030	0,034	0,037	0,007
39	0,033	0,036	0,045	0,006	79	0,034	0,038	0,047	0,006
40	0,034	0,037	0,053	0,006	80	0,030	0,033	0,039	0,006

Tabela 39 – Latência - mesmos destinos - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,017	0,028	0,056	0,013	41	0,029	0,035	0,041	0,008
2	0,031	0,034	0,044	0,005	42	0,032	0,036	0,046	0,005
3	0,032	0,037	0,039	0,002	43	0,033	0,037	0,050	0,007
4	0,017	0,035	0,039	0,009	44	0,030	0,037	0,041	0,005
5	0,017	0,035	0,039	0,007	45	0,016	0,035	0,039	0,007
6	0,037	0,041	0,052	0,008	46	0,033	0,039	0,046	0,005
7	0,032	0,037	0,040	0,002	47	0,035	0,040	0,048	0,005
8	0,031	0,038	0,040	0,003	48	0,027	0,038	0,066	0,009
9	0,035	0,044	0,086	0,014	49	0,019	0,033	0,038	0,009
10	0,035	0,040	0,063	0,009	50	0,031	0,037	0,045	0,007
11	0,020	0,036	0,045	0,010	51	0,015	0,038	0,063	0,013
12	0,031	0,034	0,045	0,007	52	0,033	0,036	0,047	0,008
13	0,033	0,038	0,041	0,008	53	0,022	0,035	0,042	0,006
14	0,032	0,039	0,051	0,006	54	0,017	0,033	0,039	0,009
15	0,035	0,039	0,045	0,002	55	0,017	0,036	0,046	0,007
16	0,024	0,038	0,046	0,006	56	0,034	0,039	0,051	0,007
17	0,016	0,036	0,041	0,010	57	0,019	0,040	0,055	0,009
18	0,019	0,041	0,082	0,015	58	0,017	0,035	0,044	0,009
19	0,015	0,036	0,043	0,010	59	0,017	0,032	0,040	0,010
20	0,036	0,040	0,051	0,005	60	0,015	0,035	0,043	0,007
21	0,015	0,035	0,039	0,008	61	0,032	0,035	0,043	0,003
22	0,032	0,037	0,050	0,009	62	0,013	0,032	0,036	0,008
23	0,031	0,034	0,043	0,006	63	0,017	0,034	0,043	0,010
24	0,036	0,039	0,051	0,006	64	0,032	0,037	0,049	0,007
25	0,018	0,034	0,051	0,009	65	0,031	0,036	0,047	0,006
26	0,030	0,034	0,042	0,007	66	0,028	0,034	0,044	0,008
27	0,030	0,035	0,038	0,004	67	0,036	0,042	0,071	0,011
28	0,019	0,037	0,050	0,007	68	0,028	0,033	0,042	0,007
29	0,029	0,039	0,051	0,006	69	0,034	0,041	0,053	0,008
30	0,032	0,037	0,043	0,008	70	0,034	0,040	0,055	0,008
31	0,016	0,036	0,041	0,008	71	0,031	0,035	0,043	0,008
32	0,015	0,034	0,041	0,006	72	0,030	0,037	0,043	0,005
33	0,032	0,038	0,056	0,009	73	0,017	0,034	0,043	0,009
34	0,013	0,032	0,039	0,010	74	0,015	0,031	0,036	0,007
35	0,031	0,038	0,047	0,005	75	0,031	0,034	0,041	0,003
36	0,032	0,036	0,050	0,007	76	0,032	0,036	0,052	0,007
37	0,022	0,035	0,045	0,008	77	0,030	0,038	0,063	0,012

38	0,030	0,036	0,048	0,008	78	0,015	0,034	0,043	0,008
39	0,036	0,039	0,049	0,008	79	0,014	0,032	0,044	0,010
40	0,036	0,041	0,057	0,007	80	0,032	0,034	0,036	0,004

Tabela 40 – Latência - mesmos destinos - oitava instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,033	0,051	0,010	41	0,034	0,037	0,042	0,008
2	0,027	0,032	0,036	0,007	42	0,032	0,036	0,043	0,008
3	0,021	0,034	0,039	0,007	43	0,032	0,038	0,053	0,007
4	0,022	0,043	0,116	0,025	44	0,033	0,037	0,044	0,003
5	0,036	0,038	0,046	0,007	45	0,017	0,039	0,058	0,014
6	0,036	0,040	0,047	0,004	46	0,032	0,036	0,038	0,002
7	0,037	0,042	0,055	0,005	47	0,015	0,037	0,053	0,010
8	0,037	0,041	0,055	0,009	48	0,020	0,037	0,052	0,010
9	0,017	0,038	0,065	0,012	49	0,030	0,035	0,039	0,003
10	0,032	0,041	0,055	0,006	50	0,030	0,035	0,043	0,008
11	0,032	0,038	0,051	0,008	51	0,031	0,035	0,039	0,007
12	0,021	0,027	0,043	0,007	52	0,037	0,040	0,043	0,005
13	0,034	0,037	0,045	0,005	53	0,038	0,040	0,049	0,009
14	0,034	0,035	0,041	0,008	54	0,035	0,040	0,046	0,003
15	0,031	0,036	0,044	0,004	55	0,034	0,041	0,058	0,006
16	0,033	0,036	0,044	0,006	56	0,017	0,034	0,048	0,011
17	0,030	0,035	0,042	0,005	57	0,035	0,040	0,054	0,009
18	0,013	0,029	0,037	0,009	58	0,017	0,034	0,041	0,008
19	0,031	0,034	0,045	0,006	59	0,029	0,034	0,042	0,008
20	0,031	0,035	0,049	0,009	60	0,031	0,036	0,044	0,007
21	0,028	0,035	0,062	0,009	61	0,030	0,036	0,042	0,005
22	0,035	0,039	0,053	0,008	62	0,036	0,038	0,040	0,003
23	0,016	0,029	0,043	0,011	63	0,037	0,040	0,048	0,006
24	0,033	0,038	0,046	0,009	64	0,031	0,037	0,047	0,008
25	0,014	0,033	0,038	0,010	65	0,021	0,034	0,038	0,006
26	0,030	0,033	0,036	0,004	66	0,029	0,040	0,073	0,013
27	0,032	0,037	0,047	0,004	67	0,031	0,036	0,054	0,010
28	0,039	0,046	0,062	0,011	68	0,030	0,035	0,054	0,008
29	0,038	0,046	0,078	0,012	69	0,014	0,032	0,039	0,009
30	0,033	0,038	0,040	0,007	70	0,015	0,036	0,053	0,012
31	0,017	0,037	0,043	0,006	71	0,016	0,032	0,039	0,010
32	0,030	0,038	0,049	0,009	72	0,022	0,038	0,052	0,010

33	0,030	0,038	0,045	0,005	73	0,017	0,033	0,053	0,011
34	0,015	0,033	0,060	0,015	74	0,016	0,034	0,043	0,009
35	0,015	0,037	0,050	0,009	75	0,016	0,030	0,039	0,011
36	0,014	0,034	0,040	0,010	76	0,015	0,032	0,039	0,010
37	0,030	0,036	0,039	0,003	77	0,032	0,035	0,040	0,004
38	0,033	0,037	0,052	0,006	78	0,017	0,034	0,050	0,010
39	0,033	0,040	0,046	0,007	79	0,032	0,035	0,041	0,008
40	0,034	0,036	0,044	0,008	80	0,030	0,036	0,052	0,006

Tabela 41 – Latência - mesmos destinos - nona instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,022	0,033	0,050	0,008	41	0,018	0,035	0,043	0,008
2	0,033	0,038	0,063	0,010	42	0,018	0,036	0,045	0,008
3	0,024	0,036	0,064	0,011	43	0,014	0,038	0,047	0,009
4	0,024	0,042	0,067	0,017	44	0,016	0,040	0,065	0,014
5	0,020	0,033	0,038	0,007	45	0,033	0,040	0,056	0,008
6	0,013	0,044	0,067	0,018	46	0,035	0,039	0,051	0,005
7	0,030	0,034	0,044	0,008	47	0,034	0,045	0,076	0,017
8	0,013	0,033	0,041	0,008	48	0,038	0,041	0,051	0,006
9	0,015	0,034	0,067	0,014	49	0,036	0,039	0,049	0,008
10	0,036	0,050	0,066	0,013	50	0,033	0,038	0,045	0,005
11	0,029	0,038	0,062	0,011	51	0,036	0,059	0,070	0,014
12	0,030	0,036	0,047	0,006	52	0,034	0,038	0,061	0,009
13	0,017	0,035	0,041	0,009	53	0,040	0,065	0,111	0,020
14	0,036	0,038	0,043	0,003	54	0,032	0,036	0,052	0,009
15	0,035	0,038	0,046	0,006	55	0,031	0,037	0,047	0,008
16	0,015	0,036	0,048	0,010	56	0,035	0,053	0,069	0,016
17	0,015	0,036	0,055	0,012	57	0,034	0,037	0,040	0,001
18	0,016	0,055	0,079	0,021	58	0,029	0,035	0,040	0,007
19	0,036	0,051	0,076	0,014	59	0,032	0,037	0,046	0,005
20	0,035	0,043	0,064	0,009	60	0,035	0,037	0,042	0,005
21	0,036	0,047	0,069	0,011	61	0,016	0,035	0,045	0,010
22	0,037	0,039	0,044	0,006	62	0,016	0,042	0,069	0,014
23	0,016	0,029	0,049	0,011	63	0,036	0,052	0,071	0,015
24	0,032	0,036	0,038	0,007	64	0,024	0,049	0,069	0,016
25	0,016	0,035	0,041	0,009	65	0,031	0,037	0,050	0,008
26	0,038	0,052	0,073	0,014	66	0,019	0,062	0,088	0,020
27	0,031	0,040	0,050	0,004	67	0,019	0,035	0,054	0,010

28	0,035	0,039	0,049	0,008	68	0,033	0,053	0,075	0,016
29	0,012	0,033	0,043	0,011	69	0,034	0,044	0,063	0,012
30	0,014	0,031	0,037	0,008	70	0,030	0,051	0,080	0,019
31	0,018	0,036	0,047	0,008	71	0,022	0,041	0,077	0,013
32	0,014	0,042	0,067	0,021	72	0,016	0,031	0,044	0,011
33	0,015	0,033	0,054	0,011	73	0,018	0,034	0,045	0,008
34	0,033	0,036	0,041	0,004	74	0,019	0,036	0,047	0,009
35	0,022	0,046	0,066	0,017	75	0,015	0,035	0,040	0,008
36	0,018	0,047	0,077	0,021	76	0,039	0,056	0,073	0,013
37	0,018	0,049	0,076	0,016	77	0,037	0,045	0,071	0,010
38	0,018	0,039	0,050	0,009	78	0,030	0,047	0,073	0,016
39	0,017	0,038	0,067	0,016	79	0,032	0,037	0,045	0,008
40	0,018	0,034	0,049	0,011	80	0,031	0,041	0,065	0,012

Tabela 42 – Latência - mesmos destinos - nona instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,036	0,039	0,044	0,005	41	0,038	0,040	0,047	0,007
2	0,018	0,037	0,048	0,008	42	0,020	0,051	0,078	0,020
3	0,021	0,041	0,059	0,013	43	0,038	0,050	0,079	0,017
4	0,015	0,037	0,052	0,012	44	0,026	0,042	0,083	0,015
5	0,017	0,035	0,042	0,006	45	0,028	0,045	0,059	0,011
6	0,016	0,037	0,051	0,012	46	0,014	0,037	0,048	0,010
7	0,031	0,038	0,045	0,006	47	0,037	0,039	0,046	0,003
8	0,030	0,038	0,051	0,008	48	0,036	0,059	0,084	0,017
9	0,032	0,036	0,043	0,008	49	0,034	0,038	0,042	0,006
10	0,031	0,038	0,059	0,011	50	0,015	0,035	0,041	0,010
11	0,033	0,037	0,043	0,004	51	0,033	0,047	0,078	0,016
12	0,038	0,044	0,062	0,009	52	0,016	0,053	0,076	0,023
13	0,034	0,039	0,053	0,005	53	0,035	0,044	0,073	0,010
14	0,031	0,034	0,038	0,006	54	0,035	0,039	0,046	0,008
15	0,034	0,038	0,041	0,006	55	0,019	0,038	0,051	0,009
16	0,031	0,037	0,046	0,004	56	0,031	0,036	0,044	0,008
17	0,033	0,035	0,040	0,007	57	0,036	0,040	0,055	0,007
18	0,033	0,035	0,038	0,006	58	0,019	0,035	0,039	0,009
19	0,015	0,035	0,045	0,010	59	0,012	0,036	0,043	0,010
20	0,033	0,043	0,060	0,010	60	0,037	0,042	0,056	0,007
21	0,035	0,042	0,060	0,010	61	0,034	0,038	0,044	0,007
22	0,038	0,048	0,091	0,019	62	0,016	0,040	0,074	0,014

23	0,021	0,035	0,045	0,007	63	0,035	0,038	0,045	0,006
24	0,020	0,039	0,047	0,009	64	0,034	0,040	0,049	0,007
25	0,020	0,036	0,047	0,010	65	0,014	0,038	0,057	0,014
26	0,034	0,038	0,047	0,007	66	0,017	0,048	0,111	0,027
27	0,036	0,039	0,044	0,004	67	0,034	0,040	0,053	0,009
28	0,036	0,040	0,052	0,008	68	0,026	0,034	0,041	0,008
29	0,037	0,040	0,047	0,005	69	0,019	0,044	0,067	0,020
30	0,037	0,042	0,057	0,010	70	0,018	0,032	0,042	0,010
31	0,035	0,040	0,048	0,008	71	0,016	0,037	0,049	0,012
32	0,034	0,039	0,046	0,006	72	0,016	0,033	0,045	0,009
33	0,027	0,036	0,046	0,007	73	0,016	0,049	0,076	0,020
34	0,014	0,036	0,042	0,009	74	0,012	0,033	0,049	0,012
35	0,033	0,039	0,048	0,004	75	0,016	0,034	0,053	0,012
36	0,033	0,037	0,043	0,004	76	0,016	0,033	0,039	0,010
37	0,025	0,036	0,064	0,011	77	0,015	0,037	0,050	0,009
38	0,018	0,051	0,081	0,019	78	0,019	0,037	0,066	0,014
39	0,018	0,037	0,042	0,008	79	0,036	0,038	0,048	0,008
40	0,016	0,042	0,076	0,017	80	0,017	0,035	0,042	0,006

Tabela 43 – Latência - mesmos destinos - décima instância, primeira solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,013	0,035	0,047	0,011	41	0,033	0,036	0,039	0,003
2	0,018	0,037	0,060	0,011	42	0,035	0,039	0,046	0,008
3	0,016	0,035	0,050	0,012	43	0,035	0,040	0,051	0,006
4	0,031	0,041	0,069	0,013	44	0,036	0,039	0,046	0,006
5	0,027	0,035	0,049	0,009	45	0,032	0,037	0,044	0,008
6	0,016	0,033	0,054	0,010	46	0,024	0,038	0,050	0,008
7	0,027	0,033	0,038	0,004	47	0,036	0,039	0,049	0,009
8	0,029	0,034	0,048	0,005	48	0,022	0,039	0,051	0,010
9	0,032	0,035	0,042	0,007	49	0,032	0,037	0,043	0,005
10	0,030	0,036	0,047	0,007	50	0,035	0,039	0,047	0,006
11	0,015	0,037	0,043	0,009	51	0,018	0,035	0,046	0,009
12	0,032	0,034	0,039	0,005	52	0,033	0,038	0,045	0,005
13	0,015	0,037	0,046	0,010	53	0,024	0,038	0,045	0,006
14	0,019	0,036	0,040	0,006	54	0,017	0,042	0,057	0,014
15	0,014	0,035	0,041	0,010	55	0,032	0,053	0,077	0,018
16	0,033	0,037	0,046	0,005	56	0,031	0,037	0,047	0,007
17	0,032	0,037	0,046	0,009	57	0,021	0,060	0,112	0,024

18	0,032	0,037	0,047	0,010	58	0,034	0,040	0,063	0,011
19	0,032	0,052	0,097	0,017	59	0,035	0,048	0,066	0,014
20	0,031	0,041	0,053	0,010	60	0,034	0,043	0,071	0,012
21	0,032	0,038	0,067	0,012	61	0,035	0,040	0,055	0,006
22	0,020	0,036	0,049	0,009	62	0,015	0,035	0,040	0,008
23	0,034	0,036	0,046	0,008	63	0,033	0,039	0,050	0,005
24	0,036	0,042	0,061	0,010	64	0,014	0,035	0,043	0,008
25	0,017	0,038	0,064	0,013	65	0,018	0,035	0,039	0,006
26	0,015	0,037	0,069	0,014	66	0,015	0,036	0,049	0,010
27	0,018	0,036	0,052	0,010	67	0,015	0,035	0,044	0,008
28	0,015	0,032	0,040	0,010	68	0,015	0,033	0,039	0,009
29	0,017	0,033	0,047	0,010	69	0,014	0,036	0,047	0,009
30	0,014	0,033	0,040	0,008	70	0,033	0,040	0,051	0,007
31	0,015	0,032	0,040	0,011	71	0,020	0,038	0,072	0,015
32	0,018	0,033	0,046	0,011	72	0,034	0,049	0,073	0,015
33	0,017	0,031	0,035	0,007	73	0,033	0,036	0,054	0,009
34	0,029	0,033	0,036	0,007	74	0,019	0,033	0,037	0,008
35	0,014	0,030	0,038	0,009	75	0,034	0,037	0,044	0,007
36	0,016	0,034	0,039	0,009	76	0,030	0,034	0,048	0,008
37	0,015	0,035	0,043	0,007	77	0,030	0,034	0,039	0,006
38	0,021	0,036	0,045	0,009	78	0,032	0,035	0,042	0,005
39	0,016	0,035	0,046	0,009	79	0,017	0,031	0,037	0,007
40	0,031	0,038	0,052	0,005	80	0,016	0,034	0,045	0,009

Tabela 44 – Latência - mesmos destinos - décima instância, última solução Pareto-ótima

fluxo	min	avg	max	mdev	fluxo	min	avg	max	mdev
1	0,016	0,042	0,073	0,020	41	0,018	0,048	0,077	0,019
2	0,015	0,031	0,043	0,010	42	0,034	0,038	0,049	0,008
3	0,018	0,054	0,079	0,017	43	0,021	0,044	0,059	0,013
4	0,017	0,033	0,046	0,008	44	0,032	0,039	0,060	0,008
5	0,017	0,036	0,066	0,014	45	0,034	0,036	0,040	0,005
6	0,021	0,035	0,045	0,008	46	0,018	0,036	0,049	0,010
7	0,019	0,044	0,070	0,015	47	0,025	0,035	0,044	0,007
8	0,015	0,034	0,046	0,011	48	0,029	0,037	0,042	0,005
9	0,016	0,033	0,046	0,010	49	0,014	0,040	0,086	0,017
10	0,017	0,034	0,041	0,008	50	0,032	0,037	0,046	0,007
11	0,019	0,035	0,038	0,006	51	0,035	0,056	0,072	0,012
12	0,035	0,051	0,086	0,015	52	0,032	0,054	0,085	0,015

13	0,015	0,032	0,038	0,010	53	0,035	0,040	0,059	0,007
14	0,032	0,037	0,046	0,008	54	0,037	0,039	0,048	0,008
15	0,037	0,041	0,059	0,007	55	0,015	0,034	0,039	0,009
16	0,034	0,036	0,040	0,007	56	0,018	0,040	0,070	0,015
17	0,013	0,033	0,038	0,009	57	0,018	0,035	0,038	0,005
18	0,019	0,035	0,039	0,005	58	0,019	0,036	0,044	0,009
19	0,031	0,036	0,038	0,005	59	0,015	0,033	0,039	0,008
20	0,014	0,035	0,045	0,008	60	0,033	0,035	0,038	0,008
21	0,014	0,035	0,040	0,010	61	0,013	0,034	0,044	0,011
22	0,038	0,055	0,084	0,016	62	0,014	0,043	0,066	0,014
23	0,035	0,043	0,068	0,013	63	0,016	0,037	0,053	0,012
24	0,033	0,038	0,054	0,008	64	0,018	0,032	0,038	0,010
25	0,013	0,036	0,046	0,008	65	0,014	0,035	0,066	0,015
26	0,034	0,038	0,046	0,007	66	0,015	0,034	0,044	0,008
27	0,016	0,032	0,041	0,011	67	0,030	0,040	0,061	0,010
28	0,014	0,020	0,035	0,010	68	0,030	0,040	0,068	0,011
29	0,016	0,019	0,043	0,008	69	0,032	0,037	0,043	0,005
30	0,014	0,034	0,070	0,015	70	0,030	0,036	0,043	0,005
31	0,014	0,019	0,041	0,009	71	0,033	0,037	0,043	0,007
32	0,015	0,032	0,053	0,016	72	0,032	0,038	0,044	0,007
33	0,019	0,034	0,066	0,014	73	0,033	0,036	0,047	0,008
34	0,034	0,044	0,062	0,011	74	0,013	0,040	0,076	0,021
35	0,017	0,046	0,063	0,017	75	0,014	0,032	0,043	0,012
36	0,030	0,039	0,088	0,017	76	0,031	0,037	0,045	0,005
37	0,017	0,042	0,073	0,019	77	0,014	0,033	0,045	0,010
38	0,017	0,040	0,063	0,015	78	0,019	0,041	0,065	0,014
39	0,032	0,038	0,054	0,009	79	0,018	0,037	0,045	0,007
40	0,015	0,036	0,047	0,009	80	0,028	0,045	0,085	0,015

Apêndice 3 - Rotas de cada fluxo

Tabela 45 – Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - primeira solução Pareto-ótima - primeira instância

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	22 → 30 → 24 → 32	41	1 → 9 → 17 → 25 → 33 → 41 → 49
2	3 → 11 → 19 → 13 → 7	42	31 → 39
3	34 → 40 → 39 → 38 → 30	43	37 → 31 → 23 → 15
4	26 → 33 → 41	44	27 → 19 → 18 → 10
5	16 → 24 → 31 → 39 → 47	45	23 → 31 → 32 → 40
6	28 → 20 → 12 → 11	46	45 → 37 → 29 → 23 → 15 → 9 → 2
7	25 → 19 → 13 → 21	47	1 → 9 → 10 → 11
8	31 → 37 → 44	48	27 → 33 → 25 →
9	34 → 33 → 32 → 38 → 37 → 43	49	20 → 26 → 25
10	14 → 20 → 26 → 25	50	12 → 18 → 17 → 16
11	43 → 37	51	17 → 25 → 19 → 13 → 7
12	32 → 26 → 20	52	47 → 39 → 32 → 25
13	25 → 19	53	14 → 21 → 27
14	3 → 9 → 16 → 22	54	8 → 16 → 24 → 32 → 40 → 34 → 42
15	7 → 13 → 19 → 25 → 31 → 38	55	1 → 9 → 17 → 25 → 33 → 34
16	35 → 41 → 33 → 32 → 31 → 23	56	2 → 9 → 17 → 25 → 33 → 40
17	43 → 36 → 30 → 24 → 16 → 9 → 2	57	17 → 16 → 8
18	39 → 32 → 25 → 19	58	28 → 34
19	5 → 11 → 17 → 23 → 22	59	13 → 19 → 27 → 34
20	43 → 37 → 45 → 46	60	36 → 29 → 23
21	14 → 20 → 26 → 25 → 24 → 16 → 8	61	17 → 16
22	22 → 23 → 17 → 11 → 19 → 13	62	18 → 24 → 23
23	30 → 31 → 32 → 33 → 41 → 35	63	31 → 23 → 16 → 9 → 2
24	25 → 17 → 9 → 3	64	15 → 23 → 31
25	41 → 33 → 25 → 24 → 16	65	25 → 32 → 39 → 47
26	2 → 9	66	25 → 17 → 9 → 3
27	10 → 17 → 23 → 31 → 39 → 47	67	46 → 40 → 33 → 27
28	49 → 41 → 33 → 39 → 31 → 23 → 15	68	29 → 30 → 31 → 32 → 40 → 34
29	41 → 33 → 25 → 24	69	48 → 41 → 35
30	9 → 16 → 24 → 31 → 39 → 47	70	30 → 24 → 18 → 19
31	20 → 26 → 18 → 17 → 9 → 1	71	44 → 37 → 31 → 24 → 18 → 10 → 3
32	47 → 39 → 31 → 24 → 16 → 8 → 1	72	17 → 11
33	5 → 12 → 19 → 26 → 33 → 41 → 49	73	21 → 27 → 33 → 39 → 45
34	14 → 20 → 19 → 11 →	74	14 → 20 → 26 → 25 → 24 → 16
35	40 → 39 → 31 → 23 → 15	75	35 → 42
36	26 → 32 → 39 → 45	76	25 → 19 → 12
37	46 → 45 → 37 → 43	77	4 → 5
38	13 → 20	78	8 → 16 → 24 → 32 → 40 → 34
39	5 → 11 → 10	79	24 → 32 → 33 → 41 → 49
40	32 → 31 → 23 → 15	80	34 → 26 → 20 → 13 → 7

Tabela 46 – Rotas de cada fluxo - origens e destinos quaisquer - última solução Pareto-ótima - primeira instância

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	22 → 30 → 38 → 32	41	1 → 9 → 17 → 25 → 33 → 41 → 49
2	3 → 11 → 5 → 13 → 7	42	31 → 39
3	34 → 33 → 39 → 31 → 30	43	37 → 30 → 22 → 15
4	26 → 34 → 41	44	27 → 19 → 11 → 10
5	16 → 24 → 32 → 40 → 47	45	23 → 31 → 32 → 40
6	28 → 20 → 12 → 11	46	45 → 38 → 30 → 22 → 16 → 9 → 2
7	25 → 19 → 27 → 21	47	1 → 2 → 10 → 11
8	31 → 37 → 44	48	27 → 33 → 25
9	34 → 26 → 25 → 31 → 37 → 43	49	20 → 26 → 25
10	14 → 20 → 19 → 25	50	12 → 18 → 17 → 16
11	43 → 37	51	17 → 18 → 12 → 13 → 7
12	32 → 26 → 20	52	47 → 39 → 32 → 25
13	25 → 19	53	14 → 21 → 27
14	3 → 9 → 16 → 22	54	8 → 16 → 24 → 32 → 33 → 34 → 42
15	7 → 13 → 19 → 25 → 31 → 38	55	1 → 2 → 3 → 11 → 19 → 27 → 34
16	35 → 27 → 26 → 18 → 17 → 23	56	2 → 10 → 18 → 26 → 33 → 40
17	43 → 36 → 29 → 22 → 16 → 9 → 2	57	17 → 9 → 8
18	39 → 32 → 26 → 19	58	28 → 34
19	5 → 4 → 10 → 16 → 22	59	13 → 21 → 28 → 34
20	43 → 37 → 45 → 46	60	36 → 29 → 23
21	14 → 13 → 5 → 11 → 3 → 9 → 8	61	17 → 16
22	22 → 23 → 24 → 18 → 19 → 13	62	18 → 24 → 23
23	30 → 38 → 46 → 40 → 41 → 35	63	31 → 24 → 17 → 10 → 2
24	25 → 17 → 10 → 3	64	15 → 23 → 31
25	41 → 40 → 32 → 24 → 16	65	25 → 32 → 39 → 47
26	2 → 9	66	25 → 18 → 10 → 3
27	10 → 18 → 26 → 33 → 40 → 47	67	46 → 39 → 33 → 27
28	49 → 41 → 33 → 25 → 17 → 9 → 15	68	29 → 37 → 45 → 39 → 40 → 34
29	41 → 33 → 32 → 24	69	48 → 41 → 35
30	9 → 17 → 24 → 31 → 39 → 47	70	30 → 24 → 18 → 19
31	20 → 26 → 18 → 10 → 2 → 1	71	44 → 37 → 29 → 23 → 17 → 11 → 3
32	47 → 39 → 31 → 24 → 16 → 8 → 1	72	17 → 11
33	5 → 12 → 20 → 27 → 35 → 42 → 49	73	21 → 27 → 33 → 39 → 45
34	14 → 6 → 5 → 11	74	14 → 20 → 19 → 11 → 10 → 16
35	40 → 32 → 31 → 23 → 15	75	35 → 42
36	26 → 32 → 39 → 45	76	25 → 18 → 12
37	46 → 45 → 37 → 43	77	4 → 5
38	13 → 20	78	8 → 16 → 17 → 25 → 26 → 34
39	5 → 4 → 10	79	24 → 25 → 33 → 41 → 49
40	32 → 31 → 23 → 15	80	34 → 26 → 20 → 14 → 7

Tabela 47 – Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - primeira solução Pareto-ótima - primeira instância

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	20 → 14	41	7 → 14
2	31 → 25 → 26 → 20 → 14	42	18 → 12 → 6 → 14
3	6 → 14	43	27 → 21 → 14
4	45 → 39 → 33 → 27 → 20 → 14	44	26 → 20 → 14
5	47 → 41 → 33 → 27 → 20 → 14	45	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14
6	36 → 30 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14	46	2 → 10 → 18 → 12 → 20 → 14
7	34 → 26 → 20 → 14	47	42 → 34 → 26 → 20 → 14
8	15 → 23 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	48	39 → 33 → 27 → 20 → 14
9	39 → 33 → 27 → 20 → 14	49	9 → 17 → 11 → 12 → 20 → 14
10	32 → 26 → 20 → 14	50	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14
11	45 → 39 → 33 → 27 → 20 → 14	51	29 → 30 → 31 → 32 → 26 → 20 → 14
12	4 → 12 → 13 → 14	52	10 → 18 → 19 → 20 → 14
13	3 → 11 → 19 → 20 → 14	53	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14
14	13 → 14	54	17 → 18 → 26 → 20 → 14
15	19 → 13 → 14	55	49 → 41 → 33 → 27 → 20 → 14
16	1 → 9 → 17 → 11 → 12 → 20 → 14	56	8 → 16 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14
17	37 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	57	8 → 16 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14
18	7 → 14	58	6 → 14
19	11 → 12 → 20 → 14	59	47 → 41 → 33 → 27 → 20 → 14
20	37 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	60	31 → 25 → 26 → 20 → 14
21	25 → 19 → 20 → 14	61	20 → 14
22	48 → 40 → 33 → 27 → 20 → 14	62	15 → 23 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14
23	17 → 18 → 26 → 20 → 14	63	18 → 12 → 6 → 14
24	49 → 41 → 33 → 27 → 20 → 14	64	31 → 25 → 26 → 20 → 14
25	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14	65	19 → 13 → 14
26	28 → 20 → 14	66	7 → 14
27	15 → 23 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	67	48 → 40 → 33 → 27 → 20 → 14
28	41 → 33 → 27 → 20 → 14	68	39 → 33 → 27 → 20 → 14
29	19 → 13 → 14	69	6 → 14
30	18 → 12 → 6 → 14	70	36 → 30 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14
31	45 → 39 → 33 → 27 → 20 → 14	71	12 → 20 → 14
32	38 → 32 → 26 → 20 → 14	72	5 → 6 → 14
33	11 → 12 → 20 → 14	73	26 → 20 → 14
34	4 → 12 → 13 → 14	74	25 → 19 → 20 → 14
35	27 → 21 → 14	75	33 → 26 → 20 → 14
36	20 → 14	76	34 → 26 → 20 → 14
37	30 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	77	43 → 37 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14
38	25 → 19 → 20 → 14	78	16 → 17 → 11 → 19 → 20 → 14
39	24 → 18 → 12 → 20 → 14	79	46 → 40 → 33 → 27 → 20 → 14
40	22 → 23 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14	80	15 → 23 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14

Tabela 48 – Rotas de cada fluxo - origens quaisquer e mesmos destinos - última solução Pareto-ótima - primeira instância

Fluxo	Nós percorridos	Fluxo	Nós percorridos
1	20 → 14	41	7 → 14
2	31 → 25 → 19 → 13 → 14	42	18 → 12 → 13 → 7 → 14
3	6 → 14	43	27 → 21 → 14
4	45 → 38 → 32 → 26 → 20 → 14	44	26 → 20 → 14
5	47 → 40 → 33 → 27 → 21 → 14	45	16 → 17 → 11 → 5 → 6 → 14
6	36 → 30 → 24 → 25 → 19 → 13 → 7 → 14	46	2 → 3 → 4 → 12 → 6 → 14
7	34 → 27 → 21 → 14	47	42 → 34 → 28 → 21 → 14
8	15 → 9 → 10 → 18 → 19 → 13 → 7 → 14	48	39 → 33 → 27 → 21 → 14
9	39 → 33 → 27 → 20 → 14	49	9 → 3 → 11 → 5 → 6 → 14
10	32 → 26 → 20 → 14	50	16 → 10 → 11 → 12 → 13 → 7 → 14
11	45 → 38 → 32 → 26 → 20 → 14	51	29 → 23 → 24 → 32 → 26 → 20 → 14
12	4 → 12 → 6 → 14	52	10 → 4 → 5 → 6 → 14
13	3 → 11 → 5 → 6 → 7 → 14	53	16 → 10 → 4 → 12 → 6 → 7 → 14
14	13 → 7 → 14	54	17 → 11 → 5 → 6 → 14
15	19 → 13 → 14	55	49 → 42 → 35 → 27 → 21 → 14
16	1 → 9 → 10 → 4 → 12 → 6 → 7 → 14	56	8 → 9 → 10 → 4 → 5 → 6 → 14
17	37 → 31 → 25 → 19 → 13 → 14	57	8 → 2 → 10 → 11 → 12 → 6 → 14
18	7 → 14	58	6 → 14
19	11 → 5 → 13 → 14	59	47 → 41 → 35 → 27 → 21 → 14
20	37 → 31 → 25 → 26 → 20 → 14	60	31 → 25 → 19 → 13 → 7 → 14
21	25 → 19 → 13 → 7 → 14	61	20 → 14
22	48 → 40 → 34 → 27 → 21 → 14	62	15 → 9 → 10 → 11 → 5 → 6 → 14
23	17 → 11 → 19 → 13 → 7 → 14	63	18 → 12 → 6 → 14
24	49 → 41 → 34 → 28 → 21 → 14	64	31 → 25 → 19 → 13 → 14
25	16 → 17 → 11 → 19 → 13 → 14	65	19 → 13 → 14
26	28 → 21 → 14	66	7 → 14
27	15 → 16 → 10 → 4 → 5 → 13 → 7 → 14	67	48 → 41 → 34 → 28 → 21 → 14
28	41 → 35 → 28 → 21 → 14	68	39 → 33 → 26 → 20 → 14
29	19 → 13 → 14	69	6 → 14
30	18 → 12 → 13 → 14	70	36 → 37 → 31 → 25 → 19 → 13 → 14
31	45 → 38 → 32 → 26 → 20 → 14	71	12 → 13 → 14
32	38 → 32 → 26 → 20 → 14	72	5 → 6 → 14
33	11 → 5 → 13 → 14	73	26 → 20 → 14
34	4 → 5 → 6 → 7 → 14	74	25 → 19 → 13 → 14
35	27 → 21 → 14	75	33 → 27 → 21 → 14
36	20 → 14	76	34 → 28 → 21 → 14
37	30 → 24 → 25 → 26 → 20 → 14	77	43 → 37 → 31 → 25 → 19 → 20 → 14
38	25 → 19 → 13 → 14	78	16 → 10 → 18 → 12 → 13 → 14
39	24 → 18 → 19 → 13 → 14	79	46 → 39 → 33 → 27 → 21 → 14
40	22 → 16 → 24 → 18 → 12 → 6 → 14	80	15 → 9 → 3 → 4 → 5 → 6 → 14

Apêndice 4 - Código do Controlador

```

1 from ryu.base import app_manager
2 from ryu.controller import ofp_event
3 from ryu.controller.handler import MAIN_DISPATCHER
4 from ryu.controller.handler import CONFIG_DISPATCHER
5 from ryu.controller.handler import set_ev_cls
6 from ryu.ofproto import ofproto_v1_3
7
8 # Criando as variaveis
9
10 switch_datapaths = {}
11 n = 0
12 switch_port_list = {}
13 switch_host_ip = {}
14 empty_port = {}
15
16 # Apontando os locais dos arquivos a serem utilizados
17 flow_path_list = open('m-dest/Instancia 1/ultima-pareto', 'r')
18 src_dst_list = open('m-dest/Instancia 1/fluxos', 'r')
19 topo_file = open('m-dest/rede', 'r')
20
21 n = int(topo_file.readline()) # Pegando o numero de nos da rede
22
23 for i in range(1, n + 1):
24     # criando um vetor de 1's
25     empty_port[i] = 1
26     # criando um vetor de listas
27     switch_port_list[i] = {}
28
29 # criando a lista de IPs com o respectivo numero do switch
30 for i in range(1, n + 1):
31     switch_host_ip[i] = '10,0,0,{}'.format(i)
32
33
34 class L2Switch(app_manager.RyuApp):
35     OFP_VERSIONS = [ofproto_v1_3.OFP_VERSION]
36
37     def __init__(self, *args, **kwargs):
38         super(L2Switch, self).__init__(*args, **kwargs)
39
40     @set_ev_cls(ofp_event.EventOFPSwitchFeatures, CONFIG_DISPATCHER)
41     def switch_features_handler(self, ev):
42         msg = ev.msg
43         alg = Algorithms(self)

```

```
44
45     self.logger.debug('OFPSwitchFeatures received: '
46                       'datapath_id=0x%016x n_buffers=%d '
47                       'n_tables=%d auxiliary_id=%d '
48                       'capabilities=0x%08x',
49                       msg.datapath_id, msg.n_buffers, msg.n_tables,
50                       msg.auxiliary_id, msg.capabilities)
51
52     switch_datapaths[msg.datapath_id] = msg.datapath
53
54     if len(switch_datapaths) == n:
55         while True:
56             line = topo_file.readline()
57             if not line:
58                 break
59
60             nxt = topo_file.readline()
61
62             l = int(line)
63             m = int(nxt)
64
65             if l < m:
66                 switch_port_list[l][m] = empty_port[l]
67                 switch_port_list[m][l] = empty_port[m]
68
69                 empty_port[l] = empty_port[l] + 1
70                 empty_port[m] = empty_port[m] + 1
71
72             for i in range(1, n + 1):
73                 switch_port_list[i][i] = empty_port[i]
74
75         alg.set_rules()      # cria as regras
76
77     # Funcao para criar uma regra
78     @set_ev_cls(ofp_event.EventOFPPacketIn, MAIN_DISPATCHER)
79     def send_flow_mod(self, datapath, porta_final,
80                      ip_destino, tcp_port, type):
81         ofp = datapath.ofproto
82         ofp_parser = datapath.ofproto_parser
83
84         cookie = cookie_mask = 0
85         table_id = 0
86         idle_timeout = hard_timeout = 0
87         priority = 1
88         buffer_id = ofp.OFP_NO_BUFFER
89
90         if type == 1:      # destino
```

```
91         match = ofp_parser.OFPMatch(eth_type=0x0800,
92                                     ipv4_dst=ip_destino,
93                                     ip_proto=6, tcp_dst=tcp_port)
94         actions = [ofp_parser.OFPActionOutput(porta_final)]
95         inst = [ofp_parser.OFPInstructionActions(
96                 ofp.OFPIT_APPLY_ACTIONS,
97                 actions)]
98         req = ofp_parser.OFPFlowMod(datapath, cookie, cookie_mask,
99                                     table_id, ofp.OFPFC_ADD,
100                                     idle_timeout, hard_timeout,
101                                     priority, buffer_id,
102                                     ofp.OFPP_ANY, ofp.OFPG_ANY,
103                                     ofp.OFPFF_SEND_FLOW_REM,
104                                     match, inst)
105         datapath.send_msg(req)
106
107     if type == 2: # origem
108         match = ofp_parser.OFPMatch(eth_type=0x0800,
109                                     ipv4_dst=ip_destino,
110                                     ip_proto=6, tcp_src=tcp_port)
111         actions = [ofp_parser.OFPActionOutput(porta_final)]
112         inst = [ofp_parser.OFPInstructionActions(
113                 ofp.OFPIT_APPLY_ACTIONS,
114                 actions)]
115         req = ofp_parser.OFPFlowMod(datapath, cookie, cookie_mask,
116                                     table_id, ofp.OFPFC_ADD,
117                                     idle_timeout, hard_timeout,
118                                     priority, buffer_id,
119                                     ofp.OFPP_ANY, ofp.OFPG_ANY,
120                                     ofp.OFPFF_SEND_FLOW_REM,
121                                     match, inst)
122         datapath.send_msg(req)
123
124
125     class Algorithms:
126
127         def __init__(self, ryu_manager):
128
129             self.ryu_manager = ryu_manager
130
131         def set_rules(self):
132
133             l2 = L2Switch(self)
134
135             global switch_port_list
136
137             while True:
```

```
138         line = src_dst_list.readline()
139         if not line:
140             break
141
142         nxt = src_dst_list.readline()
143
144         nxt_nxt = src_dst_list.readline()
145
146         flow_number = int(line)
147
148         src_node = int(nxt)
149         dst_node = int(nxt_nxt)
150
151         l2, send_flow_mod(switch_datapaths[src_node],
152                           switch_port_list[src_node][src_node],
153                           switch_host_ip[src_node],
154                           flow_number, 1)
155
156         l2, send_flow_mod(switch_datapaths[dst_node],
157                           switch_port_list[dst_node][dst_node],
158                           switch_host_ip[dst_node],
159                           flow_number, 2)
160
161     flag = 1
162
163     src_dst_list.seek(0)
164
165     while True:
166         line = flow_path_list.readline()
167         if not line:
168             break
169
170         nxt = flow_path_list.readline()
171         nxt_nxt = flow_path_list.readline()
172
173         flow_number = int(line)
174         from_node = int(nxt)
175         to_node = int(nxt_nxt)
176
177         if flow_number == flag:
178             line2 = src_dst_list.readline()
179
180             nxt1 = src_dst_list.readline()
181             nxt_nxt1 = src_dst_list.readline()
182
183             src_node = int(nxt1)
184             dst_node = int(nxt_nxt1)
```

```
185
186         flag = flag + 1
187
188         l2,send_flow_mod(switch_datapaths[from_node],
189                         switch_port_list[from_node][to_node],
190                         switch_host_ip[dst_node],
191                         flow_number, 2)
192         l2,send_flow_mod(switch_datapaths[to_node],
193                         switch_port_list[to_node][from_node],
194                         switch_host_ip[src_node],
195                         flow_number, 1)
196
197     # termina de setar as regras
198
199     flow_path_list.close()
200     src_dst_list.close()
201     topo_file.close()
```

Código 4.1 – Código do controlador

```
1 from mininet.topo import Topo
2 from mininet.net import Mininet
3 from mininet.link import TCLink
4 from mininet.log import setLogLevel
5 from mininet.node import Controller, RemoteController
6 from functools import partial
7 from mininet.node import OVSSwitch
8 from mininet.node import Controller
9 from os import environ
10
11
12 RYUDIR = environ['HOME'] + '/mininet'
13
14
15 class RYU(Controller):
16
17     def __init__(self, name, cdir=RYUDIR,
18                 command='ryu-manager dijkstra_controller.py',
19                 cargs=('openflow.of_13 --port=%s '
20                     'forwarding.l2_learning'),
21                 **kwargs):
22         Controller.__init__(self, name, cdir=cdir,
23                             command=command,
24                             cargs=cargs, **kwargs)
25
26
27 controllers = {'ryu': RYU}
28
```

```
29
30 class MyTopo(Topo):
31
32     # monta a rede com base no arquivo
33     def build(self):
34
35         # abrindo o arquivo com a topologia
36         topo_file = open('d-dest/rede', 'r')
37         # links_file = open('links_quality.txt', 'r')
38
39         n = topo_file.readline()
40
41         switch = []
42
43         m = int(n)
44
45         for i in range(0, m):
46             switch.append(self.addSwitch('s' + str(i + 1)))
47
48         while True:
49             line = topo_file.readline()
50             if not line:
51                 break
52
53             nxt_line = topo_file.readline()
54
55             i = int(line)
56             j = int(nxt_line)
57
58             if (i - 1) < (j - 1):
59                 # adiciona os links entre os switches
60                 self.addLink(switch[i - 1],
61                             switch[j - 1],
62                             bw=1,
63                             cls=TCLink,
64                             delay="0,1ms")
65
66         for h in range(m):
67             # adiciona um host em cada switch
68             host = self.addHost('h%s' % (h + 1))
69             self.addLink(host, switch[h])
70
71         topo_file.close()
72         # links_file.close()
73
74
75 # executa o roteamento dos fluxos
```

```
76 def runMyTopo():
77     src_dst_list = open('m-dest/Instancia 1/fluxos', 'r')
78
79     topo = MyTopo()
80
81     switch = partial(OVSSwitch, protocols='OpenFlow13')
82
83     net = Mininet(topo=topo, switch=switch,
84                   controller=lambda name: RemoteController(
85                       name, ip='127.0.0.1:2358'),
86                   autoSetMacs=True, autoStaticArp=True)
87
88     net.start()      # inicia a rede
89
90     # executa o iperf
91     for i in range(1, 81):
92         flow_number = src_dst_list.readline()
93         src_number = src_dst_list.readline()
94         dst_number = src_dst_list.readline()
95
96         flow = int(flow_number)
97         src = int(src_number)
98         dst = int(dst_number)
99
100        h1 = net.hosts[src - 1]
101        h2 = net.hosts[dst - 1]
102
103        h1.cmd('iperf -s -p {} &'.format(str(flow), str(flow)))
104        h2.cmd(
105            'iperf -c 10,0,0,{} -p {} -i 1 >
106            iperfs/m-dest/inst_1/ultima{}.txt'
107            .format(str(src), str(flow), str(flow)))
108
109    # CLI(net)
110
111    # executa o ping entre os switches
112
113    # script = open("script.sh", "w")
114    #
115    # for j in range(0, len(fluxos), 3):
116    #     num_arquivo = fluxos[j]
117    #     s1 = fluxos[j + 1]
118    #     s2 = fluxos[j + 2]
119    #
120    #     script.write("s{} ping -c 10 s{} >
121    #                 saida{}.txt\n".format(s1, s2, num_arquivo))
122    # script.close()
```

```
123     #
124     # CLI(net, script="script.sh")
125     net.stop()
126
127
128 if __name__ == '__main__':
129     # This runs if this file is executed directly
130     setLogLevel('info')
131     runMyTopo()
132
133 topos = {'mytopo': MyTopo}
```

Código 4.2 – Código da topologia

Apêndice 5 - Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer

Tabela 49 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- primeira instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,18	2,75	41	2,20	3,12
2	2,19	2,75	42	2,20	2,88
3	2,17	2,75	43	2,20	2,88
4	2,16	2,75	44	2,20	2,88
5	2,19	2,88	45	2,18	2,75
6	2,19	3,12	46	2,19	2,75
7	2,17	2,75	47	2,19	3,12
8	2,17	2,75	48	2,20	2,88
9	2,19	2,75	49	2,19	2,88
10	2,19	2,75	50	2,09	2,50
11	2,19	3,12	51	2,19	3,12
12	2,19	2,75	52	0,89	1,12
13	2,20	2,88	53	2,20	2,88
14	2,19	2,75	54	2,20	2,88
15	2,19	3,12	55	2,19	3,12
16	2,19	2,75	56	2,14	2,75
17	2,20	2,88	57	2,20	2,88
18	2,17	2,75	58	2,20	2,88
19	2,20	2,88	59	2,19	3,12
20	2,19	2,75	60	2,19	3,12
21	2,11	2,75	61	2,13	2,88
22	0,92	1,12	62	2,19	3,12
23	2,18	2,75	63	2,14	2,75
24	2,16	2,75	64	2,20	2,88
25	2,19	3,12	65	2,17	2,75
26	2,17	2,75	66	2,20	2,88
27	2,19	2,75	67	2,19	2,75
28	2,18	2,75	68	2,17	2,75
29	2,19	3,12	69	0,89	1,12

30	2,19	3,12	70	2,20	2,88
31	2,18	2,75	71	2,19	2,75
32	2,20	2,88	72	2,17	2,75
33	2,20	2,88	73	2,14	2,75
34	2,19	2,75	74	2,20	2,88
35	2,19	3,12	75	2,20	2,88
36	2,17	2,75	76	2,14	2,75
37	2,21	3,00	77	0,89	1,12
38	2,20	2,88	78	2,18	2,75
39	2,18	2,75	79	2,19	3,12
40	2,18	2,88	80	2,14	2,75

Tabela 50 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer -primeira instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	3,12	2,19	41	3,12	2,19
2	3,12	2,19	42	2,88	2,20
3	2,88	2,20	43	3,12	2,22
4	2,75	2,16	44	0,26	0,19
5	3,12	2,19	45	2,75	2,17
6	2,88	2,19	46	2,75	2,17
7	3,12	2,19	47	2,88	2,20
8	3,12	2,19	48	3,12	2,19
9	2,88	2,19	49	2,88	2,20
10	2,75	2,17	50	1,12	891
11	3,12	2,19	51	2,88	2,20
12	2,75	2,19	52	2,75	2,14
13	2,88	2,20	53	2,88	2,20
14	3,12	2,19	54	2,75	2,14
15	2,88	2,20	55	2,88	2,20
16	2,88	2,20	56	2,88	2,20
17	2,88	2,19	57	1,12	0,92
18	2,75	2,17	58	2,75	2,18
19	2,88	2,20	59	2,75	2,18
20	3,12	2,20	60	2,75	2,17
21	1,12	0,88	61	2,75	2,16
22	2,75	2,17	62	3,12	2,19

23	3,12	2,19	63	2,75	2,17
24	2,75	2,18	64	2,88	2,20
25	3,12	2,19	65	2,88	2,20
26	3,12	2,19	66	3,00	2,21
27	2,88	2,20	67	2,75	2,19
28	2,88	2,20	68	3,12	2,19
29	2,88	2,20	69	3,12	2,19
30	3,12	2,19	70	3,12	2,19
31	2,75	2,19	71	2,88	2,20
32	3,12	2,19	72	2,88	2,20
33	3,12	2,19	73	2,50	2,09
34	2,75	2,17	74	2,75	2,14
35	3,12	2,19	75	2,88	2,20
36	2,88	2,20	76	2,88	2,20
37	3,12	2,19	77	2,75	2,09
38	2,75	2,18	78	3,12	2,19
39	3,12	2,19	79	2,88	2,20
40	3,12	2,19	80	2,75	2,18

Tabela 51 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	3,12	2,19
2	2,88	2,19	42	2,75	2,17
3	2,75	2,19	43	2,75	2,18
4	3,00	2,10	44	2,38	1,86
5	2,88	2,20	45	2,88	2,20
6	3,12	2,19	46	3,00	2,21
7	3,12	2,19	47	2,88	2,19
8	3,12	2,19	48	2,88	2,20
9	2,88	2,20	49	3,12	2,22
10	2,75	2,18	50	2,88	2,20
11	0,26	0,20	51	3,12	2,22
12	2,75	2,17	52	3,12	2,19
13	2,88	2,19	53	2,75	2,09
14	2,75	2,19	54	2,75	2,19
15	2,75	2,19	55	2,75	2,14

16	2,75	2,18	56	3,12	2,19
17	2,38	1,81	57	2,88	2,20
18	2,75	2,18	58	2,50	2,10
19	2,75	2,14	59	3,12	2,19
20	2,75	2,19	60	3,12	2,19
21	3,12	2,19	61	2,88	2,20
22	2,88	2,20	62	2,88	2,20
23	2,75	2,18	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	2,88	2,20
25	2,62	2,11	65	2,75	2,18
26	2,75	2,17	66	3,12	2,19
27	2,75	2,18	67	2,75	2,17
28	2,75	2,18	68	2,75	2,17
29	2,75	2,18	69	3,00	2,21
30	3,12	2,19	70	2,88	2,20
31	2,88	2,20	71	2,75	2,18
32	2,88	2,20	72	3,12	2,19
33	2,75	2,19	73	2,75	2,11
34	1,12	0,89	74	2,88	2,20
35	3,12	2,19	75	2,75	2,19
36	2,75	2,17	76	3,12	2,19
37	3,12	2,19	77	3,12	2,19
38	2,88	2,20	78	3,12	2,19
39	2,75	2,16	79	3,12	2,19
40	2,88	2,20	80	2,88	2,20

Tabela 52 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,14	41	2,75	2,17
2	2,88	2,20	42	2,75	2,17
3	3,12	2,19	43	0,26	0,20
4	2,88	2,19	44	2,88	2,20
5	2,88	2,20	45	2,88	2,20
6	3,12	2,19	46	2,88	2,20
7	2,75	2,11	47	2,88	2,19
8	3,12	2,19	48	2,88	2,20

9	2,88	2,20	49	2,88	2,20
10	2,88	2,20	50	2,88	2,20
11	2,75	2,17	51	2,88	2,20
12	3,12	2,19	52	3,12	2,19
13	3,12	2,19	53	2,88	2,20
14	2,88	2,20	54	2,88	2,20
15	2,88	2,19	55	2,75	2,17
16	3,12	2,19	56	3,12	2,19
17	2,25	1,87	57	2,88	2,20
18	3,12	2,19	58	3,12	2,19
19	3,12	2,19	59	3,12	2,19
20	2,88	2,20	60	3,12	2,19
21	3,12	2,19	61	3,12	2,19
22	3,12	2,19	62	2,88	2,20
23	2,88	2,20	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	2,88	2,19	65	2,88	2,20
26	3,12	2,19	66	3,12	2,19
27	2,88	2,20	67	3,12	2,19
28	2,88	2,20	68	3,12	2,19
29	2,75	2,14	69	3,12	2,19
30	3,12	2,19	70	3,12	2,22
31	2,88	2,20	71	3,12	2,19
32	2,88	2,20	72	3,12	2,19
33	3,12	2,19	73	2,88	2,20
34	2,75	2,17	74	3,00	2,21
35	3,12	2,19	75	3,12	2,19
36	3,12	2,19	76	3,12	2,19
37	3,12	2,19	77	2,88	2,19
38	2,88	2,20	78	3,12	2,16
39	3,12	2,20	79	2,50	2,10
40	2,88	2,20	80	2,88	2,19

Tabela 53 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- terceira instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	3,12	2,20
2	2,75	2,18	42	2,88	2,20
3	2,88	2,20	43	3,00	2,22
4	2,88	2,20	44	2,75	2,17
5	2,88	2,20	45	3,12	2,19
6	3,00	2,21	46	3,00	2,13
7	3,12	2,19	47	2,75	2,18
8	3,12	2,19	48	2,88	2,20
9	2,88	2,20	49	2,75	2,19
10	2,88	2,2	50	1,12	0,89
11	2,50	2,1	51	0,64	0,52
12	2,75	2,14	52	2,88	2,16
13	3,12	2,19	53	3,12	2,19
14	3,12	2,19	54	2,88	2,20
15	3,12	2,22	55	2,88	2,20
16	2,38	1,79	56	2,88	2,20
17	3,12	2,19	57	2,75	2,18
18	3,12	2,19	58	0,26	0,20
19	2,75	2,17	59	3,12	2,19
20	1,12	0,94	60	2,75	2,10
21	3,00	2,17	61	2,75	2,18
22	3,12	2,20	62	2,88	2,20
23	2,88	2,20	63	2,88	2,20
24	2,38	1,86	64	2,88	2,20
25	3,12	2,19	65	2,88	2,20
26	3,12	2,19	66	3,12	2,19
27	2,88	2,20	67	2,88	2,19
28	2,75	2,19	68	2,88	2,20
29	3,12	2,19	69	2,75	2,17
30	2,88	2,20	70	1,12	0,89
31	3,12	2,19	71	2,38	1,83
32	3,12	2,19	72	2,75	2,14
33	2,88	2,20	73	3,00	2,21
34	2,88	2,20	74	2,75	2,14
35	2,88	2,18	75	2,75	2,12

36	3,12	2,19	76	2,88	2,20
37	2,75	2,14	77	2,88	2,20
38	2,88	2,19	78	2,38	1,83
39	3,12	2,19	79	2,75	2,16
40	3,12	2,19	80	2,88	2,20

Tabela 54 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- terceira instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,19	41	3,12	2,19
2	3,12	2,19	42	2,88	2,20
3	2,88	2,20	43	3,12	2,19
4	2,88	2,20	44	3,12	2,19
5	2,88	2,20	45	3,12	2,19
6	2,88	2,20	46	2,75	2,14
7	3,12	2,19	47	2,88	2,20
8	3,12	2,19	48	3,12	2,19
9	2,88	2,20	49	3,12	2,19
10	2,88	2,20	50	3,12	2,19
11	2,75	2,19	51	3,00	2,09
12	2,88	2,20	52	2,88	2,20
13	2,75	2,14	53	2,75	2,17
14	3,12	2,19	54	2,88	2,20
15	2,88	2,20	55	2,75	2,19
16	2,88	2,20	56	3,12	2,19
17	2,75	2,14	57	2,88	2,20
18	3,12	2,19	58	0,26	0,19
19	3,12	2,19	59	3,12	2,19
20	3,12	2,19	60	2,75	2,11
21	3,12	2,19	61	2,88	2,20
22	2,75	2,16	62	2,88	2,20
23	3,12	2,19	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	3,12	2,19	65	2,88	2,20
26	3,12	2,19	66	2,75	2,12
27	3,12	2,22	67	3,12	2,19
28	3,12	2,19	68	2,75	2,18

29	3,12	2,19	69	3,12	2,19
30	2,88	2,20	70	2,75	2,17
31	2,75	2,17	71	3,12	2,19
32	3,12	2,19	72	3,12	2,19
33	2,88	2,20	73	0,26	0,18
34	2,88	2,16	74	3,12	2,19
35	3,12	2,19	75	3,00	2,21
36	2,75	2,19	76	3,12	2,19
37	3,12	2,19	77	2,75	2,14
38	2,75	2,16	78	2,50	1,88
39	3,12	2,19	79	3,12	2,19
40	3,12	2,19	80	2,75	2,19

Tabela 55 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,88	2,20	41	3,12	2,19
2	2,75	2,19	42	3,12	2,19
3	2,88	2,20	43	3,12	2,19
4	2,38	1,85	44	2,88	2,20
5	3,12	2,19	45	2,88	2,20
6	3,12	2,19	46	3,12	2,19
7	2,88	2,20	47	3,12	2,19
8	2,88	2,20	48	3,12	2,19
9	2,88	2,20	49	2,75	2,14
10	3,12	2,19	50	3,12	2,19
11	2,88	2,20	51	3,12	2,19
12	3,00	2,21	52	2,88	2,19
13	3,00	2,21	53	3,00	2,21
14	3,12	2,19	54	2,75	2,19
15	3,12	2,19	55	2,88	2,20
16	2,75	2,18	56	3,12	2,19
17	2,88	2,20	57	3,12	2,19
18	2,75	2,18	58	3,12	2,19
19	2,75	2,19	59	3,00	2,21
20	2,75	2,12	60	3,00	2,21
21	3,12	2,19	61	3,12	2,19

22	0,26	0,18	62	2,38	1,83
23	2,88	2,20	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	1,12	0,89	65	2,88	2,20
26	2,62	1,78	66	2,88	2,20
27	2,88	2,20	67	3,12	2,19
28	2,75	2,19	68	3,12	2,19
29	3,12	2,19	69	2,88	2,19
30	2,75	2,18	70	2,88	2,20
31	2,88	2,20	71	2,88	2,20
32	2,38	1,91	72	2,75	2,16
33	0,26	0,21	73	2,88	2,19
34	2,88	2,19	74	2,75	2,16
35	3,12	2,19	75	3,12	2,19
36	2,88	2,20	76	3,12	2,19
37	2,75	2,19	77	2,75	2,16
38	3,12	2,19	78	3,00	2,17
39	2,88	2,20	79	3,12	2,14
40	2,75	2,19	80	2,88	2,20

Tabela 56 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	3,12	2,19
2	3,00	2,14	42	3,12	2,19
3	1,12	0,90	43	2,50	1,81
4	3,12	2,19	44	2,12	1,72
5	3,12	2,19	45	2,88	2,20
6	3,12	2,19	46	3,12	2,19
7	3,12	2,22	47	3,12	2,19
8	3,12	2,19	48	3,12	2,19
9	2,88	2,19	49	3,12	2,19
10	2,88	2,2	50	3,12	2,19
11	3,12	2,19	51	3,00	2,21
12	2,75	2,14	52	3,12	2,19
13	2,88	2,20	53	2,75	2,18
14	3,12	2,19	54	3,12	2,19

15	2,88	2,19	55	2,88	2,20
16	2,75	2,19	56	3,12	2,19
17	2,88	2,20	57	3,12	2,19
18	2,75	2,17	58	2,75	2,17
19	3,00	2,09	59	0,26	0,20
20	2,62	2,12	60	2,88	2,20
21	3,12	2,19	61	3,12	2,19
22	3,12	2,19	62	2,62	1,91
23	2,75	2,14	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	2,75	2,16
25	3,12	2,19	65	3,12	2,19
26	2,88	2,20	66	2,88	2,20
27	2,88	2,19	67	3,12	2,19
28	2,88	2,20	68	3,12	2,19
29	3,12	2,19	69	3,12	2,19
30	2,75	2,17	70	2,50	1,88
31	1,88	1,52	71	2,88	2,20
32	2,88	2,20	72	2,62	2,10
33	3,12	2,19	73	3,12	2,19
34	2,88	2,19	74	2,75	2,17
35	3,12	2,19	75	3,12	2,20
36	2,88	2,20	76	0,26	0,18
37	3,12	2,19	77	2,75	2,04
38	2,88	2,20	78	3,12	2,19
39	2,75	2,17	79	3,00	2,09
40	3,12	2,19	80	2,88	2,20

Tabela 57 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	2,88	2,20
2	2,88	2,20	42	3,12	2,19
3	2,50	2,09	43	2,75	2,18
4	2,75	2,11	44	2,50	2,10
5	2,88	2,19	45	2,88	2,19
6	2,75	2,18	46	1,12	0,89
7	2,88	2,20	47	2,88	2,20

8	2,88	2,20	48	2,88	2,19
9	3,12	2,19	49	3,12	2,19
10	2,88	2,20	50	2,88	2,20
11	2,88	2,20	51	2,75	2,19
12	2,88	2,20	52	3,12	2,19
13	2,75	2,17	53	2,75	2,17
14	2,88	2,19	54	2,88	2,20
15	3,12	2,19	55	3,12	2,19
16	2,88	2,20	56	3,12	2,19
17	2,75	2,17	57	2,88	2,20
18	2,88	2,20	58	2,88	2,20
19	2,88	2,20	59	3,12	2,19
20	3,12	2,19	60	2,75	2,18
21	3,12	2,19	61	2,88	2,20
22	2,75	2,16	62	3,12	2,19
23	3,12	2,19	63	3,12	2,19
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	3,12	2,19	65	2,88	2,20
26	2,88	2,20	66	3,12	2,19
27	3,12	2,19	67	2,75	2,11
28	3,12	2,19	68	2,75	2,16
29	3,12	2,19	69	1,38	0,86
30	3,12	2,19	70	3,12	2,19
31	2,75	2,17	71	2,88	2,20
32	3,12	2,19	72	3,12	2,19
33	2,88	2,20	73	3,12	2,19
34	2,75	2,17	74	2,88	2,20
35	3,12	2,19	75	2,75	2,19
36	2,75	2,19	76	3,12	2,19
37	3,00	2,10	77	3,12	2,22
38	2,88	2,19	78	3,12	2,19
39	2,88	2,20	79	3,12	2,19
40	2,75	2,17	80	2,75	2,19

Tabela 58 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- quinta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,14	41	2,88	2,20
2	3,12	2,22	42	3,12	2,19
3	3,12	2,19	43	3,12	2,19
4	0,26	0,17	44	3,12	2,19
5	2,75	2,19	45	2,88	2,20
6	3,12	2,19	46	3,12	2,19
7	2,88	2,20	47	2,88	2,20
8	2,88	2,20	48	2,88	2,20
9	2,75	2,15	49	2,75	2,14
10	2,88	2,20	50	3,12	2,19
11	2,88	2,20	51	2,75	2,17
12	3,12	2,19	52	3,12	2,19
13	3,12	2,19	53	2,88	2,20
14	2,88	2,20	54	2,88	2,20
15	3,12	2,19	55	2,75	2,18
16	2,88	2,20	56	3,12	2,19
17	2,75	2,17	57	2,88	2,20
18	2,75	2,14	58	2,88	2,20
19	2,88	2,20	59	3,12	2,19
20	3,00	2,09	60	3,00	2,21
21	2,88	2,20	61	2,88	2,20
22	2,75	2,14	62	3,12	2,19
23	3,12	2,19	63	3,12	2,19
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	2,88	2,19	65	2,75	2,16
26	2,88	2,20	66	3,12	2,19
27	3,12	2,19	67	2,88	2,20
28	3,12	2,19	68	2,75	2,16
29	3,12	2,19	69	3,12	2,19
30	3,12	2,16	70	3,12	2,19
31	2,75	2,17	71	3,12	2,19
32	2,88	2,20	72	2,75	2,16
33	2,88	2,20	73	3,12	2,19
34	3,12	2,19	74	3,00	2,21
35	3,12	2,19	75	3,12	2,19

36	2,75	2,17	76	2,88	2,20
37	2,75	2,14	77	2,88	2,20
38	2,88	2,20	78	2,75	2,17
39	2,88	2,20	79	3,12	2,19
40	2,75	2,17	80	3,12	2,19

Tabela 59 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- sexta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	2,88	2,20
2	2,38	1,79	42	3,12	2,19
3	2,88	2,20	43	3,12	2,19
4	3,12	2,19	44	0,26	0,18
5	2,88	2,20	45	3,12	2,16
6	3,12	2,19	46	3,12	2,19
7	2,75	2,11	47	2,88	2,20
8	2,75	2,19	48	2,88	2,19
9	2,88	2,20	49	2,75	2,17
10	2,88	2,19	50	3,12	2,19
11	0,26	0,19	51	3,12	2,19
12	2,75	2,12	52	3,12	2,19
13	2,88	2,20	53	3,12	2,19
14	3,12	2,19	54	2,88	2,20
15	3,12	2,19	55	2,88	2,20
16	3,12	2,19	56	2,88	2,20
17	1,12	0,89	57	3,12	2,19
18	3,12	2,19	58	3,12	2,19
19	2,88	2,20	59	3,00	2,21
20	2,00	1,60	60	3,12	2,19
21	2,75	2,19	61	2,75	2,14
22	3,12	2,19	62	2,75	2,16
23	3,12	2,19	63	2,88	2,20
24	2,88	2,20	64	2,75	2,17
25	3,00	2,13	65	2,88	2,20
26	3,12	2,19	66	2,12	1,75
27	3,12	2,19	67	2,88	2,20
28	3,12	2,19	68	2,75	2,17

29	3,12	2,19	69	2,88	2,20
30	2,88	2,20	70	3,12	2,19
31	2,75	2,17	71	3,12	2,19
32	3,12	2,19	72	3,12	2,16
33	3,12	2,19	73	3,12	2,19
34	3,12	2,19	74	2,88	2,20
35	2,88	2,19	75	3,12	2,19
36	2,88	2,20	76	0,26	0,18
37	2,88	2,20	77	3,12	2,19
38	2,88	2,19	78	3,12	2,19
39	2,75	2,16	79	3,12	2,19
40	3,12	2,19	80	3,12	2,19

Tabela 60 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- sexta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,19	41	2,88	2,20
2	2,75	2,17	42	2,75	2,18
3	3,12	2,19	43	3,12	2,19
4	2,75	2,17	44	2,88	2,20
5	2,88	2,20	45	3,12	2,16
6	3,12	2,19	46	3,12	2,19
7	2,75	2,19	47	2,88	2,20
8	2,88	2,19	48	3,00	2,21
9	2,88	2,20	49	2,75	2,17
10	2,75	2,19	50	3,12	2,19
11	3,12	2,19	51	3,12	2,19
12	2,88	2,20	52	3,12	2,19
13	3,12	2,19	53	3,12	2,19
14	3,12	2,19	54	3,12	2,16
15	3,12	2,19	55	2,88	2,20
16	3,12	2,19	56	2,88	2,20
17	3,12	2,19	57	3,12	2,19
18	0,26	0,18	58	3,12	2,19
19	2,88	2,20	59	2,88	2,20
20	3,12	2,19	60	2,75	2,17
21	2,88	2,20	61	3,12	2,19

22	3,12	2,19	62	2,75	2,17
23	3,12	2,19	63	2,88	2,20
24	2,88	2,20	64	2,75	2,17
25	3,12	2,19	65	2,88	2,20
26	2,88	2,20	66	2,38	1,88
27	3,12	2,19	67	2,88	2,20
28	3,12	2,19	68	2,88	2,19
29	3,12	2,19	69	2,88	2,20
30	2,75	2,19	70	2,75	2,17
31	3,12	2,16	71	3,12	2,19
32	3,12	2,19	72	2,75	2,16
33	0,26	0,18	73	3,12	2,19
34	3,12	2,19	74	2,88	2,20
35	2,88	2,20	75	3,12	2,19
36	2,75	2,18	76	3,12	2,19
37	2,88	2,20	77	3,12	2,19
38	3,12	2,19	78	2,75	2,19
39	3,12	2,19	79	2,75	2,19
40	3,12	2,19	80	3,12	2,19

Tabela 61 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,88	2,20	41	3,12	2,19
2	2,75	2,17	42	2,75	2,14
3	2,75	2,12	43	2,88	2,20
4	3,12	2,19	44	2,88	2,19
5	3,12	2,19	45	2,88	2,20
6	2,50	1,88	46	2,88	2,20
7	2,88	2,19	47	3,12	2,19
8	2,75	2,18	48	2,75	2,17
9	2,88	2,20	49	2,75	2,11
10	3,12	2,19	50	3,12	2,22
11	1,12	0,89	51	3,12	2,19
12	2,75	2,14	52	3,12	2,19
13	2,88	2,20	53	2,88	2,20
14	2,88	2,19	54	3,00	2,21

15	2,88	2,20	55	2,88	2,20
16	3,12	2,19	56	2,88	2,20
17	2,88	2,20	57	3,12	2,19
18	3,12	2,19	58	2,75	2,18
19	2,88	2,20	59	3,12	2,19
20	2,88	2,20	60	3,12	2,19
21	3,12	2,19	61	3,12	2,19
22	3,12	2,19	62	2,88	2,20
23	2,75	2,19	63	2,88	2,20
24	2,88	2,19	64	3,12	2,19
25	2,88	2,19	65	3,12	2,19
26	3,12	2,19	66	2,88	2,20
27	2,88	2,20	67	3,12	2,19
28	3,12	2,19	68	2,88	2,19
29	0,26	0,18	69	3,12	2,19
30	2,88	2,20	70	3,12	2,19
31	3,12	2,19	71	1,12	0,89
32	2,88	2,19	72	3,12	2,19
33	2,88	2,20	73	0,26	0,18
34	0,26	0,20	74	2,88	2,16
35	3,12	2,19	75	2,88	2,20
36	3,12	2,19	76	3,12	2,19
37	2,88	2,20	77	3,12	2,19
38	3,12	2,19	78	3,12	2,19
39	2,88	2,20	79	2,38	1,80
40	2,75	2,18	80	2,88	2,20

Tabela 62 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,88	2,20	41	3,12	2,19
2	2,75	2,17	42	2,75	2,14
3	2,88	2,19	43	2,88	2,20
4	3,12	2,19	44	2,88	2,20
5	3,12	2,19	45	3,12	2,19
6	3,12	2,19	46	2,88	2,19
7	2,88	2,20	47	3,12	2,19

8	2,75	2,18	48	2,75	2,17
9	2,88	2,20	49	3,12	2,19
10	3,12	2,19	50	3,00	2,21
11	2,88	2,20	51	2,75	2,14
12	2,75	2,18	52	3,12	2,19
13	2,88	2,20	53	2,88	2,20
14	2,88	2,19	54	2,88	2,20
15	2,75	2,17	55	2,88	2,20
16	3,12	2,19	56	2,88	2,19
17	2,88	2,20	57	3,12	2,19
18	2,75	2,19	58	3,00	2,21
19	2,88	2,20	59	3,12	2,19
20	2,88	2,20	60	3,12	2,19
21	3,12	2,19	61	2,75	2,19
22	3,12	2,19	62	3,12	2,19
23	2,75	2,19	63	2,88	2,20
24	2,88	2,20	64	2,75	2,17
25	2,75	2,17	65	3,12	2,19
26	2,75	2,19	66	2,88	2,19
27	2,88	2,19	67	3,12	2,19
28	3,12	2,19	68	3,12	2,22
29	3,12	2,19	69	3,12	2,19
30	2,88	2,20	70	2,75	2,17
31	3,12	2,22	71	2,75	2,12
32	2,88	2,20	72	3,12	2,19
33	2,88	2,20	73	3,12	2,19
34	0,26	0,20	74	2,88	2,20
35	3,12	2,19	75	2,88	2,20
36	3,12	2,19	76	3,12	2,19
37	2,88	2,20	77	3,12	2,19
38	3,12	2,19	78	3,12	2,19
39	2,88	2,20	79	3,12	2,19
40	3,12	2,22	80	2,88	2,16

Tabela 63 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- oitava instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,88	2,20	41	2,12	1,75
2	2,88	2,20	42	2,75	2,17
3	3,12	2,22	43	3,12	2,19
4	3,12	2,19	44	2,75	2,16
5	2,75	2,19	45	3,12	2,19
6	2,88	2,20	46	3,12	2,19
7	3,12	2,22	47	0,26	0,18
8	2,88	2,20	48	2,88	2,20
9	2,88	2,20	49	2,75	2,14
10	2,75	2,19	50	2,75	2,18
11	2,88	2,20	51	2,88	2,20
12	2,75	2,18	52	3,12	2,19
13	2,75	2,17	53	3,12	2,19
14	3,12	2,19	54	2,50	2,10
15	3,12	2,19	55	3,12	2,19
16	3,12	2,19	56	2,88	2,20
17	2,88	2,20	57	3,12	2,19
18	3,12	2,19	58	3,12	2,19
19	2,88	2,19	59	2,38	1,79
20	2,88	2,20	60	3,12	2,19
21	3,12	2,19	61	2,75	2,16
22	2,75	2,16	62	2,88	2,20
23	2,75	2,18	63	3,12	2,19
24	2,88	2,19	64	2,75	2,17
25	3,12	2,19	65	3,12	2,19
26	2,88	2,20	66	3,12	2,19
27	2,88	2,20	67	0,26	0,19
28	3,12	2,19	68	3,12	2,19
29	2,75	2,17	69	3,12	2,19
30	1,88	1,53	70	3,12	2,19
31	2,75	2,14	71	3,12	2,19
32	3,00	2,21	72	2,88	2,20
33	3,12	2,19	73	3,12	2,19
34	2,88	2,20	74	3,12	2,19
35	2,88	2,20	75	2,75	2,16

36	3,12	2,19	76	2,75	2,19
37	3,12	2,19	77	2,75	2,11
38	3,12	2,19	78	2,88	2,20
39	3,12	2,19	79	3,12	2,19
40	2,88	2,20	80	3,12	2,19

Tabela 64 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- oitava instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,88	2,20	41	2,88	2,20
2	2,88	2,20	42	2,75	2,17
3	2,88	2,20	43	2,75	2,17
4	3,12	2,19	44	2,38	1,87
5	3,12	2,19	45	2,88	2,20
6	2,88	2,20	46	2,75	2,16
7	2,88	2,20	47	0,26	0,20
8	2,88	2,20	48	3,12	2,22
9	2,88	2,20	49	3,00	2,21
10	2,75	2,15	50	3,12	2,19
11	2,88	2,20	51	2,88	2,20
12	2,75	2,19	52	2,88	2,20
13	2,75	2,17	53	2,75	2,19
14	3,12	2,19	54	3,12	2,19
15	3,12	2,19	55	3,12	2,19
16	2,75	2,11	56	3,12	2,19
17	2,88	2,19	57	3,12	2,19
18	2,75	2,17	58	2,88	2,20
19	2,88	2,19	59	3,12	2,19
20	2,88	2,16	60	3,12	2,19
21	2,88	2,20	61	3,12	2,19
22	2,75	2,11	62	2,88	2,20
23	2,75	2,18	63	3,12	2,19
24	2,88	2,19	64	2,75	2,17
25	2,88	2,20	65	2,88	2,20
26	2,88	2,20	66	3,12	2,19
27	2,88	2,20	67	3,12	2,19
28	3,12	2,19	68	3,12	2,22

29	2,75	2,17	69	2,75	2,17
30	2,88	2,20	70	3,12	2,19
31	2,88	2,20	71	3,12	2,19
32	3,00	2,21	72	2,88	2,19
33	3,12	2,19	73	3,12	2,19
34	2,75	2,18	74	3,12	2,19
35	2,88	2,20	75	2,75	2,18
36	3,12	2,19	76	3,12	2,19
37	2,75	2,17	77	2,75	2,17
38	3,12	2,19	78	2,50	2,04
39	3,12	2,19	79	3,12	2,19
40	2,88	2,20	80	3,12	2,19

Tabela 65 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- nona instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	3,12	2,19	41	2,75	2,19
2	2,88	2,20	42	3,12	2,19
3	3,12	2,19	43	2,88	2,20
4	3,12	2,19	44	2,88	2,20
5	2,88	2,20	45	2,88	2,20
6	2,88	2,20	46	3,12	2,19
7	3,12	2,19	47	3,12	2,19
8	2,75	2,17	48	2,88	2,20
9	3,12	2,19	49	3,12	2,22
10	2,88	2,20	50	2,88	2,20
11	2,75	2,14	51	3,12	2,19
12	2,75	2,18	52	2,75	2,17
13	2,88	2,20	53	2,88	2,19
14	2,75	2,17	54	2,75	2,17
15	3,12	2,19	55	3,12	2,19
16	2,75	2,11	56	2,88	2,20
17	3,12	2,19	57	3,12	2,19
18	2,88	2,20	58	3,12	2,22
19	2,75	2,19	59	3,12	2,19
20	1,12	0,89	60	3,12	2,19
21	2,88	2,20	61	2,88	2,20

22	2,62	2,01	62	2,88	2,20
23	2,75	2,19	63	2,88	2,20
24	3,12	2,19	64	3,12	2,19
25	2,75	2,19	65	2,88	2,20
26	1,12	0,91	66	2,75	2,14
27	3,12	2,19	67	2,88	2,20
28	2,75	2,18	68	3,12	2,19
29	0,26	0,20	69	2,88	2,19
30	3,12	2,19	70	3,12	2,19
31	3,00	2,21	71	2,88	2,20
32	3,12	2,19	72	2,88	2,20
33	3,00	2,21	73	3,12	2,16
34	2,38	1,81	74	3,12	2,19
35	2,88	2,20	75	3,12	2,19
36	2,88	2,16	76	2,88	2,19
37	2,75	2,16	77	2,75	2,18
38	3,12	2,19	78	3,12	2,19
39	0,26	0,18	79	2,88	2,20
40	3,12	2,19	80	3,12	2,19

Tabela 66 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,18	41	2,88	2,20
2	2,75	2,19	42	3,12	2,19
3	3,12	2,19	43	2,88	2,20
4	2,88	2,13	44	2,88	2,20
5	2,88	2,20	45	2,88	2,20
6	2,88	2,20	46	2,75	2,17
7	3,12	2,19	47	2,75	2,14
8	2,75	2,19	48	2,88	2,20
9	3,00	2,10	49	2,88	2,20
10	3,12	2,19	50	2,88	2,20
11	2,12	1,75	51	2,75	2,19
12	2,75	2,18	52	3,12	2,19
13	2,88	2,19	53	2,88	2,20
14	2,88	2,20	54	3,12	2,16

15	3,12	2,16	55	3,12	2,19
16	2,88	2,20	56	2,88	2,19
17	3,12	2,19	57	3,12	2,19
18	3,12	2,19	58	2,88	2,20
19	3,12	2,19	59	3,12	2,19
20	0,26	0,18	60	3,12	2,19
21	2,88	2,20	61	2,88	2,20
22	2,88	2,20	62	2,88	2,20
23	2,75	2,18	63	2,88	2,20
24	2,88	2,20	64	3,12	2,19
25	3,12	2,19	65	3,12	2,19
26	1,38	0,85	66	3,12	2,19
27	3,12	2,19	67	2,88	2,20
28	3,12	2,19	68	3,12	2,19
29	3,12	2,19	69	2,88	2,20
30	2,75	2,17	70	3,12	2,19
31	2,88	2,20	71	2,75	2,14
32	3,12	2,19	72	3,12	2,19
33	2,88	2,20	73	2,75	2,17
34	2,75	2,18	74	2,75	2,14
35	2,88	2,20	75	2,38	1,88
36	3,12	2,19	76	0,77	0,51
37	3,12	2,19	77	3,12	2,19
38	3,12	2,19	78	3,12	2,19
39	3,00	2,09	79	2,88	2,20
40	3,12	2,19	80	3,12	2,19

Tabela 67 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,14
2	2,88	2,19	42	0,26	0,20
3	2,75	2,17	43	3,12	2,19
4	3,12	2,19	44	3,12	2,19
5	2,75	2,17	45	2,75	2,16
6	3,12	2,19	46	2,75	2,17
7	2,75	2,11	47	2,75	2,17

8	2,75	2,14	48	2,75	2,17
9	2,75	2,14	49	2,75	2,17
10	2,88	2,19	50	2,75	2,14
11	2,75	2,17	51	2,75	2,17
12	2,75	2,14	52	3,00	2,21
13	3,12	2,20	53	2,75	2,14
14	3,12	2,19	54	2,75	2,17
15	2,75	2,14	55	2,75	2,16
16	2,75	2,17	56	2,75	2,14
17	2,75	2,17	57	2,75	2,16
18	2,75	2,17	58	2,75	2,17
19	2,75	2,17	59	2,75	2,14
20	2,75	2,17	60	2,75	2,17
21	2,75	2,17	61	2,75	2,14
22	3,12	2,20	62	2,75	2,11
23	2,75	2,17	63	2,75	2,14
24	3,12	2,20	64	2,75	2,14
25	3,12	2,19	65	2,75	2,17
26	2,62	1,86	66	2,88	2,20
27	2,75	2,17	67	1,12	0,92
28	2,75	2,14	68	3,12	2,20
29	2,75	2,12	69	2,75	2,14
30	2,75	2,14	70	2,75	2,17
31	2,75	2,17	71	2,75	2,14
32	2,88	2,19	72	2,88	2,19
33	2,75	2,17	73	2,75	2,17
34	3,12	2,19	74	2,75	2,17
35	2,75	2,14	75	2,88	2,19
36	2,75	2,14	76	2,75	2,14
37	0,26	0,20	77	2,75	2,17
38	2,75	2,14	78	3,12	2,20
39	2,75	2,17	79	2,75	2,17
40	1,12	0,89	80	2,75	2,14

Tabela 68 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- décima instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,14	41	2,75	2,14
2	2,75	2,14	42	3,12	2,16
3	0,26	0,20	43	2,75	2,17
4	2,75	2,14	44	2,88	2,19
5	2,75	2,17	45	2,75	2,17
6	2,75	2,17	46	2,75	2,17
7	2,75	2,17	47	2,88	2,19
8	2,88	2,19	48	2,75	2,18
9	2,75	2,14	49	2,75	2,17
10	2,75	2,17	50	2,75	2,17
11	2,75	2,17	51	2,75	2,17
12	2,75	2,17	52	2,75	2,17
13	2,75	2,17	53	2,75	2,17
14	3,12	2,19	54	2,75	2,17
15	2,75	2,17	55	2,75	2,14
16	2,75	2,17	56	2,75	2,17
17	2,75	2,17	57	2,75	2,17
18	2,88	2,19	58	2,75	2,14
19	2,75	2,14	59	2,75	2,16
20	2,75	2,17	60	2,75	2,14
21	2,75	2,18	61	2,75	2,17
22	2,75	2,14	62	2,75	2,17
23	2,75	2,14	63	2,75	2,14
24	3,12	2,19	64	2,75	2,17
25	2,75	2,14	65	2,75	2,14
26	2,75	2,17	66	2,75	2,14
27	2,75	2,14	67	3,00	2,21
28	2,75	2,17	68	2,75	2,17
29	2,75	2,13	69	2,75	2,17
30	2,75	2,17	70	2,75	2,17
31	3,00	2,21	71	2,38	1,87
32	2,75	2,14	72	2,75	2,11
33	2,75	2,17	73	2,75	2,17
34	2,88	2,20	74	2,75	2,17
35	2,75	2,17	75	2,75	2,14

36	2,75	2,17	76	2,75	2,17
37	2,75	2,17	77	2,75	2,14
38	2,75	2,17	78	2,75	2,12
39	2,88	2,17	79	2,75	2,18
40	2,75	2,17	80	2,75	2,14

Apêndice 6 - Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino

Tabela 69 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino - primeira solução

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	3,12	2,19	41	0,26	0,20
2	2,75	1,98	42	2,75	2,17
3	1,88	1,51	43	0,26	0,20
4	3,25	2,24	44	0,26	0,20
5	0,26	0,19	45	2,75	2,17
6	2,75	2,14	46	2,75	2,17
7	2,50	2,09	47	0,26	0,20
8	2,75	1,98	48	0,26	194
9	0,26	0,18	49	2,75	2,17
10	2,75	2,17	50	2,75	1,98
11	2,75	1,98	51	2,75	2,14
12	0,77	0,62	52	0,26	0,20
13	0,26	0,19	53	2,75	2,14
14	0,26	0,20	54	2,75	1,98
15	2,75	2,14	55	2,75	2,17
16	2,50	2,09	56	0,26	0,19
17	2,75	1,98	57	3,12	2,20
18	0,26	0,19	58	2,75	2,14
19	2,75	1,98	59	0,26	0,19
20	2,75	2,17	60	0,26	0,19
21	0,26	0,19	61	2,75	2,16
22	2,75	2,17	62	0,77	0,62
23	2,88	2,19	63	2,75	1,98
24	0,26	0,19	64	0,26	0,19
25	2,75	1,98	65	2,75	1,98
26	2,75	2,14	66	2,75	2,14
27	2,75	1,98	67	0,26	0,19

28	2,75	2,17	68	0,26	0,19
29	3,12	2,20	69	0,26	0,17
30	2,75	1,98	70	0,26	0,19
31	2,75	1,95	71	0,26	0,19
32	2,75	1,98	72	2,75	1,98
33	2,75	1,98	73	0,26	0,20
34	3,12	2,19	74	0,26	0,19
35	2,75	2,14	75	0,26	0,21
36	0,26	0,19	76	2,62	2,15
37	0,26	0,20	77	2,75	1,95
38	2,75	1,98	78	2,75	2,14
39	2,75	1,98	79	2,75	2,17
40	2,50	2,09	80	0,26	0,19

Tabela 70 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens quaisquer e mesmo destino - última solução

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	0,26	0,20	41	2,75	2,14
2	2,75	2,17	42	2,75	1,98
3	0,26	0,18	43	2,75	2,17
4	0,26	0,21	44	2,88	2,19
5	2,88	2,19	45	3,12	2,20
6	2,75	2,14	46	2,75	2,14
7	2,75	2,14	47	2,75	2,14
8	2,75	2,14	48	0,26	0,21
9	2,75	2,16	49	0,26	0,20
10	2,88	2,19	50	2,75	2,14
11	2,75	2,16	51	2,75	2,17
12	0,26	0,18	52	3,12	2,19
13	2,75	2,17	53	2,88	2,19
14	2,75	2,17	54	3,12	2,19
15	2,75	2,17	55	2,88	2,19
16	2,75	2,14	56	2,75	2,14
17	3,12	2,19	57	2,75	2,17
18	2,75	2,17	58	2,75	2,17
19	2,75	1,98	59	3,12	2,19
20	2,75	1,93	60	2,50	1,93

21	2,75	2,14	61	2,75	2,16
22	0,26	0,19	62	3,12	2,19
23	2,75	2,17	63	2,88	2,19
24	2,75	2,14	64	3,12	2,19
25	2,75	2,14	65	2,75	2,14
26	2,75	2,14	66	2,62	2,15
27	2,75	2,14	67	2,75	2,14
28	0,26	0,21	68	2,75	2,16
29	0,26	0,20	69	2,75	2,16
30	0,26	0,21	70	2,75	2,17
31	0,26	0,18	71	1,12	0,92
32	2,75	2,17	72	2,75	2,17
33	2,75	2,14	73	2,75	2,16
34	2,75	2,16	74	3,12	2,19
35	2,75	2,17	75	2,75	2,17
36	2,75	2,16	76	3,12	2,19
37	2,75	2,14	77	2,75	2,18
38	2,75	2,14	78	0,26	0,19
39	0,26	0,21	79	2,75	2,16
40	2,50	1,94	80	0,26	0,20

Tabela 71 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - segunda instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	0,26	0,19	41	2,75	2,17
2	0,26	0,21	42	2,75	2,17
3	2,75	1,98	43	2,75	2,14
4	3,12	2,19	44	0,26	0,20
5	2,75	1,98	45	3,12	2,16
6	0,26	0,19	46	2,75	2,14
7	2,75	2,14	47	2,75	2,14
8	3,12	2,16	48	0,26	0,19
9	2,75	1,98	49	2,75	2,17
10	0,26	0,19	50	2,75	2,17
11	2,75	1,98	51	2,75	2,16
12	0,26	0,20	52	2,75	1,98
13	3,12	2,16	53	2,75	2,17

14	0,26	0,20	54	0,26	0,18
15	3,12	2,20	55	2,50	2,09
16	2,75	2,14	56	0,26	0,19
17	2,75	1,98	57	2,75	1,98
18	0,26	0,18	58	0,26	0,18
19	2,75	2,17	59	2,75	1,98
20	2,75	1,98	60	0,26	0,19
21	0,26	0,20	61	2,75	1,98
22	0,26	0,19	62	0,26	0,20
23	2,75	2,14	63	2,75	1,98
24	2,75	2,14	64	2,75	1,98
25	2,75	2,17	65	2,75	1,98
26	2,75	1,98	66	2,75	1,98
27	0,26	0,19	67	0,26	0,20
28	2,88	2,19	68	2,62	2,15
29	0,26	0,19	69	2,75	2,16
30	0,26	0,19	70	0,26	0,19
31	2,75	1,98	71	0,26	0,19
32	2,75	1,98	72	2,75	1,98
33	0,26	0,20	73	0,26	0,19
34	0,26	0,20	74	2,75	1,98
35	0,26	0,19	75	2,75	1,95
36	0,26	0,19	76	2,75	1,98
37	0,26	0,19	77	2,75	1,98
38	0,26	0,20	78	3,12	2,16
39	2,75	1,98	79	2,75	2,18
40	2,75	2,16	80	0,26	0,19

Tabela 72 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - terceira instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,50	2,10	41	2,75	2,17
2	2,75	2,14	42	2,50	2,09
3	2,75	2,17	43	0,26	0,20
4	2,62	2,15	44	0,26	0,20
5	2,75	2,17	45	0,26	0,20
6	0,26	0,21	46	2,75	2,14

7	0,26	0,20	47	3,00	2,21
8	2,88	2,19	48	2,50	2,09
9	2,88	2,15	49	0,77	0,61
10	2,75	2,16	50	3,12	2,19
11	2,75	2,14	51	2,88	2,19
12	2,75	2,17	52	2,75	2,17
13	2,50	2,10	53	2,75	1,98
14	2,75	2,14	54	0,77	0,61
15	2,75	1,98	55	2,75	2,14
16	0,26	0,20	56	2,75	2,14
17	0,26	0,20	57	2,75	2,17
18	0,26	0,19	58	2,75	2,14
19	2,75	2,17	59	2,75	1,98
20	2,62	2,15	60	2,75	2,17
21	2,75	2,16	61	2,75	2,17
22	2,75	2,14	62	2,75	1,98
23	3,12	2,19	63	2,75	2,14
24	2,62	2,15	64	0,26	0,20
25	0,26	0,20	65	2,75	2,18
26	2,75	2,14	66	2,88	2,19
27	2,75	2,16	67	2,75	2,17
28	2,75	2,17	68	0,26	0,18
29	2,50	2,10	69	2,50	2,10
30	2,75	1,98	70	2,75	2,18
31	0,26	0,20	71	3,12	2,19
32	2,75	2,17	72	2,75	2,16
33	0,26	0,18	73	2,75	2,14
34	2,50	2,10	74	1,88	1,51
35	3,25	2,24	75	3,12	2,19
36	0,26	0,20	76	2,88	2,20
37	2,75	2,14	77	0,26	0,20
38	0,77	0,61	78	2,75	2,17
39	2,75	2,16	79	2,75	2,16
40	2,75	2,17	80	2,75	2,16

Tabela 73 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- terceira instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	3,12	2,19
2	2,75	2,16	42	3,12	2,19
3	2,75	2,14	43	0,77	0,61
4	2,62	1,98	44	2,50	2,09
5	0,26	0,19	45	2,75	2,17
6	2,50	2,10	46	2,75	2,17
7	2,75	2,17	47	2,75	2,14
8	2,75	2,17	48	2,75	2,16
9	2,75	2,17	49	3,00	2,16
10	2,50	2,09	50	0,26	0,20
11	2,75	2,17	51	0,26	0,19
12	3,12	2,19	52	0,26	0,18
13	2,75	2,17	53	3,12	2,19
14	0,77	0,62	54	3,12	2,19
15	2,75	2,14	55	2,50	2,10
16	2,00	1,58	56	2,75	2,17
17	2,75	2,17	57	3,12	2,19
18	0,26	0,20	58	2,88	2,19
19	2,88	2,19	59	2,75	2,17
20	3,25	2,24	60	0,26	0,20
21	2,75	2,17	61	2,75	1,98
22	2,75	2,17	62	0,26	0,20
23	2,50	2,10	63	2,75	2,14
24	2,50	2,10	64	3,12	2,19
25	0,26	0,20	65	2,75	2,14
26	0,26	0,20	66	2,75	2,17
27	2,75	2,14	67	2,75	2,17
28	2,75	2,17	68	2,75	2,17
29	0,26	0,20	69	2,88	2,20
30	2,88	2,19	70	2,88	2,19
31	3,12	2,19	71	2,75	2,17
32	2,75	1,98	72	2,75	2,14
33	2,75	2,14	73	2,75	2,17
34	2,88	2,19	74	2,75	2,17
35	2,75	2,17	75	2,88	2,17

36	2,75	2,17	76	2,75	2,14
37	2,88	2,17	77	2,75	2,17
38	2,75	2,17	78	2,50	2,09
39	2,75	2,17	79	3,12	2,19
40	0,26	0,19	80	2,75	2,16

Tabela 74 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- quarta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	3,12	2,19
2	2,75	2,16	42	3,12	2,19
3	2,75	2,14	43	0,77	0,61
4	2,62	1,98	44	2,50	2,09
5	0,26	0,19	45	2,75	2,17
6	2,50	2,10	46	2,75	2,17
7	2,75	2,17	47	2,75	2,14
8	2,75	2,17	48	2,75	2,16
9	2,75	2,17	49	3,00	2,16
10	2,50	2,09	50	0,26	0,20
11	2,75	2,17	51	0,26	0,19
12	3,12	2,19	52	0,26	0,18
13	2,75	2,17	53	3,12	2,19
14	0,77	0,62	54	3,12	2,19
15	2,75	2,14	55	2,50	2,10
16	2,00	1,58	56	2,75	2,17
17	2,75	2,17	57	3,12	2,19
18	0,26	0,20	58	2,88	2,19
19	2,88	2,19	59	2,75	2,17
20	3,25	2,24	60	0,26	0,20
21	2,75	2,17	61	2,75	1,98
22	2,75	2,17	62	0,26	0,20
23	2,50	2,10	63	2,75	2,14
24	2,50	2,10	64	3,12	2,19
25	0,26	0,20	65	2,75	2,14
26	0,26	0,20	66	2,75	2,17
27	2,75	2,14	67	2,75	2,17
28	2,75	2,17	68	2,75	2,17

29	0,26	0,20	69	2,88	2,20
30	2,88	2,19	70	2,88	2,19
31	3,12	2,19	71	2,75	2,17
32	2,75	1,98	72	2,75	2,14
33	2,75	2,14	73	2,75	2,17
34	2,88	2,19	74	2,75	2,17
35	2,75	2,17	75	2,88	2,17
36	2,75	2,17	76	2,75	2,14
37	2,88	2,17	77	2,75	2,17
38	2,75	2,17	78	2,50	2,09
39	2,75	2,17	79	3,12	2,19
40	0,26	0,19	80	2,75	2,16

Tabela 75 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quarta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,14
2	0,26	0,20	42	2,75	2,17
3	2,75	2,14	43	2,75	2,14
4	0,26	0,18	44	2,75	2,14
5	2,75	2,17	45	0,26	0,18
6	2,75	2,17	46	2,75	2,16
7	2,88	2,19	47	2,75	2,14
8	2,75	2,17	48	2,88	2,19
9	2,75	2,17	49	2,75	2,17
10	2,88	2,19	50	3,00	2,21
11	2,75	2,17	51	2,75	2,16
12	2,75	2,17	52	0,26	0,20
13	2,50	1,90	53	2,75	2,17
14	2,75	2,17	54	2,75	2,17
15	2,75	2,14	55	2,75	2,14
16	2,75	2,14	56	2,75	2,16
17	2,75	2,16	57	2,75	2,17
18	2,75	2,17	58	2,75	2,17
19	0,26	0,19	59	2,75	2,14
20	2,75	2,17	60	2,75	2,14
21	3,12	2,19	61	2,50	2,09

22	2,75	2,17	62	2,88	2,19
23	2,75	2,17	63	2,75	2,17
24	2,75	2,16	64	2,75	2,17
25	2,75	2,14	65	2,75	2,14
26	2,75	2,14	66	2,75	2,19
27	2,75	2,14	67	2,75	2,16
28	2,75	2,17	68	2,75	2,14
29	2,88	2,19	69	2,75	2,17
30	2,75	2,17	70	2,88	2,19
31	2,75	2,14	71	2,75	2,14
32	2,75	2,17	72	1,12	0,91
33	2,75	2,14	73	2,75	2,17
34	3,12	2,19	74	2,62	2,15
35	2,75	2,17	75	2,75	2,14
36	2,75	2,17	76	2,75	2,17
37	2,75	2,17	77	3,12	2,19
38	2,88	2,20	78	2,75	2,16
39	2,75	2,14	79	0,26	0,20
40	3,12	2,19	80	2,75	2,17

Tabela 76 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,17
2	3,12	2,16	42	2,75	2,17
3	2,75	2,17	43	0,26	0,18
4	0,26	0,21	44	2,88	2,20
5	0,26	0,20	45	2,75	2,17
6	2,75	2,17	46	3,12	2,20
7	2,50	2,10	47	0,26	0,17
8	2,75	2,17	48	2,88	2,19
9	2,62	2,15	49	2,75	2,18
10	2,75	2,14	50	2,75	2,14
11	2,75	2,17	51	2,75	1,98
12	2,50	2,09	52	2,75	2,17
13	2,75	2,14	53	2,75	2,17
14	2,75	2,17	54	2,75	2,16

15	0,26	0,19	55	2,50	2,09
16	0,26	0,21	56	3,12	2,16
17	0,26	0,18	57	0,26	0,18
18	2,75	2,16	58	0,26	0,20
19	2,75	2,14	59	2,75	2,17
20	3,12	2,16	60	0,26	0,20
21	3,12	2,19	61	3,12	2,19
22	3,12	2,19	62	0,77	0,61
23	2,75	2,14	63	2,50	2,09
24	0,26	0,18	64	2,75	2,17
25	2,75	2,17	65	2,75	2,16
26	1,88	1,52	66	2,62	2,15
27	2,75	2,17	67	2,62	2,15
28	2,75	2,14	68	2,62	2,15
29	3,12	2,19	69	2,62	2,15
30	2,75	2,18	70	0,26	0,20
31	3,25	2,24	71	2,88	2,19
32	2,75	2,17	72	2,75	2,17
33	2,75	2,17	73	0,26	0,20
34	2,75	2,17	74	2,75	2,18
35	0,26	0,20	75	2,50	2,10
36	0,26	0,20	76	2,75	1,98
37	2,75	2,17	77	2,75	2,17
38	2,50	2,09	78	2,75	2,17
39	2,75	2,18	79	2,62	2,15
40	1,12	0,89	80	2,75	2,17

Tabela 77 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - quinta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,14	41	2,75	2,16
2	2,88	2,20	42	2,75	2,17
3	0,26	0,19	43	2,75	2,17
4	2,75	1,98	44	2,88	2,19
5	2,75	2,14	45	2,88	2,19
6	2,75	2,16	46	2,75	2,17
7	2,75	2,17	47	3,12	2,20

8	2,75	2,14	48	2,75	2,17
9	2,75	2,17	49	2,75	2,17
10	0,26	0,20	50	0,26	0,20
11	2,75	2,16	51	2,88	2,19
12	2,75	1,98	52	3,12	2,19
13	1,12	0,92	53	2,75	2,17
14	2,75	2,17	54	2,88	2,19
15	2,75	2,17	55	0,26	0,19
16	2,75	2,14	56	0,26	0,17
17	0,26	0,20	57	2,75	2,14
18	2,88	2,20	58	2,75	2,14
19	2,75	2,14	59	2,75	2,17
20	2,75	2,14	60	2,75	2,14
21	2,75	2,16	61	2,75	2,17
22	2,75	2,14	62	2,75	2,16
23	2,50	1,85	63	0,26	0,19
24	2,75	2,17	64	2,62	2,15
25	2,88	2,20	65	2,75	2,17
26	2,75	2,14	66	2,88	2,19
27	2,75	2,16	67	2,75	2,17
28	2,75	2,17	68	2,50	2,09
29	0,77	0,62	69	2,75	2,18
30	3,12	2,19	70	2,75	2,16
31	3,25	2,24	71	2,75	2,17
32	2,75	2,14	72	0,26	0,19
33	2,75	2,17	73	2,75	2,14
34	2,75	2,14	74	3,12	2,20
35	2,75	2,14	75	2,75	2,17
36	2,75	2,16	76	2,75	2,01
37	2,75	2,17	77	1,12	0,80
38	2,75	2,17	78	2,75	2,14
39	0,26	0,20	79	2,75	2,16
40	2,75	2,17	80	2,75	2,14

Tabela 78 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- sexta instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	0,26	0,20
2	0,26	0,18	42	2,75	1,98
3	2,75	2,14	43	2,75	2,14
4	0,26	0,20	44	0,26	0,20
5	1,88	1,51	45	2,75	2,16
6	2,75	2,16	46	2,75	2,14
7	3,12	2,19	47	2,75	1,98
8	2,88	2,17	48	3,12	2,19
9	2,75	2,16	49	3,12	2,19
10	3,12	2,16	50	0,26	0,20
11	0,26	0,19	51	0,26	0,20
12	2,75	2,14	52	2,75	2,14
13	2,50	2,09	53	2,75	2,14
14	2,50	2,09	54	0,77	0,62
15	2,75	2,14	55	2,75	2,17
16	0,26	0,17	56	2,75	2,17
17	0,26	0,20	57	2,50	2,09
18	2,75	2,14	58	2,75	2,18
19	2,75	2,18	59	0,26	0,20
20	2,75	2,17	60	0,77	0,61
21	2,75	2,16	61	0,26	0,20
22	2,75	2,16	62	2,50	2,09
23	2,75	2,14	63	3,25	2,24
24	2,75	1,98	64	3,00	2,21
25	2,75	2,14	65	2,50	2,10
26	2,50	2,09	66	2,75	2,17
27	0,26	0,20	67	3,25	2,24
28	0,26	0,18	68	3,12	2,19
29	0,26	0,18	69	2,75	2,14
30	0,26	0,18	70	3,12	2,16
31	0,26	0,20	71	2,75	1,98
32	0,26	0,19	72	2,88	2,19
33	2,75	2,17	73	3,12	2,19
34	0,26	0,19	74	2,75	2,14
35	2,50	2,09	75	2,75	2,16

36	2,50	2,10	76	3,12	2,16
37	2,88	2,19	77	2,75	2,14
38	2,75	2,18	78	0,26	0,19
39	2,75	2,19	79	2,75	2,16
40	0,26	0,20	80	2,75	1,98

Tabela 79 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- sexta instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,17
2	0,26	0,20	42	2,75	1,98
3	0,26	0,19	43	0,26	0,19
4	2,75	2,14	44	0,26	0,20
5	2,75	2,14	45	2,75	1,98
6	2,75	1,98	46	2,88	2,19
7	2,75	2,17	47	2,75	2,14
8	2,88	2,19	48	2,75	2,14
9	2,75	2,17	49	3,12	2,19
10	2,50	2,10	50	0,26	0,20
11	2,88	2,19	51	2,75	2,17
12	2,50	2,09	52	3,12	2,19
13	3,12	2,19	53	0,64	0,48
14	0,26	0,20	54	2,88	2,19
15	0,26	0,19	55	2,75	1,98
16	2,75	2,14	56	2,75	2,16
17	2,88	2,19	57	2,75	2,18
18	0,26	0,20	58	3,12	2,19
19	2,75	2,17	59	2,75	2,16
20	2,50	2,10	60	3,12	2,19
21	2,75	2,16	61	2,75	2,14
22	2,75	1,98	62	3,12	2,19
23	2,75	2,16	63	0,26	0,20
24	2,75	2,14	64	0,77	0,61
25	0,26	0,20	65	2,75	2,14
26	0,26	0,20	66	2,50	2,09
27	2,75	2,14	67	2,75	2,14
28	2,50	2,10	68	2,38	1,79

29	0,51	0,40	69	2,50	2,09
30	0,26	0,20	70	2,75	2,16
31	2,62	2,15	71	2,75	2,14
32	2,75	2,14	72	3,12	2,15
33	2,75	2,16	73	2,75	2,16
34	2,50	2,09	74	2,50	2,10
35	2,50	2,10	75	0,26	0,20
36	2,75	2,17	76	2,75	2,16
37	2,75	2,17	77	0,26	0,20
38	3,12	2,16	78	2,75	2,14
39	2,75	2,14	79	2,75	2,14
40	0,26	0,18	80	2,50	2,10

Tabela 80 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	3,25	2,24	41	2,75	2,17
2	0,26	0,19	42	2,75	2,14
3	2,88	2,20	43	2,75	2,14
4	0,26	0,21	44	2,75	2,14
5	0,26	0,20	45	2,50	2,09
6	0,26	0,18	46	2,75	2,14
7	2,75	2,17	47	2,75	2,17
8	0,26	0,20	48	0,26	0,20
9	2,75	2,17	49	2,75	2,17
10	2,75	2,17	50	0,26	0,19
11	2,75	2,16	51	2,75	2,17
12	0,26	0,18	52	2,75	2,17
13	2,75	2,17	53	2,75	2,17
14	2,75	2,17	54	2,75	2,16
15	2,75	2,17	55	2,75	2,17
16	2,75	2,16	56	2,75	2,17
17	0,26	0,20	57	2,75	2,17
18	2,75	1,98	58	2,75	2,17
19	2,75	2,14	59	0,26	0,20
20	3,12	2,19	60	2,75	2,14
21	2,75	2,17	61	2,75	2,16

22	2,75	2,14	62	2,75	2,14
23	2,75	2,17	63	2,75	2,14
24	2,50	2,09	64	2,75	2,17
25	2,75	2,17	65	2,75	1,98
26	2,75	2,17	66	2,62	2,15
27	2,75	2,17	67	2,75	2,14
28	2,88	2,19	68	2,75	1,98
29	0,26	0,19	69	2,75	2,17
30	0,26	0,20	70	2,75	2,14
31	0,26	0,20	71	2,75	2,17
32	0,26	0,20	72	2,75	2,14
33	2,75	2,17	73	0,26	0,19
34	2,75	2,17	74	0,26	0,20
35	2,75	2,17	75	2,75	2,14
36	0,26	0,20	76	2,88	2,19
37	2,75	2,16	77	2,50	2,10
38	2,75	2,14	78	2,75	2,14
39	2,75	2,14	79	2,50	2,09
40	3,12	2,19	80	2,75	2,14

Tabela 81 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - sétima instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,62	2,15
2	2,75	2,14	42	2,75	2,17
3	2,75	2,14	43	0,64	0,48
4	2,75	2,17	44	1,12	0,89
5	2,75	2,17	45	2,75	2,17
6	2,75	2,17	46	3,12	2,19
7	1,88	1,52	47	2,75	2,17
8	2,75	2,17	48	2,75	2,14
9	3,12	2,19	49	2,75	2,17
10	2,50	2,09	50	2,75	2,16
11	2,75	2,17	51	3,25	2,24
12	2,75	2,14	52	2,75	2,18
13	2,75	2,14	53	2,75	2,16
14	2,75	2,14	54	3,12	2,19

15	3,12	2,19	55	2,00	1,64
16	2,75	2,14	56	2,88	2,20
17	2,75	2,14	57	0,25	0,20
18	2,75	2,14	58	2,75	2,17
19	3,12	2,19	59	2,50	2,10
20	1,12	0,89	60	3,00	2,21
21	2,75	2,17	61	2,88	2,19
22	2,62	2,15	62	0,25	0,20
23	2,75	2,17	63	2,38	1,84
24	2,75	2,17	64	0,25	0,20
25	0,25	0,20	65	2,75	2,17
26	3,12	2,19	66	3,12	2,19
27	3,12	2,19	67	2,75	2,17
28	2,75	2,17	68	2,75	2,17
29	0,25	0,20	69	3,12	2,19
30	0,25	0,20	70	2,75	2,17
31	3,12	2,19	71	2,75	2,17
32	2,75	2,14	72	2,75	2,17
33	2,88	2,20	73	2,88	2,20
34	2,75	2,17	74	2,75	2,17
35	2,75	2,17	75	2,75	2,17
36	0,25	0,20	76	3,12	2,19
37	2,75	2,16	77	2,75	2,14
38	2,75	2,16	78	1,38	0,98
39	2,75	2,14	79	2,75	2,16
40	2,75	2,16	80	2,75	2,17

Tabela 82 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - oitava instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,14
2	2,75	2,17	42	2,88	2,20
3	2,75	2,17	43	3,12	2,19
4	2,75	1,98	44	2,75	2,14
5	0,25	0,19	45	2,62	2,15
6	2,75	2,14	46	3,12	2,20
7	2,75	1,98	47	2,75	2,17

8	0,25	0,20	48	0,25	0,20
9	3,12	2,19	49	2,75	2,17
10	2,75	2,16	50	2,75	2,14
11	2,75	2,14	51	2,75	2,17
12	2,75	2,16	52	2,75	2,17
13	0,25	0,19	53	2,75	2,17
14	2,75	2,17	54	2,75	1,98
15	2,88	2,19	55	0,25	0,19
16	0,25	0,18	56	0,25	0,18
17	2,75	1,98	57	3,12	2,19
18	2,75	2,17	58	0,25	0,20
19	2,75	1,98	59	0,25	0,20
20	2,88	2,20	60	2,75	2,14
21	0,25	0,20	61	2,75	1,98
22	2,75	2,16	62	2,75	2,17
23	2,75	2,16	63	2,75	2,17
24	2,88	2,19	64	0,25	0,20
25	2,88	2,19	65	2,75	2,17
26	2,75	2,17	66	0,25	0,20
27	2,75	2,16	67	3,12	2,19
28	2,75	2,17	68	2,75	2,16
29	2,75	1,98	69	2,75	2,17
30	2,75	1,98	70	2,75	2,17
31	2,75	1,98	71	2,75	2,14
32	3,12	2,19	72	2,75	2,17
33	2,75	2,17	73	3,12	2,19
34	2,75	2,16	74	2,75	2,17
35	2,88	2,20	75	2,50	2,10
36	2,75	2,16	76	0,25	0,19
37	2,75	2,17	77	2,88	2,20
38	0,25	0,20	78	2,75	2,14
39	2,75	2,14	79	3,12	2,19
40	2,75	2,17	80	2,75	2,16

Tabela 83 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- oitava instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,17	41	2,75	2,16
2	2,75	2,14	42	2,75	2,17
3	1,12	0,91	43	0,25	0,20
4	3,12	2,19	44	3,12	2,19
5	2,75	1,98	45	2,75	2,18
6	2,75	2,16	46	2,75	2,17
7	2,75	2,14	47	2,75	2,17
8	3,12	2,19	48	2,75	2,14
9	2,75	2,14	49	1,12	0,89
10	0,25	0,20	50	3,12	2,19
11	2,75	2,14	51	3,12	2,19
12	2,75	2,17	52	2,75	2,16
13	2,75	2,14	53	2,75	2,17
14	2,75	2,14	54	3,12	2,19
15	2,50	2,10	55	2,75	2,17
16	0,77	0,61	56	2,88	2,20
17	2,75	2,17	57	2,62	1,98
18	2,75	2,14	58	2,50	1,61
19	2,75	2,14	59	2,75	2,17
20	1,38	0,98	60	2,50	2,10
21	2,75	2,17	61	2,88	2,20
22	2,50	2,10	62	3,12	2,19
23	0,25	0,20	63	2,75	2,17
24	1,12	0,89	64	2,88	2,16
25	2,75	2,17	65	2,75	2,17
26	2,75	2,14	66	2,75	2,16
27	1,25	0,99	67	3,12	2,19
28	2,75	2,17	68	2,75	2,16
29	2,75	2,14	69	2,75	2,16
30	2,88	2,19	70	0,25	0,20
31	2,75	2,17	71	2,75	2,17
32	1,12	0,89	72	2,75	2,17
33	2,75	2,14	73	2,75	2,14
34	2,75	2,16	74	2,75	2,17
35	2,75	2,16	75	2,62	2,15

36	3,12	2,19	76	2,75	2,14
37	2,75	2,16	77	2,75	2,17
38	2,88	2,20	78	2,75	2,16
39	2,75	2,14	79	2,75	2,14
40	2,75	2,14	80	0,25	0,20

Tabela 84 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer
- nona instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	3,12	2,16	41	2,50	2,09
2	0,25	0,20	42	2,75	2,17
3	2,75	2,17	43	2,75	2,16
4	0,25	0,21	44	2,88	2,19
5	2,75	1,98	45	2,75	2,14
6	0,25	0,19	46	2,75	2,14
7	0,25	0,20	47	2,75	2,17
8	0,77	0,62	48	2,75	2,14
9	0,25	0,18	49	3,00	2,21
10	0,25	0,20	50	0,90	0,66
11	2,75	2,16	51	2,75	2,16
12	0,25	0,20	52	2,75	2,18
13	2,75	2,16	53	2,75	2,14
14	0,25	0,20	54	0,25	0,20
15	2,75	2,16	55	2,75	2,17
16	2,75	2,17	56	0,25	0,20
17	2,88	2,19	57	2,75	2,14
18	1,88	1,51	58	2,75	2,14
19	2,75	2,17	59	2,75	2,18
20	2,75	1,98	60	0,25	0,20
21	2,75	2,14	61	2,88	2,20
22	3,12	2,19	62	2,75	2,14
23	2,75	2,16	63	0,25	0,19
24	2,75	2,14	64	2,75	2,17
25	2,75	2,17	65	2,75	2,17
26	2,62	2,15	66	2,62	2,15
27	0,25	0,20	67	0,25	0,20
28	0,25	0,18	68	2,75	2,14

29	2,75	2,17	69	2,75	1,98
30	2,75	2,14	70	2,75	1,98
31	2,75	2,17	71	2,75	2,16
32	2,75	2,16	72	0,25	0,20
33	2,75	2,17	73	2,75	2,14
34	2,75	2,16	74	2,75	2,17
35	2,75	2,17	75	2,75	2,17
36	2,75	2,14	76	2,88	2,20
37	2,75	2,17	77	2,75	2,17
38	0,25	0,19	78	0,25	0,20
39	0,25	0,18	79	2,75	1,98
40	2,75	2,16	80	3,12	2,19

Tabela 85 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - nona instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	2,75	2,14	41	2,75	2,16
2	2,50	2,09	42	2,75	2,17
3	2,75	2,17	43	2,75	2,17
4	2,75	2,17	44	1,12	0,89
5	2,75	2,14	45	2,75	2,17
6	2,75	2,14	46	0,25	0,18
7	2,75	2,17	47	2,75	2,14
8	2,75	2,17	48	3,12	2,19
9	2,88	2,19	49	2,50	2,09
10	3,12	2,19	50	2,88	2,19
11	0,25	0,18	51	2,75	2,18
12	2,75	2,17	52	3,12	2,19
13	2,62	2,15	53	2,88	2,20
14	0,25	0,20	54	2,75	1,98
15	0,25	0,20	55	3,12	2,19
16	3,12	2,19	56	0,64	0,50
17	2,75	2,17	57	2,75	2,17
18	2,75	2,17	58	2,75	2,17
19	2,88	2,19	59	2,75	2,17
20	0,25	0,18	60	2,75	2,16
21	3,12	2,19	61	2,75	2,14

22	3,12	2,19	62	2,75	2,14
23	0,25	0,18	63	3,12	2,19
24	2,75	2,17	64	2,75	2,14
25	2,88	2,17	65	2,75	2,17
26	3,12	2,19	66	3,25	2,24
27	2,75	2,17	67	2,75	2,14
28	2,75	2,16	68	2,62	2,15
29	3,12	2,19	69	3,12	2,19
30	2,75	2,17	70	3,12	2,19
31	2,12	1,51	71	2,75	2,17
32	2,75	2,16	72	2,75	2,16
33	3,12	2,19	73	0,25	0,20
34	0,77	0,61	74	1,12	0,86
35	3,12	2,19	75	2,75	2,17
36	2,50	1,94	76	2,75	2,17
37	2,50	2,10	77	2,75	2,17
38	3,12	2,19	78	2,75	2,17
39	3,12	2,19	79	2,50	2,10
40	2,75	2,14	80	2,75	2,16

Tabela 86 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, primeira solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	0,25	0,20	41	2,75	2,14
2	2,75	2,17	42	3,12	2,19
3	2,88	2,19	43	2,75	2,16
4	2,75	2,17	44	2,75	2,17
5	0,25	0,18	45	0,25	0,20
6	2,75	2,17	46	2,75	2,14
7	3,12	2,19	47	2,75	2,16
8	2,75	2,17	48	0,25	0,17
9	2,75	2,17	49	2,75	2,01
10	0,25	0,20	50	2,75	2,14
11	2,62	2,15	51	0,25	0,20
12	2,50	2,10	52	2,88	2,19
13	2,75	2,17	53	2,75	2,14
14	2,75	2,17	54	3,12	2,19

15	2,75	2,16	55	2,75	2,17
16	2,75	2,16	56	2,75	2,14
17	2,75	2,14	57	2,75	2,17
18	2,75	2,16	58	2,75	2,16
19	0,25	0,19	59	2,88	2,19
20	0,25	0,20	60	0,25	0,19
21	3,12	2,19	61	2,75	2,17
22	0,25	0,19	62	0,25	0,18
23	2,75	2,17	63	3,25	2,24
24	2,75	2,14	64	2,75	2,14
25	2,75	2,14	65	2,88	2,19
26	2,75	2,14	66	2,50	2,10
27	3,25	2,24	67	2,75	2,17
28	0,25	0,19	68	2,75	2,17
29	2,75	2,17	69	2,75	2,16
30	0,25	0,20	70	2,75	1,98
31	1,12	0,89	71	2,75	2,17
32	2,75	2,16	72	0,25	0,19
33	2,75	2,17	73	2,75	1,97
34	0,25	0,18	74	2,75	2,16
35	2,50	2,10	75	0,25	0,20
36	2,75	2,14	76	0,77	0,61
37	0,77	0,62	77	2,50	2,09
38	3,12	2,22	78	2,75	2,17
39	2,88	2,19	79	2,75	2,14
40	2,62	2,15	80	0,25	0,21

Tabela 87 – Quantidade de Dados Transferida e Banda Larga - origens e destinos quaisquer - décima instância, última solução Pareto-ótima

Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)	Fluxo	Transf. (MB)	Larg. Banda (Mb/s)
1	0,25	0,20	41	2,75	2,17
2	0,25	0,20	42	2,75	1,98
3	0,25	0,20	43	2,88	2,20
4	0,25	0,20	44	2,75	2,17
5	2,75	2,17	45	2,75	2,14
6	2,50	2,09	46	3,12	2,19
7	2,75	2,17	47	3,12	2,20

8	3,12	2,19	48	0,25	0,19
9	2,75	2,16	49	2,75	2,14
10	0,26	205	50	2,75	2,14
11	1,12	785	51	1,12	0,89
12	0,25	0,17	52	3,12	2,19
13	0,51	0,40	53	3,00	2,21
14	2,75	2,17	54	2,75	2,14
15	2,75	2,17	55	0,25	0,20
16	2,88	2,19	56	2,75	2,17
17	3,25	2,24	57	2,75	2,14
18	2,88	2,19	58	2,50	1,94
19	0,25	0,20	59	0,25	0,20
20	2,88	2,19	60	2,75	2,14
21	2,75	2,14	61	2,75	2,17
22	0,25	0,19	62	2,00	1,50
23	2,75	2,17	63	2,75	1,98
24	0,25	0,20	64	2,75	2,14
25	2,75	2,17	65	0,25	0,20
26	2,38	1,92	66	2,75	2,16
27	2,75	2,17	67	3,12	2,19
28	2,62	2,15	68	1,25	0,99
29	2,75	2,18	69	2,75	2,17
30	0,25	0,20	70	2,75	2,14
31	2,75	2,14	71	2,75	2,17
32	2,75	2,17	72	0,25	0,20
33	2,75	2,16	73	2,75	2,17
34	3,12	2,19	74	2,75	1,98
35	2,75	2,17	75	2,75	1,98
36	2,75	2,18	76	2,88	2,20
37	2,75	2,16	77	1,12	0,92
38	2,88	2,20	78	3,12	2,20
39	1,12	0,92	79	2,75	2,17
40	2,75	2,14	80	2,50	2,09